Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg

(AG. Floristik . . . von 1922)

Herausgegeben von K. Dierßen

Heft 48

Vegetation und Standort der Laubwaldgesellschaften (Querco-Fagetea) im nördlichen Schleswig-Holstein

von

Werner Härdtle

Kiel 1995

Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg

(AG. Floristik . . . von 1922)

Herausgegeben von K. Dierßen

Heft 48

Vegetation und Standort der Laubwaldgesellschaften (Querco-Fagetea) im nördlichen Schleswig-Holstein

von

Werner Härdtle

Kiel 1995

Habilitationsschrift
Universität Lüneburg
Fachbereich Kulturwissenschaften - Fach Ökologie

Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik
in Schleswig-Holstein und Hamburg (AG. Floristik ... von 1922)
Hrsg.: K. Dierßen
Gesamtherstellung: Hansa-Druck, Kiel
ISSN 0344-8002
© 1995 Arbeitsgemeinschaft Geobotanik Schleswig-Holstein und Hamburg e.V., Kiel

Inhaltsübersicht

		Seite
1.	**Einleitung**	9
2.	**Beschreibung des Untersuchungsgebietes**	14
2.1.	Topographie	14
2.2.	Geologie und naturräumliche Gliederung	14
2.3.	Böden	17
2.4.	Klima	21
3.	**Kurzer Überblick zur Waldgeschichte Schleswig-Holsteins unter besonderer Berücksichtigung des Landesteils Schleswig**	24
3.1.	Die natürliche Waldentwicklung im (Spät-) Holozän als Folge klimatischer Veränderungen	24
3.2.	Waldentwicklung unter dem Einfluß des Menschen	25
3.2.1.	Waldentwicklung in prähistorischer Zeit	25
3.2.2.	Waldentwicklung in historischer Zeit bis zum Früh-Mittelalter (bis 5. Jh.)	26
3.2.3.	Waldentwicklung im Früh- und Hoch-Mittelalter (5. bis 13. Jh.)	26
3.2.4.	Waldentwicklung im Spät-Mittelalter und der frühen Neuzeit (bis zur Verkoppelung, 13. bis 18. Jh.)	30
3.2.5.	Die Waldentwicklung seit der Verkoppelung	38
3.3.	Die Nutzung des Waldes und Gründe des Waldrückgangs	42
3.3.1.	Rodungen zur Vergrößerung der Agrarflächen	42
3.3.2.	Rodungen zur Holzgewinnung	43
3.3.3.	Waldverwüstung und -rodung durch Kriege im 17. Jahrhundert	43
3.3.4.	Waldweide und Mastnutzung	44
3.4.	Zusammenfassung	44
4.	**Methoden**	46
4.1.	Vegetationskundliche Methoden	46
4.1.1.	Aufnahme der Vegetation	46
4.1.1.1.	Zum Waldbegriff	46
4.1.1.2.	Anfertigung der Vegetationsaufnahmen und ihre Tabellendarstellung	48
4.1.2.	Syntaxonomische und synsytematische Auswertung - einige grundlegende Definitionen	50

4.1.2.1.	Syntaxon	50
4.1.2.2.	Stetigkeit	51
4.1.2.3.	Typische Artenverbindung	51
4.1.2.4.	Charakter- und Differentialarten	51
4.1.2.5.	Chorologische Kriterien zur Kennarten-Definition	51
4.1.2.6.	Formationskriterien zur Kennarten-Definition	54
4.1.2.7.	Das pflanzensoziologische System	55
4.1.2.8.	Zum Assoziationsbegriff	56
4.1.2.9.	Untergliederung der Assoziation	57
4.1.2.10.	Gesellschaften ohne Assoziationskennarten	58
4.1.2.11.	Untergliederung der Gesellschaften ohne Assoziationskennarten	61
4.2.	Bodenkundliche Untersuchungen	61
4.2.1.	Aufnahme von Bodentyp und Bodenart	61
4.2.2.	MUNSELL-Farbwert	62
4.2.3.	Bodenchemische Untersuchungen	63
4.2.3.1.	Probennahme und Aufarbeitung der Proben	63
4.2.3.2.	pH-Wert	63
4.2.3.3.	S-Wert und Basensättigung	63
4.2.3.4.	Kohlenstoff, Stickstoff und C/N-Verhältnis	64
4.2.3.5.	Calciumcarbonat ($CaCO_3$)-Bestimmung	64
4.2.4.	Hydrologische Untersuchungen	64
4.3.	Waldschadenserhebung	65
4.4.	Statistische Methoden	68
4.4.1.	Einführung	68
4.4.2.	Zur Begründung der ausgewählten Verfahren	69
4.4.3.	Kurze Erläuterung der Verfahren	70
4.4.3.1.	Clusteranalyse (nach WARD)	71
4.4.3.2.	Hauptkomponentenanalyse (PCA)	72
4.4.3.3.	Diskriminanzanalyse (DA)	77
4.5.	Zur Darstellung der Ergebnisse	80
4.5.1.	Tabellarische und graphische Darstellung profilmorphologischer und bodenchemischer Parameter	80
4.5.2.	Graphische Darstellung hydrologischer Parameter	81
5.	**Beschreibung der Pflanzengesellschaften**	85
5.1.	Ordnung Fagetalia sylvaticae (Mesophytische Laubmischwälder)	85
5.1.1.	Verband Alno-Ulmion (Auenwälder)	85
5.1.1.1.	Zur Gliederung des Alno-Ulmion	87

5.1.1.2.	Alno-Fraxinetum (Erlen-Eschenwälder)	92
	- Allgemeine Beschreibung	92
	- Untereinheiten der Gesellschaft	94
	- Synökologischer Vergleich	107
	- Synchorologische Aspekte	112
5.1.1.3.	Crepis paludosa-Fraxinus excelsior-Gesellschaft (Sumpfpippau-Eschenwälder)	116
	- Allgemeine Beschreibung	116
	- Untereinheiten der Gesellschaft	118
	- Synökologischer Vergleich	127
	- Synchorologische Aspekte	131
5.1.2.	Verband Fagion (Rotbuchenwälder)	133
5.1.2.1.	Zur Gliederung des Fagion	134
5.1.2.2.	Hordelymo-Fagetum (Waldgersten-Buchenwälder)	136
5.1.2.2.1.	Subassoziations-Gruppe von Lathyrus vernus	137
	- Allgemeine Beschreibung	137
	- Synökologie	141
	- Synchorologische Aspekte	147
5.1.2.2.2.	Subassoziations-Gruppe von Geum urbanum	148
	- Allgemeine Beschreibung	148
	- Untereinheiten der Gesellschaft	150
	- Synökologischer Vergleich	162
	- Synchorologische Aspekte	164
5.1.2.2.3.	Typische Subassoziations-Gruppe	168
	- Allgemeine Beschreibung	168
	- Untereinheiten der Gesellschaft	170
	- Synökologischer Vergleich	179
	- Synchorologische Aspekte	181
5.1.2.3.	Galio odorati-Fagetum (Waldmeister-Buchenwälder)	181
	- Allgemeine Beschreibung	181
	- Untereinheiten der Gesellschaft	184
	- Synökologischer Vergleich	200
	- Synchorologische Aspekte	206
5.1.2.4.	Quercus robur-Carpinus betulus-Gesellschaft (Stieleichen-Hainbuchenwälder)	209
5.2.	Artenarme Buchenwaldgesellschaften der Altmoräne ("Flattergras-/Sauerklee-Buchenwälder")	213
	- Allgemeine Beschreibung	213
	- Synsystematische Probleme	215

	- Fagetalia-Basalgesellschaft	216
	- Quercetalia-Basalgesellschaft	219
	- Synökologischer Vergleich	221
	- Synchorologische Aspekte	221
5.3.	Ordnung Quercetalia robori-petraeae (Oligotraphente Buchen- und Buchen-Eichenwälder)	223
5.3.1.	Zur Gliederung der Quercetalia robori-petraeae	224
5.3.2.	Verband Quercion robori-petraeae (Buchen-Eichenwälder)	230
5.3.2.1.	Avenella flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft (Drahtschmielen-Buchenwälder)	230
	- Allgemeine Beschreibung	230
	- Untereinheiten der Gesellschaft	234
	- Synökologischer Vergleich	246
	- Synchorologische Aspekte	248
5.3.2.2.	Betulo-Quercetum (Eichenmischwälder)	251
5.3.2.2.1.	Hochwälder (Typische Nutzungsform)	252
	- Allgemeine Beschreibung	252
	- Untereinheiten der Gesellschaft	256
	- Synökologischer Vergleich	273
	- Synchorologische Aspekte	277
5.3.2.2.2.	Niederwälder (Galium harcynicum-Nutzungsform)	281
	- Allgemeine Beschreibung	281
	- Vegetation und syntaxonomische Gliederung der Niederwälder	285
	- Zum Wandel der Krattflora und Perspektiven ihres Schutzes	287
6.	**Naturschutzaspekte**	289
6.1.	Gefährdung, Entwicklungs- und Schutzmöglichkeiten naturnaher Wälder im Untersuchungsgebiet	289
6.1.1.	Ansprüche des Naturschutzes an eine moderne Forstwirtschaft	289
6.1.2.	Gefährdung und Schutzmöglichkeiten einzelner Vegetationstypen	291
6.1.2.1.	Alno-Ulmion	291
6.1.2.2.	Fagion	293
6.1.2.3.	Quercion (Hochwälder)	293
6.1.2.4.	Quercion (Niederwälder)	295
6.1.3.	Gesichtspunkte des Artenschutzes	297
6.1.3.1.	Phanerogamen	299
6.1.3.2.	Kryptogamen	300
6.1.4.	Entwicklung und Pflege von Waldrand- und -traufbereichen	301

6.2.	Naturwaldreservate	302
6.2.1.	Zur Bedeutung von Naturwaldreservaten	302
6.2.2.	Kriterien zur Ausweisung von Naturwaldreservaten	305
6.2.3.	Zur Situation der "Naturwaldparzellen" in Schleswig-Holstein	308
6.2.4.	Gegenwärtige Repräsentanz verschiedener Waldtypen in Naturwaldparzellen des Landesteils Schleswig	308
6.2.5.	Gebietsvorschläge zur Ausweisung von Naturwaldreservaten und Wald-Naturschutzgebieten im Landesteil Schleswig	310
6.2.6.	Schlußfolgerungen und Ausblick	315
6.3.	Verteilung und Ausmaß von Waldschäden in Buchen- und Buchen-Eichenwäldern des Untersuchungsgebietes	317
6.3.1.	Ergebnisse	317
6.3.2.	Diskussion	319
6.4.	Potentielle natürliche Vegetation (pnV)	322
6.4.1.	Begriffliche Grundlagen	322
6.4.2.	Klimaxbegriff und pnV-Konzept	323
6.4.2.1.	Die Entwicklung des Klimaxbegriffes	323
6.4.2.2.	Definitions- und Anwendungsprobleme des Klimaxbegriffes	323
6.4.2.3.	Das Konzept der potentiellen natürlichen Vegetation als Weiterentwicklung der Klimaxtheorie	325
6.4.3.	Zur Anwendung von Karten der potentiellen natürlichen Vegetation	325
6.4.4.	Kartierungsmethoden	325
7.	**Diskussion**	327
7.1.	Vegetationsgeographische Aspekte	327
7.1.1.	Vegetationsgeographische Charakteristika schleswig-holsteinischer Laubwälder	327
7.1.2.	Diskussion synchorologischer Befunde mit Hinblick auf eine vegetationsgeographische Gliederung des nordmitteleuropäischen Tieflandes	330
7.2.	Standörtliche Aspekte - Versuch einer synoptisch-vergleichenden Betrachtung der untersuchten Standortsfaktoren mittels multivariater Verfahren	333
7.2.1.	Zur Auswahl der Merkmale (Standortsfaktoren) mittels univariater Betrachtung	333
7.2.2.	Zur Auswahl der Untersuchungsflächen	342
7.2.3.	Multivariater Vergleich mittels Clusteranalyse	343
7.2.4.	Multivariater Vergleich mittels Hauptkomponentenanalyse	347
7.2.5.	Multivariater Vergleich mittels Diskriminanzanalyse	356

7.2.6.	Vergleich der Ordinationsergebnisse von PCA und DA	361
7.2.7.	Schlußbetrachtung	363
7.2.8.	Methodenkritische Überlegungen	364
8.	**Zusammenfassung**	367
9.	**Summary**	371
10.	**Literatur**	375
11.	**Anhang**	416
12.	**Register**	429

1. Einleitung

Begriffe wie "Wald" oder "Waldökosystem" wecken häufig zwei ganz konträre Vorstellungen: Einerseits wird man mit ihnen Bilder naturbelassener Lebensräume assoziieren, in denen Lebensgemeinschaften nur wenig durch Eingriffe des Menschen gestört oder verändert wurden. Andererseits konfrontieren sie uns mit bedrückenden Umweltproblemen unserer Zeit, indem Medien wie auch wissenschaftliche Veröffentlichungen in kaum überschaubarer Fülle das Thema "Waldsterben" aufgreifen.

Nicht nur heute wirksame und für eine Zunahme von Waldschäden maßgeblich verantwortliche Störgrößen haben Waldlebensgemeinschaften verändert. In Mitteleuropa wurden Wälder bereits seit dem Neolithikum durch den Menschen mehr oder minder extensiv genutzt. Großflächige Rodungen im Mittelalter verringerten das Waldareal im Norddeutschen Tiefland innerhalb weniger Jahrhunderte auf einen Bruchteil seiner potentiellen Ausdehnung. Eine vormals waldbeherrschte Landschaft entwickelte sich allmählich zur Agrarlandschaft: Es entstanden Acker- und Weideflächen, zunächst entlang der Flußläufe und in Niederungen sowie auf Sandböden der Geest. Eine Verbesserung der zur Bodenbearbeitung notwendigen Werkzeuge eröffnete später die Möglichkeit, auch fruchtbare Böden der Jungmoräne in ackerbauliche Nutzflächen einzubeziehen.

Obgleich alle bis zum 17. Jahrhundert erhalten gebliebenen Wälder in Nordwestdeutschland durch Waldweide mehr oder minder stark devastiert waren, bestand ihr Artengefüge doch ausschließlich aus bodenständigen Hölzern. Ein Anbau standortsfremder Nadelbäume - namentlich der Fichte und Kiefer (insbes. seit dem 18. Jh.) - vergrößerte zwar das Waldareal; einen "ökologischen Ersatz" für gerodete Laubwaldflächen bildeten und bilden entsprechende Forsten aber nicht.

Von der aufgezeigten Entwicklung waren Wälder in Schleswig-Holstein besonders betroffen. Ein Waldanteil von etwa neun (Flächen-) Prozent (MELF 1991) weist Schleswig-Holstein als waldärmstes Flächenland der Bundesrepublik aus. Das Landeswaldgesetz fordert dementsprechend eine besonders umsichtige Nutzung der verbliebenen Waldflächen. Zugleich stellen sich Neugründung und Schutz bestehender Laubwälder als vorrangige Aufgabe verantwortungsvoller Forstpolitik.

Aus Sicht des Natur- und Biotopschutzes besteht großer Bedarf, naturnahe Wälder in Schleswig-Holstein vegetationskundlich zu untersuchen. Eine genaue Kenntnis des Arten- und Gesellschaftsinventars sowie Analysen der Biotopstruktur sind Grundlagen für Naturschutzplanung, Reservatsausweisung und Bewertung von Entwicklungstrends. Bislang liegen vergleichsweise wenig Arbeiten zur Vegetation und Flora schleswig-holsteinischer Wälder vor (u.a. RÜHL 1957, PASSARGE 1958, 1966b, 1984, VON GLAHN 1969, 1981 und i.prep., HÄRDTLE 1989a, 1990b).

Ein Teil der Studien ist relativ alt oder nur ausgewählten Gebieten beziehungsweise Vegetationstypen gewidmet. Für die Landesteile Schleswig und Lauenburg liegen weder neuere noch das gesamte Gesellschaftsspektrum berücksichtigende Untersuchungen vor. Um dem Bedarf nach detaillierten und umfassenden Erhebungen Rechnung zu tragen, versucht der Verfasser, in vorliegender Arbeit eine vegetationskundliche Analyse naturnaher Wälder im Landesteil Schleswig zu geben. Zudem sollen Untersuchungen einfließen, die in ausgewählten Waldgebieten der Landesteile Holstein und Lauenburg durchgeführt wurden.

Zum Verständnis synsystematischer Ergebnisse werden Methoden zur Vegetationsbeschreibung und -gliederung ausführlich erläutert. Um eine eher konsolidierend als verändernd wirkende Übersicht (zur Synsystematik der Klasse Querco-Fagetea) auszuarbeiten, wird eine Synthese bisher aufgezeigter Gliederungen versucht (vgl. DIERSCHKE 1990). Häufig erschweren Synonyme (vgl. PIGNATTI 1968, DIERSSEN et al. 1988:107) dem Anwender ein Einarbeiten in vorgegebene Gliederungsschemata. Eine Erstellung möglichst umfassender Listen häufig gebrauchter Synonyme ist deshalb notwendig.

Aus pflanzengeographischer Sicht kommt Schleswig-Holstein in Mitteleuropa - als "Land zwischen den Meeren" und "Brücke zu Skandinavien" - eine Sonderstellung zu. Verschiedene Arbeiten haben demgemäß bereits vegetationsgeographische Aspekte untersucht, dabei vorrangig aber Vegetationsabstufungen innerhalb des Landes betrachtet (vgl. Wi. CHRISTIANSEN 1926, 1934, 1935, 1938, RAABE 1950, Wi. CHRISTIANSEN & SCHMIDTENDORF 1952, PIONTKOWSKI 1970). Ein überregionaler Vergleich soll zeigen, welche Vertreter eines Florenelements für Waldgesellschaften in Schleswig-Holstein bezeichnend sind. Besondere Betrachtung verdient dabei die vegetationsgeographische Stellung des Untersuchungsgebietes im nordmitteleuropäischen Tiefland (Einfluß des "Atlantischen Klimakeils"). Eine Analyse könnte am Beispiel der Waldgesellschaften erlauben, Feingliederungen der temperaten Vegetationszone in diesem Raum zu diskutieren. Sie gäbe zugleich Einblick in das Vegetationsgefälle entlang eines in Süd-Nord- beziehungsweise Ost-West-Richtung verlaufenden Klimagradienten.

In den laubwaldreicheren Naturräumen Schleswig-Holsteins (Jungmoräne und Hohe Geest) haben unterschiedliche Prozesse der Bodengenese zu kleinräumig differenzierten Bodenlandschaften geführt. Vegetationsökologisch interessant wie auch für Kartierungen der potentiellen natürlichen Vegetation relevant ist die Frage, welche Beziehung floristisch definierte Waldgesellschaften zu pedologischen Einheiten (Bodentypen) zeigen. Untersuchungen zur Koinzidenz zwischen (konkreten) Beständen und Polypeda (benachbarte Peda gleicher Bodenform) wurden bereits häufig durchgeführt und zur Klärung kausaler Vegetations-Standorts-Beziehungen herangezogen (vgl. u.a. ELLENBERG 1958, MEISEL 1958, TÜXEN 1958, VON GLAHN & J. TÜXEN 1963, VON GLAHN 1969). Aufgrund unterschiedlicher Klima- und Bodenbedingungen sind solche Beziehungen aber nicht allgemeingültig. Am Beispiel zonaler oder extrazonaler Pflanzengesell-

schaften läßt sich zeigen, daß bereits auf regionaler Ebene eine Überprüfung gefundener Zusammenhänge notwendig sein kann. Sie ist zudem erforderlich, wenn Beziehungen zu Bodentypen verschiedener Ausgangsgesteine analysiert werden sollen. Zweckmäßigerweise wird man deshalb die Bindung einzelner Pflanzengesellschaften nur in Bezug auf Bodenformen untersuchen. Neben einer synökologischen Kennzeichnung der betrachteten Waldgesellschaften sollen bodenökologische Analysen dazu dienen, für das Untersuchungsgebiet gültige Vegetationstypen-Bodenformen-Beziehungen festzustellen. Sie könnten Aufschluß darüber geben, inwieweit floristisch definierte Einheiten mit standörtlichen koinzidieren, mithin diese also Ansprüchen einer ökologischen Interpretierbarkeit genügen. Daran anknüpfende Fragestellungen werden in Kapitel 4.4.1. ausführlich dargelegt.

Trotz oftmals natürlich anmutender Struktur und Artenverbindung weist keines der untersuchten Waldgebiete einen völlig ungestörten Zustand auf. Vielmehr ist ihre Physiognomie Abbild (oder auch Zeugnis) einer - teils über Jahrhunderte währenden - Nutzungsgeschichte. Da edaphische Parameter für sich genommen ein so entstandenes Artengefüge nicht ausreichend erklären können, müssen vegetationskundliche Analysen historische Aspekte der Waldnutzung einbeziehen (vgl. HANSTEIN 1991). Im Text wurde daher ein Abriß zur Nutzungsgeschichte der Wälder im Landesteil Schleswig einer Beschreibung ihrer gegenwärtigen Standortsverhältnisse vorangestellt.

In Schleswig-Holstein ist Fagus sylvatica aus ökologischer wie forstökonomischer Sicht die wichtigste Holzart. Im Rahmen von Waldschadensanalysen findet sie daher - neben Picea und Quercus - stets gesonderte Beachtung (vgl. RUNKEL & KENNEWEG 1986:103ff, MELF 1988a). Um den Schadenszustand der Buche in verschiedenen Waldgesellschaften dokumentieren zu können, wurde auf vegetationstypologischem Raster eine Waldschadensanalyse durchgeführt. So lassen sich Schadensausmaß und -verteilung mit waldstrukturellen und edaphischen Parametern vergleichen. In aller Regel sind bei einmaligen Erhebungen - wie sie im Rahmen vorliegender Arbeit durchgeführt werden konnten - Kriterienschlüssel einer Schadensbeurteilung auf der Grundlage des Belaubungszustandes wenig geeignet. Gerade bei Fagus unterliegt die Belaubung - abhängig von Spätfrostereignissen und der Jahresverteilung von Niederschlägen - mehr oder minder ausgeprägten Schwankungen (SCHÖPFER 1985:224). Auf der Basis weniger Erhebungsjahre können somit nicht repräsentative Ergebnisse resultieren. Eine Schadensansprache und -bewertung wurde deshalb mittels kronenmorphologischer Merkmale durchgeführt. Diese dokumentieren Reaktionen von Einzelbäumen oder Beständen auf Umwelteinflüsse, die über eine Zeitdauer von Dekaden wirksam waren (vgl. ROLOFF 1988:317ff).

Von Beginn an war es wichtiges Anliegen des Bearbeiters, Einzeluntersuchungen mit Naturschutzbezug auszuwerten. Dementsprechend sollen Aspekte der Gefährdung, der Entwicklungs- und Schutzfähigkeit naturnaher Wälder im Untersuchungsgebiet erörtert werden. Zugleich möchte die Arbeit Kriterien und Vorschläge zur Einrichtung und Ausweisung von Naturwaldreservaten

geben. Im Rahmen landschaftsökologischer Untersuchungen ist häufig die Einschätzung des biotischen Potentials einer Bezugsfläche notwendig. Mit dieser Zielvorgabe können Karten der potentiellen natürlichen Vegetation erarbeitet werden. Sie dienen dazu, mit Hilfe von Pflanzengesellschaften biologisch definierte Raumeinheiten festzulegen, um aus diesen praktisch umsetzbare Informationen für Fragen der Landschaftsplanung abzuleiten (z.B. Nutzungseignung, Sensibilität gegenüber Störung; DIERSSEN 1990:115). Zur Kartierung der potentiellen natürlichen Vegetation werden begriffliche Grundlagen sowie Anwendungsmöglichkeiten und -grenzen erläutert.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all denen danken, mit deren Hilfe ein Zustandekommen der vorliegenden Arbeit möglich wurde.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. K. Dierßen (Univ. Kiel). Er hat die Arbeit von Beginn an und mit stetem Interesse wissenschaftlich begleitet, mir in Gesprächen und motivierenden Diskussionen wertvolle Hilfestellungen gegeben, schließlich das fertige Manuskript sorgfältig gelesen und mit hilfreichen Korrekturen und Anregungen versehen; - dafür mein ganz herzlicher Dank.

Herzlich danken möchte ich ebenso Herrn Prof. Dr. H.-P. Blume (Univ. Kiel), der mir in bodenkundlichen Fragen viele weiterführende Hinweise gab.

Während eines längeren Aufenthalts am Institut für Pflanzenphysiologie an der Universität Wien (Abt. Vegetationsökologie und Naturschutzforschung) war es möglich, mich in Anwendung und Techniken multivariater (statistischer) Verfahren einzuarbeiten. Für die fruchtbare und gleichermaßen lernintensive Zeit in Wien danke ich der gesamten Arbeitsgruppe, insbesondere den Herren Mag. Prof. Dr. G. Grabherr, Ass. Prof. Dr. M. Steiner, Dipl.-Biol. K. Reiter und Thorsten Englisch.

Danken möchte ich ebenso Herrn Dr. Th. Gönnert (Buxtehude), mit dessen Hilfe und Erfahrungen sich für mich eine oftmals langwierige Einarbeitungsphase in umfangreiche Statistik-Computerprogramme erheblich verkürzen ließ.

Mit Geduld und Sorgfalt halfen mir Frau Birgit Dieckmann (Univ. Kiel) und Frau Siegrid Bürner (Kiel) beim Anfertigen von Zeichnungen. Frau Susanne Stange (Kiel) übernahm einen Großteil der Reinschrift des Manuskriptes. Herr Dr. M. Hüttel (Max-Planck-Institut, Bremen) erstellte ein Computerprogramm zur Auswertung der Grundwasser-Meßdaten. Auch ihnen gilt mein ganz herzlicher Dank.

Danken möchte ich außerdem allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Botanischen Institutes und der Landesstelle für Vegetationskunde an der Universität Kiel. Mit einem stets "offenen Ohr" für Fragen und in Gesprächen - insbesondere aber einem schönen Arbeitsklima - haben sie alle ganz wesentlich zum Zustandekommen der Arbeit beigetragen.

2. Beschreibung des Untersuchungsgebietes

2.1. Topographie

Im Rahmen vorliegender Arbeit wurden vegetations- und standortskundliche Untersuchungen in naturnahen Wäldern des nördlichen Schleswig-Holstein (Landesteil Schleswig) durchgeführt (zum Begriff "naturnahe Wälder" vgl. Kap. 4.1.1.1.). Topographisch ist dieses Gebiet durch die Eider im Süden, die Landesgrenze zu Dänemark im Norden und durch die Küstenlinien der Nord- und Ostsee im Westen beziehungsweise Osten begrenzt. Ein nur kleiner Teil der Vegetationsaufnahmen wurde - zum Vergleich - außerhalb dieses Gebietes in Holstein und Lauenburg angefertigt. Zur vegetationskundlichen Aufnahme konnten im Bereich der Geest alle Laubwälder berücksichtigt werden. In der Jungmoräne wurde aufgrund der Vielzahl und zerstreuten Lage der Waldgebiete eine repräsentative Auswahl bearbeitet. Die folgenden geologischen, bodenkundlichen und klimatologischen Beschreibungen nehmen allgemein auf Schleswig-Holstein Bezug, wobei vergleichend Charakteristika des Landesteils Schleswig herausgestellt werden.

2.2. Geologie und naturräumliche Gliederung

Das heutige Relief Schleswig-Holsteins ist während des Pleistozän und Holozän entstanden. Geologisch ältere (praequartäre) Strukturen fehlen im heutigen Landschaftsbild. Sie wurden - bis auf wenige Ausnahmen - von pleistozänen Ablagerungen mehrerer Eisvorstöße aus dem skandinavischen Raum verschüttet.

Schleswig-Holstein weist vier in Genese und Alter unterscheidbare Naturräume auf. Sie durchziehen das Land in weitgehend paralleler (bandförmiger) Anordnung und zeigen im Landesteil Schleswig annähernd eine Nord-Süd-Ausrichtung.

Das Östliche Hügelland ging als kuppige Moränenlandschaft aus Ablagerungen der Weichsel-Vereisung (70000 bis 11000 v.h.) hervor und wurde durch peri- und postglaziale Prozesse nur wenig umgestaltet. Landschaftsprägend und gleichermaßen reizvoll ist ein bewegtes Relief, dessen Entstehung überwiegend auf Vorstoß- und Abtauprozesse einzelner Eisloben zurückzuführen ist (STEWIG 1978:19). Fehlen höhere Moränenrücken, so bestimmen flache oder allenfalls seicht geschwungene Grundmoränen das Landschaftsbild. Im Landesteil Schleswig treten sie besonders großflächig auf der Halbinsel Schwansen auf. Den Westrand des Jungdiluvium bilden meist wallartig geformte Endmoränenzüge. Zu ihnen gehört beispielsweise der durch kurz andauernde Eisvorstöße aufgeworfene Moränenkomplex der Duvenstedter Berge. An der Entstehung der nördlich anschließenden Hüttener Berge waren mehrere und in kurzer Folge ablaufende Stauchvorgänge beteiligt, so daß Moränenmaterial bis zu einer Höhe von 106 m aufgeschoben

wurde (höchste Erhebung im Landesteil Schleswig; vgl. SCHOTT 1956:14). Tunneltäler, Binnensander und in Toteishohlformen entstandene Seen ergänzen das geomorphologische Mosaik. Im Untersuchungsgebiet weist die Jungmoräne (Angeln, Schwansen, Dänischer Wohld) mit 6,4 % den höchsten Waldanteil auf (Durchschnittswert für den Landesteil Schleswig etwa 4,9 %; Angaben nach Jahresbericht der Landesforstverwaltung Schleswig-Holstein 1987). Da der Nadelholzanteil vergleichsweise gering ist, erweist sich der Bewaldungszustand dieses Naturraumes aus ökologischer Sicht als günstig.

Den Endmoränen des Jungdiluvium ist westlich die Sandergeest vorgelagert. Sie entstand während der Weichsel-Eiszeit und ist aus glazifluvialen Sedimenten aufgebaut (überwiegend Sanden), die das aus Gletschertoren austretende Niederschlags- und Schmelzwasser mitführte. Gletschertore (Sanderwurzeln) waren im Landesteil Schleswig bei Flensburg, Översee, Idstedt, Schleswig und Owschlag ausgebildet (vgl. Abb.1). Mit einer nach Westen fortschreitenden Auffächerung der Vorschüttsande konnten sich diese in größeren Urstromtälern wie dem Eider-Treene-Tal vereinigen. Der Abfluß des Regen- und Schmelzwassers wurde im Postglazial zunehmend durch die einsetzende Meerestransgression behindert. In Niederungen bildeten sich demzufolge auf großer Fläche Niedermoore aus. So ist erklärbar, daß beispielsweise die Kontaktzonen von Schleswigscher Geest und der Eider-Treene-Niederung ein kleinflächiges Mosaik aus Sander- und Niedermoorbereichen aufweisen (vgl. Abb.1). Der Waldanteil der Schleswigschen Vorgeest (einschl. Eider-Treene-Niederung) beträgt etwa 5,4 % und wird überwiegend von Fichten- und Kiefernforsten eingenommen. Wälder mit naturnaher Bestockung sind in diesem Naturraum selten.

Die älteste in Schleswig-Holstein erhaltene Reliefform besteht aus Moränen und Sandern der Saale-Eiszeit (etwa 150000 bis 120000 v.h.). Sie kennzeichnen den Naturraum der Hohen Geest. Durch die Ablagerung weichseleiszeitlicher Schmelzwassersande und postglaziale Niedermoorbildung wurde ein Teil der von saaleeiszeitlichen Gletschern geschaffenen Moränenlandschaft überdeckt. Der ursprüngliche Altmoränenkomplex wurde dadurch zergliedert. Einzelne Moränenrükken sind heute deshalb nur noch in inselartiger Lage erhalten (sog. "Holme"; vgl. Abb.1). Periglaziale Prozesse haben zudem die Oberflächengestalt saaleeiszeitlicher Moränen verändert. Prozesse wie Kryoturbation und Solifluktion führten teilweise zur Einebnung des ursprünglichen Reliefs, so daß heute vergleichsweise seicht geschwungene Moränenzüge den "schleswig-holsteinischen Mittelrücken" charakterisieren. Durch die genannten Abtragungs- und Umlagerungsprozesse wurde gleichzeitig das Bodenmaterial in Größe und Form neu sortiert. In der Altmoräne entspricht daher die Verteilung verschiedener Bodenarten nur bedingt dem ursprünglichen (vom Eis geschaffenen) Verteilungsmuster. Im Untersuchungsgebiet weist die Hohe Geest (Nordfriesische Geestinseln, Lecker Geest, Bredstedt-Husumer-Geest) mit 5,8 % einen etwas über dem Durchschnittswert liegenden Waldanteil auf. Größere Waldflächen mit naturnaher Bestockung kommen auf der Bredstedt-Husumer-Geest vor, während die übrigen Gebiete der Hohen Geest überwiegend Nadelforste tragen.

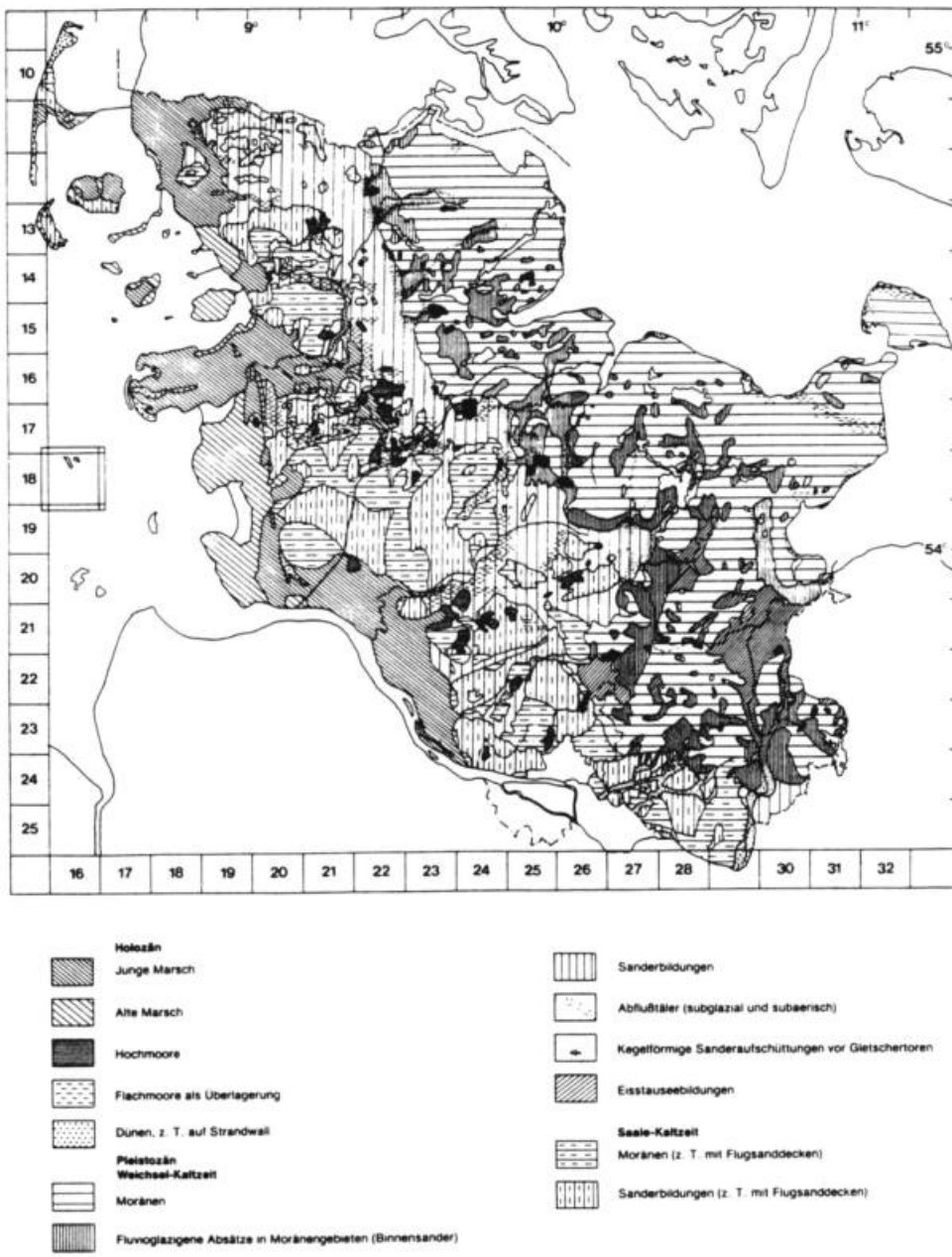


Abb.1: Geologische Karte von Schleswig-Holstein (nach: Deutscher Planungsatlas (Bd. Schleswig-Holstein 1960) aus RAABE 1987)

Zu den geologisch jüngsten Bildungen gehören in Schleswig-Holstein Flußniederungen und Marschen. Sie entstanden im Holozän aus marinen und fluviatilen Sedimenten und überdecken teilweise das saale- und weichseleiszeitliche Relief. Mehrere Transgressionsphasen führten an der Westküste zu wiederholten Überflutungs- und damit auch Sedimentationsvorgängen, die vor allem im rückwärtigen Marschbereich von einer Vermoorung begleitet oder unterbrochen wurden. Seit ungefähr tausend Jahren unterliegen Küstenbildung und -entwicklung an der Nordsee zunehmend anthropogenem Einfluß (z.B. Torfgewinnung, Deichbau). Im Untersuchungsgebiet erweist sich die Marsch als nahezu waldfrei (Nordfriesische Marschinseln und Halligen, Nordfriesische Marsch, Eiderstedter Marsch). Nur kleinflächig sind Bruchwälder oder Nadelforste entwickelt, so daß sich der Waldanteil der schleswigschen Marsch auf etwa 0,4 % beziffert. Abbildung 2 zeigt eine feinere Unterteilung der Naturräume in Schleswig-Holstein. Sie soll als topographische Orientierungshilfe für die im nachfolgenden Text verwendeten Gebietsnamen dienen.

2.3. Böden

Böden kommt im Rahmen einer standörtlichen Charakterisierung von Waldgesellschaften besondere Bedeutung zu. Da in Kapitel 5. bodenkundliche Aspekte (in Verbindung mit synökologischen Fragen) ausführlicher dargelegt werden, kann sich dieser Abschnitt auf eine pedologische Kennzeichnung des Untersuchungsgebietes beschränken. Zur Beschreibung profilmorphologischer, ökologischer und pedogenetischer Charakteristika einzelner Bodentypen sei auf Kapitel 5. verwiesen.

Im Zuge der postglazialen Bodenentwicklung entstanden im Östlichen Hügelland überwiegend Parabraunerden. Ihrer Bildung gingen als wichtigste pedogenetische Prozesse Entkalkung, Verbraunung und Tonverlagerung voraus, so daß Pararendzinen und Braunerden als mögliche Zwischenstadien durchlaufen wurden. In der Jungmoräne sind Parabraunerden meist wasserstauend und demzufolge pseudovergleyt. Mit ihnen vergesellschaftet treten (vor allem im Bereich der Grundmoränen) Pseudogleye auf. Als potentielle natürliche Waldgesellschaft tragen diese Böden Waldmeister- und Waldgersten-Buchenwälder, in denen - abhängig vom Wasserhaushalt - Rotbuche oder Esche vorherrschen. In der Bodenlandschaft der Jungmoräne sind podsolige Rost- und Parabraunerden nur kleinflächig entwickelt und daher eher als Sonderstandorte anzusprechen. Sie entstanden aus (basenarmen) Geschiebelehmen oder -sanden und weisen als potentielle natürliche Waldgesellschaft Drahtschmielen-Buchenwälder auf. In Senken oder Mulden, die im Einflußbereich des Grundwassers liegen, bilden Gleye den wichtigsten Pedokomplex. Potentiell werden sie von Erlen-Eschen-(Auen-) Wäldern besiedelt.

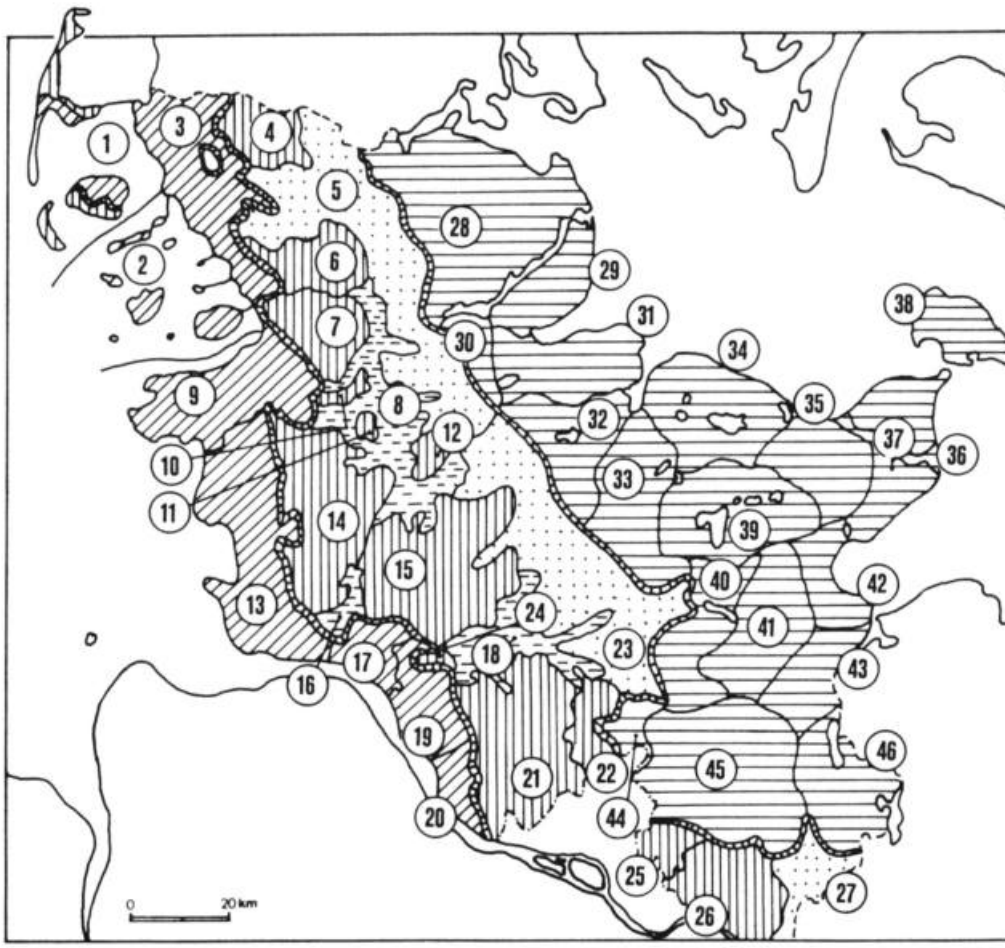


Abb.2: Naturräumliche Gliederung von Schleswig-Holstein (nach: STEWIG 1982 aus MIERWALD 1988, etw. verändert)

Vorherrschende Bodentypen der Sandergeest sind Typische Podsole und Gley-Podsole, die aus Schmelzwasserablagerungen der Weichseleiszeit entstanden sind. Ihr Mineralbestand weist hohe Quarzanteile auf (über 80 %), während silikatische Tonminerale nur bis zu maximal 7 % beteiligt sind (STEWIG 1978:31). In der potentiellen natürlichen Vegetation herrschen Buchen-Eichenwälder vor, wobei das Artengefüge aus Rotbuche, Trauben- und Stieleiche in Abhängigkeit vom Vernässungs- und Podsolierungsgrad schwankt. Zum Teil isoliert oder im Übergangsfeld zur Hohen Geest treten Hoch- und Niedermoore auf, die infolge von Kultivierungsmaßnahmen während der vergangenen Jahrhunderte ihren natürlichen Charakter weitgehend oder ganz verloren haben. In der potentiellen wie aktuellen Vegetation ehemaliger Hochmoorkörper haben daher (sekundäre) Birkenbruchwälder hohen Anteil. Auf Niedermoortorfen bilden überwiegend Schwarzerlenwälder die potentielle natürliche Vegetation.

Im Vergleich zur Jungmoräne verlief die Bodenbildung im Altmoränenbereich ungleich komplexer. Zum einen konnte sich während wärmerer Interstadiale eine intensive Pedogenese vollziehen, die zu ähnlichen Bodenlandschaften wie in der heutigen Jungmoräne führte. Zum anderen haben periglaziale Prozesse (während der Weichseleiszeit) in Verbindung mit äolischer Deflation und Akkumulation (Flugsanddeckenbildung) zur Umgestaltung der warmzeitlichen Böden beigetragen. Insbesondere Tonverarmungshorizonte (A_l-Horizonte) interglazialer Parabraunerden wurden in ebener Lage kryoturbat mit Flugsanddecken vermischt, während sie in Hanglage solifluktiv über Tonanreicherungshorizonten abrutschten. Genau betrachtet müssen sie daher als neue Sedimente über reliktären B_t-Horizonten (fossiler Parabraunerden) verstanden werden (KUNTZE et al. 1983:349). Im Holozän wurden anschließend reliktäre Bodenmerkmale von rezenten Bodenbildungsprozessen (insbesondere durch Podsolierung) überprägt. Podsole sind demzufolge bezeichnende Pedokomplexe der Hohen Geest, wobei in aller Regel Subtypen wie Parabraunerde-, Braunerde- und Gley-Podsole kleinräumig wechseln. Als potentielle natürliche Vegetation sind auf Podsolen Buchen-Eichenwälder entwickelt. Wurde durch Solifluktion saaleeiszeitlicher Geschiebemergel freigelegt, so können basenreiche Parabraunerden und Pseudogleye, unter Grundwassereinfluß auch Gleye das bodentypologische Mosaik ergänzen (bspw. im Bereich der Bredstedt-Husumer-Geest). Potentiell treten dementsprechend meso- bis eutraphente Waldgesellschaften auf.

In der Marsch lassen sich altersabhängig Kalk- und Kleimarsch sowie Dwog- und Knickmarsch unterscheiden. Böden der Jungen Marsch weisen höhere Carbonatanteile und lockere Gefügeformen auf. Demgegenüber ist die Altmarsch weitgehend entkalkt und im Oberboden (u.a.) durch Sackung und Tonverlagerung verdichtet.

Aus Abbildung 3 ist eine Verteilung der wichtigsten Bodentypen im Landesteil Schleswig ersichtlich.

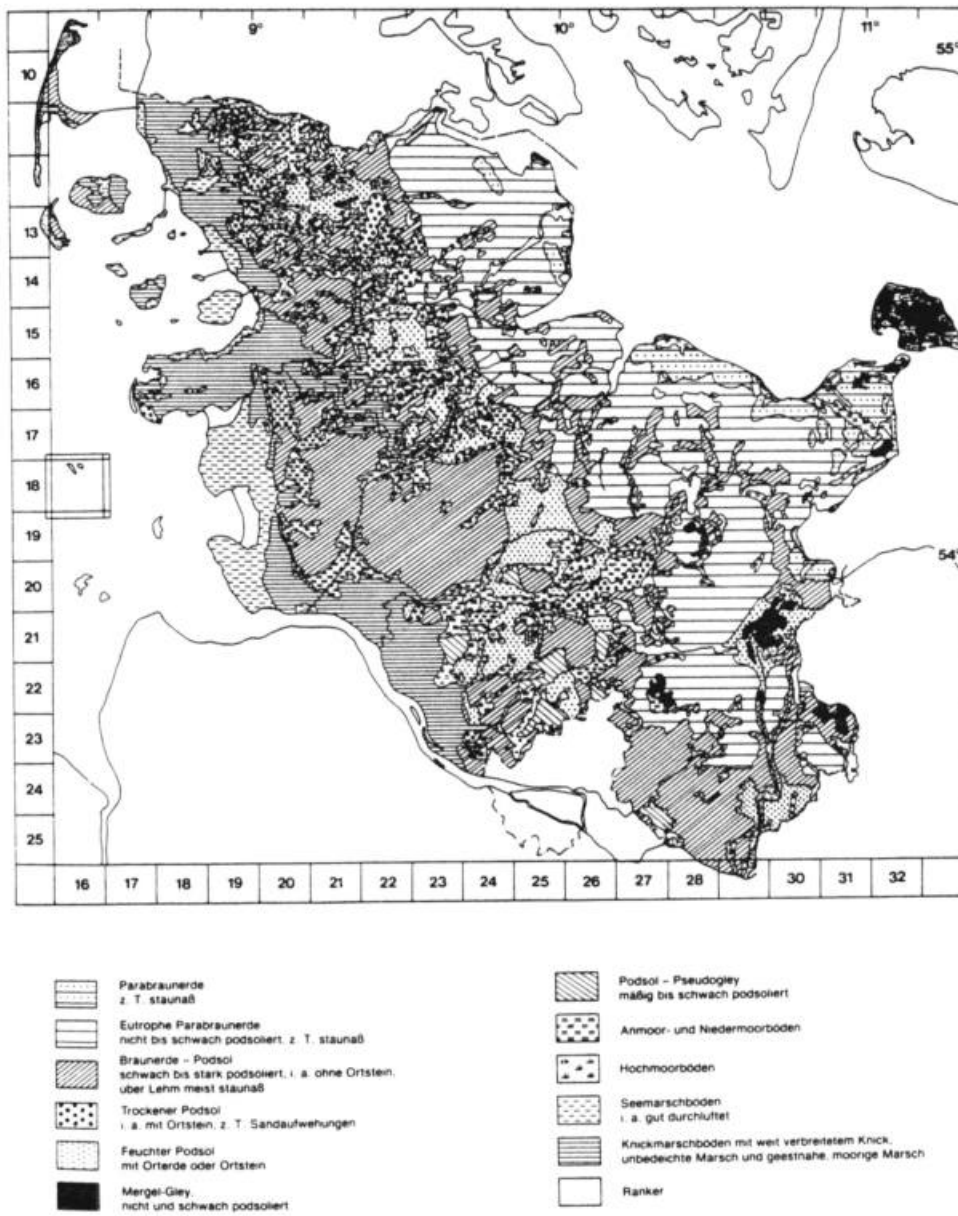


Abb.3: Bodentypen-Karte von Schleswig-Holstein (nach: Deutscher Planungsatlas (Bd. Schleswig-Holstein 1960) aus RAABE 1987)

2.4. Klima

In Schleswig-Holstein wirken überwiegend atlantische Luftmassen wetterbestimmend, die mit westlichen und südwestlichen Winden herangeführt werden. Demgemäß herrscht ein kühlgemäßigtes, subozeanisches Klima.

Im Jahresdurchschnitt fallen in Schleswig-Holstein 720 mm Niederschlag, wobei die Niederschlagsverteilung eine deutliche Beziehung zum landschaftlichen Relief zeigt: Infolge eines Staueffektes und des damit verbundenen Aufstiegs von Luftmassen erweisen sich die Westseiten der Alt- und Jungmoränenzüge als vergleichsweise niederschlagsreich. Im Landesteil Schleswig betragen dort die jährlichen Niederschlagssummen über 800 mm (vgl. Abb.4). In den östlich anschließenden und damit im Regenschatten der Moränenzüge liegenden Gebieten (Angeln, Schwansen und Dänischer Wohld) sinken sie auf 700-750 mm, im Ostseeküstenbereich sogar auf 650-700 mm ab.

In Schleswig-Holstein sind regionale Temperaturunterschiede gering. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 8,1 °C, die durchschnittliche Januartemperatur liegt zwischen 0 und 1 °C, das Julimittel schwankt zwischen 16 und 17 °C (DEUTSCHER WETTERDIENST 1967).

Im Vergleich zu Nachbargebieten weist der Landesteil Schleswig einige klimatische Besonderheiten auf, die in der Literatur allgemein mit dem Begriff "Atlantischer Klimakeil" umschrieben werden (vgl. CHRISTIANSEN 1935, 1938, CHRISTIANSEN und SCHMIDTENDORF 1952, PIONTKOWSKI 1970). Danach zeichnet sich besonders der Westen des Untersuchungsgebietes durch eine erhöhte Ozeanität aus (vgl. Abb.5), die in verschiedenen klimatischen Faktoren Ausdruck findet (thermische und hygrische Ozeanität, Zahl frostfreier Tage, Windgeschwindigkeit, 1,5 °C-Isotherme im Dezember; vgl. Abb.6). Ihr Einfluß auf Wuchsbedingungen und Arealgrenzen verschiedener Arten wird unterschiedlich beurteilt. Nach PIONTKOWSKI (1970:194, 200) lassen sich biogeographische Charakteristika (Ausfall beziehungsweise zusätzliches Auftreten bestimmter Sippen) nur bedingt mit der klimatischen Sonderstellung dieses Raumes in Beziehung setzen. So fällt das Gebiet des "Atlantischen Klimakeils" weitgehend mit der Schleswigschen Vorgeest zusammen (PIONTKOWSKI 1970:75, 194). Gerade in diesem Raum wurden Altmoränenrücken infolge periglazialer Prozesse ganz oder teilweise aufgelöst, so daß großflächig Sander entwickelt sind (vgl. Karte der Naturräume in Abb.2). Desgleichen wurde durch frühe Entwaldung eine Podsolbildung mit mächtigen Ortsteinhorizonten begünstigt. Es ist naheliegend, daß solche edaphischen Verhältnisse für die floristischen Charakteristika des betrachteten Raumes mitverantwortlich sind.

In kausal-vegetationskundlicher Sicht lassen sich edaphische und klimatische Faktoren nicht entkoppelt bewerten, da klimatische Rahmenbedingungen pedogenetische Prozesse wesentlich

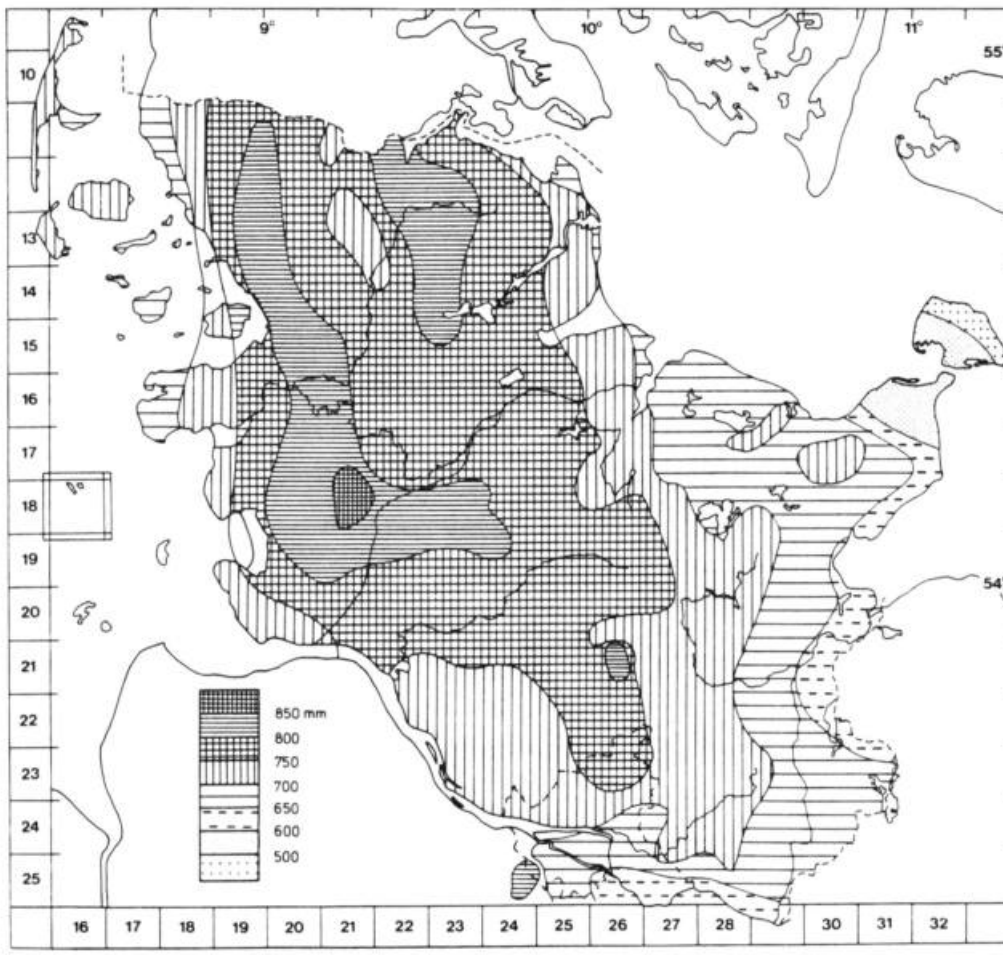


Abb.4: Niederschlagsverteilung in Schleswig-Holstein (Jahressummen, ermittelt für den Beobachtungszeitraum von 1891-1930; nach: Klimaatlas für Schleswig-Holstein 1967 aus RAABE 1987)

Abb.5: Lage des "Atlantischen Klimakeils" (nach CHRISTIANSEN aus PIONTKOWSKI 1970:8; etw. verändert)

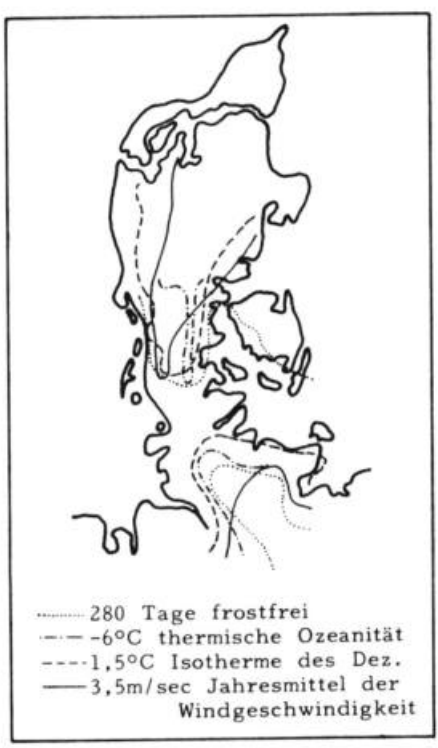


Abb.6: Isolinien verschiedener Klimafaktoren, die auf höhere Ozeanität im schleswigschen Raum hinweisen (aus PIONTKOWSKI 1970:196)

mitsteuern. PIONTKOWSKI (1970:200) schlägt deshalb vor, mit dem Begriff "Atlantischer Klimakeil" jene vegetationsökologisch relevanten (und nicht ausschließlich klimatischen) Faktoren zu umschreiben, die biogeographische Charakteristika des nordwestlichen Schleswig-Holstein erklären helfen.

Für die betrachteten Waldgesellschaften werden vegetationsgeographische Besonderheiten jeweils in den Abschnitten "Synchorologische Aspekte" (Kap. 5.) erörtert und in Kapitel 7.1.2. auf der Basis einer synoptischen Darstellung vergleichend diskutiert.

3. Kurzer Überblick zur Waldgeschichte Schleswig-Holsteins unter besonderer Berücksichtigung des Landesteils Schleswig

Innerhalb des Bundesgebietes kommt den Waldverhältnissen in Schleswig-Holstein eine gewisse Sonderstellung zu. Dies wird deutlich, wenn man sich Flächenausdehnung, Verteilungsmuster und Struktur schleswig-holsteinischer Wälder vor Augen führt.

Mit dem folgenden Abriß einer Waldgeschichte sei versucht, wichtige Faktoren der Waldentwicklung unter menschlichem Einfluß aufzuzeigen. So lassen sich Charkteristika der gegenwärtigen Bestandessituation leichter verstehen. Da der Mensch frühestens seit dem Atlantikum Einfluß auf die Waldentwicklung nahm, kann - im vorliegenden Rahmen - auf eine Darstellung der Vegetationsgeschichte älterer Epochen verzichtet werden.

3.1. Die natürliche Waldentwicklung im (Spät-) Holozän als Folge klimatischer Veränderungen

Mit Ausgang des Atlantikum (etwa 3000 v.Chr.) waren in Schleswig-Holstein überwiegend Eichenmischwälder entwickelt, in denen Ulme, Linde und Hasel als häufigste Mischhölzer auftraten (FIRBAS 1952:172ff, SCHMITZ 1953:155f, CLAUSEN 1974:8). Pollenanalytisch lassen sich für diese Zeit erste Vorkommen der Rotbuche in Schleswig-Holstein belegen (FIRBAS 1952:175, SCHMITZ 1953:202, 1953:156, GEHL 1952:96, CLAUSEN 1974:8). Ihre Pollenanteile in Diagrammen der genannten Autoren sind allerdings so gering, daß auf ein nur vereinzeltes Auftreten der Buche im Eichenmischwald der Mittleren Wärmezeit geschlossen werden kann.

Eine starke Ausbreitungstendenz zeigte Fagus in Schleswig-Holstein während der zweiten Hälfte der Späten Wärmezeit (1800-600 v.Chr.; ERNST 1934:242, SCHRÖDER 1935:287, SCHMITZ 1951:193, KUBITZKI 1961:61ff, CLAUSEN 1974:8). Zeitgleich läßt sich für Ulme, Linde und verspätet auch Hasel ein deutlicher Rückgang nachweisen (SCHMITZ 1953:156f).

Auch mit Beginn der Nachwärmezeit (600 v.Chr.) war Quercus zunächst vorherrschend (vgl. POTT 1993:11ff). Sie wurde - neben der sich zunehmend behauptenden Rotbuche - von Carpinus betulus begleitet; letztere blieb allerdings in Laubmischwäldern des Subatlantikum seltene Begleitart, wie ihre gleichbleibend niedrigen Pollenanteile in Diagrammen mehrerer Autoren zeigen (ERNST 1934:242f, GEHL 1952:96, SCHMITZ 1953:158). Erst im 13. Jahrhundert gelangte Fagus in Schleswig-Holstein auf ihr zusagenden Standorten zur Dominanz (SCHMITZ 1951:19, 1953:158; vgl. ferner SCHUBERT 1933:103, 135f (Unterelbe), MIKKELSEN 1949:32f (südl. Seeland), JONASSEN 1950:113ff (westl. Jütland)). Nach Untersuchungen von ERNST (1934:242) trat sie erstmals in Waldgebieten der Jungmoräne als alleinherrschende Baumart auf.

3.2. Waldentwicklung unter dem Einfluß des Menschen

3.2.1. Waldentwicklung in prähistorischer Zeit

Noch zu Beginn des Neolithikum dürften alle waldfähigen Standorte in der Hohen Geest, im Sander und im Östlichen Hügelland Wälder getragen haben (MAGER 1930:137ff).

Die noch von CHRISTIANSEN (1926, zit. nach MAGER 1930:139), EMEIS (1875:98) und SACH (1896:89f, 100) angeführten Zweifel an einer "natürlichen Waldentwicklung auf den Sanderflächen und im Bereich der Hohen Geest" entkräftet MAGER (1930:137ff, vgl. auch OVERBECK und SCHMITZ 1931:161ff) durch den urkundlichen Nachweis zahlreicher Wälder und bäuerlicher Holzlieferungen aus diesen Gebieten. Während der Jüngeren Stein- und Bronzezeit waren auf dem schleswigschen Sandergebiet hauptsächlich Eichenwälder verbreitet, die im Bereich der Niederungen in Kontakt zu Erlenbruchwäldern standen (MAGER 1930:139f). MAGER zieht daher den Schluß, "daß nicht nur das Östliche Hügelland, sondern auch die Geest des Herzogtums Schleswig zu Beginn der historischen Zeit größtenteils noch Waldcharakter getragen haben dürfte".

Erst im Neolithikum begann der Mensch mit dem Wandel seiner Existenzform vom Jäger und Sammler zur bäuerlichen (seßhaften) Lebensweise die natürliche Waldentwicklung zu stören. Einflüsse von Ackerbau und Viehhaltung blieben zunächst auf solche Wälder begrenzt, die in unmittelbarer Nachbarschaft zu Siedlungen lagen. Als Brenn- und Bauholzquelle sowie als Weidefläche mit vergrasenden Lichtungen waren Eichenmischwälder Existenzgrundlage des jungsteinzeitlichen Bauern. Wurde der Boden auf feldbaulich genutzten Lichtungen unergiebig, so mußte die Agrarfläche durch erneute Rodungen vergrößert werden (NIETSCH 1939, zit. nach CLAUSEN 1974:10). Pollenanalytische Befunde belegen, daß Siedlungszeiger (bspw. Plantago lanceolata) zeitgleich mit Ackerunkräutern auftraten (Getreide- und Centaurea-Pollen als Indizien einer Ackerbaukultur; vgl. SCHMITZ 1953:157, 159, AVERDIECK 1957:93f).

In der Bronzezeit weitete sich Ackerbau zu Ungunsten von Viehhaltung aus (CLAUSEN 1974:10). Mit Beginn einer Eisenverhüttung stieg der Brennholzbedarf erneut an. Zur gleichen

Zeit entstanden in Schleswig-Holstein Köhlereien, die Holzkohle zur Verhüttung des Raseneisensteins lieferten. Beide Handwerkszweige nahmen bis zur Zeitwende eine rasche Fortentwicklung. Während in der Bronzezeit Siedlungen noch weit gestreut lagen, vollzog sich in der Eisenzeit ein zunehmender Siedlungszusammenschluß. Ursachen dieser Zentrenbildung sind nach AVERDIECK (1957:100f) lokale Rohstoffvorkommen wie Raseneisenstein oder Salzlagerstätten. Damit vergrößerten sich zugleich die waldfrei gehaltenen Flächen im Siedlungsumfeld.

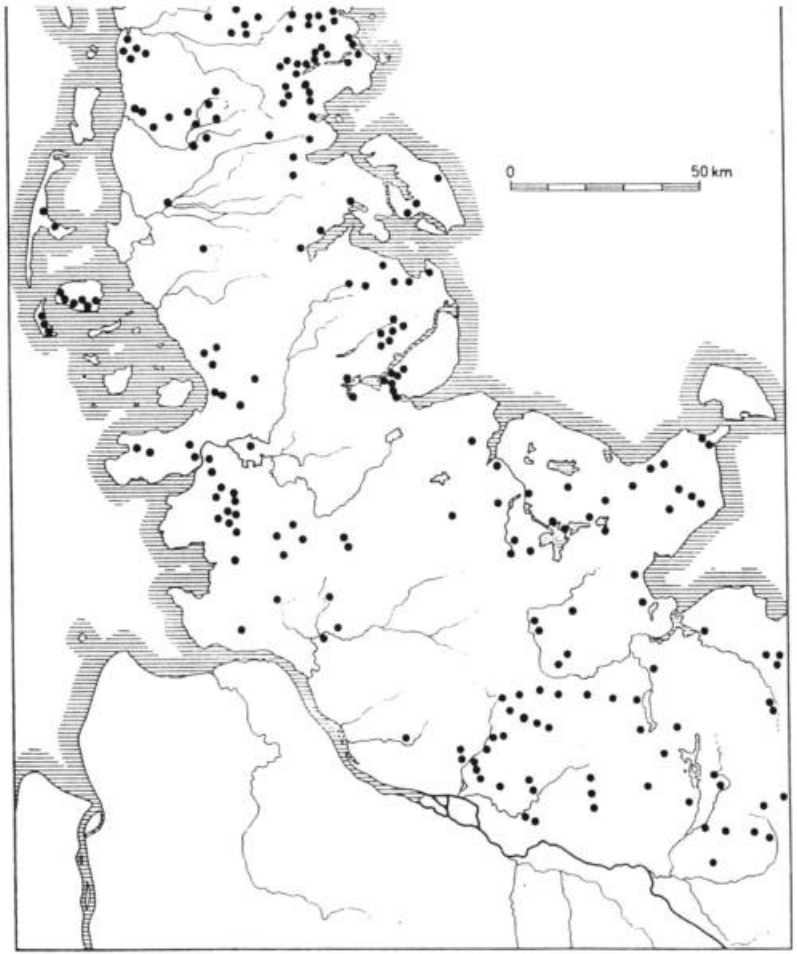
3.2.2. Waldentwicklung in historischer Zeit bis zum Früh-Mittelalter (bis 5. Jh.)

Mit der Germanischen Völkerwanderung setzte im 3. und 4. Jahrhundert eine Entvölkerung Schleswig-Holsteins ein (HÖLCK 1908:4, MAGER 1930:99, JANKUHN 1955:74, AVERDIECK 1957:101, STEWIG 1978:53). Die Abwanderung - hauptsächlich von Angeln und Sachsen - fand ihren Höhepunkt in der zweiten Hälfte des 5. Jahrhunderts und dauerte bis zum Früh-Mittelalter an (KOCK 1912:36f, JANKUHN 1955:74). In Schleswig-Holstein läßt sich dieser Bevölkerungsschwund pollenanalytisch (Rückgang der Siedlungszeiger) und historisch belegen (Fehlen von Funden frühgeschichtlichen Datums; JANKUHN 1955:74, 1956:12, AVERDIECK 1957:101, STEWIG 1978:53). Für die Waldentwicklung im Früh-Mittelalter blieb er nicht ohne Folgen (vgl. Kapitel 3.2.3.; MAGER 1930:99, JANKUHN 1955:78, STEWIG 1978:53).

In prä- und frühhistorischer Zeit waren Waldweide und Waldrodung (Holznutzung, Vergrößerung der Agrarfläche) wesentliche Ursachen des Waldrückgangs, dessen Ausmaß allerdings schwer abschätzbar bleibt. Anhaltspunkte geben historische Siedlungskarten, die eine Parallelisierung von Siedlungs- und waldfreien Flächen erlauben (vgl. JANKUHN 1952, 1955:74ff, HINGST 1952:11, 1979:197). Abbildung 7 zeigt eine Verteilung von Fundstellen der Römischen Kaiserzeit, aus der JANKUHN (1979:263) die mutmaßliche Lage von Siedlungsräumen und Waldflächen in Schleswig-Holstein ableitet (Abb.8). Mit größerem Kartenmaßstab sind in Abbildung 9 Wald- und Siedlungsflächenverteilung im südwestlichen Angeln zu dieser Zeit wiedergegeben. Wie die gezeigten Karten erkennen lassen, waren bis zum Früh-Mittelalter mehr oder weniger große Bereiche Angelns, Ostholsteins, der Heidener und Itzehoer Geest sowie des Stormarner Moränengebietes entwaldet. Waldrodungen blieben zunächst auf Sanderflächen und Geschiebesandlinsen der Jungmoräne begrenzt, da den bronze- und eisenzeitlichen Bauern nur eine Bearbeitung leichter Böden möglich war (HINGST 1952:8ff). Sie griffen erst später auf Lehmböden über, wie in jüngere Zeit datierbare Funde aus der Jungmoräne belegen (SACH 1896:101, AVERDIECK 1957:101).

3.2.3. Waldentwicklung im Früh- und Hoch-Mittelalter (5. bis 13. Jh.)

Als Folge der Völkerwanderung war Schleswig-Holstein im Früh-Mittelalter nur dünn besiedelt. Archäologische Funde aus dieser Zeit sind selten, so daß JANKUHN (1955:74; vgl. auch



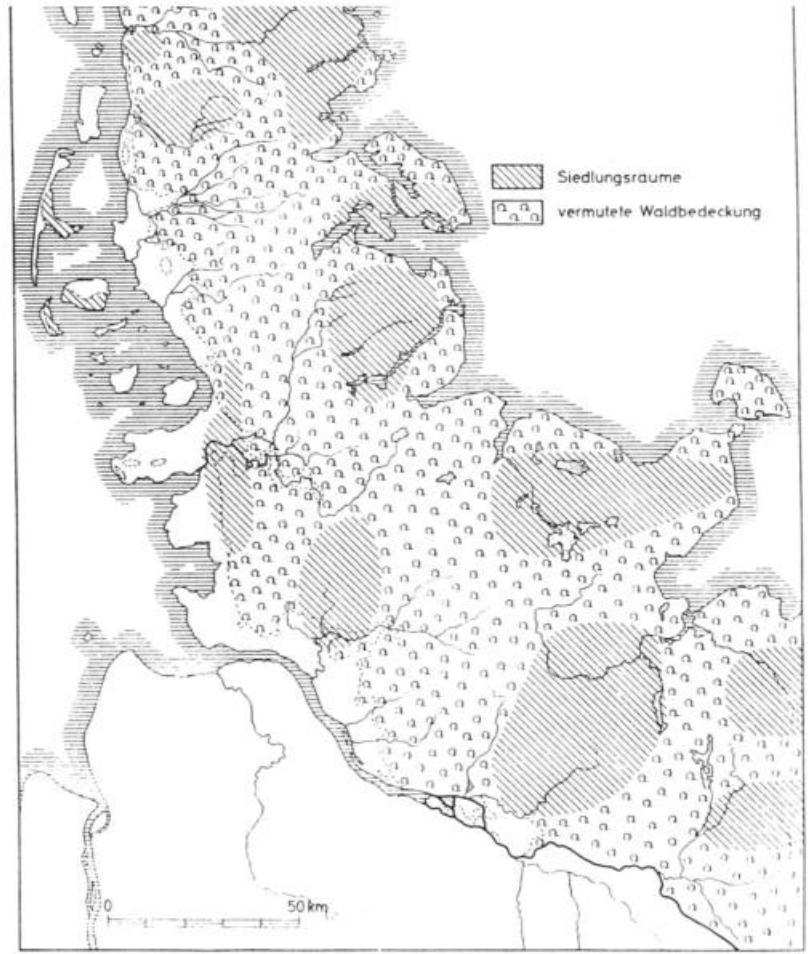


Abb.7 und 8: Fundplätze der älteren röm. Kaiserzeit (Abb.7), dazu korrespondierende Siedlungsräume und Waldbedeckung in Schleswig-Holstein zur älteren röm. Kaiserzeit (nach TISCHLER und ASMUS aus JANKUHN 1979)

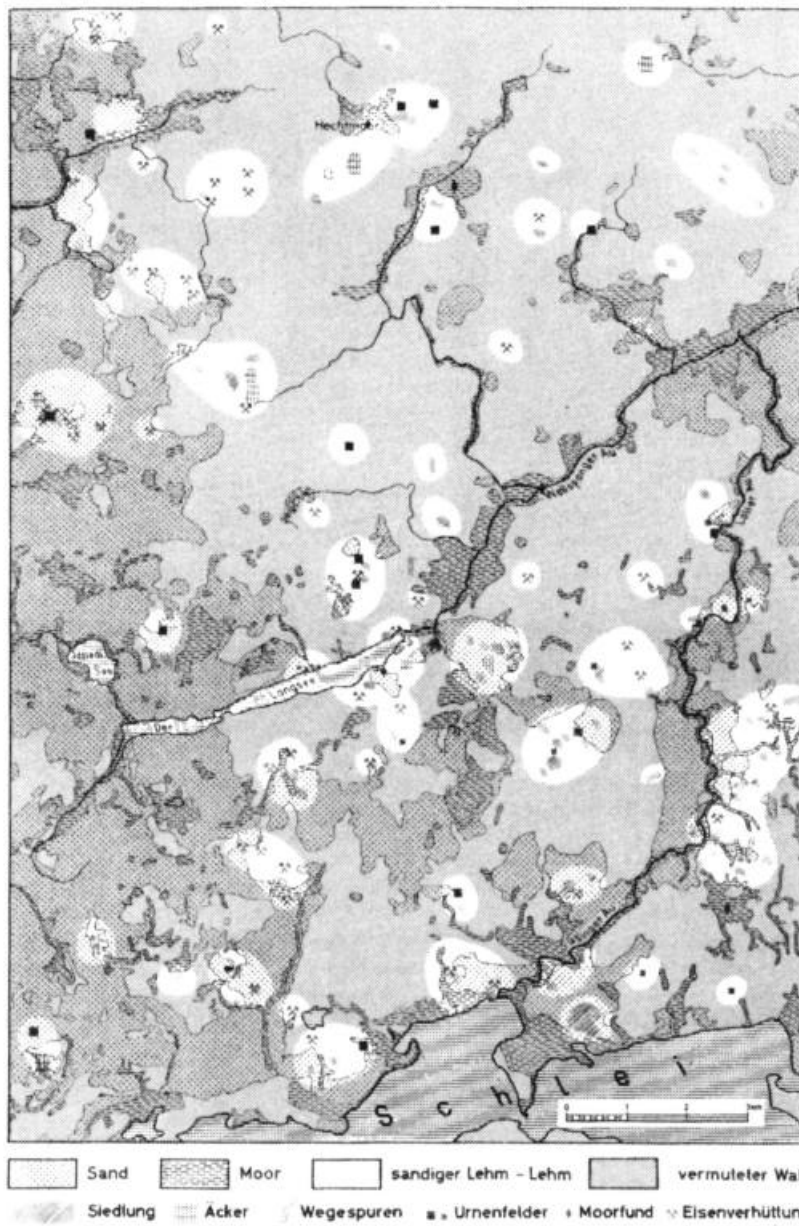


Abb.9: Kaiserzeitliche Besiedlung und mutmaßliche Waldbedeckung im südwestlichen Angeln (aus JANKUHN 1979)

1956:12f und STEWIG 1978:53) von einer Epoche der "Siedlungsleere" spricht, die vom 5. bis zum 8. Jahrhundert andauert.

In dieser Zeitspanne vollzog sich eine Wiederbewaldung aufgelassener Siedlungs- und Ackerflächen (MAGER 1930:99, JANKUHN 1955:78, STEWIG 1978:53, DÖRFLER 1988:36).

Siedlungsaufgabe und beginnende Wiederbewaldung untersuchte JANKUHN (1955) exemplarisch am Beispiel des Raumes Uelsby in Angeln (Top. Karte 1323). Er nimmt an, daß dort "eine Verödung am Ende der Eisenzeit und eine ... anschließende Verwaldung" stattfand (JANKUHN 1955:78). Da viele Gebiete über mehrere Jahrhunderte nicht oder wenig besiedelt waren, ist nach STEWIG (1978:53) eine Rückentwicklung zum "Naturlandschaftszustand" wahrscheinlich.

Erst zögernd begann im 8., intensiver im 9. Jahrhundert eine Wiederbesiedlung Schleswig-Holsteins (HOOPS 1905:181, JANKUHN 1955:74, 1956:13f, STEWIG 1978:53, MÜLLER-WILLE et al. 1988). Nur wenige der ehemaligen Zentren dienten dabei als Ansatzpunkt wikingerzeitlicher Siedlungen (JANKUHN 1955:78), da ein Großteil der im 5. Jahrhundert verlassenen Siedlungsplätze erloschen war. Die neue Bevölkerung zeichnete sich weniger durch eine bäuerliche Lebensweise aus, sondern war bemüht, Handelsbeziehungen zu benachbarten Räumen aufzubauen. Neue Siedlungen entstanden an verkehrsgeographisch günstigen Knotenpunkten, wie das Beispiel der Stadt Haithabu an der Schlei zeigt. Bis zum Ende des Früh-Mittelalters verkleinerte sich das Waldareal nur wenig, denn großflächige Rodungen zum Gewinn von Ackerland unterblieben. Noch im 10. Jahrhundert besaß Schleswig-Holstein eine zusammenhängende Walddecke, die nur im Bereich von Siedlungsinseln gelichtet war (vgl. Abb.9).

Zahlreiche Landschaftsbeschreibungen thematisieren den damaligen Waldreichtum des Landes. ADAM VON BREMEN schildert in Reiseberichten (um 1070) die Bewaldung Jütlands und Schleswigs, die stärker als im übrigen Deutschland gewesen sein soll (zit. nach NIEMANN 1809:195, vgl. hierzu WAGNER 1874:12, JANKUHN 1956:23, AVERDIECK 1957:103). Ähnlich äußert sich der angelsächsische Kirchenhistoriker BEDA (8. Jh.) in einer Beschreibung der Landschaft Angelns (zit. nach MAGER 1930:99 und JANKUHN 1956:13). Für Schleswig belegen zahlreiche waldgeschichtliche Recherchen die Existenz großer, zusammenhängender Waldgebiete zum ausgehenden Früh-Mittelalter. Häufig Erwähnung finden beispielsweise der "Isharno" (oder "Jarnwith", =Eisenwald; SACH 1896:65, HEERING 1906:108, HÖLCK 1908:4, KOCK 1912:37), der sich von der Schlei bis Kiel und in Holstein bis Lübeck erstreckte, der "Farriswald" (HEERING 1906:108) bei Hadersleben mit einer Ost-West-Ausdehnung über die gesamte jütische Halbinsel, der "Hamme" (HÖLCK 1908:4) im Bereich zwischen Fockbek und Sorge oder ein Waldgebiet im östlichen Schwansen ("Biscopornum", MAGER 1930:117) mit größerer Ausdehnung bis ins 15. Jahrhundert.

Mit Hilfe des nur in geringem Umfang vorhandenen historischen und kartographischen Materials ist eine flächenscharfe Rekonstruktion der Bewaldungsverhältnisse dieser Zeit nicht möglich. Ein Bild der Bewaldungssituation läßt sich entwerfen, indem man gesicherte Einzelnachweise zu verschiedenen Waldgebieten in eine Karte projiziert (MAGER 1930:140f, JANKUHN 1955:74f). Diesen Versuch unternahm MAGER (1930) zur Rekonstruktion von Waldvorkommen in der Schleswigschen Geest im 11. und 12. Jahrhundert. Als Quellen dienten historische Karten, Urkunden und Archivale zu Holz- und Holzkohlelieferungen sowie Wald- und Rodungsflurnamen

des Gebietes (MAGER 1930:140). Da viele Ortsnamen Auskunft über den Zeitpunkt einer Siedlungsneugründung geben, ist in gewissen Grenzen auch ein Rodungsbeginn datierbar (JANKUHN 1955:77; beispielsweise gibt die Namensendung "-rott" in Angeln Hinweise auf Waldrodungen im 12. und 13. Jahrhundert). Die Karte MAGERs ist - in Teilen durch eigene Recherchen ergänzt - in Abbildung 10 wiedergegeben. Sie belegt den Waldreichtum der Schleswigschen Geest im frühen Hoch-Mittelalter.

3.2.4. Waldentwicklung im Spät-Mittelalter und der frühen Neuzeit (bis zur Verkoppelung, 13. bis 18. Jh.)

Den weitaus größten Teil seiner Waldfläche verlor Schleswig-Holstein im Spät-Mittelalter und der frühen Neuzeit (bis zu Verkoppelung), also innerhalb eines vergleichsweise kurzen Zeitraums von etwa 400 Jahren (14. bis 18. Jh.).

Der genaue räumliche und zeitliche Ablauf des Waldrückgangs in Schleswig ist aufgrund fehlender historischer Quellen nur begrenzt rekonstruierbar. Orientierungshilfen geben Ortsnamen (SACH 1896:99f, JANKUHN 1955:77) und Pollenanalysen, die eine deutliche Zunahme von Nichtbaumpollen (als Indiz einer Ausbreitung von Agrar- und Siedlungsflächen) seit dem 13. Jahrhundert erkennen lassen (SCHMITZ 1951:197, 1953:158, AVERDIECK 1957:103).

Belegen läßt sich eine relativ frühe Entwaldung Angelns und der nordfriesischen Geest. Im Norden Angelns begann der Holzeinschlag im Geltinger Wohld bereits Anfang des 13. Jahrhunderts, obwohl eine großflächige Kultivierung der schweren Böden dieses Raumes noch mehrere Jahrhunderte in Anspruch nahm (MAGER 1930:99,102). Früh und nahezu vollständig entwaldet war auch der Nordteil der nordfriesischen Geest. Für die Waldgebiete der Bredstedter Geest beispielsweise nimmt MAGER (1930:115) an, daß sie "wesentlich früher" als auf der benachbarten Husumer Geest gerodet waren. Im Geestbereich fand der Waldrückgang teilweise auch natürliche Ursachen. Wie friesische Chroniken aus dem 13. und 14. Jahrhundert belegen, dürften in diesem Raum größere Waldflächen durch Sturmfluten verlorengegangen sein (SACH 1896:85f). Noch bis ins Spät-Mittelalter wiesen der Raum Flensburg (CALLSEN 1903:264), Süd-Angeln (MAGER 1930:103), Dänischer Wohld, die Hüttener Berge und die Husumer Geest eine hohe Waldbedeckung auf. Für die Halbinsel Schwansen kann MAGER (1930:117) die Existenz mehrerer großer Waldgebiete bis ins 15. Jahrhundert nachweisen (vgl. auch KOCK 1898:167). Der Raum Dänischer Wohld bleibt bis zum Ende des 13. Jahrhunderts unbesiedelt (SACH 1896:45, MAGER 1930:117) und bis zu dieser Zeit wahrscheinlich vollständig mit Wald bedeckt. Noch im 17. Jahrhundert lassen große Gutshölzungen auf einen hohen Waldanteil in dieser Landschaft schließen (MAGER 1930:118). Auf einen zusammenhängenden Waldbestand um 1400 zwischen Lemsiek und Bremsburg (Husumer Geest) weist VOSS (1905:3) in seiner Chronik der Kirchengemeinde Ostenfeld hin (vgl. ferner SACH 1896:68, MAGER 1930:111). Dieses Waldgebiet bleibt mit nahezu unveränderter Ausdehnung bis zum 17. Jahrhundert erhalten und weist noch 1930 eine Größe von 140 ha auf (MAGER 1930:113). Für das Gebiet der Hüttener Berge war bis zum 17. Jahrhundert eine hohe und geschlossene Waldbedeckung landschaftsprägend. Diese Wälder bildeten Reste des ehemaligen Urwaldes "Isharno" zwischen Schlei und Kiel und finden unter anderem in Beschreibungen bei SACH (1896:66), MAGER (1930:118f) und GERHARD (1956:1) Erwähnung.

Über das Ausmaß des Waldrückgangs bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts geben die Karten von MEJER in DANCKWERTHs "Neuer Landesbeschreibung" (1652) Auskunft. Sie bilden die Grundlage für den Entwurf der in Abbildung 11 gezeigten Waldverteilung im Landesteil Schleswig zur Mitte des 17. Jahrhunderts.

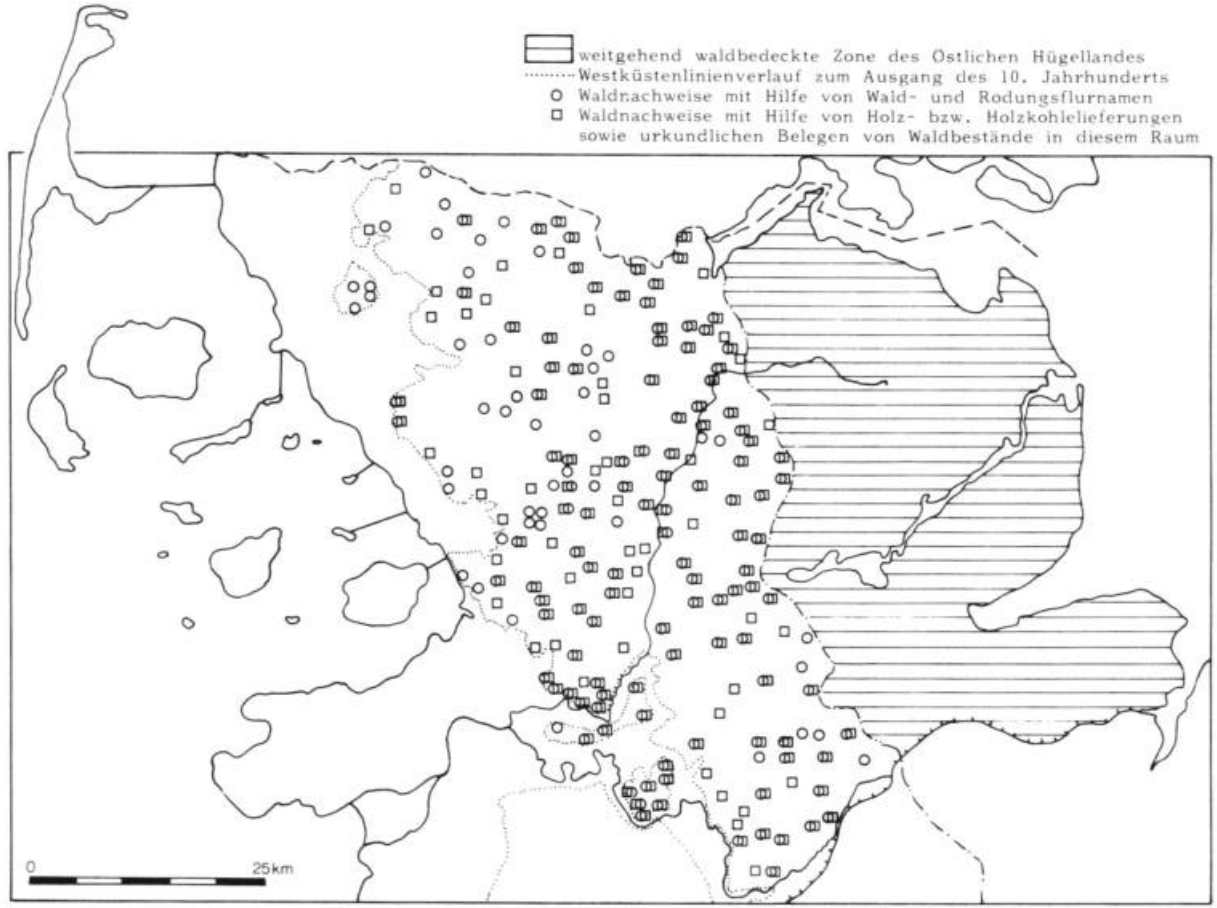


Abb.10: Waldverteilung in der Schleswigschen Geest im 11.-12. Jahrhundert
(aus MAGER 1930; verändert und ergänzt)

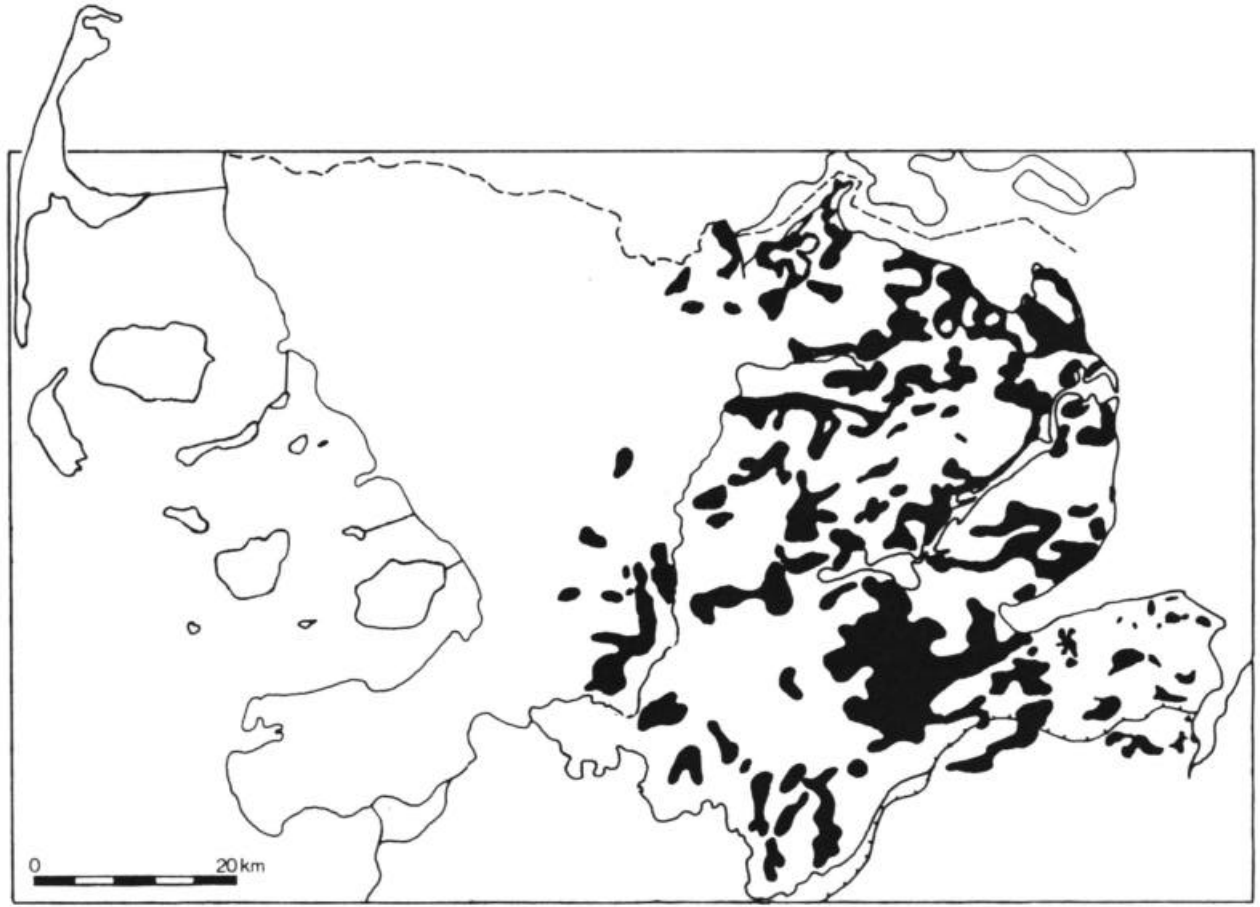


Abb.11: Waldverteilung im Landesteil Schleswig um 1650 (gezeichnet nach Karten der Landesbeschreibung von DANCKWERTH 1652; schwarz: Ausdehnung der Waldflächen)

Die von J.MEJER in den Jahren 1638 bis 1648 (MAGER 1930:24) erstellten Karten mit dem Ziel einer landesgeographischen Aufnahme der Herzogtümer Schleswig und Holstein geben allerdings nur durch grobe Aufsignaturen die Waldausdehnung zur damaligen Zeit wieder. Die aus den Karten ableitbaren und in Abbildung 11 gezeigten Waldgrenzen dürfen daher nur als Anhaltspunkte für die tatsächliche Ausdehnung einzelner Waldgebiete verstanden werden, zumal eine genaue topographische Einmessung von Landschaftselementen Mitte des 17. Jahrhunderts technisch noch nicht durchführbar war (Kartenausschnitt für den Raum Dänischer Wohld vgl. Abb.12). Dennoch gibt MEJERs Kartenwerk als einzige kartographische Quelle einen groben Überblick über das Ausmaß des Waldrückgangs in Schleswig-Holstein bis zu dieser Zeit. Die Genauigkeit der Karten ist zumindest teilweise auch heute noch überprüfbar. Mit Hilfe siedlungsgeschichtlicher Belege konnte JANKUHN (1955:75) für die Meßtischblätter Uelsby und Süderbrarup (Top. Karten 1323 und 1324) einen Bewaldungszustand (zur Mitte des 17. Jhs.) rekonstruieren, der sich weitgehend mit den Angaben der Karten MEJERs deckt. Auch heute noch vorhandene Laubwaldgebiete wie beispielsweise der Pobüller Bauernwald und das Immenstedtholz im relativ früh entwaldeten Nordfriesland lassen sich in MEJERs Karten in Flächenausdehnung und topographischer Lage gut wiederfinden.

Abb.12:Ausschnitt aus einer Karte von J. MEJER (aus DANCKWERTHs "Neuer Landesbeschreibung" 1652)

Wie Abbildung 11 zeigt, ist der Nordteil der nordfriesischen Geest waldfrei. Im Östlichen Hügelland sind Angeln, Schwansen und das Gebiet Dänischer Wohld noch etwa zu einem Drittel bewaldet. Auffällig ist ein großes Waldgebiet im Bereich der Hüttener Berge, das als Rest des ehemaligen Eisenwaldes ("Isharno") bis zum 17. Jahrhundert erhalten blieb. Waldreich erweist sich zudem die südliche Husumer Geest mit einer zusammenhängenden Waldfläche zwischen Schwabstedt und Treia. Die heute noch vorhandenen Forste bei Lehmsiek, Ostenfeld und Bremsburg (Staatsforst Schleswig) sind Überreste dieses Waldes. Die Stapelholmer Geest ist zum Ende des 18. Jahrhunderts noch etwa zu 30 % bewaldet (MAGER 1930:132).

In den zwei folgenden Jahrhunderten verliert Schleswig nahezu den Rest der noch um 1650 vorhandenen Waldungen. In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts (Erlaß der Verkoppelungsgesetze) weist Schleswig-Holstein noch etwa 11 % Waldbedeckung auf (GERHARD 1956:2) . Großflächig wurden hauptsächlich Wälder im Raum der südschleswigschen Geest, der Hüttener Berge, Angelns und Schwansens gerodet (vgl. Abb.13, Beschreibung in Kapitel 3.2.4.).

Wie MAGER (1930:116, 119) berichtet, verschwanden zwischen Eider und Schlei (im Gebiet der Hüttener Berge) im Zeitraum von 1650 bis 1800 rund zwei Drittel der noch um 1650 vorhandenen Waldflächen. Auf der Stapelholmer Geest fanden großflächige Rodungen zum Ende des 18. Jahrhunderts statt; ihnen fiel beispielsweise auch der Norderstapler Busch (zwischen Norderstapel und Bergenhusen) zum Opfer, der bis 1773 vollständig abgeholzt war (MAGER 1930:132).

Noch im Spät-Mittelalter war Holz ohne jeglichen Markt- oder Handelswert. Die Wertschätzung eines Waldes orientierte sich demzufolge nicht an seinem Holzvorrat, sondern an der Anzahl von Haustieren (Rinder oder Schweine), die im betreffenden Waldstück zur Weide oder Mast gebracht werden konnten (HÖLCK 1908:8). Erstmalig im 16. Jahrhundert entstanden in der Holzversorgung Schleswig-Holsteins Engpässe. Dem zunächst nur lokal auftretenden Holzmangel (LAUROP 1798, SACH 1896:98, AVERDIECK 1957:103) versuchte man später durch zahlreiche Schutz-, Pflege- und Nutzungsbestimmungen sowie durch eine urkundliche Aufnahme des Waldeigentums zu begegnen. Die nachfolgende Zusammenstellung (Tab.1) mag einige Beispiele aus der Fülle von Regelungen und Verordnungen geben, die der wachsenden Holznot entgegenwirken sollten.

Der Waldarmut und damit verbundenen Holznot versuchte man zudem durch Aufforstungen zu begegnen. Schon um 1580 wurden erste Nadelholzkulturen mit Kiefern, Fichten und Eiben angelegt (KUSS 1817:72, GERHARD 1956:2, AVERDIECK 1957:104). Flächenmäßig bedeutsam wurde der Nadelholzanbau aber erst im 18. Jahrhundert (HEERING 1906:136, HASE 1956:46), überwiegend forciert von F. RANZAU im Jahre 1767 (GERHARD 1956:2). Von der Aufforstung betroffen waren in erster Linie Heiden und wirtschaftlich geringwertige Flächen. Die Kulturen - fast ausnahmslos Nadelholz - lagen daher zu wesentlichen Teilen im Geestbereich. Dem Kreis Tondern, der bis 1870 fast waldlos war, fiel dabei der größte Flächenanteil zu (MAGER 1937:382). Bis 1937 umfaßte der Neuanbau (Nord- und Südschleswig) eine Fläche von etwa 15800 ha (MAGER 1937:381). Damit vergrößerte sich die Waldfläche (bezogen auf den heutigen Landesteil Schleswig) um etwa 1,5 %.

Tab.1: Verordnungen zum Waldschutz in Schleswig-Holstein seit 1550

Verordnung bzw. Gesetzeserlaß	Jahreszahl	Literaturquelle
Verordnung Herzog Christians von Schl.-Holst.: Verbot des Holzexports u. Holzverschiffung	1550	AVERDIECK 1957:103, HASE 1953:65
Verbot der Einfriedung mit Unterholz von Friedrich II.	1584	CLAUSEN 1974:17
Verbot der Ziegenhaltung in Holzungen von Friedrich II.	1601	CLAUSEN 1974:17
Stapelholmer Konstitution: u.a. Einfriedung von Anpflanzungen (insbes. Buchen und Eichen)	1623	HEERING 1906:120, HASE 1953:33
Hochfürstliche Holzverordnung: Holznutzungs- und Einfriedungsbestimmungen	1681	HASE 1953:79
Fürstl. Schl.-Holst. Holzverordnung: Verfüg. zur Anzucht von Bäumen, Waldweideverbot	1695	HASE 1953:65
Fürstl. Schl.-Holst. Holzordnung: Anlage von Pflanzungen, Einfriedung und Vermeidung der Waldweide	1710	HASE 1953:68
Erlaß zum Verbot der Köhlerei	1734	GERHARD:1956:2
Verkoppelungsgesetze: Einfriedung mit "Lebendholz" zur Verminderung des Holzeinschlags	1766, 1770, 1771	HASE 1953:9
Forst- und Jagdgesetze: Regelung der Jagd, Einfriedung der Gehege	1781, 1784	HEERING 1906:135
Zirkular zur Regelung der Aufforstung	1789	HEERING 1906:136
Verfügung zur Vermessung und Kartierung der Forste	1792	HEERING 1906:136
Forstverordnung in Dänemark	1805	HASE 1953:65

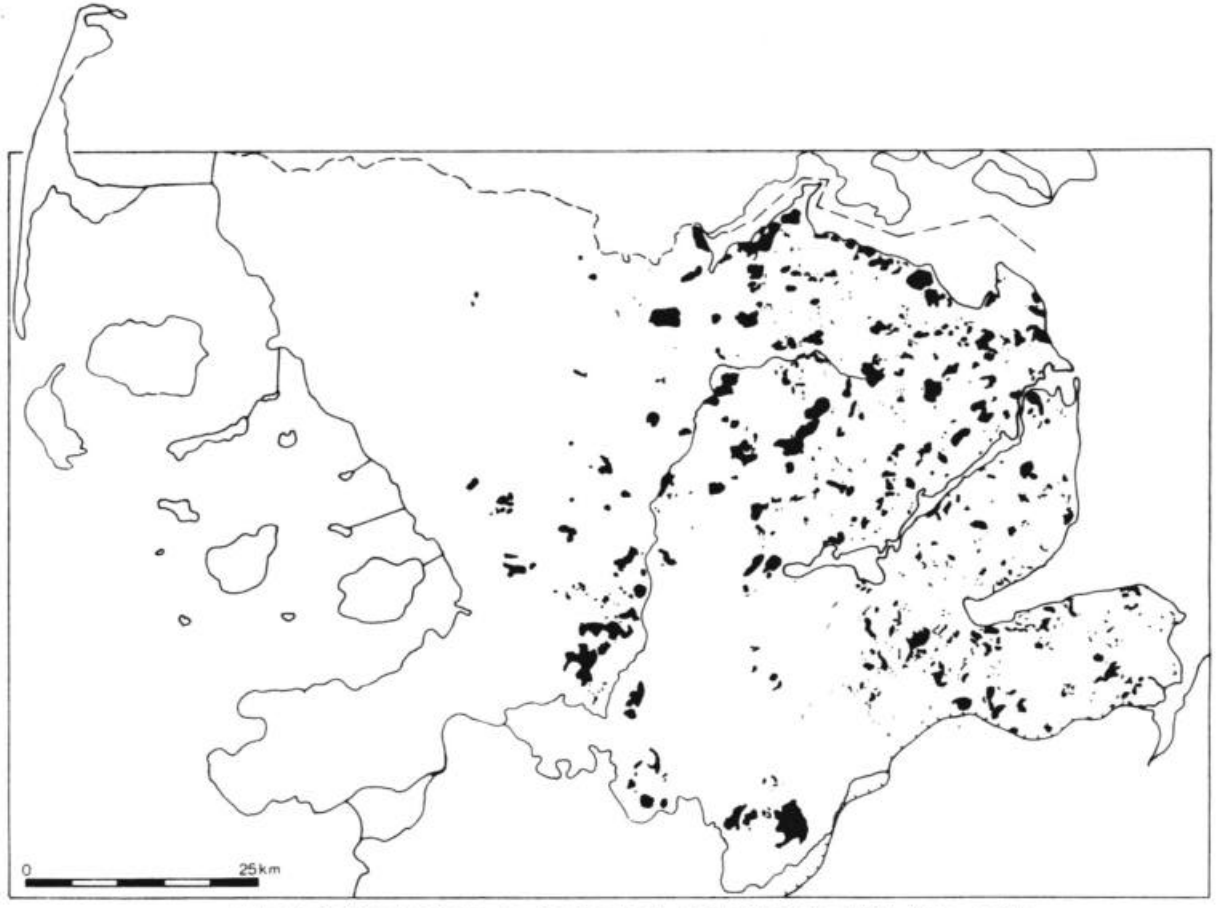


Abb.13:Waldverteilung im Landesteil Schleswig um 1800 (gez. nach Karten der "Dänischen Gesellschaft der Wissenschaften")

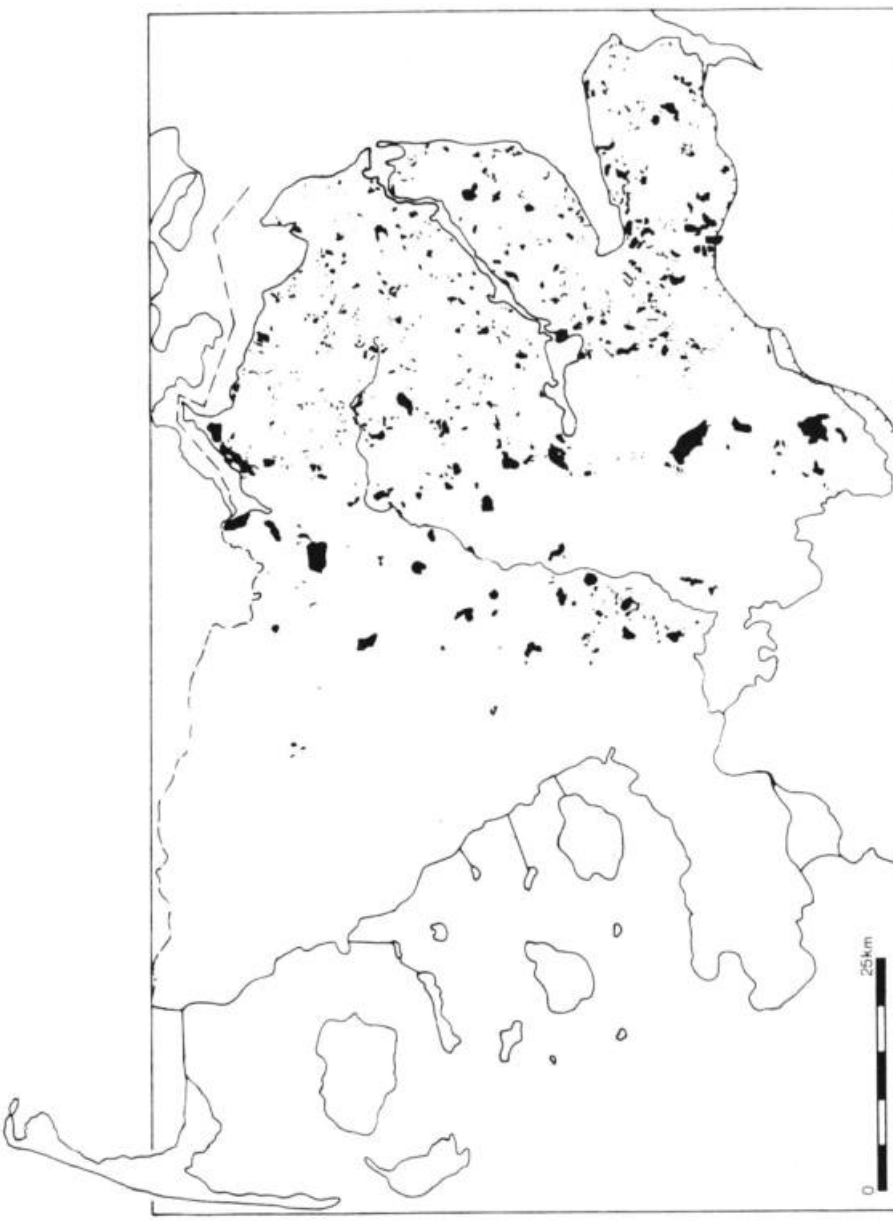


Abb.14:Waldverteilung im Landesteil Schleswig um 1878 (gez. nach Karten der "Preußischen Landesaufnahme")

3.2.5. Waldentwicklung seit der Verkoppelung

Für die Entwicklung der Boden- und Landeskultur hatten die in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts erlassenen Verkoppelungsgesetze (vgl. Tab.1) weitreichende Konsequenzen. Mit ihnen wurde die Aufhebung der Feldgemeinschaft sowie eine Überführung bis dahin gemeinschaftlich bewirtschafteter Agrarflächen in bäuerlichen Privatbesitz eingeleitet. Obwohl als Agrarreform geplant, hatte sie schwerwiegende Folgen für die bis zum ausgehenden 18. Jahrhundert erhalten gebliebenen Waldflächen. Zeitgleich vollzog sich ein Umbau der forstlichen Eigentumsverhältnisse: ein Teil der "landesherrlichen Wälder" wurde den Bauern als sogenanntes "Bondenholz" zur Abfindung ihrer Waldnutzungsrechte überlassen (Weide- und Weichholzgerechtsame) (vgl. WAGNER 1875:19, MAGER 1937:130). Die Größe des dabei in Bauerneigentum übergegangenen Waldareals schwankte zwischen einem und zwei Dritteln der Gesamtwaldfläche, auf der die genannten Nutzungsrechte lasteten (WAGNER 1875:20, MAGER 1937:191f, CLAUSEN 1974:16). Obwohl Bondenhölzungen nach damaliger Rechtsbestimmung in vollem Umfang erhalten und "haushälterisch" genutzt werden sollten, bestand von Seiten der Bauern ein weitaus größeres Interesse, die ihnen zugesprochenen Waldflächen zu roden, um diese ackerbaulich und damit gewinnbringender zu nutzen (vgl. MAGER 1937:130).

Obwohl alle Bondenhölzungen einer forstlichen Aufsicht unterlagen, war ein effektiver Schutz aufgrund ihrer hohen Anzahl und zerstreuen Lage auf Dauer nicht möglich. Durch übermäßige Nutzung (Weide, Holzeinschlag) degradierten die Hölzungen in relativ kurzer Zeit. Bei entsprechender Devastierung wurde eine vom Eigentümer erbetene Rodungserlaubnis von zuständigen Behörden nur selten verweigert. Anhand archivalischer Quellen läßt sich so noch heute das Schicksal zahlreicher Bondenhölzungen rekonstruieren (vgl. MAGER 1937:130).

Nicht nur der Verlust an Bondenhölzungen, sondern auch eine Domänen- und Güterparzellierung mit anschließendem Verkauf beschleunigte den Waldrückgang in Schleswig-Holstein (vgl. MAGER 1937:128f, 189ff). Ein Teil der Waldflächen wurde so preisgünstig veräußert, daß ein Großteil der neuen Eigentümer mit dem Verkauf eingeschlagener Hölzer ihren aufgebrachten Kaufpreis decken konnten (MAGER 1937:189).

Die Neuregelung forstlicher Bewirtschaftungs- und Besitzverhältnisse führte somit zu einem erneuten Entwaldungsschub Schleswig-Holsteins, der in erster Linie einer Vergrößerung der Agrarfläche diente. Betrug der Flächenanteil der Wälder in Schleswig um 1770 noch etwa 7,7 %, so schrumpfte die Waldfläche bis 1846 auf etwa 4,0 % zusammen (MAGER 1937:189). In etwa sieben Jahrzehnten verlor Schleswig 33000 ha Wald, etwa 48 % der noch zum Zeitpunkt des Verkoppelungserlasses vorhandenen Waldfläche. Um 1870 wies Schleswig mit etwa 27800 ha Wald (etwa 3 % Flächenanteil) die geringste Waldbedeckung seiner Geschichte auf. In Holstein betrug die Waldfläche zu dieser Zeit noch 47000 ha (etwa 5 % Flächenanteil), so daß das Gesamtwaldareal Schleswig-Holsteins nur noch etwa 4,2 % der Landesfläche einnahm (Werte nach WAGNER 1875:23f, vgl. auch MAGER 1937:360). Der durch die Agrarreform indirekt herbei-

geführte Waldverlust geht aus einem Vergleich der Abbildungen 13 und 14 hervor. Sie zeigen die Waldverbreitung in Schleswig um 1800 und 1870.

Augenfällig ist besonders die Parzellierung der Wälder in Angeln und auf der Ostenfelder Geest, Gebieten also, die überwiegend von Bauern besiedelt wurden. Wesentlich weniger krass stellt sich der Waldrückgang im güterreichen Schwansen dar, da hier eine Vergrößerung der Agrarflächen nicht vonnöten war. Die in Abbildung 13 gezeigten Bewaldungsverhältnisse wurden MAGERs (1930) "Kulturgeographischer Karte des Herzogtums Schleswig" (1:200000) entnommen. Ihr liegt die Landesaufnahme der Dänischen Gesellschaft der Wissenschaften zugrunde, die in Schleswig im Zeitraum von 1765 bis 1807 durchgeführt wurde (MAGER 1930:18ff). Die Angaben zur Waldverbreitung in Abbildung 14 beruhen auf einer Auswertung der Karten der Preußischen Landesaufnahme von 1877/78 (1:25000).

Abb.15:Eigentumsverhältnisse im Jerrishoer Holz (die Gesamtwaldfläche verteilt sich auf etwa 80 Eigentümer mit teilweise nur wenige Meter breiten Waldparzellen; eingezeichnete Linien entsprechen Eigentumsgrenzen)

In nicht veräußerten oder in Bauerneigentum übergegangenen Wäldern wurde mit Aufhebung der Weide- und Weichholzgerechtsame eine geregelte und nachhaltige Bewirtschaftung möglich. Um diese Waldflächen auch künftig weidefrei zu halten, wurden sie - nach dem Muster der Knickanlagen - mit einer Wallhecke umgrenzt. Durch diese Einfriedung wurde Vieh angrenzender Weideflächen am Waldzutritt gehindert. Forst- und Jagdverordnung (1784) gaben der Neuorientierung im Forstbetrieb einen gesetzlichen Rahmen. Dieser Vorgabe schloß sich 1792 eine Vermessung und Kartierung der Gehege an. Durch Nutzungspläne (1836) wurden Holzeinschlag und Umtriebszeiten verschiedener Baumarten festgelegt (MAGER 1937:218), so daß Hochwälder entstanden, die weitgehend bis heute erhalten blieben. Noch heute lassen Waldverteilung und -struktur Auswirkungen der damaligen Neuregelung forstlicher Bewirtschaftungs- und Eigentumsverhältnisse erkennen: Güterparzellierung und Bondenholz-Zuweisung führten zur Zersplitterung des Staats- und Privatwaldbesitzes, die heute in kleinparzelligen Eigentumsverhältnissen (vgl. Abb.15) und einer Verinselung zahlreicher Waldgebiete Ausdruck findet (vgl. SACH 1896:101, MAGER 1937:213f und Abb.16).

NIEMANN (1809:575f) stellte im Rahmen einer forstlichen Bewertung des "zweiten schleswigschen Forstdistriktes" (hierzu gehörten die Gehege der Ämter Hütten, Gottorf, Husum und Flensburg/Glücksburg) mehrere Hauptmängel fest, die eine Bewirtschaftung der Staatsforsten deutlich erschwerten: der geringe Flächenumfang der meisten Gehege, ihre ungeschützte Lage und ein ungünstiger Flächengrundriß. Ähnlich äußerte sich WAGNER (1875:21), nach dessen Ansicht "die dem Staate aus den Ablösungen verbliebenen Waldgrundstücke auf so ungemein großen Flächen zerstreut liegen und oft in so kleinen Parzellen bestehen, daß diese kaum als Wald zu benutzen sind". Damit wurde die Möglichkeit einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung mit dem Preis der Verinselung und Zersplitterung der Waldgebiete erkauft (REVENTLOW-FARVE 1847:249).

Abhängig vom Bewirtschaftungsmodus entwickelten sich in Schleswig-Holstein physiognomisch unterschiedliche Waldtypen: der Nieder- und Hochwald. Zugleich trennte sich zu dieser Zeit die Forstgeschichte dieser beiden Waldtypen. Während die geschlossenen Gehege unter gleichartigen forstlichen Gesichtspunkten bewirtschaftet wurden, unterlagen die im Besitz der Bauern verbliebenen Hölzungen meist einer ungeregelten Niederwaldbewirtschaftung (CLAUSEN 1974:18,35). In beiden Waldtypen konnte sich damit eine unterschiedliche Baumartenzusammensetzung etablieren. In den geschlossenen und als Hochwälder bewirtschafteten Gehegen vollzog sich in weniger als einem Jahrhundert ein drastischer Eichenrückgang (MAGER 1930:142ff, 196ff, 1937:200ff). Noch um 1750 betrug das Buchen/Eichen-Verhältnis in schleswigschen Wäldern 12:1 und verschob sich bis 1845 zu Ungunsten der Eiche auf 20:1 (SACH 1896:102). Dieser Eichenrückgang hatte anthropogene wie natürliche Ursachen. Wie VAUPELL (1863:283f, zit. nach MAGER 1937:201) darlegt, war die Eiche auf lehmigen Jungmoränenböden im natürlichen Konkurrenzkampf der Buche unterlegen. Nach VAUPELLs Schilderungen wuchsen Jung-Eichen zunächst schneller als gleichaltrige Buchen, wurden von dieser aber im Alter von etwa 20 Jahren eingeholt. In den folgenden Jahrzehnten stagnierte der Wuchs der Eichen, bis diese schließlich unter Lichtmangel abstarben. Zeitgleich wurden Eichenbestände durch übermäßigen Hieb dezimiert, da sie als Nutz- und Bauholz vor allen anderen Baumarten bevorzugt wurden, ihr natürlicher Zuwachs

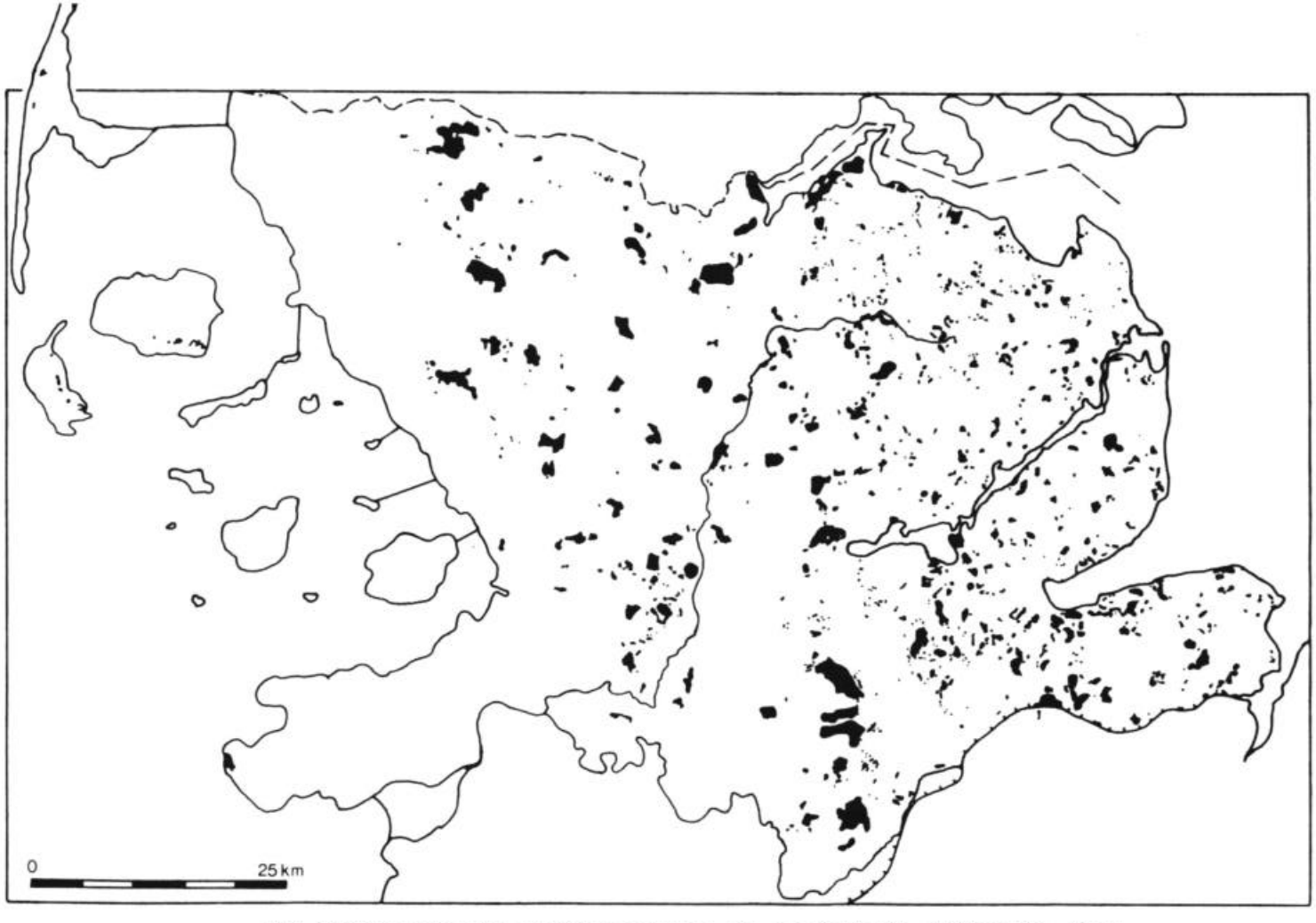


Abb.16:Gegenwärtige Waldverteilung im Landesteil Schleswig (gez. nach "Deutscher Planungsatlas - Band Schleswig-Holstein"; ergänzt)

aber mit dem starken Einschlag nicht Schritt halten konnte (MAGER 1930:144, 196ff). Einer vergleichbaren Entwicklung unterlag die Hainbuche in den als Hochwald bewirtschafteten Gehegen (MAGER 1937:203f). Zwar trat diese nie bestandsbildend auf, war aber in den meisten Wäldern als Mischholz stet vertreten. In Hochwäldern fand die Hainbuche keine forstliche Förderung, und ihr Holz war von Forstleuten nur wenig geschätzt (NIEMAN 1821:163). Im Hinblick auf Weichholzgerechtsame der Bauern wurde sie zudem (bis zur Verkoppelung) als "Weichholz" bevorzugt eingeschlagen (als "Harthölzer" galten nur Eiche, Buche und Esche). Die genannten Gründe mögen - neben klimatischen Faktoren - erklären, warum Carpinus in heutigen Wirtschaftswäldern (Hochwäldern) des Untersuchungsgebietes nur wenig vorkommt.

Eine Förderung erfuhren Eiche und Hainbuche in den als Niederwäldern ("Eichenkratts") genutzten Bondenhölzungen. Ihre Vorherrschaft in Kratts (vgl. KRAUSE 1889, Taf.6, HEERING 1906:112) ist auf deren Regenerationsfreudigkeit (Bildung sog. "Stockausschläge") nach einem "auf den Stock setzen" zurückzuführen, das in Zeitabständen von 10 bis 25 Jahren durchgeführt wurde (vgl. auch POTT 1981, 1983). Die Buche wurde zurückgedrängt, da sie als Schlagholz der Eiche und Hainbuche unterlegen ist (CLAUSEN 1974:26f). Mit Aufgabe dieser Waldwirtschaftsform im 20. Jahrhundert verloren Bondenholzungen nach und nach ihren Niederwaldcharakter. Etliche Bestände konnte Fagus wiederbesiedeln, so daß sie zunächst im Unterholz und später auch in der Baumschicht vertreten war.

3.3. Die Nutzung des Waldes und Gründe des Waldrückgangs

Im folgenden seien kurz die wesentlichen Ursachen des Waldrückgangs in Schleswig-Holstein aufgezeigt.

3.3.1. Rodungen zur Vergrößerung der Agrarflächen

Rodungen zur Vergrößerung der Agrarfläche fanden - wie eingangs erwähnt (Kap.3.2.1.) - bereits während der Bronzezeit statt. Ackerbaulich genutzt wurden besonders Anhöhen und Moränenrücken der Hohen Geest (MÜLLER 1897:332f, Bd.1), da deren leichte Böden auch mit relativ primitivem Ackergerät bearbeitet werden konnten. Bruch- oder Auenwälder der Niederungen wurden nach ihrer Rodung als Wiesen- und Weideland genutzt (MAGER 1930:165). Mit einer steten Bevölkerungszunahme dehnten sich seit dem 12. Jahrhundert auch in der Jungmoräne Agrarflächen zunehmend aus. Noch im 17. Jahrhundert wurden in der schleswigschen Jungmoräne "ungeheure Mengen uralten Holzes niedergeschlagen, um den Waldboden der Landwirtschaft dienstbar zu machen " (MAGER 1930:160).

3.3.2. Rodungen zur Holzgewinnung

Als Bau- und Brennstoff hatte Holz - zunehmend im Hoch-Mittelalter - einen nicht ersetzbaren Stellenwert. Bauholz wurde in großen Mengen zum Deich-, Häuser- und Schiffsbau benötigt (WAGNER 1875:18, SACH 1896:95, HASE 1983:89f). Brennholzbedarf bestand hauptsächlich in privaten Haushalten sowie verschiedenen Industriezweigen (z.B. Glas- und Messingverhüttung, Kupfermühlen, Kalkbrennerei, Köhlerei, vgl. MAGER 1930:191 und CLAUSEN 1974:13).

Deichbau: Im Mittelalter bestanden Deiche aus einem Erdwall, zu dessen Sicherung und Stütze hölzerne Bollwerke errichtet wurden. Insbesondere Stackdeiche, deren Seeseite eine steil abfallende Kante aufwies, erhielten ihre notwendige Stabilität erst durch eine aufwendige und große Holzmengen benötigende Konstruktion. Zur Unterhaltung und Ausbesserung beschädigter Deiche war eine ständige Holzversorgung der Westküste notwendig. Aufgrund kürzerer Transportwege wurden dafür zunächst Hölzungen der Geest (beispielsweise im Husumer Raum, vgl. MAGER 1930:208, 211ff) gerodet. Mit zunehmendem Schwund der Geestwälder mußten auch Lieferungen aus der Jungmoräne den zum Deichbau notwendigen Holzbedarf decken (CLAUSEN 1974:13).

Ein Beispiel für die zum Deichbau benötigten Holzmengen gibt MAGER (1930:210): in den Jahren 1562-66 wurden allein zu Deicharbeiten am Gotteskoog etwa 18000 Fuder Holz (ein Fuder entsprach etwa einer Wagenladung) benötigt.

Häuserbau: Bis zum 18. Jahrhundert war Holz bevorzugtes Material im Häuserbau (SACH 1896:95f), für den besonders das harte und verwitterungsbeständige Holz der Eiche geschätzt war. Noch bis zum Spät-Mittelalter wurden Fachwerkbauten vollständig aus Holz errichtet, in denen selbst Felder des Fachwerks mit breiten Eichenbohlen geschlossen wurden (MEJBORG 1896:105f). Erst um 1700 wurden neben Holz auch andere Baustoffe (z.B. Ziegel) verwendet (HEDEMANN-HESPEN 1926:274f). Diese Entwicklung wurde - mit dem Ziel einer "Schonung des Waldes" - durch verschiedene Richtlinien zur Waldbehandlung (z.B. Holz- und Jagdverordnung 1734) forciert (MAGER 1930:195, GERHARD 1956:2). Über die für die ländlichen Regionen gewinnbringende Belieferung der Städte mit Bauholz berichtet SACH (1896:95f).

Brennholz: Ein hoher Holzeinschlag zur Deckung des Brennholzbedarfes privater Haushalte läßt sich insbesondere für das Spät-Mittelalter belegen (NIEMANN 1809:344, MAGER 1930:192). Bedeutend war der Brennholzverbrauch in Städten, den LAUROP (zit. nach MAGER 1930:192f) beispielsweise für die Stadt Flensburg im Jahre 1797 mit 22600 Faden (entspricht etwa 48000 m^3) angibt.

Köhlerei: Als "Raubbau am Wald" wertet MAGER (1930:187) das in Schleswig bis zum 18. Jahrhundert praktizierte Handwerk der Köhlerei. Bereits im 17. Jahrhundert hatte man dieses Handwerk als gewichtigen Holzverbraucher erkannt und durch gesetzliche Bestimmungen versucht, den dadurch verursachten Holzschwund einzuschränken ("Hochfürstliche Holzverordnung" von 1681, Forst- und Jagdverordnung von 1784; vgl. hierzu NIEMANN 1821, Teil 1:17ff, SACH 1896:95f, MAGER 1930:188, GERHARD 1956:2).

3.3.3. Waldverwüstung und -rodung durch Kriege im 17. Jahrhundert

Im 17. Jahrhundert wurden durch mehrere Kriege (1627-1629 "Kaiserlicher Krieg", 1643-1645 "Schwedischer Krieg", 1657-1660 "Schwedenkrieg") die Wälder Schleswigs verwüstet oder gerodet (vgl. WAGNER 1875:18, SACH 1896:95, KOCK 1912:140, EHLERS 1951:343ff). Durch

Holzverkäufe versuchte die Bevölkerung einerseits, erforderliche Kriegskontributionen aufzubringen. Andererseits wurden durch schwedische Truppen großflächig Wälder eingeschlagen und Holz zum Verkauf auf Elbe und Eider verschifft (CLAUSEN 1974:14f). Feuer- und Nutzholzversorgung der Truppen hatten zusätzliche Holzeinschläge zur Folge.

3.3.4. Waldweide und Mastnutzung

Über mehrere Jahrtausende wurden Wälder zur Tiermast und als Weideflächen genutzt (CLAUSEN 1974:12, ELLENBERG 1978:41, POTT 1983, MANTEL 1990:92ff). In diesen Nutzungsarten spiegeln sich daher älteste bäuerliche Wirtschaftsformen wider. Es ist verständlich, daß dieser in Schleswig intensiv und bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts betriebenen Waldnutzung wesentliche Anteile am Waldrückgang zukommen.

Waldweide: Waldweide verhinderte eine natürliche Waldverjüngung und führte langfristig zur Auflichtung der Wälder (vgl. Darstellung bei WEBER 1986). Eine Entwicklung geschlossener Wälder zu parkähnlichen Beständen wurde durch "Ringeln" (Unterbrechen des Assimilationsstromes), Abbrennen oder Schlagen von Einzelbäumen gefördert, um mit einer Vergrasung der Lichtungen das Futterangebot für Weidevieh zu verbessern. Die neu eindringenden Sippen hatten zudem einen größeren Nährwert als die eigentlichen Waldbegleiter.

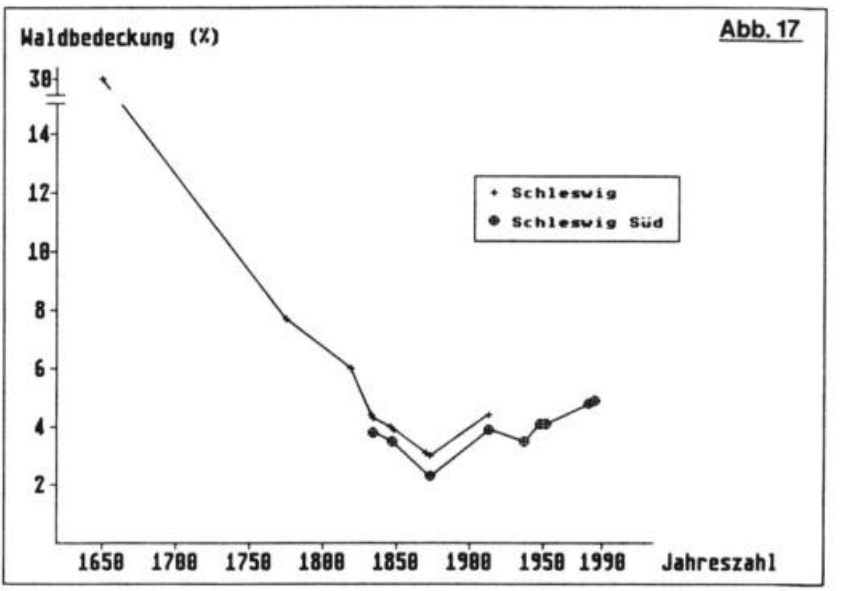
Mastnutzung: Wirtschaftlich bedeutsam war - insbesondere im Spät-Mittelalter - die in schleswigschen Wäldern intensiv betriebene Schweinemast. Wertvolles Mastfutter waren die im Herbst anfallenden Eicheln und Bucheckern.

Über die Menge gemästeter Tiere geben die damals geführten "Mastregister" Auskunft. In Waldgebieten um Rendsburg wurden um 1600 jährlich etwa 14000, im Raum Gottorf in "mäßig guten Mastjahren" etwa 30000 Tiere gehalten (HEERING 1906:117f; vgl. auch MAGER 1930:180ff). Lichte Eichenwälder waren infolge ihres reichhaltigen Futterangebotes für eine Mast besonders geschätzt.

Ähnlich der Waldweide wirkte auch eine Mastnutzung in den Wäldern verjüngungshemmend. Jüngere Bäume wurden durch Verbiß von Wurzeln und Rinde in relativ kurzer Zeit zum Absterben gebracht. Die dadurch mit der Zeit freigestellten Überhälter boten aufgrund des für sie günstigen Lichtklimas ein reichhaltiges Samen- und damit auch Futterangebot, überalterten aber und brachen nach ihrem Absterben zusammen. Großflächig gingen damit ehemals parkähnliche Wälder in reines Gras- oder Weideland über.

3.4. Zusammenfassung

Noch bis zum 12. Jahrhundert war Schleswig-Holstein - mit Ausnahme der Küsten-, Seen- und Moorbereiche - nahezu vollständig bewaldet. Einige Landesteile (bspw. Dänischer Wohld) waren bis zu dieser Zeit nicht oder nur wenig besiedelt. Erst im Hoch- und Spät-Mittelalter vollzog sich in Schleswig-Holstein ein drastischer Entwaldungsprozeß. Um 1800 war der Waldanteil auf etwa 10 % der Landesfläche zurückgedrängt, die geringste Waldausdehnung war um 1870 mit etwa 4,2 % Flächenanteil (WAGNER 1875:23) erreicht. Die Entwicklung der Waldbedeckung Schleswigs und Schleswig-Holsteins seit dem 17. Jahrhundert zeigen die Abbildungen 17 und 18. Wesentliche Ursachen des Waldrückgangs waren Rodungen zur Vergrößerung der Agrarflächen, zum Bau- und Brennholzgewinn sowie eine über mehrere Jahrhunderte (bis Jahrtausende)



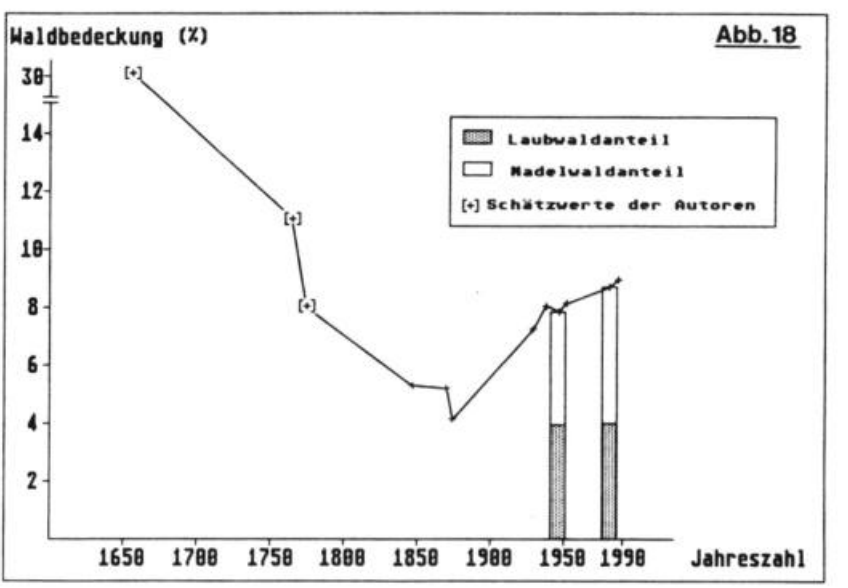


Abb.17 und 18:Waldentwicklung in Schleswig (Abb.17) und Schleswig-Holstein (Abb.18) seit 1650 (Literaturquellen: WAGNER 1875, HASE 1953, GERHARD 1956, Statistisches Landesamt 1981 u. 1985, MELF 1988a)

praktizierte Mast- und Weidenutzung der Wälder. Mit der Verkoppelung (Ende 18. Jahrhundert) wurden in Schleswig-Holstein die Waldeigentumsverhältnisse neu geregelt. Damit entwickelten sich zwei physiognomisch verschiedene Bestandestypen: die den Bauern zugesprochenen Bondenhölzungen wurden als Niederwälder genutzt, die eingefriedeten und dadurch weidefrei gehaltenen "Gehege" gingen allmählich in Hochwälder über. Als Folge einer Güterparzellierung und einer Ablösung bäuerlicher Waldnutzungsrechte wurden viele Walder in kleinste Besitzungen aufgeteilt. Noch heute findet dies in bestehenden Waldeigentumsverhältnissen und einer Verinselung zahlreicher Waldgebiete Ausdruck.

4. Methoden

4.1. Vegetationskundliche Methoden

4.1.1. Aufnahme der Vegetation

In Kapitel 4.1.1.1. sollen - anhand einer Definition des Begriffes "Wald" - Kriterien genannt werden, anhand derer Waldgebiete zur vegetationskundlichen Untersuchung ausgewählt wurden.

4.1.1.1. Zum Waldbegriff

Verschiedene Formen der Waldbewirtschaftung haben in Schleswig-Holstein zu physiognomisch unterschiedlichen Waldtypen geführt (vgl. Kap. 3.2.5.). Zwischen parkartigen Beständen und geschlossenen - aus Althölzern aufgebauten - Hochwäldern bestehen verschiedene Übergangsformen, so daß eine umfassende Definition des Begriffes Wald schwerfällt. Abhängig von einer juristisch oder ökologisch orientierten Sichtweise werden unterschiedliche Kriterien Eingang in eine Bewertung finden.

Im Rahmen vegetationskundlicher Arbeiten ist eine pragmatische, ökologisch orientierte Definition des Begriffes "Wald" zweckmäßig. Nach MAHRER (1976, zit. nach RUNKEL und KENNEWEG 1986:15) können als wesentliche Abgrenzungskriterien zwischen "Wald" und "Nicht-Wald" Mindestfläche, Mindestbreite, minimaler Kronenschlußgrad und minimale Oberhöhe dienen.

Der Kronenschlußgrad (oder Beschirmungsgrad) gibt das Verhältnis der Kronenprojektions- zur Gesamtfläche eines Bestandes an. Eine mehrfache Bodenüberschirmung bleibt dabei unberücksichtigt. Der Kronenschlußgrad kann dementsprechend Werte zwischen 0 und 1 erreichen. Der Deckungsgrad der Baumschicht entspricht dem mit hundert multiplizierten Kronenschlußgrad. Die Oberhöhe bezeichnet die mittlere Scheitelhöhe der hundert stärksten Bäume eines Hektars Waldfläche (nach MAHRER aus RUNKEL und KENNEWEG 1986:21).

Wie Tabelle 2 zeigt, werden diese Kriterien häufig zur Walddefinition herangezogen, länderspezifisch aber unterschiedlich gewichtet.

Mit Hinblick auf eine synsystematische Auswertung der angefertigten Aufnahmen wurden diese Auswahlkriterien schärfer gefaßt (vgl. Tab.2, rechte Spalte). Damit sollte sichergestellt werden, daß alle untersuchten Standorte ein waldtypisches Innenklima aufwiesen und von Randeinflüssen weitgehend ungestört waren (vgl. Kap. 6.2.2.). Die Baumschicht (B1-Schicht) der Bestände sollte eine Oberhöhe von 10 m nicht unterschreiten und ein naturnahes Artengefüge zeigen.

Tab.2: Abgrenzungskriterien und -normen zum Waldbegriff (nach MAHRER aus RUNKEL und KENNEWEG 1986:22; ergänzt durch Kriterien, die im Rahmen vorliegender Arbeit zur Auswahl von Untersuchungsflächen gewählt wurden)
* abhängig vom Kronenschluß
** die genannten Kriterien galten nicht bei einer Aufnahme von Niederwäldern und Verjüngungsflächen

Abgrenzungs-kriterium	Öster-reich	Frank-reich	Schweiz	BRD	für vorl. Arbeit**
Kronenschlußgrad	0.3	0.1	0.2	-	0.3
Mindestbreite (m)	10	25	25	10	100
Mindestfläche (m^2)	500	500	625*	1000	10000
minim. Oberhöhe (m)	-	-	3	-	10

Eine Einschätzung der Naturnähe bleibt aus verschiedenen Gründen problematisch, ist sie doch mit subjektiven Anschauungen des Betrachters gekoppelt (vgl. Kap. 3.1. und Kap. 6.2.2.). Im Vergleich zum Naturwald (Urwald) ist im "naturnahen Wirtschaftswald" die quantitative Zusammensetzung der Baumschicht verändert, ihre Struktur und Qualität aber lassen nur wenig menschlichen Einfluß erkennen. Bezugsgrundlage einer Einschätzung kann die an einem Standort konstruierbare potentielle natürliche Vegetation (vgl. Kap. 6.4.) sein. Bis auf wenige Ausnahmen wurden alle Vegetationsaufnahmen in naturnahen Wirtschaftswäldern angefertigt. "Naturferne" oder "naturfremde Wirtschaftswälder" blieben demgegenüber unberücksichtigt. Im Gegensatz zu naturnahen Wirtschaftswäldern weisen diese eine standortsfremde Bestockung auf, die langfristig (mehrere Generationszyklen) nur durch andauernde und entwicklungssteuernde Eingriffe erhalten werden kann (LEIBUNDGUT 1985:14).

Um (Sukzessions-) Stadien der Waldentwicklung sowie Vegetationsverhältnisse schutzwürdiger Niederwälder dokumentieren zu können, wurden entsprechende Waldflächen nach eigenen und bestandesspezifischen Besonderheiten Rechnung tragenden Kriterien ausgewählt und aufgenommen. Diese Aufnahmen wurden tabellarisch gesondert verarbeitet.

4.1.1.2. Anfertigung der Vegetationsaufnahmen und ihre Tabellendarstellung

Vegetationsaufnahme und Tabellendarstellung folgen der Schule von BRAUN-BLANQUET (1964). Zur Kennzeichnung waldstruktureller Merkmale werden - soweit vorhanden - fünf Vegetationsschichten unterschieden:

- Obere Baumschicht (B1-Schicht): Da Vegetationsaufnahmen nur in Beständen mit einer minimalen Oberhöhe von 10 m angefertigt wurden, ist zugleich die Minimalhöhe der B1-Schicht vorgegeben (Ausnahmen vgl. Kap. 4.1.1.1.).

- Untere Baumschicht (B2-Schicht): Gehölzarten mit einer Mindesthöhe von 4 m und einer Maximalhöhe von 10 m.

- Strauchschicht (St-Schicht): Gehölzarten mit einer Mindesthöhe von 1 m und einer Maximalhöhe von 4 m.

- Krautschicht (K-Schicht): krautige Arten sowie Gehölzarten bis zu 1 m Höhe.

- Moosschicht (M-Schicht): alle auf mineralischem Untergrund wachsenden Moose (Ausnahmen vgl. u.). In Einzelfällen wurden Flechten auf organischem Substrat (z.B. Rindenreste) gefunden, das weitgehend in den Mineralkörper eingearbeitet war. Sie wurden aufgenommen und der "Moosschicht" zugerechnet, sofern keine deutliche Vitalitätsminderung erkennbar war. Ihr Deckungsanteil ist im Vergleich zu jenem der Moose stets vernachlässigbar.

Besonders in Buchenwäldern weisen Stammfußbereiche eine von der übrigen Bodenvegetation abweichende Artenzusammensetzung auf. Ausbleibende Laubdeposition und lokale Bodenversauerung (durch Traufwasser) begünstigen azidotolerante Moose, die in charakteristischer Weise als "Kryptogamen-Schürzen" die Stammbasis umgeben. Diese und vergleichbare Sonderstandorte (z.B. Steine oder Totholzkörper) wurden nicht in die Aufnahmeflächen einbezogen (zu den Möglichkeiten einer integrierten Betrachtung bzw. Darstellung "übergeordneter" und "abhängiger" Gesellschaften vgl. SCHUHWERK 1986 und DIERSCHKE 1989c:135ff).

Nach üblicher Schreibweise wurden alle Vegetationstabellen in einen Kopfteil sowie eine nach strukturellen (vorherrschende Gehölzarten, krautige Sippen) und soziologischen Gesichtspunkten sortierte Artenliste gegliedert. Im Tabellenkopf finden sich neben Deckungswerten einzelner Schichten (in %) Angaben zum Aufnahmedatum (Monat), zur Exposition, Inklination (in °), Flächengröße (m^2) und Artenzahl. In der Artenliste wurden einzelne Sippen ihrer soziologischen Wertung gemäß (VC, OC, KC und Sonstige) und innerhalb dieser Rangstufen nach Stetigkeit sortiert. Um den Umfang der Artenliste zu kürzen, sind Sippen mit einer Präsenz unter 10 % am

unteren Tabellenrand aufgeführt (bei "gekürzten Stetigkeitstabellen" wurden in die Gruppe "Sonstige" nur soviel Sippen aufgenommen, soweit dies in Bezug auf das Darstellungsziel und die betrachteten Aufnahmekollektive sinnvoll erschien). Deckungs- und Soziabilitätsangaben richten sich nach einer von BRAUN-BLANQUET (1964) entworfenen und durch REICHELT und WILMANNS (1973:66) modifizierten Skala. Artmächtigkeit und Soziabilität sind damit wie folgt definiert:

Artmächtigkeit (Menge):
r : Deckung $\leq$ 5%, ein Einzelindividuum,
\+ : Deckung $\leq$ 5%, zwei bis fünf Individuen,
1 : Deckung $\leq$ 5%, sechs bis fünfzig Individuen,
2m : Deckung $\leq$ 5%, mehr als fünfzig Individuen,
2a : Deckung > 5% und $\leq$ 15%, Individuenzahl beliebig,
2b : Deckung > 15% und $\leq$ 25%, Individuenzahl beliebig,
3 : Deckung > 25% und $\leq$ 50%, Individuenzahl beliebig,
4 : Deckung > 50% und $\leq$ 75%, Individuenzahl beliebig,
5 : Deckung > 75% und $\leq$ 100%, Individuenzahl beliebig.

Soziabilität:
1 : einzeln wachsend,
2 : gruppen- oder horstweise wachsend,
3 : truppweise wachsend (kleine Polster oder Flecken bildend),
4 : in kleinen Kolonien wachsend oder größere Flecken oder Teppiche bildend,
5 : in großen Herden wachsend.

Zur synsystematischen Kennzeichnung einzelner Sippen wurden in den Vegetationstabellen folgende Abkürzungen gewählt:

AC : Assoziationscharakterart(en),
DA : Differentialart(en) einer Assoziation,
VC : Verbandcharakterart(en),
DV : Differentialart(en) eines Verbandes,
OC : Ordnungscharakterart(en),
DO : Differentialart(en) einer Ordnung,
KC : Klassencharakterart(en),
DK : Differentialart(en) einer Klasse,
D : Differentialart(en) einer ranglosen Gesellschaft,
d : Differentialart(en) von Untereinheiten rangloser Gesellschaften, von Basalgesellschaften und Assoziationen.

Eine bessere Übersicht und Vergleichsmöglichkeit bieten die am rechten Tabellenrand aufgeführten synthetischen Tabellenspalten. Die Präsenz einzelner Arten ist darin durch folgende Stetigkeitsklassen wiedergegeben vgl. Def. Kap. 4.1.2.2.):

r : Stetigkeit > 0% und $\leq$ 5%,
\+ : Stetigkeit > 5% und $\leq$ 10%,
I : Stetigkeit > 10% und $\leq$ 20%,
II : Stetigkeit > 20% und $\leq$ 40%,
III : Stetigkeit > 40% und $\leq$ 60%,
IV : Stetigkeit > 60% und $\leq$ 80%,
V : Stetigkeit > 80% und $\leq$ 100%.

Alle Vegetationsaufnahmen wurden im Zeitraum vom Frühjahr 1985 bis Herbst 1990 angefertigt. Zur besseren Erfassung rasch abblühender Frühjahrsgeophyten wurde ein großer Teil der Aufnahmeflächen ein zweites Mal (meist im April) aufgesucht. Durch Zweitbegehungen erhobene Deckungswerte sind in allen Einzelaufnahmen mit einem (') gekennzeichnet. Soweit das Vorkommen von Geophyten anhand ihrer Rhizome beziehungsweise Brutknollen (Anemone nemorosa und Ranunculus ficaria) nachweisbar war, wurde auf Wiederholungsbegehungen verzichtet. In solchen Fällen fehlen Deckungswert- und Soziabilitätsangaben und das Vorhandensein einer Art ist durch ein "v" (für vorhanden) vermerkt.

Die Nomenklatur der Phanerogamen richtet sich nach EHRENDORFER (1973), die der Moose nach FRAHM und FREY (1983) und die der Flechten nach WIRTH (1980).

4.1.2. Syntaxonomische und synsystematische Auswertung - einige grundlegende Definitionen

Wesentliches Ziel pflanzensoziologischer Arbeiten ist es, von einer im Gelände vorgefundenen Vegetationszusammensetzung vegetationskundliche Einheiten abzuleiten und zu definieren. Mit Hilfe dieser (durch einen Abstraktionsschritt gewonnenen) Pflanzengesellschaften läßt sich die heutige Vegetationsdecke beschreiben und gliedern (vgl. DIERSSEN 1990:10).

Ein bestimmtes Gliederungsergebnis ist nur dann nachvollziehbar, wenn einzelne Gliederungsschritte konsequent einer zuvor formulierten Arbeitsmethode folgen. Die synsystematische Auswertung der im Rahmen vorliegender Arbeit angefertigten Aufnahmen folgt im wesentlichen den Methoden der Zürich-Montpellier-Schule (vgl. BRAUN-BLANQUET 1921, 1951, 1964). Ein Teil der im Folgetext angeführten (und zum Verständnis der in Kapitel 5. vorgestellten Gliederung wichtigen) Begriffsdefinitionen wurden BERGMEIER et al. (1990) entnommen.

Im Rahmen vorliegender Arbeit wurden floristische Kriterien zur Abgrenzung und Definition einzelner Vegetationstypen herangezogen (vgl. BRAUN-BLANQUET 1921:321). Andere Verfahren der Vegetationsgliederung, die zudem auf Parameter wie Eigenschaften des Standorts, der Formation, der Schichtung etc. zurückgreifen, führen zu Gliederungsergebnissen, die sich nicht zwangsläufig mit jenen floristischer Klassifikationsverfahren decken. Es ist daher zweckmäßig, nach verschiedenen Gliederungsmethoden erarbeitete Vegetationstypen auch nomenklatorisch zu unterscheiden (beispielsweise Hordelymo-Fagetum und Braunerde-Mull-Buchenwald).

4.1.2.1. Syntaxon

Pflanzenbestände lassen sich mittels gemeinsamer Arten zu Einheiten (Vegetationstypen) zusammenfassen. Damit wird eine bestimmte Artenzusammensetzung (-verbindung) für diese Einheiten

charakteristisch. Eine aufgrund ihrer Artenverbindung definierte Vegetationseinheit nennt man Syntaxon.

4.1.2.2. Stetigkeit

Syntaxa werden mit Hilfe von Aufnahme-Kollektiven beschrieben, in denen Arten mit unterschiedlicher Häufigkeit auftreten. Die Präsenz einer Art in allen Aufnahmen eines Syntaxon wird als ihre Stetigkeit bezeichnet (BERGMEIER et al. 1990:94, DIERSSEN 1990:40). Stetigkeiten werden als Prozentwerte angegeben. In synthetischen Tabellen sowie bei Arbeiten mit größeren Aufnahme-Kollektiven ist es zweckmäßig, Stetigkeitsklassen zu bilden (s. Kap. 4.1.1.2.).

4.1.2.3. Typische Artenverbindung

Jedes Syntaxon besitzt eine "Typische Artenverbindung". Zu ihr gehören alle Trennarten (zum Begriff vgl. Kap.4.1.2.4.) sowie jene Sippen, die in Vegetationsaufnahmen (als Repräsentanten aller Bestände) dieses Syntaxon mit einer Stetigkeit von über 40 % auftreten (Stetigkeitsklassen III-V, vgl. BERGMEIER et al. 1990:95).

4.1.2.4. Charakter- und Differentialarten

Eine Art wird als Differentialart (Trennart) eines Syntaxon gegenüber anderen Syntaxa bezeichnet, wenn sie in den Aufnahmen dieses Syntaxon um wenigstens zwei Stetigkeitsklassen höher und mindestens doppelt so häufig auftritt wie in Aufnahmen der gegenübergestellten Syntaxa (vgl. Tab.3). Eine Charakterart (Kennart) ist eine Differentialart, die in nur einem Syntaxon einen deutlichen Häufigkeitsschwerpunkt zeigt. Sie bleibt somit auf Bestände dieses Syntaxon beschränkt oder ist dort um mindestens zwei Stetigkeitsklassen höher präsent und mindestens doppelt so häufig, wie in Beständen aller anderen Syntaxa gleicher oder höherer Rangstufe (BERGMEIER et al. 1990:94ff).

4.1.2.5. Chorologische Kriterien zur Kennarten-Definition

In der Regel werden sich Areale und Standortsspektren von Arten und Pflanzengesellschaften nicht völlig decken. Dementsprechend erweitert sich die soziologische Amplitude vieler Sippen mit der Größe des Bezugsraumes oder die Kennartengarnitur eines Syntaxon variiert innerhalb seines Areals. Zweckmäßig ist deshalb, den Kennartenstatus eines Taxon mit geographischen

Räumen in Beziehung zu setzen (BRAUN-BLANQUET 1921:312, 1951:571, R. KNAPP 1948a:33, ELLENBERG 1954:138f, OBERDORFER 1957:VII, 1979:12, FUKAREK 1964:81ff, WESTHOFF und VAN DER MAAREL 1978:326ff, W. u. A. MATUSZKIEWICZ 1981:126ff). Im Hinblick auf die arealabhängige, soziologische Stellung einer betrachteten Sippe unterscheiden mehrere Autoren zwischen "lokalen", "regionalen", "territorialen" oder "absoluten" Charakterarten (vgl. BRAUN-BLANQUET 1921:320 u. 322, 1964:96, R. KNAPP 1948a:33, WESTHOFF und VAN DER MAAREL 1978:328, WILMANNS 1984:32). Orientierungsrahmen einer entsprechenden Zuordnung ist dabei ein Vergleich des Art- und Gesellschaftsareals. Die von WESTHOFF und VAN DER MAAREL (1978:328) gewählten Definitionen seien schematisch in Abbildung 19 erläutert.

Tab.3: Stetigkeitskriterien für eine Differentialart

Stetigkeit der Art im betrachteten Syntaxon	Stetigkeit der Art in anderen Syntaxa gleicher oder höherer Rangstufe							
V	.	r	+	I	II	III	IV	V
IV	.	r	+	I	II	III	IV	V
III	.	r	+	I	II	III	IV	V
II	.	r	+	I	II	III	IV	V
I	.	r	+	I	II	III	IV	V
+	.	r	+	I	II	III	IV	V
r	.	r	+	I	II	III	IV	V

Die Art ist Differentialart

Die Art ist nur dann Differentialart, wenn sie im betrachteten Syntaxon mindestens doppelt so häufig auftritt wie in dem zu vergleichenden Syntaxon

Die Art ist keine Differentialart

Die im Sinne von WESTHOFF und VAN DER MAAREL skizzierte Unterscheidung lokaler, regionaler und absoluter Charakterarten läßt zwar eine feinere und auf Kennarten fußende vegetationsgeographische Typen-Differenzierung zu, trägt aber dem Anspruch einer überregional gültigen Kennzeichnung von Assoziationen sowie ranghöheren Einheiten wenig Rechnung. Zumindest formal bestehen so zwischen vikariierenden Assoziationen, Gebietsassoziationen und Rassen

1) lokale Charakterart: eine Sippe erweist sich nur in Teilen eines Gesellschaftsareals als Kennart. Die verbleibenden Teile des Art- und Gesellschaftsareals decken sich nicht.

2) regionale Charakterart: Eine Sippe erlangt im Gesamtareal einer Pflanzengesellschaft Kennartenstatus, hat aber ein größeres Verbreitungsgebiet als die Gesellschaft.

3) absolute ("general") Charakterart: eine Sippe ist im gesamten Verbreitungsgebiet Kennart einer Gesellschaft. Im Idealfall sind Sippen- und Gesellschaftsareal deckungsgleich.

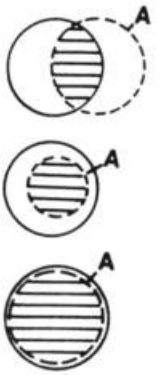
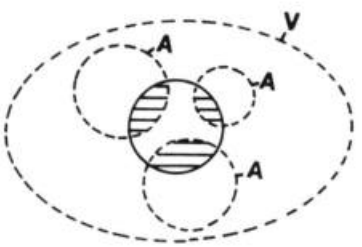


Abb.19: Räumliche Beziehung zwischen Arten- und Gesellschaftsareal (nach WESTHOFF und VAN DER MAAREL 1978:328, graphische Darstellung nach BECKING 1961 aus BRAUN-BLANQUET 1964:96; Legende vgl. Abb.20)



Legende:

Grenze des Artareals

Grenze des Gesellschaftsareals (V=eines Verbandes, A=einer Assoziation)

in diesem Bereich hat die betrachtete Art Kennartenstatus (bei entspr. Def.)

Abb.20:Chorologische Kriterien zur Kennarten-Definition (Erläuterungen im Text)

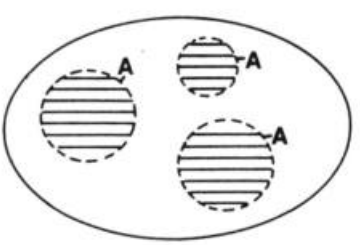


Abb.21:Chorologische Kriterien zur Kennarten-Definition (Erläuterungen im Text; Legende vgl. Abb.20)

gleitende Übergänge. Die vergleichsweise "schwachen" Forderungen, welche beispielsweise an den Status einer lokalen Kennart geknüpft sind, lassen die Möglichkeit zu, mittels einzelner Sippen mehrere, räumlich geschiedene Syntaxa (mit Assoziationsrang) abzugrenzen (vgl. Abb.20). Eine Fülle der auf diesem Wege erstellten Syntaxa haben bis heute - nicht nur in der Waldsystematik - zu einem kaum überschaubaren und wenig praktikablen System geführt. Die "Inflation" (PIGNATTI 1968) pflanzensoziologischer Einheiten ist nicht nur einer Weiterentwicklung der Synsystematik hinderlich, sondern stellt auch - vor allem durch den Praktiker - eine "Akzeptanz" dieses Zweiges der Vegetationskunde in Frage (SCHUHWERK briefl.).

In Anlehnung an BERGMEIER et al. (1990:100f) lassen sich chorologische Kriterien zur Kennarten-Definition enger fassen. Danach soll für Kenntaxa der in Kapitel 5. beschriebenen Gesellschaften folgende Regelung gelten:
Eine Art kann als Kennart gewertet werden, wenn sie die dafür notwendigen Kriterien im Areal des rangniedrigsten, durch sie charakterisierten Syntaxon (z.B. einer Assoziation) und in dem (eigene Kennarten aufweisenden) Syntaxon der nächsthöheren Rangstufe erfüllt. Eine Assoziationscharakterart des Verbandes x kann so außerhalb des Areals von x Charakterart einer anderen Assoziation des Verbandes y sein, wenn die Areale der Verbände x und y räumlich getrennt liegen (vgl. Abb.21).

4.1.2.6. Formationskriterien zur Kennarten-Definition (nach BERGMEIER et al. 1990:101f)

Viele Arten treten in standörtlich korrespondierenden Pflanzengesellschaften verschiedener Formationszugehörigkeit mehrmals auf, zeigen jedoch bezogen auf die jeweilige Formation ein sehr spezifisches soziologisches Verhalten. Sie könnten daher innerhalb derselben Formation gut als Kennarten gewertet werden. Vergleicht man allerdings die Typischen Artenverbindungen der korrespondierenden Einheiten, so ergeben sich in der Regel erhebliche Unterschiede, die aus den formationsbedingt abweichenden Standortsverhältnissen (z.B. Lichtklima) resultieren.
Daher soll versucht werden, den Kennartenstatus einer Art auch formationsbezogen zu differenzieren:
Eine Art kann auf niedrigstmöglicher Rangstufe Kennart verschiedener Syntaxa sein, wenn aufgrund floristischer Kriterien die entsprechenden nächsthöheren Syntaxa eindeutig verschiedenen Formationen zugeordnet werden können. Der Status einer Art als Kennart muß innerhalb derjenigen Formation gelten, der das durch sie charakterisierte Syntaxon angehört. Die Formationszugehörigkeit muß sich dabei **floristisch** feststellen lassen. Es ist deshalb sinnvoll, nur relativ weit gefaßte Formationsklassen zu unterscheiden. BERGMEIER et al. (1990) schlagen eine Unterscheidung der drei folgenden Formationsklassen vor:

1) Wälder und Strauchformationen
2) Wiesen, Staudenfluren, Zwerg- und Halbstrauchformationen, Therophytenformationen, Wasservegetation
3) Kryptogamenformationen

Beispiel: Crepis paludosa kann in Formationsklasse 1) als Kennart des Alno-Ulmion und in Formationsklasse 2) als Kennart des Calthion gewertet werden. Die Art genügt innerhalb der jeweiligen Formationsklassen den entsprechenden Kriterien, da sie in den genannten Syntaxa einen deutlichen Schwerpunkt zeigt. Gleichzeitig lassen sich Alno-Ulmion und Calthion aufgrund ihrer Typischen Artenverbindung wie auch ihrer Ausstattung mit Ordnungs- und Klassenkennarten deutlich als Wald- bzw. Grünlandgesellschaft unterscheiden (zur Zweckmäßigkeit physiognomisch-struktureller Gliederungskriterien vgl. auch WEBER 1990:93ff).

4.1.2.7. Das pflanzensoziologische System

Im pflanzensoziologischen System werden vegetationskundliche Einheiten zueinander in Beziehung gesetzt und hierarchisch geordnet (klassifiziert). Der Aufbau des Systems geschieht induktiv: mittels gemeinsamer Arten werden Vegetationstypen zu Syntaxa höherer Rangstufe zusammengefaßt. Konventionsgemäß werden vier Hauptrangstufen unterschieden: Grundeinheit ist die Assoziation, übergeordnete Rangstufen sind Verband, Ordnung und Klasse.

Häufig wird der Aufbau des pflanzensoziologischen Systems mit dem der Sippensystematik parallelisiert und in entsprechender Analogie auch als "natürliches" System gewertet. (vgl. SCAMONI und PASSARGE 1959, VON GLAHN 1968:10, KLÖTZLI 1972:49, TREPL 1987:129, 133, DIERSSEN 1990:11). Dieser Vergleich birgt - abhängig von der Definition des Begriffes "natürliches System" - eine falsche Einschätzung der Organisation des pflanzensoziologischen Systems.

Zum Aufbau des idiotaxonomischen Systems werden bestimmte morphologische, genetische und andere Sippenmerkmale phylogenetisch gedeutet. Durch Zielsetzung und Arbeitshypothese vorgegeben ("es existiert eine stammesgeschichtliche Verwandtschaft zwischen verschiedenen Taxa"), läßt sich der Aussagewert solcher Sippenmerkmale in Bezug auf stammesgeschichtliche Verwandtschaft einzelner Arten überprüfen. In der Idiotaxonomie kann daher nur ein richtiges, phylogenetische Zusammenhänge widerspiegelndes (natürliches) System existieren. Es zeichnet sich durch eine gesetzmäßige, aufgrund der Natur des untersuchten Objektes selbst vorgegebene Ordnungsstruktur aus und existiert unabhängig vom Betrachter. Sicherlich werden dabei von Taxonomen einzelne Merkmale unterschiedlich bewertet und verwandtschaftliche Beziehungen von Arten zunächst mit Hilfe "künstlicher" Systeme zum Ausdruck gebracht. Diese Systeme haben daher "Behelfs-" und oftmals "Vorläufigkeitscharakter". Sie werden (wie zum Beispiel in der Algensystematik) häufig verändert, da tatsächliche phylogenetische Beziehungen zwischen den betrachteten Sippen unzureichend bekannt sind. Zum Aufbau des pflanzensoziologischen Systems können floristische, strukturelle oder ähnliche Merkmale eines Pflanzenbestandes herangezogen werden. Die Wertung dieser, für die synsystematische Arbeit (Ordnen und Hierarchisieren von Vegetationstypen) wichtigen Kriterien wird vom Betrachter selbst und somit subjektiv vorgenommen (es bleibt dem Betrachter überlassen, beispielsweise Untereinheiten von Assoziationen aufgrund hydrologischer oder trophischer Standortsverhältnisse zu unterscheiden). Ein synsystematisches Gliederungsergebnis läßt sich daher nicht als "richtig" oder "falsch", sondern lediglich als "zweckmäßig" oder "unzweckmäßig" bewerten. Im Gegensatz zur Sippensystematik hat das System der Synsystematik eine zweckmäßige (gesetzte) Ordnungsstruktur. Es muß demzufolge als "künstliches" - vom Betrachter abhängiges - System gewertet werden (vgl. auch ELLENBERG 1956:39).

4.1.2.8. Zum Assoziationsbegriff

Den in Kapitel 5. beschriebenen Waldgesellschaften liegt folgende Assoziationsdefinition zugrunde: Ein Syntaxon erhält die Rangstufe einer Assoziation, wenn es über eine oder mehrere eigene Kennarten verfügt und nicht weiter in Einheiten untergliedert werden kann, die eigene Kennarten aufweisen (BERGMEIER et al.1990:96).

Diese Definition führt zu weitgefaßten, floristisch aber gut umrissen Syntaxa mit Assoziationsrang (vgl. W. u. A. MATUSZKIEWICZ 1981:126, WELSS 1985:35). Der so definierte Assoziationsbegriff ist mit den Termini "Assoziationsgruppe" (vgl. HARTMANN und JAHN 1967:4, W. u. A. MATUSZKIEWICZ 1981:126f) und "Hauptassoziation" (vgl. R. KNAPP 1948a:39f) vergleichbar.

Zur Originaldiagnose einer Assoziation sollten Aufnahmen verwendet werden, die jeweils mindestens eine Assoziationskennart enthalten. Bereits beschriebenen Assoziationen können demgegenüber Aufnahmen solcher Bestände zugeordnet werden, denen Assoziationskennarten fehlen. Eine Zuordnung ist in solchen Fällen mit Hilfe der "Typischen Artenverbindung" möglich (vgl. Kap. 4.1.2.1.). Assoziationen sind demzufolge durch Kennarten definiert und aufgrund ihrer Typischen Artenverbindung floristisch charakterisiert (DIERSSEN et al. 1988:7).

Dem im Rahmen dieser Arbeit verwendeten Assoziationsbegriff steht eine Vielzahl weiterer Definitionen gegenüber. Erstmalig 1935 (Botanikerkongreß in Amsterdam) wurde er auf solche Vegetationstypen eingegrenzt, die durch Kenn- und Trennarten charakterisiert waren (BRAUN-BLANQUET 1964:21, DIERSCHKE 1981:110). Im Zuge einer fortschreitenden vegetationskundlichen Bearbeitung Mitteleuropas rückten viele Autoren wieder von einer strengen Anwendung des "Kennartenprinzips" als Grundlage der Assoziationsdefinition ab (HEGG 1965:94ff, KLOTZLI 1972:38, ELLENBERG 1978:109; vgl. hierzu auch OBERDORFER et al. 1977:17 und OBERDORFER 1980:12ff). Anlaß war, daß nur einem Teil der neu beschriebenen Einheiten im Sinne der Kennartenlehre Assoziationsrang zukam. Der Treuebegriff als wesentliches Kriterium der Kennart verlor zunehmend an Bedeutung (ELLENBERG 1954:138, 1978:107f). Um artenarme Bestände (z.B. Lemnetea, Charetea, Potametea) syntaxonomisch besser definieren zu können, wurden von einigen Bearbeitern Dominanzverhältnisse als pragmatische Abgrenzungshilfe herangezogen (sog. "Dominanzassoziationen"; vgl. TÜXEN und PREISING 1942, WIEGLEB 1981:218ff, SCHRAUTZER 1988). Einige Pflanzensoziologen lehnen das Kennartenprinzip vollständig ab (SCAMONI 1954:342, 1963a:43ff, SCAMONI und PASSARGE 1959:387, PASSARGE 1968:75). Wesentlicher Kritikpunkt ist, daß aufgrund einer unzureichenden Anzahl guter Kennarten Variabilität und Vielfalt der Vegetationszusammensetzung auf Assoziationsniveau nicht zufriedenstellend wiedergegeben werden kann (vgl. SCAMONI und PASSARGE 1959:385ff, PASSARGE 1964:6). Alternativ dienen "soziologische Artengruppen" zur Abgrenzung und Definition der Assoziation (SCAMONI et al. 1965, PASSARGE und HOFMANN 1968:23ff). Diese vereinigen "Arten, die ... in bestimmten Pflanzengesellschaften ... schwerpunktmäßig, das heißt mit großer Menge beziehungsweise hoher Stetigkeit auftreten und in ökologisch weniger verwandten Vegetationstypen fehlen ..." (PASSARGE und HOFMANN 1968:24). Auf dieser Grundlage lassen sich Assoziationen mit vergleichsweise enger Standortsamplitude beschreiben. Floristisch sind diese aber nur schwach gekennzeichnet. Eine klare begriffliche Grenze zwischen Syntaxa verschiedener Rangstufe verschwimmt (vgl. W. u. A. MATUSZKIEWICZ 1981:126). Als weiterer Nachteil erweist sich, daß aufgrund der

vielfältigen Kombinationsmöglichkeiten verschiedener Artengruppen eine unüberschaubare Anzahl an Assoziationen resultiert, mit denen ein pflanzensoziologisches System an Übersichtlichkeit verliert (vgl. DIERSSEN 1990:60). Zugleich sind seine Handhabung und Vermittelbarkeit erschwert (vgl. Kap. 4.1.2.5.).

4.1.2.9. Untergliederung der Assoziation

Assoziationen lassen sich mit Hilfe von Differentialarten in Untereinheiten gliedern (vgl. DIERSSEN 1990:65ff). Diese müssen den in Kapitel 4.1.2.4. genannten Kriterien für Differentialarten genügen. Sofern die Untergliederung einer Assoziation edaphisch, chorologisch, nutzungshistorisch oder dynamisch bedingte Differentialarten-Gruppen erkennen läßt, wurden diese im Sinne des "Prinzips einer mehrdimensionalen Gliederung (W. u. A. MATUSZKIEWICZ 1981) zueinander in Beziehung gesetzt. Die unterscheidbaren "Hierarchiestränge" sowie deren auf einzelne Rangstufen zugeschnittene Nomenklatur gehen aus Tabelle 4 hervor.

Wie Tabelle 4 zeigt, können - zur feineren Standortsdifferenzierung - Subassoziations-Gruppen als weitere Gliederungsebene dienen (vgl. Kap. 5.1.2.2.). Sie wurden bereits von TÜXEN (1937:128ff) zur Gliederung des "Querco-Betuletum" sowie später von MÜLLER und GÖRS (1958), MEISEL (1969) und DIERSCHKE (1985) verwandt.

Tab.4: Untereinheiten der Assoziation, nach dem Prinzip einer mehrdimensionalen Gliederung

edaphische Faktoren	geographische Faktoren	orographische Faktoren	Nutzung	Dynamik
Subass.-Gruppe	Vik.-Gruppe	Höhenform-Gruppe	Nutz.-Gruppe	Phasen-Gruppe
Subass.	Vikariante Gebietsform	Höhenform	Nutzungs-form	Phase
Variante	Gebiets-variante	Höhenvariante	Nutzungs-variante	Phasen-variante
Subvariante	Gebiets-Subvar.	Höhen-Subvar.	Nutzungs-Subv.	Phasen-Subv.

In vorliegender Arbeit wurden Assoziationen nach Arten(gruppen) untergliedert, die ökologisch gleichsinnig interpretierbar sind. So geben Subassoziationen trophische, Varianten hydrologische Standortsunterschiede wieder. Einheiten, in denen Arten flächen- oder aspektbezogen vorherrschen, werden als Fazies bezeichnet (vgl. ELLENBERG 1956:45, MORAVEC 1975:230).

4.1.2.10. Gesellschaften ohne Assoziationskennarten

Häufig finden sich Pflanzenbestände, denen die für eine synsystematische Wertung wichtigen Kenn- und Trennarten teilweise oder ganz fehlen. Für das Fehlen solcher Arten lassen sich verschiedene Gründe anführen. In der Regel haben anthropogene Faktoren zum Ausfall der meist durch enge ökologische Amplituden gekennzeichneten Charakter- und Differentialarten (insbesondere niedriger Rangstufen) geführt (zum Beispiel Herbizideinsatz, Düngung etc.). Teilweise ist ein Fehlen dieser Sippen auch bestandesdynamisch erklärbar. Bei einer Besiedlung neu entstandener Standorte oder beginnender Bestandessukzession (z.B. nach Nutzungsänderung) haben besonders Arten mit weiter ökologischer Amplitude Konkurrenzvorteile, breiten sich also rascher aus (vgl. MIERWALD 1988:47f).

Zur Kennzeichnung dieser floristisch verarmten Gesellschaften hat BRUN-HOOL (1966) den Begriff "Fragmentgesellschaft" eingeführt. Aufgrund einer standörtlichen (bestandesgeschichtlichen) Interpretation gliedert er sie in "Restgesellschaften" im Sinne übriggebliebener Assoziationsreste und "Rumpfgesellschaften" als unvollkommen entwickelte, pionierartige Vegetationstypen. Einen weiterführenden Weg zur synsystematischen Wertung meist durch menschlichen Einfluß verarmter Pflanzenbestände haben seit 1971 KOPECKY und HEJNY (vgl. auch 1973, 1974, 1978a) beschritten. Ausgehend von dem bereits vorhandenen, induktiv aufgebauten System floristisch gut begründeter Vegetationseinheiten können nachträglich Bestände - entsprechend ihrer Ausstattung mit Kennarten ranghöherer Syntaxa - deduktiv zugeordnet werden. Je nach Rangstufe der auftretenden Charakterarten werden aus diesen Beständen aufgebaute Syntaxa als "Basalgesellschaften" des Verbandes, der Ordnung oder der Klasse bezeichnet. Diese Methode bietet den Vorteil, heute weit verbreitete und oftmals nur Kenntaxa höherer Rangstufen aufweisende Pflanzenbestände synsystematisch werten zu können.

Neben "Fragmentbeständen" existieren aber auch solche mit fester, stetig wiederkehrender Artenverbindung, welche als "floristisch gesättigt" interpretiert werden kann.

Unter floristischer (zönologischer) Sättigung soll hier eine innerhalb der Bestände eines Syntaxon auftretende potentielle Artenvielfalt verstanden werden, die der eines wenig oder nicht gestörten Bestandeszustandes entspricht. Sie ist daher inhaltlich nicht mit der bei KOPECKY und HEJNY (1978a:45f, 1978b:30) gleichlautenden Formulierung ("zönologisch gesättigte Gesellschaft") vergleichbar. Diese Autoren verstehen hierunter einen vollständig mit Kennarten (KC-, OC- ,VC- und AC-Arten) "gesättigten" Pflanzenbestand (entspricht einem "Assoziationsindividuum").

Besonders in Wäldern sind Bestände dieser Charakteristik keine Seltenheit. Sie sind zum einen in Arealrandbereichen von Syntaxa entwickelt, wo Kennarten überwiegend aus klimatischen Gründen ausfallen können (DIERSCHKE 1981:112). Zum anderen bilden sie auf "mittleren" Standorten eine häufige Erscheinung, da gerade dort vertretene Sippen kaum den Kriterien von Kennarten genügen (JAHN 1972:347, ELLENBERG 1978:107). Gleichwohl weisen entsprechende Einheiten eine gut umrissene Artenzusammensetzung auf, wenn ihnen auch eigene Asso-

ziations-, teilweise sogar Verbands- und Ordnungskennarten fehlen. Um sie syntaxonomisch wie -systematisch werten zu können, haben mehrere Autoren vorgeschlagen, den von KOPECKY und HEJNY für anthropogene Vegetationstypen entwickelten Begriff der Basalgesellschaft auch auf naturnahe (zönologisch gesättigte) Einheiten zu übertragen (VAN GILS und HUITS 1978:15,22, MIERWALD 1988:48, BERGMEIER et al. 1990:99).

Der ursprünglich von KOPECKY und HEJNY definierte Begriff "Basalgesellschaft" wird damit inhaltlich erweitert. Im Rahmen vorliegender Arbeit wird er als Überbegriff für drei standörtlich (genauer: bestandesgeschichtlich; vgl. oben) unterscheidbare Typen gebraucht:

- Restgesellschaften (sensu BRUN-HOOL 1966:38):
verarmte, "geköpfte", nur noch in fragmentarischer Form erhaltene Bestände, die früher Assoziationskennarten enthielten (Degradations- und Degenerationsstadien).
- Rumpfgesellschaften (sensu BRUN-HOOL 1966:38):
unvollkommen entwickelte Pionier-Bestände, denen eigene Kennarten (noch) fehlen (Initialstadien).
- Grundgesellschaften:
zönologisch gesättigte, naturnahe Bestände (ohne eigene Assoziationskennarten).

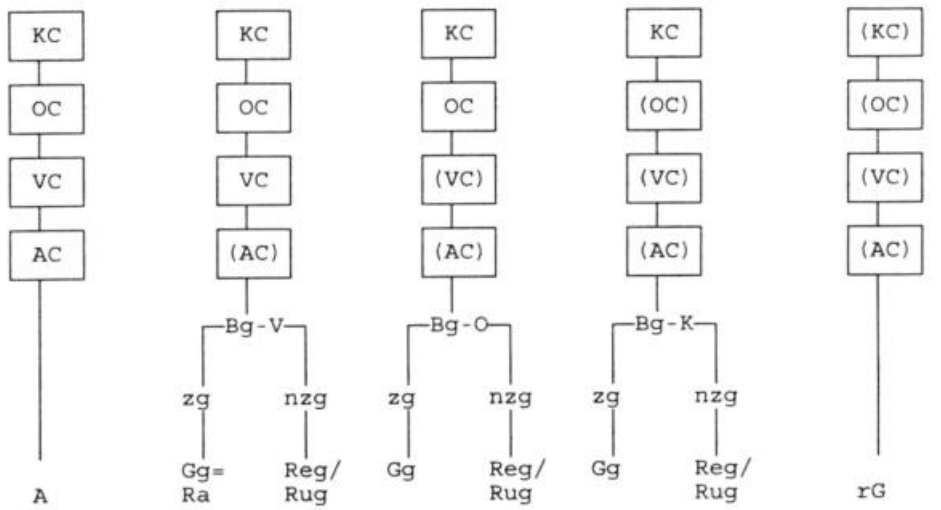
Basalgesellschaften eines Verbandes (Vorhandensein von VC-Arten), die zudem zönologisch gesättigt sind (also Grundgesellschaften im oben genannten Sinn sind), sollen in Anlehnung an OBERDORFER et al. (1967:8) als Rumpfassoziationen bezeichnet werden.

Zur Bennenung zönologisch gesättigter und durch Kennarten eines Verbandes charakterisierter Vegetationseinheiten wählte DIERSCHKE (1974a:44, 1981:114, 1994:324f) den Begriff "Zentralassoziation". Rumpf- und Zentralassoziation entsprechen sich damit in formaler Sicht (Fehlen eigener Assoziationskennarten). Für die Zentralassoziation fordert DIERSCHKE (1981:114) ferner, daß sie "mit dem optimalen Vorkommen der Verbandskennarten das floristische und ökologische Zentrum des Verbandes" darstellt (vgl. auch DIERSCHKE 1988:381). Ein Teil oftmals angeführter Beispiele (z.B. das Galio odorati-Fagetum; vgl. DIERSCHKE 1985:155f) genügt aber dem zuletzt genannten Kriterium nicht (ökologisches Zentrum des Verbandes). Innerhalb des Fagion (und des Eu-Fagenion) nimmt das Galio odorati-Fagetum im Hinblick auf Basen- und Nährstoffversorgung eher eine Randstellung ein. Auch Verbandskennarten (zum Beispiel Galium odoratum, Dentaria bulbifera) treten in anderen Fagion-Gesellschaften (z.B. im Hordelymo-Fagetum) mit gleicher oder sogar höherer Stetigkeit und Deckung auf als in Waldmeister-Buchenwäldern. In dieser Hinsicht ist der Begriff "Zentral"-Assoziation mißverständlich. Dem floristischen Charakter solcher Einheiten Rechnung tragend soll demgemäß der von OBERDORFER et al. (1967) vorgeschlagene Begriff "Rumpfassoziation" Verwendung finden. Ihre Nomenklatur und Gliederung entspricht jener der Assoziation.

Aufnahmekollektive, deren Artengefüge keine ihnen eigenen Kenntaxa aufweisen, wohl aber mittels Differentialarten eindeutig umgrenzbar sind, werden neutral als "Gesellschaft" bezeichnet. Eine Rangstufen-Zuordnung zu höheren Syntaxa (V,O,K) ist möglich, sofern die für entsprechende Rangstufen charakteristischen Kennarten vorhanden sind. Im Gegensatz zu Syntaxa unterhalb des Assoziationsranges weisen die betrachteten Vegetationstypen ("Gesellschaften") Diffe-

rentialarten auf, die zumindest lokal und mit Bezug auf die nächsthöhere Rangstufe den Kriterien von Kennarten genügen.

Eine Zusammenstellung der synsystematischen Wertung durch Kennarten unterschiedlich charakterisierter Vegetationstypen gibt Abbildung 22.



Abkürzungen:

AC,VC,OC,KC: im betrachteten Vegetationstyp sind Assoziations-, Verbands-,Ordnungs-,Klassenkennart vorhanden

(AC),(VC),(OC),(KC): im betrachteten Vegetationstyp sind Assoziations-,Verbands-,Ordnungs-,Klassenkennarten nicht vorhanden

A: Vegetationstyp entspricht einer Assoziation
Gg: Vegetationstyp entspricht einer Grundgesellschaft
Ra: Vegetationstyp entspricht einer Rumpfassoziation
Reg: Vegetationstyp entspricht einer Restgesellschaft
Rug: Vegetationstyp entspricht einer Rumpfgesellschaft
rG: Vegetationstyp entspricht einer ranglosen Gesellschaft
Bg-V,-O,-K: Basalgesellschaft des Verbandes, der Ordnung, der Klasse
zg: zönologisch gesättigt
nzg: nicht zönologisch gesättigt

Abb. 22: Synsystematische Wertung durch Kennarten unterschiedlich charakterisierter Vegetationstypen

4.1.2.11. Untergliederung der Gesellschaften ohne Assoziationskennarten

Analog zu Untereinheiten der Assoziation lassen sich Basalgesellschaften in Subbasal-Gruppen, Subbasalgesellschaft, Varianten und Subvarianten gliedern. Ihnen können - dem Prinzip einer mehrdimensionalen Gliederung entsprechend - nach geographischen, orographischen, dynamischen und nutzungsbedingten Gesichtspunkten unterscheidbare Gliederungsstränge zugeordnet werden (vgl. Kap. 4.1.2.8.). Zur Benennung von Basalgesellschaften wird der Name des jeweiligen Syntaxon (entsprechender Rangstufe) in Verbindung mit dem freien Morphem "-Basalgesellschaft" (oder abgekürzt "-BG") gebraucht (Bsp.: Fagetalia-Basalgesellschaft, Fagetalia-BG).

Untereinheiten rangloser Gesellschaften werden als Ausbildungen bezeichnet.

4.2. Bodenkundliche Untersuchungen

Begleitend zur Aufnahme der Vegetation wurden in den Jahren 1986 und 1987 bodenkundliche Untersuchungen durchgeführt. Da einige profilmorphologische wie bodenchemische Parameter (z.B. Mächtigkeit der Streuauflage; pH-Wert, vgl. ELLENBERG 1939:35, 68ff) jahreszeitlichen Veränderungen unterliegen, wurde - zur Vergleichbarkeit der während beider Jahre erhaltenen Werte - der Probennahmezeitraum nahezu ausschließlich in die Monate September und Oktober (stets jedoch vor Laubwurfbeginn) gelegt.

4.2.1. Aufnahme von Bodentyp und Bodenart

Zur Ansprache der Bodentypen wurden unter Verwendung von Bohrstöcken (nach PÜRCKHAUER, Außendurchmesser 28 mm, Länge 100 cm) Bodenprofile erbohrt. Die Aufschlußtiefe richtete sich nach der Solum-Mächtigkeit einzelner Bodentypen. Sie betrug im Regelfall 120-140 cm (in Ausnahmen - z.B. bei Oxigleyen - auch bis zu 200 cm) und ist aus den in Kapitel 5. angeführten Bodentabellen ersichtlich. Durch zwei überlappend angelegte Bohrungen (von 0 bis 100 cm und von 50 bis 150 cm) war in den entsprechend angeordneten Bohrstöcken das gesamte Bodenprofil ersichtlich, so daß Abfolge und Mächtigkeiten einzelner Horizonte protokolliert werden konnten. In jedem Profil wurden die oberen Horizonte (Humushorizonte) ergraben, um deren Mächtigkeiten genauer ausmessen und Durchwurzelungsverhältnisse besser abschätzen zu können.
Grundlage einer Bodentypenansprache und -gliederung war die von der Kommission V der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft erarbeitete Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland (MÜCKENHAUSEN 1977, ARBEITSKREIS BODENSYSTEMATIK 1985).

Danach können - dem pflanzensoziologischen Klassifikationsverfahren vergleichbar - folgende

Kategorien unterschieden werden:

Abteilungen: Zusammenfassung von Klassen mit gleicher Art der Einwirkung des Wassers auf den Boden.
Klassen: Böden mit gleicher oder ähnlicher Horizontfolge.
Subtypen: Qualitative Abwandlungen der Bodentypen einschließlich der Übergänge; zu den Subtypen gehören:
- Normaltypen: Böden mit typischer Horizontfolge,
- Abweichungen vom Normaltyp: Böden prinzipiell gleichbleibender Horizontfolge mit gewissen Abweichungen, z.B. fehlenden Horizonten, abweichender Horizontausbildung.

Varietäten: Quantitative Modifikationen eines Subtyps aufgrund gradueller Unterschiede im Ausprägungsgrad bestimmter bodentypologischer Merkmale. In der Bezeichnung wird der Ausprägungsgrad durch Mächtigkeitsangaben und merkmalsbeschreibende Adjektive gekennzeichnet (bspw. Pseudogley, stark naßgebleicht oder stark rostfleckig).
Subvarietäten: Modifikation einer Varietät unter Berücksichtigung aller qualitativen und quantitativen Besonderheiten der Varietät (z.B. Erosion, Akkumulation, Wasserhaushalt).
Bodenform: Lithogene Ergänzung (Ausgangsmaterial und Bodenart) zu Subtyp, Varietät oder Subvarietät als kleinste systematische Einheit zur Kennzeichnung des Bodenprofils (ARBEITSKREIS BODENSYSTEMATIK 1985:199).

Zur Aufnahme der Bodenart (als Maß für die Korngrößenzusammensetzung des Bodens; Partikel unter 2 mm Durchmesser) war die für Feldarbeiten zweckmäßige "Fingerprobe" ausreichend genau. Eine praktische Anleitung zur Bestimmung der Bodenart geben BLUME und LAMP (1985:Kap. 4.5.) mit Hilfe eines Schlüssels.

4.2.2. MUNSELL-Farbwert

Ein wesentliches Hilfsmittel zur Beschreibung von Böden ist deren Farbe. Sie wird durch einige wenige, färbende Bestandteile bestimmt, insbesondere durch Eisen- und Manganminerale sowie Huminstoffe. Farbton, Farbintensität und Farbverteilung können dementsprechend zur Beurteilung von Bodeneigenschaften und pedogenetischen Prozessen dienen. Beispielsweise ermöglicht die Intensität der Schwarzfärbung im Oberboden bei gleichen Bodenformen eine Abschätzung des Gehaltes an organischer Substanz. Verbraunung, Vergleyung, Pseudovergleyung und Podsolierung sind anhand charakteristischer Farbverschiebungen im jeweiligen Bodenhorizont erkennbar.

Um Bodenfarben möglichst objektiv und reproduzierbar bestimmen zu können, werden MUNSELL-Farbtafeln verwendet (Munsell Soil Color Charts, Ed. 1975). Eine Farbbestimmung wurde im bodenfrischen Zustand durchgeführt (vgl. BLUME und LAMP 1985:Kap. 3.1.) und umfaßt - angegeben als drei in Reihenfolge geschriebene Schlüsselzahlen - Farbton (Hue: Ausschnitt aus dem sichtbaren Farbbereich), Farbhelligkeit (Value: Höhe des Schwarz- und Weißanteils) und Farbtiefe (Chroma: Farbintensität).

4.2.3. Bodenchemische Untersuchungen

4.2.3.1. Probennahme und Aufbereitung der Proben

Für bodenchemische Laboranalysen wurden aus allen im Gelände unterschiedenen organischen Auflage- und Mineralhorizonten Proben entnommen und in einem Trockenschrank bei 90 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Mit Hilfe eines 2 mm-Siebes (Maschenweite) konnten aus den getrockneten Proben gröbere Mineralpartikel und Wurzelteile aussortiert werden. In einer Achat-Mühle wurden die so aufbereiteten Proben staubfein gemahlen, anschließend erneut getrocknet und bis zur chemischen Analyse in luftdicht verschlossenen Glasflaschen aufbewahrt. Alle Analysen wurden - mit Ausnahme der Kohlenstoff- und Stickstoff-Bestimmung - mit jeweils einer Doppelprobe durchgeführt.

4.2.3.2. pH-Wert

Um reproduzierbare und damit vergleichbare pH-Meßwerte zu erhalten, wurden alle Bodenproben nach einem standardisierten pH-Meßverfahren verarbeitet (STEUBING 1965:180). Die getrockneten Proben wurden dazu in einem Boden-Flüssigkeits-Verhältnis von 1:2,5 aufgeschlämmt und anschließend zehn Minuten geschüttelt. Als Aufschlämmflüssigkeiten dienten destilliertes Wasser und eine 0.1n Kaliumchlorid-Lösung, um sowohl pflanzenökologisch ($pH(H_2O)$) als auch bodenkundlich (pH(KCl)) interpretierbare Werte zu erhalten. Durch den geringen Flüssigkeitszusatz ist der im Suspensionsbrei gemessene $pH(H_2O)$-Wert gut dem tatsächlichen Standorts-pH vergleichbar (Dissoziationsprozesse der an den suspendierten Bodenteilchen adsorbierten H- beziehungsweise OH-Ionen beeinflussen die pH-Messung; dagegen erfassen Messungen im Filtrat nur die tatsächlich abgespaltenen Ionen (STEUBING 1965:182f)). Das zur pH-Bestimmung verwendete Meßgerät (pH-Meter der Firma WTW) war mit einer Glasstabelektrode ausgestattet.

4.2.3.3. S-Wert und Basensättigung

Der S-Wert (mval/100g) bezeichnet die Summe der in einer bestimmten Bodenmenge austauschbaren, basisch wirkenden Kationen (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, Na^+). Die S-Wert-Bestimmung wurde nach der Methode von BROWN (1943) durchgeführt (Extraktion der an Bodenkolloiden haftenden Kationen mit Essigsäure). Aufgrund einer pH-Wert-Erhöhung in der Extraktionsflüssigkeit kann auf die Menge freigesetzter, basisch reagierender Kationen rückgeschlossen werden.

Aus dem Quotienten der Summe austauschbarer Basen (S-Wert) und der (potentiellen) Kationenaustauschkapazität kann die Basensättigung ermittelt werden:

$$BS(\%) = \frac{\text{Summe der austauschbaren Basen (S-Wert)}}{\text{Kationenaustauschkapazität}} \times 100$$

Ihre Berechnung setzt zusätzlich eine Bestimmung der Kationenaustauschkapazität (Summe aus S-Wert und Bodenazidität) voraus. Die Bodenaziditätsbestimmung wurde analog nach BROWN (1943) durch Extraktion sauer reagierender Kationen mit Ammoniumacetat durchgeführt. Eine pH-Wert-Senkung in der Ammoniumacetat-Lösung dient als Berechnungsgrundlage der Bodenazidität.

4.2.3.4. Kohlenstoff, Stickstoff und C/N-Verhältnis

Zur Bestimmung des Kohlenstoff- und Gesamtstickstoffgehaltes stand ein Analysengerät der Firma Heräus (Elementaranalysator CHN-O-Rapid) zur Verfügung. Das als Gaschromatograph arbeitende Gerät verbrennt bei 1200 °C eingebrachte Bodenproben unter Katalyse der als Probenbehälter dienenden Zinnschiffchen. In kalkhaltigen Proben wird damit zusätzlich Kohlendioxid frei (durch thermische Carbonatzersetzung ab etwa 600 °C, vgl. JANDER und BLASIUS 1979). Entsprechende C_{org}-Werte wurden demgemäß mit einer Bestimmung des in Bodencarbonaten enthaltenen C-Anteils korrigiert (vgl. Kap. 4.2.3.5.). Anstelle von Doppelproben wurde das Analysengerät nach etwa 15 Bodenanalysen neu geeicht (Eichsubstanz Acetanilid).

4.2.3.5. Calciumcarbonat ($CaCO_3$)-Bestimmung

Der Kalkgehalt der Bodenproben wurde gasvolumetrisch mit Hilfe einer SCHEIBLER-Apparatur ermittelt. Sie erlaubt eine Mengenmessung des nach einer Reaktion der Bodencarbonate mit Salzsäure freigesetzten Kohlendioxids. Unter Berücksichtigung der zum Versuchszeitpunkt herrschenden Temperatur- und Luftdruckverhältnisse kann aufgrund der freigesetzten CO_2-Menge der Bodencarbonat-Gehalt errechnet werden:

$$CaCO_3(\text{Gew.-}\%) = \frac{\text{Gasvol. } (CO_2 \text{ in } cm^3) \times \text{Luftdruck (mm Hg)} \times 0.161}{(273+\text{Temperatur } (°C)) \times \text{Einwaage (g)}}$$

4.2.4. Hydrologische Untersuchungen

Um Vegetationstypen hydrologisch charakterisieren zu können, wurden in repräsentativen Beständen verschiedener Waldgesellschaften insgesamt 45 Grundwassermeßbrunnen eingerichtet. Die Grundwasserstände wurden über eine Zeitspanne von zwei Jahren (beginnend im April 1986)

in zweiwöchigen (im ersten Jahr) beziehungsweise vierwöchigen (im zweiten Jahr) Zeitintervallen abgelesen. Zur Auswertung wurden alle Meßdaten als Grundwasser-Gang- und -Dauerlinien dargestellt (vgl. Kap.4.5.2. und Kap.5.).

4.3. Waldschadenserhebung

Aus ökologischer wie forstökonomischer Sicht ist die Rotbuche in Schleswig-Holstein die mit Abstand bedeutsamste Baumart. Eine Erfassung von Waldschäden begrenzte sich daher auf jene Waldgesellschaften, in denen Fagus als vorherrschende oder doch wesentlich am Bestandesaufbau beteiligte Art auftritt. Ziel der Erhebungen war es, Buchenschäden in Qualität und Quantität vegetationstypenbezogen wiederzugeben, um auf dieser Grundlage einen Schadensvergleich zwischen verschiedenen Einheiten des Fagion und Quercion zu ermöglichen. Als Erhebungsflächen wurden Waldgebiete ausgewählt, die durch eine größere Anzahl von Vegetationsaufnahmen aus Vorjahresuntersuchungen typologisch bereits gut charakterisiert waren.

Um Baumschäden mit standörtlichen Parametern in Beziehung setzen zu können, mußten die untersuchten Bestände hinsichtlich solcher Parameter vergleichbar sein, deren Einfluß modifizierend auf Verlauf und Ausmaß von Buchenschäden wirkt. Alle Erhebungsflächen wiesen demzufolge vergleichbare Bestandesstrukturen auf, ließen also im Hinblick auf Alterszusammensetzung und Kronenschlußgrad keine wesentlichen Unterschiede erkennen (vgl. RUNKEL und KENNEWEG 1986:109, STRELETZKI 1986:542 und KUHL 1987:30 zur altersabhängigen Vitalität bei Buchen und der Schadenszunahme bei höherem Baumalter). Zur Erhebung wurden ausschließlich Buchen der Altersklasse zwischen 80 und 120 Jahren berücksichtigt. Insgesamt wurden im Erhebungszeitraum (Oktober 1987 bis Februar 1988) etwa 7000 Buchen untersucht.

Die qualitative Ansprache der Buchenschäden beruht auf einem von ROLOFF (1988:322, vgl. auch RUNKEL und ROLOFF 1985) entworfenen Interpretationsschlüssel, dem als wesentliche Kriterien der Schadenseinschätzung kronenmorphologische Charakteristika zugrundeliegen. Diese Methode birgt gegenüber Schadenserhebungen mittels Belaubungsverhältnissen folgende Vorteile:

- Der angewandte Interpretationsschlüssel wurde aufgrund eines Phasenmodells des Triebwachstums der Buche entwickelt. Untersuchungen ROLOFFs zeigen, daß besonders Wipfeltrieblängen und Verzweigungsmodus den Vitalitätszustand eines Baumes charakterisieren. Diese morphologischen Merkmale dokumentieren Reaktionen des Baumes auf Umwelteinflüsse über Dekaden (vgl. ROLOFF 1988:317ff).
- Kurzfristig wirksame, wachstumshemmende Umweltfaktoren (z.B. Trockenjahre) beeinflussen den Verzweigungsmodus der Wipfeltriebe nicht (vgl. ROLOFF 1984). Sie haben damit keinen Einfluß auf eine Schadensansprache. Demgegenüber können Erhebungen, denen als Schadenskri-

terium der Belaubungszustand eines Baumes zugrundeliegt, zu jährlich stark schwankenden Ergebnissen führen (SCHÖPFER 1985:224). Besonders Fagus reagiert sensibel auf längere Trokken- oder Feuchteperioden (z.B. Verkleinerung der Blattgröße nach Trockenstress).
- Eine Schadensansprache ist im Winterhalbjahr durchführbar, wenn Baumkronen gut eingesehen werden können. Zumindest terrestrische Schadenserhebungen im belaubten Zustand müssen demgegenüber den für eine Beurteilung wichtigen oberen Kronenbereich unberücksichtigt lassen.
- Die Schadensansprache ist gut reproduzierbar, da sich die Kronenstruktur einer Buche nur nach langfristiger Wirkung bestimmter Umweltfaktoren ändert.
- Der Schadstufen-Schlüssel kann bei Luftbild-Interpretationen verwendet werden. Er liegt beispielsweise der von RUNKEL und KENNEWEG (1986) in Schleswig-Holstein (mit Hilfe von IR-Luftbildern) durchgeführten Waldschadensanalyse zugrunde.

Nach ROLOFF (1988:323f) bestehen bei Fagus sylvatica zwischen Schadstufen und kronenmorphologischen Merkmalen folgende Beziehungen:

a) Schadstufe (Vitalitätsstufe) 0:
Bei vitalen, ungeschädigten Buchen entwickeln sich die Hauptachsen der Wipfeltriebe und deren obere seitliche Verzweigungen zu Langtrieben ("Explorationsphase" der Wipfeltriebe). Dadurch entsteht ein gleichmäßiges, netzartiges Verzweigungssystem im gesamten Kronenraum. Die in einer Ebene angelegten Verzweigungen bilden in der Kronenperipherie fächerartige, flächenhafte Strukturen. Diese "Explorationstriebe" garantieren der Buche einen optimalen Lichtgenuß. Die Kronen sind gleichmäßig geschlossen und gewölbt und zeigen im Sommer keine Belaubungslükken.

b) Schadstufe (Vitalitätsstufe) 1:
Während die Hauptachsen der Wipfeltriebe bei Buchen dieser Schadstufe (geschwächte Buchen) noch zu Langtrieben auswachsen (wenn auch teilweise mit reduziertem Längenzuwachs), bilden Seitenzweige überwiegend Kurztriebe aus ("Degenerationsphase" der Wipfeltriebe). Da Kurztriebe den Raum zwischen einzelnen Zweigen nur unvollständig ausfüllen, wirkt die Krone dieser Bäume zerfranst. Eine Desynchronisation des Wachstums einzelner Äste an der Kronenperipherie kann diesen Eindruck verstärken. Wie "Spieße" ragen Langtriebe über das Kronendach hinaus. Blätter sind meist dicht und büschelig am Ende von Kurztrieben angeordnet. Bei Buchen im Alter von 150 Jahren setzt diese Degenerationsphase als Folge einer natürlichen Vitalitätsminderung ein.

c) Schadstufe (Vitalitätsstufe) 2:
An merklich geschädigten Buchen bilden auch Hauptachsen der Wipfeltriebe nur noch Kurztriebe aus ("Stagnationsphase" der Wipfeltriebe). Da Kurztriebketten aufgrund ungünstiger mechanischer Eigenschaften bei Windböen oder Starkregen abbrechen, setzt in dieser Phase eine vom

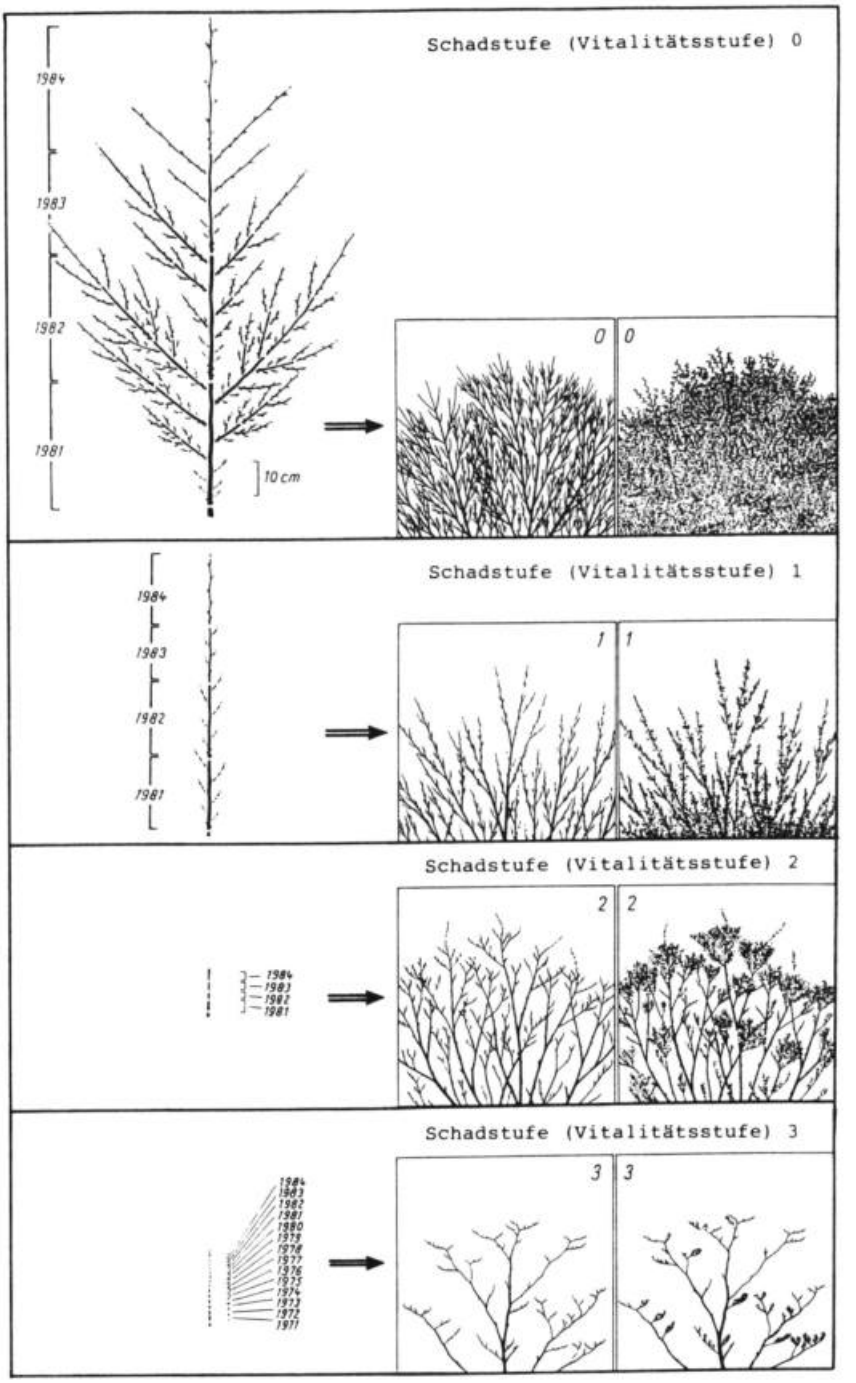


Abb.23: Änderungen des Verzweigungsmusters von Wipfeltrieben (linker Abb.teil) und der Kronenmorphologie (rechter Abb.teil, unbelaubt und belaubt) bei Fagus sylvatica mit zunehmender Schädigung (weitere Erläuterungen im Text; nach ROLOFF 1988 aus HÄRDTLE 1990d)

Kroneninneren zur -peripherie fortschreitende Verlichtung ein. In der Kronenperipherie wirken übrigbleibende Äste aufgrund fehlender Verzweigungen (Kurztriebe verzweigen sich nicht) sowie herausgebrochener Kurztriebketten wie busch- oder pinselartige Gebilde. Ältere und daher längere Kurztriebketten können in charakteristischer Weise krallenartig zum Licht gebogen sein ("Krallenstadium"). Buchen dieser Schadstufe sind auch im belaubten Zustand deutlich verlichtet. Für die weitere Entwicklung einer so geschädigten Buche gewinnen abiotische wie sekundäre biotische Faktoren zunehmend an Bedeutung.

d) Schadstufe (Vitalitätsstufe) 3:
Bei lange anhaltender Stagnationsphase brechen immer mehr Kurztriebketten ab, schließlich auch die der Wipfeltriebe selbst ("Resignationsphase"). Einzelne, teilweise auch größere Äste sterben ab und brechen aus dem Kronenraum heraus. Die Baumkrone zerfällt, übrig bleiben peitschenartige Gebilde als Reste der ehemaligen Krone mit meist krallenartig gebogenen Kurztriebketten. Dem zunehmenden Astverlust versucht die Buche durch Reiteration zu begegnen (bspw. Wasserreiserbildung). Obwohl ein Absterben der gesamten Krone nicht aufzuhalten ist, können einzelne Bäume dadurch mehrere Jahre in diesem Stadium verharren.

Die Schadstufe 4 bezeichnet vollständig abgestorbene Buchen.

In Abbildung 23 ist der oben beschriebene Schadensverlauf als Schema wiedergegeben. Dargestellt sind Änderungen des Verzweigungsmusters bei Wipfeltrieben und der Kronenmorphologie in Abhängigkeit von einer zunehmenden Schädigung der Buche.

4.4. Statistische Methoden

4.4.1. Einführung

In aller Regel werden monokausale Analysen und Interpretationen zum Verständnis von Vegetations-Standorts-Zusammenhängen - so sehr sie auch dem Bedürfnis nach Einfachheit und Überschaubarkeit entgegenkommen - unbefriedigend bleiben (GIGON 1983:156ff). Wie noch in Kapitel 7.2.1. gezeigt wird, lassen sich Waldgesellschaften des Untersuchungsgebietes aufgrund einzelner Standortsparameter nur unzureichend gegeneinander abgrenzen. Zudem sind die meisten Standortsparameter in unterschiedlichem Maße miteinander korreliert, so daß ihre separate Interpretation ohnehin nicht sinnvoll erscheint.

Multivariate Methoden bieten die Möglichkeit, die - aufgrund vieler Meßparameter gegebene - vieldimensionale Ähnlichkeitsstruktur eines Datensatzes in möglichst wenigen Dimensionen abzubilden (WILDI 1986:143, DIERSSEN 1990:192). Standortsökologische Interpretationen werden

somit erleichtert, ohne daß wesentliche Informationsinhalte verloren gehen. Mit Hilfe einer an die Hauptkomponenten- und Diskriminanzanalyse geknüpften Ordination lassen sich Gradientenstrukturen eines Faktorenkomplexes besonders gut veranschaulichen. Sie trägt deshalb Anforderungen zur Darstellung standörtlicher Kontinua und damit einhergehenden Übergängen im Vegetationsgefüge optimal Rechnung (vgl. MÜLLER-DOMBOIS und ELLENBERG 1974:277, DIERSSEN 1990:194).

Multivariate Verfahren lassen sich in der Vegetationskunde auf verschiedene Weise einsetzen. So können sie zur Sortierung von Vegetationsaufnahmen und dementsprechend - unter Bezug auf den angewandten Algorithmus - zur "objektiveren" Darstellung von Vegetationstypen dienen ("numerische Syntaxonomie"; vgl. WHITTAKER 1973, VAN DER MAAREL et al. 1976, VAN DER MAAREL 1978, ORLOCI 1978, GREIG-SMITH 1979, WIEGLEB 1980, GRABHERR 1982, 1985). Es sei an dieser Stelle hervorgehoben, daß im Rahmen vorliegender Arbeit Ähnlichkeitsmuster im Vegetationsbild völlig unabhängig von dem in Kapitel 7.2. beschriebenen Ähnlichkeitsmuster von Waldstandorten untersucht wurden: Eine Anwendung statistischer Verfahren hatte zum Ziel, Waldstandorte hinsichtlich bestimmter Standortsqualitäten (bodenchemische und profilmorphologische Merkmale) zu gruppieren. Ein anschließender Vergleich so ermittelter "Standortstypen" mit ausschließlich floristisch definierten Vegetationstypen gibt Auskunft darüber, wie gut pflanzensoziologische Einheiten standörtlich interpretierbar sind (vgl. FRÄNZLE und BOBROWSKI 1983). Damit wird zugleich einem wichtigen Anspruch pflanzensoziologischer Tabellenarbeit entsprochen. Die daran anknüpfenden Fragen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Läßt sich mit einer möglichst umfassenden Auswahl verschiedener Standortsparameter (mittels multivariater Verfahren) zeigen, daß bestimmten Vegetationsmustern ihnen charakteristische Standortsmuster zugeordnet werden können?
- Wie gut lassen sich mit Hilfe dieser Standortsmerkmale floristisch charakterisierte Vegetationstypen (eindeutig) unterscheiden?
- Läßt sich - auf der Basis dieser Standortsmerkmale - ein Abstraktionsniveau (soziologische Rangstufe) angeben, auf dem eine Vegetationstyp-Standortstyp-Entsprechung noch Gültigkeit hat?
- Können Hypothesen über Vegetations-Standorts-Beziehungen aufgestellt beziehungsweise begründeter formuliert werden?

4.4.2. Zur Begründung der ausgewählten Verfahren

Zur Auswertung vegetationskundlicher Daten bietet sich heute eine größere Anzahl multivariater Verfahren an (vgl. WHITTAKER 1973, ORLOCI 1975, WILDI 1986:142, DIERSSEN

1990:185). Es ist deshalb zweckmäßig, die Auswahl einzusetzender Verfahren am spezifischen Rechenprinzip einer Methode zu orientieren und gegebenenfalls Methodenkombinationen so zu wählen, daß ein gegebener Datensatz unter möglichst verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet wird. Darüberhinaus kann ein Ergebnisvergleich Informationen über die Beschaffenheit der Datenmatrix und damit über die Interpretierbarkeit einzelner Standortsparameter geben.

Die hier benutzten Verfahren wurden so ausgewählt, daß ihnen jeweils spezifische Ordnungsprinzipien zugrundeliegen (vgl. ORLOCI 1975, OPITZ 1980, HARTUNG und ELPELT 1984).

Dem Prinzip der Klassifikation trägt die Clusteranalyse Rechnung. Bei diesem Verfahren werden Objekte (Untersuchungsflächen) anhand bestimmter Merkmale (bodenchemische und profilmorphologische Parameter) zueinander in Beziehung gesetzt. Es entstehen Objektgruppen (Cluster), die ihrer "Ähnlichkeit" gemäß auf wiederum höherem Ordnungsniveau zu neuen Gruppen verschmolzen werden (Hierarchisierung). Verfahrensmaßgeblich ist dabei die Festlegung eines "Ähnlichkeitsmaßes". Die Clusteranalyse liefert indessen "keine Erklärung" für das aus einem "Stammbaum" ersichtliche Klassifikationsergebnis.

Ein Verfahren der Repräsentation untersuchter Objekte ist die Hauptkomponentenanalyse. Ist bei einer Vielzahl von Merkmalen die Lagedarstellung von Objekten (aufgrund der dann gegebenen Vieldimensionalität des Koordinatensystems) nicht möglich, wird mit der Hauptkomponentenanalyse eine Objekt-Repräsentation im wenig- (2- bis 3-) dimensionalen Raum versucht. Die Koordinatenachsen dieses Raumes klären dabei den Hauptanteil der durch alle Objektmerkmale gegebenen Gesamtvarianz auf. Mit einer Darstellung im wenig-dimensionalen Raum geht daher ein nur geringer Informationsverlust einher. Gruppierungen der Objekte, wie sie bei Klassifikationsverfahren infolge eines eindeutigen Zuordnungsalgorithmus gegeben sind, müssen bei diesem Verfahren nicht erkennbar sein. Allerdings lassen die Koordinatenachsen des Hauptkomponentenraumes Aussagen über Objektlage und Merkmalszusammenhänge zu, so daß im gewissem Rahmen ökologische Interpretationen des aufgezeigten Ordinationsmusters möglich sind.

Diskriminanzanalysen folgen dem Prinzip der Identifikation. Sie sind in der Lage, Objektgruppen zu identifizieren beziehungsweise die Güte ihrer Trennbarkeit mittels gegebener Objektmerkmale festzustellen. Merkmale werden dabei so kombiniert und gewichtet, daß eine vorgegebene Objektgruppierung bestmöglich bestätigt wird.

4.4.3. Kurze Erläuterung der Verfahren

Im folgenden werden die zur Auswertung herangezogenen statistischen Verfahren im einzelnen vorgestellt. Wesentliche Eigenschaften der angewandten Methoden seien dabei nur in dem Um-

fang erläutert, wie er zum Verständnis und mit Hinblick auf eine Ergebnisinterpretation notwendig erscheint. Auf eine Darstellung mathematischer Herleitungen wurde deshalb verzichtet. Hierzu sei auf die in den einzelnen Kapiteln angeführte Spezialliteratur verwiesen. Zur vereinfachten wie auch statistisch gebräuchlichen Sprachregelung werden im nachfolgenden Text die untersuchten Standortsparameter (z.B. pH-, S- oder C/N-Werte sowie profilmorphologische Charakteristika wie Horizontmächtigkeiten) mit dem Begriff "Merkmal" umschrieben. Für die Untersuchungsflächen (Waldstandorte) wird der inhaltlich neutrale Terminus "Objekte" gebraucht.

4.4.3.1. Clusteranalyse (nach WARD)

(Mathematische Grundlagen u.a. bei STEINHAUSEN und LANGER 1977:Kap.4.2., HARTUNG und ELPELT 1984:443ff, KAUFMANN und PAPE 1984:387ff, WILDI 1986:109ff, BORTZ 1989:684ff)

Clusteranalysen haben zum Ziel, eine vorgegebene Menge verschiedener Objekte nach der Ähnlichkeit ihrer Merkmale in Gruppen (sogenannte Cluster) einzuteilen. Sie eignen sich damit zur systematischen Klassifizierung von Objekten einer Objektmenge (BORTZ 1989:684). Cluster sollen intern möglichst homogen, extern möglichst gut voneinander separierbar sein. Entscheidend für das Ergebnis einer Clusteranalyse ist, wie die "Ähnlichkeit" der zu gruppierenden Objekte definiert wird, welches Optimierungskriterium (Rechenalgorithmus) also zur Klassifikation der Objekte Anwendung findet. Als Ähnlichkeits- oder Distanzmaß zweier Objekte wird bei intervall-skalierten Merkmalen üblicherweise das "euklidische Abstandsmaß" verwendet. Im zweidimensionalen Koordinatensystem (d.h. bei zwei Merkmalen) entspricht die euklidische Distanz dem Abstand zweier Punkte mit den jeweiligen Merkmalskoordinaten; sie gibt somit - allgemein formuliert - den Betrag eines Vektors zwischen zwei Punkten (=Objekten) im p-dimensionalen Merkmalsraum wieder (mit p = Anzahl betrachteter Merkmale eines Objektes). Da der Zahlenwert der euklidischen Distanz von der Maßeinheit der Merkmale und den somit festgelegten Zahlengrößen der jeweiligen Meßwerte abhängt (z.B. einstellige Zahlenwerte bei pH-Messungen, bis zu dreistellige Zahlenwerte bei S-Wert Messungen (in mval pro $100cm^2$)), ist es notwendig, die Merkmalsvektoren (Wert eines Merkmals) der Datenmatrix zu standardisieren (GÖNNERT 1989:137). Sie wird mittels einer "z-Transformation" der Datenmatrix erreicht, wodurch alle Merkmalsvektoren den Mittelwert 0 und die Standardabweichung 1 erhalten.

$z_i=(x_i-x_m):s$ mit z_i=z-transformierter Wert beim i-Objekt, x_i=Merkmalsausprägung (Meßwert) beim i-ten Objekt, x_m=Mittelwert aller Meßwerte beim betrachteten Merkmal, s=Standardabweichung; WILDI 1986:58, BORTZ 1989:62, 689).
Die Maßeinheiten der Merkmale bleiben so ohne Einfluß auf die Distanzberechnung.

Die Clusteranalyse nach WARD (1963; = "Minimum-Varianz-Methode", vgl. BORTZ 1989:697) läßt sich als hierarchisch agglomeratives Verfahren bewerten, das mit der feinsten Partitionierung beginnt und dabei jedes Objekt als eigenes Cluster betrachtet. Diese werden suk-

zessiv und paarweise zu neuen, möglichst homogenen Clustern vereinigt, bis im letzten Fusionsschritt alle Objekte in einem Cluster zusammengefaßt sind. Das Ergebnis der Analyse läßt sich als Dendrogramm darstellen, welches die Abfolge der Fusionsschritte zu neuen Gruppen mit in wachsender Hierarchiestufe abnehmender Homogenität erkennen läßt. In aller Regel kann bei der Fusion von vergleichsweise vielen Objekten (im vorgegebenen Fall ist n=117) die Dichotomie eines solchen Dendrogramms nur auf höherer Fusionsebene graphisch dargestellt werden. Die Abnahme der Gruppenhomogenität ist im Dendrogramm in Prozent der größten Fehlerquadratsumme angegeben (vgl. unten).

Das WARD-Verfahren geht davon aus, daß jedes Cluster durch sein Zentroid hinreichend charakterisiert werden kann. Im p-dimensionalen Merkmalsraum (p=Anzahl der betrachteten Merkmale) stellt das Zentroid jenen Punkt dar, der sich durch die arithmetischen Mittel entsprechender Merkmalswerte der zu einem Cluster gehörenden Objekte berechnen läßt. Es bildet somit den (arithmetischen) Mittelpunkt der aus diesen Objekten bestehenden Gruppe; die Homogenität eines Clusters (also die Kompaktheit der zu einem Cluster gehörenden Punktewolke) läßt sich nach WARD mittels der Fehlerquadratsumme beschreiben (Summe der quadrierten Abstände aller Punkte zum Gruppenzentroid).

Im WARD-Verfahren werden sukzessive solche Cluster (bzw. Objekte) vereinigt, mit deren Fusion eine möglichst geringe Zunahme der Fehlerquadratsumme einhergeht. Auf jeder Fusionsstufe wird daher geprüft, welche Kombinationsmöglichkeit bereits bestehender Cluster dem genannten Kriterium am besten entspricht. Eine Minimierung der Fehlerquadratsummenzunahme ist dabei mit der Minimierung der quadrierten euklidischen Distanz der zu fusionierenden Cluster gleichbedeutend (BORTZ 1989:701).

Der skizzierte Algorithmus ist in der Lage, auch bei unscharf begrenzten Punktewolken (der Objekte im Merkmalsraum) besonders kompakte Gruppen aufzufinden (GÖNNERT 1989:138). Auf Nachteile des WARD-Verfahrens wird in Kapitel 7.2.8. (Methodenkritik) näher eingegangen.

4.4.3.2. Hauptkomponentenanalyse (PCA)

(Mathematische Grundlagen u.a. bei ÜBERLA 1971, REVENSTORF 1976, HARTUNG und ELPELT 1984:505ff, OST 1984:595ff, WILDI 1986:146ff, BORTZ 1989:631ff)

Ziel der Hauptkomponentenanalyse (principle component analysis) ist, Merkmale einer gegebenen Objektmenge gemäß ihrer korrelativen Beziehungen zu sortieren. Dabei werden voneinander unabhängige Merkmalsgruppen gebildet. Das Sortierverfahren versucht so, möglichst informationsgleiche oder -ähnliche Merkmale zusammenzufassen und diese den übrigen Merkmalen (mit wiederum eigenem Informationsgehalt) gegenüberzustellen. Indexzahlen (sogenannte Ladungen) ge-

ben an, wie gut ein Merkmal zu einer Merkmalsgruppe paßt und folglich die durch die gesamte Gruppe gegebene Information repräsentiert. Die gewonnenen Merkmalsgruppen lassen sich als neue "synthetische Merkmale" (sog. Hauptkomponenten) interpretieren. Ein gegebener Datensatz wird somit vereinfacht und überschaubarer dargestellt, ohne daß wesentliche Informationen verloren gehen.

Das Ergebnis einer PCA kann graphisch veranschaulicht werden, indem die Raumlage der untersuchten Objekte - unter Bezug auf die errechneten Hauptkomponenten - in einem Koordinatensystem dargestellt wird (Ordination) .

Das Grundprinzip einer PCA wird mit Hilfe geometrischer Überlegungen relativ leicht transparent und soll im folgenden erläutert werden.

Ein Maß für die Variabilität eines Merkmals über eine gegebene Objektmenge ist seine Varianz. Werden zwei Merkmale gleichzeitig betrachtet, so läßt sich ihre Varianz aufteilen in einen Anteil gemeinsamer Varianz und einen jeweiligen Anteil von Einzelvarianz, der für jedes Merkmal spezifisch ist (ÜBERLA 1971:57f, 124ff). Ihre gemeinsame Varianz wird durch den Korrelationskoeffizienten r angegeben und entspricht der Kovarianz beider Merkmale nach z-Standardisierung. In einem vieldimensionalen Koordinatensystem, in dem die Anzahl der Achsen der Anzahl betrachteter Merkmale entspricht (p-dimensional, mit p=Anzahl der in die Analyse einfließenden Standortsmerkmale), wird mit der PCA eine varianzmaximierende orthogonale Rotationstransformation durchgeführt. Dies bedeutet, daß zunächst - gemäß dem Korrelationsmuster der Merkmale - eine erste neue Koordinatenachse ermittelt wird, welche die größtmögliche Variabilität aller Merkmale erfaßt. Geometrisch betrachtet weisen dann die Projektionen aller Objekte auf diese Achse eine maximale Streuung auf. Für sie ist bezeichnend, daß sie von der Gesamtvarianz der Objektmerkmale einen maximalen Anteil aufklärt. Die verbleibenden p-1 Achsen werden wiederum so gedreht, daß eine zweite zu bestimmende Achse von der verbleibenden Restvarianz einen maximalen Anteil aufklärt (BORTZ 1989:624). Sie steht senkrecht (orthogonal) zur ersten und ist somit unabhängig von dieser. Das geschilderte Verfahren wird solange wiederholt, bis die p-te Achse nicht mehr frei rotierbar ist. Sie klärt zwangsläufig einen minimalen Varianzanteil auf. In aller Regel ist es nicht notwendig, alle p neuen Achsen des sogenannten Hauptkomponentenraumes zu bestimmen, da bereits mit Hilfe der ersten Achse ein Großteil der Gesamtvarianz aller Objektmerkmale erklärbar ist. Man wird die Achsen-Bestimmung (auch als Extraktion bezeichnet) zweckmäßigerweise dann abbrechen, wenn die verbleibende Restvarianz einen bestimmten Schwellenwert unterschritten hat (vgl. ÜBERLA 1971:124). Je nach Komplexität der Datenmatrix kann dies bereits nach zwei oder drei Extraktionen der Fall sein, so daß ein vormals viel-(p)dimensionales Koordinatensystem auf ein zwei- bis dreidimensionales System reduziert werden kann. Eine Hauptkomponentenanalyse hätte somit ihr Ziel der Datenreduktion bei gleichzeitig nur unwesentlichem Informationsverlust (geringe Restvarianz) erreicht.

In der PCA werden die extrahierten Achsen als sogenannte Hauptkomponenten bezeichnet, welche die eingangs genannten Merkmalsgruppen repräsentieren. Sie sind als "synthetische Variablen" interpretierbar und für eine Auswertung um so bedeutsamer, je mehr ursprüngliche Merkmale (Standortsparameter) durch sie dargestellt werden. Auf den erst relativ spät extrahierten Achsen bildet sich vorwiegend nur die Varianz eines einzelnen Merkmals ab; zum Verständnis des multivariaten Zusammenhangs sind sie daher ohne Bedeutung (GÖNNERT 1989:139).

An einem konstruierten Beispiel (Tab.5) sei erläutert, wie das Ergebnis einer Hauptkomponentenanalyse dargestellt und interpretiert werden kann.

Tab.5: Beispiel einer möglichen Ladungsverteilung von verschiedenen Merkmalen (A-F) auf drei Hauptkomponeten (HK1-HK3) einer Hauptkomponentenanalyse

Merkmale	HK1	HK2	HK3
A	0.9	0.1	0.3
B	0.9	0.4	0.2
C	0.8	0.3	0.1
D	-0.4	-0.9	-0.2
E	0.3	0.8	0.2
F	0.2	-0.3	0.6
Eigenwert	2.8	2.0	0.6
Varianzanteil(%)	46.0	33.7	9.7

Als Spalten der Tabelle sind drei Hauptkomponenten (HK1-HK3) angeführt, die den ersten drei Achsen des Hauptkomponentenraums entsprechen. Jedem Merkmal (A-F) läßt sich auf der entsprechenden Hauptkomponente eine Indexzahl zuordnen, die als Ladung des Merkmals auf dieser Hauptkomponente bezeichnet wird. Ihr Wertebereich liegt zwischen +1 und -1. Ladungen lassen sich als Korrelationskoeffizienten der Merkmale mit den Hauptkomponenten interpretieren und geben somit an, welche und wie gut die betrachtete Hauptkomponente entsprechende Merkmale repräsentiert. Bei einem Ladungsbetrag von 1 wäre die Hauptkomponentenachse mit der ursprünglichen Merkmalsachse identisch. Aus dem Vorzeichen der Ladung ist ersichtlich, ob Vergrößerungen eines Merkmalswertes mit einer entsprechenden Vergrößerung ihres Wertes auf der Hauptkomponente einhergehen (positive Ladungen) oder ob größer werdende Merkmalswerte mit einem abnehmenden Hauptkomponentenwert verbunden sind (negative Ladungen). Summiert man die quadrierten Ladungswerte einer Hauptkomponente, erhält man deren Eigenwert (in Tab.5 vorletzte Zeile). Er ist ein Maß für den von der betreffenden Hauptkomponente ausgeschöpften Anteil an der Gesamtvarianz aller Merkmale und dem Verfahren der PCA entsprechend bei der ersten Hauptkomponente am größten (GÖNNERT 1989:140). Ist der Eigenwert einer Haupt-

komponente kleiner als 1 (d.h. kleiner als die Varianz eines einzelnen Merkmals), so wird diese für unbedeutend gehalten (geringe Varianzaufklärung) und in aller Regel für die Ergebnisinterpretation vernachläßigt (vgl. ÜBERLA 1971:125, BORTZ 1989:626). Im gegebenen Beispiel (Tab.5) bliebe somit die dritte Hauptkomponente unberücksichtigt.

Da bei z-Standardisierung die Varianz eines Merkmals 1 beträgt, entspricht die Gesamtvarianz aller Merkmale (=Summe der Eigenwerte aller Hauptkomponenten) der Anzahl der bei einer PCA berücksichtigten Merkmale (im gegebenen Beispiel ist p=6). Für jede Hauptkomponente kann somit ihr Eigenwert in Prozent der Gesamtvarianz errechnet werden (in Tab.5 unterste Zeile). Damit läßt sich vereinfacht angeben, welchen Anteil eine Hauptkomponente an der Gesamtvarianz aller Merkmale ausschöpft. Im betrachteten Beispiel umfassen die beiden ersten Hauptkomponenten (HK1 und HK2) etwa 80 % der Gesamtvarianz - für eine PCA ein gutes Ergebnis.

Ladungen auf den Hauptkomponenten werden konventionell als bedeutsam bezeichnet, wenn ihr Betrag größer als 0,5 ist. Zwischen |0,3| und |0,5| können sie fallweise berücksichtigt werden, Beträge unter 0,3 werden als sogenannte Null-Ladungen vernachläßigt (REVENSDORF 1976:319). Im angeführten Beispiel (Tab.5) bilden demgemäß die Merkmale A bis C auf der Hauptkomponente 1 eine deutlich kovariierende und somit bedeutsame Merkmalsgruppe (demgemäß die Merkmale D und E für die HK2). Das Ladungsmuster einer Hauptkomponente ist zugleich Grundlage für eine ökologische Interpretation der Koordinatenachsen im Ordinationsverfahren (vgl. unten).

Wie BORTZ (1989:629) zeigt, stellt jede Lösung einer PCA nur eine - wenngleich mathematisch am einfachsten zu ermittelnde - Lösung unter unendlich vielen möglichen dar. In den meisten Fällen läßt sich daher das unmittelbar nach einer Achsen-Extraktion erhaltene Ladungsmuster auf den Hauptkomponenten nicht direkt interpretieren, da oft nur die erste Hauptkomponente hohe Ladungen aufweist und die Ladungswerte zudem auf den einzelnen Hauptkomponenten nur wenig variieren. Zur Verbesserung der Interpretierbarkeit können daher die Koordinatenachsen im Koordinatenursprungspunkt um einen bestimmten Winkel rotiert werden. Bedeutsam für die angewandte Rotationsmethode ist dabei das "Kriterium der Einfachstruktur" (THURSTONE 1947, zit. nach FLURY und RIEDWYL 1983:143). Es besagt, daß auf einer Hauptkomponente einige Merkmale möglichst hoch, andere demgegenüber möglichst niedrig und zugleich verschiedene Merkmale auf verschiedenen Haupkomponenten möglichst hoch laden sollen. Dadurch resultieren neue Ladungen der Merkmale auf den rotierten Achsen, welche die Variableninterkorrelationen in gleicher Weise erklären wie die ursprüngliche PCA-Lösung. Zugleich aber werden Ladungen mittlerer Größe unbedeutender oder extremer. Als Rotationsverfahren fand die in diesem Zusammenhang häufig gebrauchte Varimax-Methode (KAISER 1958, 1959) Anwendung, nach der die Varianz der quadrierten Ladungen (entspr. der Kovarianz des Merkmals mit der betrachteten

Hauptkomponente) maximiert wird. Mit diesem Verfahren werden die Orthogonalität und damit die gegenseitige Unabhängigkeit der Haupkomponenten sowie die durch sie aufgeklärte Gesamtvarianz nicht verändert, wohl aber die Varianzanteile einzelner Hauptkomponenten.

Zur graphischen Darstellung der Ähnlichkeitsbeziehungen zwischen Objekten können Ordinationen zweckmäßig sein (vgl. ORLOCI 1973:252, WHITTAKER und GAUCH 1973:289ff, DIERSSEN 1990:194). Um die Lage der Objekte im Hauptkomponentenraum festlegen zu können, müssen deren Koordinaten - die sogenannten Hauptkomponentenwerte - berechnet werden. Sie sind somit ein Maß für die Ausprägung eines "synthetischen Merkmals" (= Hauptkomponente) auf einem Objekt. Zur Berechnung der Hauptkomponentenwerte wurde im Rahmen der hier durchgeführten PCA die sogenannte "Regressionsmethode" angewandt, wie sie von ÜBERLA (1977:235ff) ausführlich darstellt wird.

Da jede Koordinatenachse eine Gruppe verschiedener Merkmale repräsentiert, kann die Verteilung der Objekte im Hauptkomponentenraum als Darstellung multivariater Zusammenhänge interpretiert werden. Läßt sich die Anordnung der Untersuchungsflächen mit einer floristischen Sortierung der Aufnahmeflächen parallelisieren, so kann demzufolge die Hypothese geäußert werden, daß die als Hauptkomponenten zusammengefaßten Gruppen von Standortsfaktoren eine Ausbildung des Vegetationsmusters jeweils als Gruppe beeinflussen (vgl. GÖNNERT 1989:141).

Die Extraktion von drei Hauptkomponenten-Achsen würde zunächst eine dreidimensionale Darstellung der Objektverteilung im Hauptkomponentenraum erfordern. Um dies zu vermeiden, wurden jeweils nur zwei Hauptkomponentenachsen miteinander kombiniert, so daß sich zweidimensionale Darstellungen ergaben (z.B. HK1 mit HK2 und HK1 mit HK3 bzw. HK2 mit HK3, vgl. Kap.7.2.).

Je nach Ladungsmuster der Hauptkomponente ist es zweckmäßig, die jeweiligen Koordinatenachsen mit solchen Begriffen zu bezeichnen, die zusammenfassend auf entsprechende Standortsparameter Bezug nehmen. Hauptkomponenten mit hohen Ladungen für die Merkmale pH-Wert, S-Wert und Basensättigung könnte man beispielsweise als "Basen-Hauptkomponente" bewerten. GÖNNERT (1989:140) weist allerdings darauf hin, daß jede Namensgebung ein von der subjektiven Einschätzung des Bearbeiters "gefärbter Vorgang" ist, da eindeutige Benennungsregeln nicht existieren. Einschränkungen sind insofern gegeben, als daß der Achsenbegriff keine Inhalte unterstellen darf, die über den Informationsgehalt des Ladungsmusters und der Merkmals-(Standorts-) Eigenschaften hinausgehen.

4.4.3.3. Diskriminanzanalyse (DA)

(Mathematische Grundlagen u.a. bei COOLEY und LOHNES 1971:243ff, FAHRMEIER, HÄUSSLER und TUTZ 1984, HARTUNG und ELPELT 1984:240ff, WILDI 1986:203ff, BORTZ 1989:745ff)

Im Gegensatz zur PCA als Repräsentationsverfahren ist die Diskriminanzanalyse in der Lage, Objektgruppen zu identifizieren beziehungsweise die Güte ihrer Trennbarkeit mit Hilfe eines gegebenen Merkmalssatzes festzustellen. Bei vorgegebener Objektgruppierung (im Rahmen vorliegender Analyse mit Hilfe der nach floristischen Kriterien erarbeiteten Vegetationstypen) werden wie bei der PCA Koordinatenachsen unter Gewichtung der Einzelmerkmale so ermittelt, daß die vorgegebene Gruppierung bestmöglich bestätigt wird. Da in aller Regel Suppressionseffekte (durch im Rechenprozess entstehende Geringwertung bzw. Übergewichtung bestimmter, im Verfahren berücksichtigter Merkmale) eine Einschätzung der Bedeutung einzelner Variablen erschweren oder sogar verhindern, darf eine Interpretation der ermittelten Merkmalsgewichtung nur vor dem Hintergrund aller übrigen in der DA berücksichtigten Merkmale geschehen (vgl. BORTZ 1989:737).

Das Verfahren der DA sei zunächst an einem vereinfachten Beispiel mit zwei Objektgruppen (Untersuchungsflächen) und jeweils zwei ermittelten Merkmalen (z.B. Standortsparameter) erläutert. Wie Abbildung 24 verdeutlicht, läßt sich die Güte einer Trennung von Objektgruppen anhand folgender Kriterien beurteilen:

1. Abstand der Gruppenzentroide
2. Breite des Überlappungsbereiches zwischen den Gruppen.

Die Zielsetzung einer DA ist damit skizziert: Gesucht wird eine neue Koordinatenachse z, auf der einerseits die Zentroidabstände der Gruppen (nach Projektion) möglichst weit voneinander entfernt liegen und andererseits ein möglichst kleiner Überschneidungsbereich besteht. Nicht immer lassen sich dabei - wie im gezeigten Beispiel - beide Kriterien mittels einer Achse optimieren. Weitaus wahrscheinlicher sind Verteilungsmuster, bei denen eine Vergrößerung des Gruppenzentroid-Abstandes mit einer Vergrößerung des Überschneidungsbereiches einhergeht und umgekehrt. Eine Diskriminanzanalyse muß in solchen Fällen jene Achsenposition ermitteln, die beiden Kriterien möglichst optimal Rechnung trägt.

Versucht man das angeführte Beispiel auf beliebig viele Gruppen zu übertragen, die sich jeweils mittels mehrerer Merkmale kennzeichnen lassen, so muß anstelle des "Gruppenzentroid-Abstandes" das Kriterium "Zwischengruppenvarianz" treten. Sie ist definiert als die Summe der Abweichungsquadrate über alle Gruppen (Summe der quadrierten Differenz aus einem Gruppenmittelwert und dem Mittelwert aller Gruppen) und kann mit dem Symbol QS_Z abgekürzt werden (vgl. BORTZ 1989:307, 740). Der "Überlappungsbereich" muß analog durch die Größe

"Innergruppenvarianz" ersetzt werden. Er ist als Summe der Abweichungsquadrate innerhalb der Gruppen definiert (Summe der quadrierten Differenzen zwischen einem Meßwert und dem Gruppenmittelwert, aufsummiert über alle Gruppen) und wird mit dem Symbol QS_I bezeichnet (vgl. BORTZ 1989:309, 740).

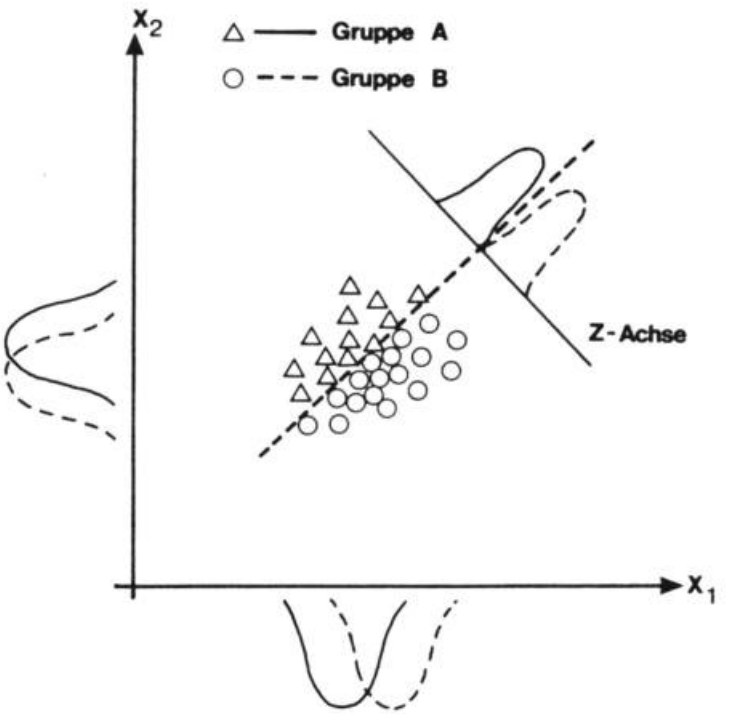


Abb.24: Veranschaulichung der Diskriminanzanalyse; die Projektionen der Punkte auf die Achsen X_1 und X_2 ergeben zwei sich überlappende Verteilungen; in der Projektion auf die Z-Achse erscheinen sie demgegenüber weitgehend getrennt (weitere Erläuterung im Text; nach ÜBERLA 1971:87)

Die Diskriminanzkriterien (Maximierung der Zwischengruppenvarianz, Minimierung der Innengruppenvarianz) lassen sich gleichzeitig dann erfüllen, wenn der Quotient aus QS_Z und QS_I maximal wird. Es muß also gelten:

$$\lambda = \frac{QS_Z}{QS_I} = \max. \quad .$$

Eine Diskriminanzanalyse versucht somit, die neue Koordinatenachse so zu konstruieren, daß sich für λ ein Maximalwert ergibt. Diese Rechenvorschrift ist gleichbedeutend mit einer Festlegung

von Gewichtungskoeffizienten für alle Objektmerkmale, so daß die Summen der gewichteten Meßwerte der Objekte (= Linearkombinationen) eine maximale Trennung der Objektgruppierung ergeben (BORTZ 1989:740). Geometrisch lassen sich die linear kombinierten Meßwerte als Projektionen der Objekt-Punkte auf die ermittelte z-Achse darstellen.

Bei einer Diskriminanzanalyse wird die neu ermittelte Achse als erste Diskriminanzfunktion bezeichnet. Da sie im Regelfall nur einen Teil der Gesamtvarianz aller Merkmale erklärt, können (analog zur PCA) sukzessiv weitere Achsen (Diskriminanzfunktionen) bestimmt werden. Als Kriterium wird wiederum die Maximierung des Wertes für Lamda herangezogen. Alle ermittelten Diskriminanzfunktionen sind paarweise voneinander unabhängig (orthogonal) und klären Schritt für Schritt die Gesamtvarianz so auf, daß die Objektgruppen jeweils maximal getrennt werden. Analog zur PCA wird mit der ersten Diskriminanzfunktion (DF) der größtmögliche Teil der zur Gruppentrennung beitragenden Merkmalsvarianz erfaßt. Gegenüber den nachfolgend ermittelten Achsen weist sie den größten Eigenwert auf, welcher in einer DA dem entsprechenden Lamda-Wert gleichzusetzen ist.

Alle Diskriminanzfunktionen spannen den sogenannten Diskriminanzraum auf. Wie in der PCA ist die Anzahl der Diskriminanzfunktionen, mit deren Hilfe die Gesamtvarianz bis auf einen Rest aufgeklärt wird, in aller Regel erheblich kleiner als die Anzahl der ursprünglichen Variablen (Datenreduktion bei nur unwesentlichem Informationsverlust). Zur Auswertung wurden darum nur jene Funktionen berücksichtigt, deren zur Gruppentrennung beitragender Varianzanteil 10 % der Gesamtvarianz überschritt.

Eine standortsökologische Interpretation der Koordinatenachsen des Diskriminanzraumes ist im Ordinationsverfahren wie bei der PCA mit Hilfe des Ladungsmusters einer DF möglich. Einzelne Ladungszahlen sind ein Maß dafür, wie gut das betreffende Merkmal an einer Diskriminierung (Auftrennung) der vorgegeben Objektgruppierung beteiligt ist (Korrelation des betreffenden Objektmerkmals mit der Diskriminanzfunktion). Zur Optimierung des Ladungsmusters auf einzelnen Diskriminanzfunktionen wurde wiederum eine Varimax-Rotation durchgeführt.

Um auf eine dreidimensionale Darstellung des Diskriminanzraumes verzichten zu können (bei 3 DF), wurden jeweils nur zwei Diskriminanzfunktionen gegeneinander aufgetragen (Kap.7.2.). Die Lage der Objekte im Diskriminanzraum läßt sich anhand der sogenannten Diskriminanzfunktionswerte bestimmen. Diese könnnen - analog zu den Hauptkomponentenwerten der PCA - als Ausprägung eines "synthetischen Merkmals" auf einem Objekt interpretiert werden.

Alle im Rahmen der statistischen Analysen durchgeführten Berechnungen wurden mit dem Statistikprogramm "SPSS" durchgeführt.

4.5. Zur Darstellung der Ergebnisse

4.5.1. Tabellarische und graphische Darstellung profilmorphologischer und bodenchemischer Parameter

An einem Beispiel (Bodentab.1) sei die tabellarische Präsentation von Ergebnissen bodenchemischer und profilmorphologischer Untersuchungen erläutert. Der Tabellenkopf enthält Angaben über den jeweils betrachteten Vegetations- und Bodentyp sowie über die Anzahl einer gegebenen Darstellung zugrundeliegender Profilaufnahmen. In der Tabellenkopfzeile bedeuten die Abkürzungen:

"Horizont" = der in Bezug auf die gegebenen Profilaufnahmen am häufigsten beobachtete Bodenhorizont,
"Modif./Überg."= Horizontmodifikation bzw. -übergang,
"Mächgt./Tiefe"= Mächtigkeit der organischen Auflagenhorizonte bzw. Tiefe der Mineralhorizonte vom Mineralkörper-Auflagenübergang aus gemessen (in Zentimeter);
"DW" = Durchwurzelungsintensität (Feinwurzeln),
"S-Wert" = Menge austauschbarer Basen,
"BS" = Basensättigung,
"org.C" = organischer Kohlenstoffgehalt,
"Ges.-N" = Gesamt-Stickstoffgehalt,
"pH" = neg. dek. Log. der Wasserstoffionenkonz.,
"$CaCO_3$" = Kalkgehalt,
"Gefüge" = Bodengefüge im jeweiligen Horizont und
"Bo.art" = Bodenart mit Farbangaben (Hue, Value, Chroma).

Für fehlende (= "nicht bestimmte" oder "nicht berechnete") Werte findet sich in den jeweiligen Tabellen die Abkürzung "n.b.". So sind beispielsweise Berechnungen der C/N-Quotienten bei N- beziehungsweise C-Gehalten nahe der Nachweisgrenze (z.B. im unteren Mineralboden) nicht mehr sinnvoll.

Zur Beschreibung der Durchwurzelungsintensität (bezogen auf Feinwurzeln mit einem Durchmesser unter 2 mm) finden sich die Angaben " - , gering, mittel" und "stark". Sie kennzeichnen - in der genannten Reihenfole - feinwurzelfreie Horizonte beziehungsweise Wurzeldichten von je 1-5, 6-20 beziehungsweise über 21 Feinwurzeln pro dm^2 (in Anlehnung an BLUME und LAMP 1985:10.2). Zu jedem Bodenhorizont (Tabellenzeilen) und Meßparameter (Tabellenspalten) werden in aller Regel minimaler, mittlerer und maximaler (oberer, mittlerer und unterer) Wert angegeben. Die Anzahl dabei berücksichtigter Einzelwerte entspricht der Anzahl aufgenommener Bodenprofile (vgl. Angabe im Tabellenkopf), sofern jedes Profil die angeführten Horizonte aufwies beziehungsweise zu diesen Analysenwerte vorlagen. Bodentabellen, denen weniger als drei Profilaufnahmen zugrundeliegen, enthalten lediglich Mittelwerte entsprechender Messungen. Auf eine Angabe von eher statistisch relevanten Größen (z.B. Standardabweichung) wurde im Rahmen vorliegender Darstellung verzichtet, da hierauf ausführlich in Kapitel 7.2. eingegangen wird. Zudem haben - mit Hinblick auf eine ökologische Interpretation der Daten - ermittelte Eckwerte

(Extremwerte) einer Meßreihe weitaus größere Bedeutung (vgl. Darstellungen bei ELLENBERG 1978:156, 159 und GÖNNERT 1989:66, Abb.18). Zur Mittelwertbildung wurden die betreffenden Einzelmeßwerte (mit Ausnahme von Basensättigungs- und pH-Werten) einer "arcus-sinus-Transformation" unterzogen. Um den Tabellenanhang zu entlasten, wurden einzelne Profilaufnahmen mit Originalmeßwerten nicht in die Arbeit aufgenommen, sondern am Botanischen Institut (Abteilung Vegetationskunde) der Universität Kiel hinterlegt. Alle im Rahmen der statistischen Analysen (Kap.7.2.) ausgewerteten Meßdaten wurden demgegenüber in den Tabellenanhang aufgenommen.

Zur besseren Vergleichbarkeit profilmorphologischer und bodenchemischer Standortscharakteristika wurde die in Abbildung 25 als Beispiel angeführte Form der Darstellung gewählt. Die obere Abbildungshälfte veranschaulicht Mächtigkeitsunterschiede profilspezifisch auftretender Humushorizonte (Mittelwerte). Der untere Abbildungsteil zeigt - auf Einzelhorizonte bezogen - eine Auswahl der mit verschiedenen Standortstypen (Humusformen) einhergehenden bodenchemischen Eigenschaften (gleichfalls Mittelwerte). Er gibt zugleich Auskunft über die jeweils korrespondierenden Vegetationseinheiten.

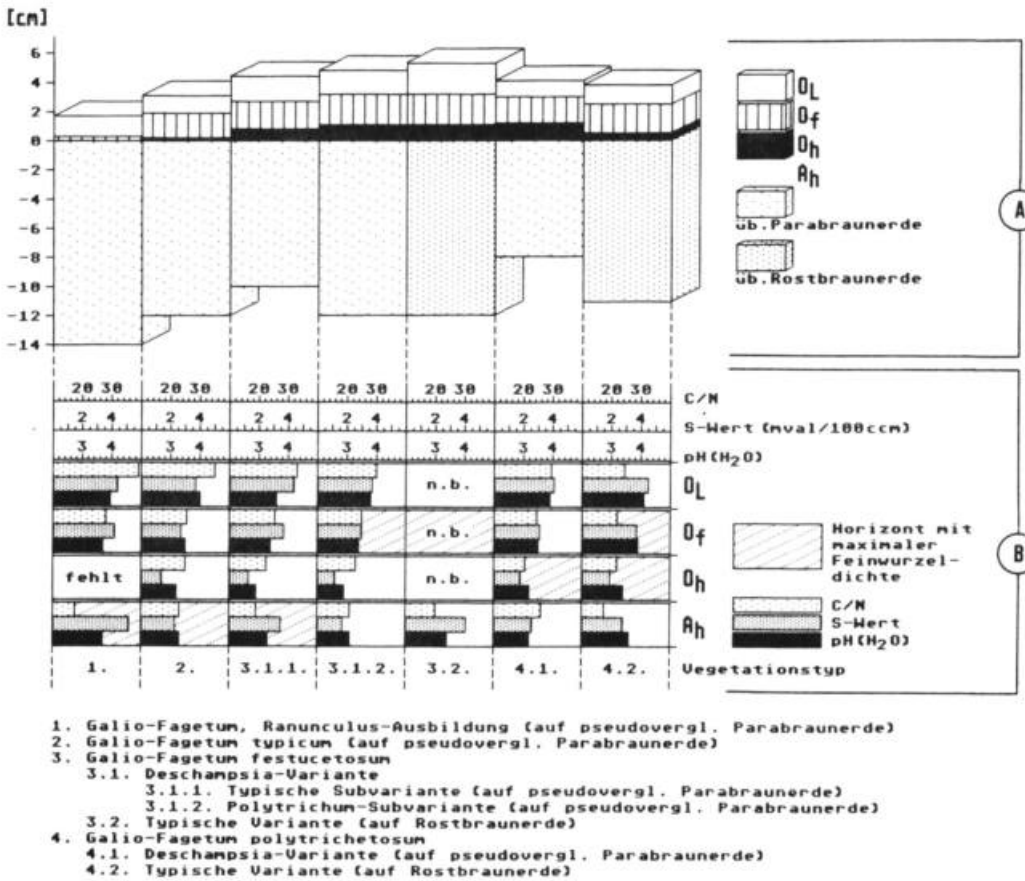
4.5.2. Graphische Darstellung hydrologischer Parameter

Alle hydrologischen Meßwerte wurden mittels Ganglinien- und Dauerlinien-Kurven dargestellt und ausgewertet. Die gewählte Darstellungsform sei an einem Beispiel in Abbildung 26 erläutert.

Ganglinien bieten den Vorteil, daß aus ihnen der zeitliche Verlauf des Grundwasserstandes über einen gegebenen Beobachtungszeitraum ersichtlich ist und zugleich eine Abhängigkeit vom hydrologisch bedeutsamen Faktor "Niederschlag" dargestellt werden kann. Im Abbildungsteil A ist demgemäß am oberen Abbildungsrand eine Zeitachse aufgetragen, die den gesamten Untersuchungszeitraum (April 1986 bis Mai 1988) umfaßt. Niederschlagsereignisse während beider Beobachtungsjahre sind - zeitsynchron zum Ganglinienverlauf - als Säulendiagramm am unteren Abbildungsrand eingetragen. Alle Meßdaten zur Erstellung der gezeigten Gang- und Dauerlinien wurden - zur Entlastung des Tabellenanhangs - am Botanischen Institut der Universität Kiel (Abt. Vegetationskunde) hinterlegt.

Im Vergleich zu Ganglinien lassen sich Dauerlinien standortsökologisch einfacher interpretieren (vgl. NIEMANN 1973:50f, SCHRAUTZER 1988:18). Zum einen können Einstauraten (zeitliche Dauer eines bestimmten Grundwasserlevels) unmittelbar abgelesen werden, zum anderen erlaubt die Kurvenform der Dauerlinien eine hydrologische Charakterisierung entsprechender Standorte. Da beiden Meßjahren eine unterschiedliche Anzahl von Einzelmessungen zugrundeliegt (24 Messungen im Zeitraum April 1968-1987 gegenüber 12 Messungen im Zeitraum Mai 1987-1988),

wurde für beide Beobachtungsjahre jeweils eine Dauerlinie errechnet (Abbildungsteil B und C). Ein Querbalken markiert den mittleren Grundwasserstand im entsprechenden Zeitraum. Dieser ist nur als Relativwert und so im Vergleich zu den übrigen im Rahmen vorliegender Arbeit untersuchten Waldstandorten sinnvoll interpretierbar. Als Absolutwert wäre er nur dann aussagekräftig, wenn seiner Berechnung ein Beobachtungszeitraum über Dekaden zugrundeläge.



1. Galio-Fagetum, Ranunculus-Ausbildung (auf pseudovergl. Parabraunerde)
2. Galio-Fagetum typicum (auf pseudovergl. Parabraunerde)
3. Galio-Fagetum festucetosum
   - 3.1. Deschampsia-Variante
     - 3.1.1. Typische Subvariante (auf pseudovergl. Parabraunerde)
     - 3.1.2. Polytrichum-Subvariante (auf pseudovergl. Parabraunerde)
   - 3.2. Typische Variante (auf Rostbraunerde)
4. Galio-Fagetum polytrichetosum
   - 4.1. Deschampsia-Variante (auf pseudovergl. Parabraunerde)
   - 4.2. Typische Variante (auf Rostbraunerde)

Abb.25: Beispiel für die in Kapitel 5 gewählte Darstellungsform profilmorphologischer und bodenchemischer Parameter an Standorten der untersuchten Waldgesellschaften; oberer Abb.teil (A): Mächtigkeiten bzw. Mächtigkeitsunterschiede profilspezifisch auftretender (Humus-) Horizonte (Mittelwerte gemäß entsprechender Bodentabellen); unterer Abb.teil (B): Ausprägungen einzelner Standortsmerkmale (glf. Mittelwerte, im gegebenen Bsp. für C/N-, S- und pH-Wert); Darstellung zur ökologischen Kennzeichnung und zum Vergleich entsprechender Waldstandorte; angegeben sind ferner die Namen der betrachteten Vegetationseinheiten (vgl. auch Erläuterungen im Text)

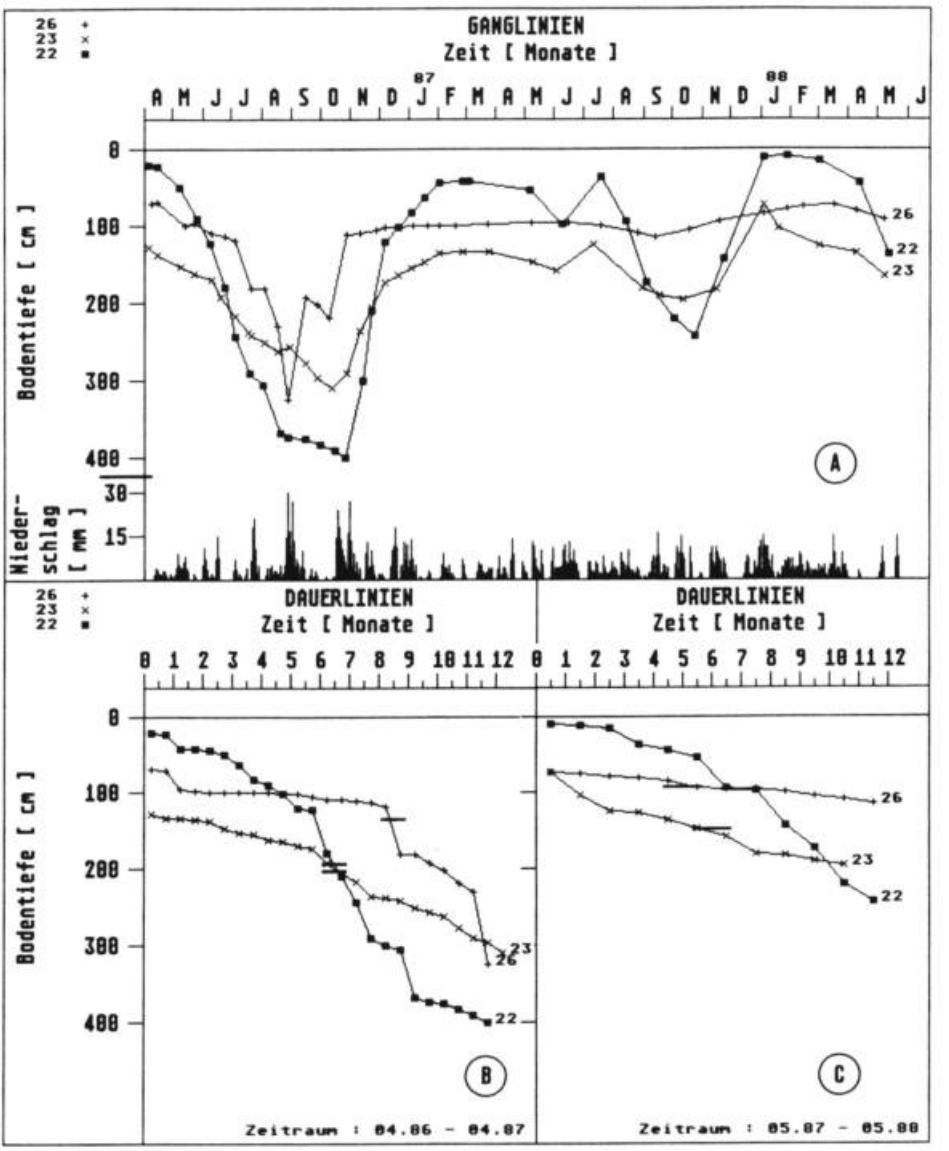


Abb.26: Beispiel für die in Kapitel 5. gewählte Darstellungsform zur hydrologischen Kennzeichnung der untersuchten Waldstandorte; oberer Abb.teil (A): Ganglinienverlauf (in der Regel über zwei Beobachtungsjahre: April 1986 bis Mai 1988) und Niederschlagsverteilung im entsprechenden Zeitraum; untere Abb.teile (B u. C): Dauerlinienverlauf für jeweils ein Beobachtungsjahr (Querbalken: mittlerer Grundwasserstand; vgl. auch Erläuterung im Text)

Bodentab.1: Beispiel für die in Kapitel 5. gewählte Darstellungsform bodenchemischer Parameter; im Tabellenkopf (Teil A) finden sich Angaben zum betrachteten Vegetationstyp, zum Bodentyp und zur Anzahl verarbeiteter Bodenprofilaufnahmen; Teil B gibt einen Überblick zu den untersuchten Standortsparametern, Teil C zu den entsprechenden Meßwerten (oberer/mittlerer/unterer Wert bedeuten ermittelter maximaler/mittlerer und minimaler Wert bezogen auf die angegebene Anzahl untersuchter Bodenprofile; vgl. auch Erläuterung im Text)

Vegetationstyp: Galio odorati-Fagetum, Ranunculus ficaria-Ausbildung
Bodentyp: pseudovergleyte Parabraunerde
Anzahl der Profilaufnahmen: 8

(A)

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
													(B)
O_L		1,0 1,4 2,0	-	4,1 4,4 5,0	27,6 29,5 33,4	49,0 49,4 49,8	464,5	11,9	39,2	3,3 3,4 3,6	3,7 3,9 4,1		(C)
O_f		0,0 0,3 1,5	-	3,7 4,2 4,7	24,6 28,1 31,6	43,5 43,5 43,5	439,6	15,8	27,9	3,1 3,2 3,3	3,7 3,7 3,7		
O_h		0,0-1,0	-				n.b., da Oh meist fehlt						
A_h		11 14 18	stark	2,6 5,2 7,5	2,0 4,0 5,8	16,9 31,0 43,5	22,6 36,1 49,6	1,2 2,1 3,1	13,3 17,5 21,0	2,6 3,0 3,3	3,2 3,7 4,0	Krümel	S-lS 5YR-7,5YR 3/2
A_{hl}		37 43 57	-	2,2 5,2 8,1	1,6 3,7 5,8	26,7 45,7 74,4	4,5 12,4 19,7	0,1 0,6 1,6	12,5 19,4 31,5	2,8 3,4 4,2	3,6 4,2 5,3	Fpoly	uS-lS 10YR 4/4-6
(S)B_t	B_t,B_{vt}, B_{tv}	53 74 80	-	2,7 7,3 13,1	1,7 4,6 8,2	26,6 58,1 92,1	2,5 4,0 5,2	0,1 0,2 0,4	8,7 10,8 13,0	2,7 3,5 4,7	3,8 4,6 6,2	Kohär	lU-sT 7,5YR-10YR 4-5/6-8
(S)B_v	B_v	94 106 114	-	2,4 8,4 12,5	1,5 5,3 7,8	45,5 81,3 100,0	1,4 1,9 2,7	<0,3	n.b.	2,9 3,8 4,7	3,7 5,2 6,2	Kohär	sU-sL 7,5YR-10YR 4-5/6-8
SB_vC	(S)B_vC	120 134 150	-	1,9 9,3 14,4	1,2 5,8 9,0	26,1 77,0 100,0	1,3 1,9 2,5	<0,3	n.b.	3,1 4,4 5,3	4,5 6,0 6,9	Kohär	uS-sL 7,5YR-10YR 5/4-6

5. Beschreibung der Pflanzengesellschaften

5.1. Ordnung Fagetalia sylvaticae Pawl.1928

5.1.1. Alno-Ulmion Br.-Bl. et Tx. ex Tchou 1948

(Synonym: Alno-Padion Knapp 1948; von R. KNAPP wurde das Alno-Padion - gemäß den Regeln des "Codes der pflanzensoziologischen Nomenklatur" allerdings ungültig - bereits 1942 beschrieben. Der Name "Alno-Ulmion", von BRAUN-BLANQUET und TÜXEN gleichfalls als nomen nudum veröffentlicht (vgl. BARKMANN et al. 1986:172), wurde erst nachträglich durch TCHOU (1948:11 u.21ff) validiert.)

Auenwälder im Überflutungsbereich von Flüssen (= Auenwälder in geographischem Sinne) kommen im Untersuchungsgebiet nicht vor. Ihre Standorte sind - so weitgehend auch im übrigen Schleswig-Holstein - durch Flußbegradigung, Überbauung, Aufspülung, und Uferbefestigung heute weitgehend zerstört. Lediglich kleine Reste solcher Wälder blieben beispielsweise im Uferbereich der Elbe erhalten. Ihre Seltenheit in Verbindung mit ihrer ökologischen und landschaftsästhetischen Bedeutung stellen eine uneingeschränkte Schutzwürdigkeit außer Frage. In vegetationskundlichen Arbeiten wird der Terminus "Auenwald" in der Regel nicht in geographischem, sondern pflanzensoziologischem Sinne gebraucht: Er umfaßt alle Waldgesellschaften, die auf mineralischen (seltener auch organogenen) Naßböden (Gleyen) stocken und aufgrund floristischer Ähnlichkeiten im betrachteten Verband vereinigt werden.

Von der vorliegenden Untersuchung blieben Bestände ausgenommen, die durch Entwässerung aus Bruchwäldern (Carici elongatae-Alnetum) hervorgegangen sind. In Struktur und Artenzusammensetzung können diese Wälder den auf Mineralböden wachsenden Beständen ähneln. Ihre Krautschicht ist in der Regel aber artenärmer, da ein Teil der Fagetalia-Arten auf entwässerten Torfböden (bzw. Torferden) nicht konkurrenzfähig ist (vgl. SCHRAUTZER et al. 1991:303f). Entsprechend ihrer Artenverbindung sollten diese Wälder als eigenständige Syntaxa gewertet werden (bspw. Alnus glutinosa-Gesellschaft"; vgl. HÄRDTLE 1989a:46ff, DÖRING-MEDERAKE 1991:72ff, SCHRAUTZER et al. 1991:303f). Ein Anschluß an die über Kenn- und Trennarten gut definierbaren Assoziationen des Alno-Ulmion läßt sich floristisch nicht rechtfertigen und würde überdies inhaltliche Vorstellungen zu bestimmten Assoziationsnamen "verwässern". Im Untersuchungsgebiet sind alle auf Niedermoortorfen (bzw. Torferden) stockenden Bestände aus degradierten (entwässerten) Bruchwäldern entstanden, da Torfbildung unter der für Standorte des Alno-Ulmion charakteristischen Hydrologie nur unter besonderen topographischen Bedingungen stattfinden kann.

Auenwälder sind in Schleswig-Holstein auf der Hohen Geest und im Östlichen Hügelland verbreitet. Sie sind dort an Hangbereiche geringer Inklination sowie an Geländesenken oder -mulden gebunden, die ganzjährig grundwasserbeeinflußt und daher für Standorte des Fagion zu naß sind.

Der weitaus größte Teil potentieller Auenwaldstandorte wird in Schleswig-Holstein als Grünland genutzt. Die aktuelle Flächenausdehnung einzelner Bestände überschreitet daher nur selten einen Hektar. Zudem sind in der Jung- und Altmoräne Schleswig-Holsteins topographische

Voraussetzungen für eine Entstehung großflächiger Gleygebiete (mit einer dem Alno-Ulmion entsprechenden Trophiesituation) selten gegeben. Ein wirkungsvoller Schutz dieser Wälder ist damit an folgende Bedingung geknüpft: Sie lassen sich nur als integrierte Einheiten innerhalb größerer Waldgebiete langfristig erhalten. Nur so kann der Einfluß von außen und meist großflächig wirksamer Störgrößen (allochthoner Nährstoffeintrag, Grundwasserspiegelsenkung) abgemildert und ein landschaftstypisches Mosaik verschiedener Waldgesellschaften geschützt werden. Waldreservate mit solchen Vegetationskomplexen müssen dementsprechend großzügig dimensioniert sein (vgl. Kap.6.2.2.). Im Sinne einer naturnahen Waldbewirtschaftung sind forstliche Meliorationsmaßnahmen unzulässig (Ausbau bzw. Unterhaltung von Entwässerungsgräben; vgl. Kap. 6.1.1.). Sie sind nicht nur ökologisch, sondern auch forstökonomisch nicht vertretbar (Finanzierung entsprechender Eingriffe muß durch ein Mehr an produziertem Holz aufgefangen werden).

In der Altmoräne sind Auenwälder - entsprechend einem für dieses Gebiet bezeichnenden bodentypologischen Mosaik - mit Beständen des Fagion und Quercion vergesellschaftet. In der Jungmoräne treten Waldmeister- und Waldgersten-Buchenwälder, in Niederungen und an Seeufern beider Naturräume Bruchwälder als bezeichnende Kontaktgesellschaften auf. Floristisch sind Auenwälder durch etliche Molinietalia-, bestimmte Untereinheiten auch durch Phragmitetea- und Montio-Cardaminetea-Arten charakterisiert. Zu den häufigsten Feuchtgrünlandarten gehören Crepis paludosa, Filipendula ulmaria, Geum rivale, Juncus effusus und Ranunculus repens, die zum Teil (aufgrund der im Methodenteil genannten Definition) auch als Kennarten des Verbandes gewertet werden können. In Auenwäldern finden sie ihre natürlichen Wuchsorte und geben zugleich einen Hinweis auf deren Ersatzgesellschaften (überwiegend Feuchtgrünland-, seltener auch Flutrasen- oder Quellflurgesellschaften). Auenwaldspezifische Sippen, die in Gesellschaften anderer Formationen keine Vorkommen haben, sind in Beständen Schleswig-Holsteins selten (vgl. auch DIERSCHKE et al. 1987:370). Als vergleichsweise häufig erweisen sich neben Rumex sanguineus die Moose Eurhynchium striatum und Plagiomnium undulatum (letzteres selten auch im Grünland). Regional können zudem Platanthera chlorantha, Rubus caesius und Paris quadrifolia als Kennarten der Auenwälder aufgefaßt werden. Nur geringstet (unter 20 %) sind die Verbandskennarten Carex strigosa, Equisetum telmateia, Equisetum hyemale, Equisetum pratense und Orchis mascula. Obgleich ihre Populationen in den untersuchten Beständen stabil erscheinen, sind die genannten Sippen in den Auenwäldern Schleswig-Holsteins eher Raritäten. Von vielen (überwiegend in Süddeutschland arbeitenden) Autoren werden zudem Circaea lutetiana, Stachys sylvatica, Festuca gigantea und Impatiens noli-tangere als Kennarten des Alno-Ulmion genannt (vgl. WILMANNS 1984:323, OBERDORFER 1979, Th. MÜLLER 1985:400, Tab.1, DIERSCHKE et al. 1987:374, Tab.2). Sie sind gleichfalls auch für Bestände Schleswig-Holsteins bezeichnend, greifen hier aber auf Fagion-Standorte über und können demzufolge (zumindest regional) nur als Fagetalia-Arten gewertet werden.

5.1.2. Zur Gliederung des Alno-Ulmion

Verglichen mit süddeutschen Verhältnissen ist die Anzahl der im Norddeutschen Flachland vorkommenden Auenwaldgesellschaften gering, da Einheiten der collinen und montanen Stufe fehlen (z.B. Alnetum incanae Lüdi 1921, Stellario-Alnetum glutinosae (Kästner 1938) Lohmeyer 1957, Carici remotae-Fraxinetum Koch ex Tx.1937 non Faber 1937). Dennoch ist die Fülle aus dem norddeutschen Raum beschriebener Auenwald-Gesellschaften kaum überschaubar, versucht man floristische Beziehungen aufzuzeigen und - daran anknüpfend - den synsystematischen Rang einzelner Gesellschaften zu klären.

Allein aus Schleswig-Holstein wurden bisher folgende Assoziationen genannt: Carici remotae-Fraxinetum (PASSARGE 1958:401), Ribeso sylvestris-Fraxinetum (PASSARGE 1958:400, 402), Chrysosplenio oppositifolii-Alnetum (MÖLLER 1979), Chrysosplenio alternifolii-Alnetum (VON GLAHN i.prep.), Chrysosplenio alternifolii-Fraxinetum (VON GLAHN i.prep.), Carpino-Fraxinetum (VON GLAHN i.prep.), Alno-Fraxinetum (DIERSSEN et al. 1988:101), Pruno padi-Fraxinetum (DIERSSEN et al. 1988:101).

Nicht alle Einheiten können als Assoziationen gewertet werden, da ihnen eigene Kennarten fehlen. Synchorologische Unterschiede sind vergleichsweise gering, so daß häufig als "Gebietsassoziationen" erachtete Gesellschaften floristisch nur schwer gegeneinander abgrenzbar sind.

Tabelle 6 gibt Orginalbeschreibungen (sowie wichtige Emendationen) einiger Assoziationen des Alno-Ulmion, wobei vorrangig Einheiten des pleistozänen Tieflands berücksichtigt wurden. Ziel der Zusammenstellung ist, die floristische Definierbarkeit dieser Vegetationstypen (über Assoziationskennarten) zu prüfen sowie einen der Klärung synsystematischer Fragen dienenden Vergleich mit Einheiten des Untersuchungsgebietes zu ermöglichen.

In der Gegenüberstellung zeigen solche Einheiten auffallende Charakteristika in der Vegetationszusammensetzung, deren Vorkommen ausschließlich auf die collin-montane Stufe begrenzt bleiben (Alnetum incanae, Carici remotae-Fraxinetum, Stellario-Alnetum, Tab.6, Sp.1-7 gegenüber Sp.8-19). Eine Abgrenzung des Carici remotae-Fraxinetum fällt dann schwer, wenn der Gesellschaft unter anderem Bestände angeschlossen werden, denen Assoziationskenn- und -trennarten (Carex pendula, Circaea intermedia, Veronica montana) ganz oder weitgehend fehlen (vgl. beispielsweise Aufnahmematerial bei FABER 1937:42ff, Tab.6 (Baden-Württemberg), PASSARGE 1958:401, Tab.7 (Schleswig-Holstein), 1959:9, Tab.4 (Mecklenburg), DINTER 1982:Tab.4 (Nordrhein-Westfalen), WELSS 1985:Tab.8 (Nördlicher Steigerwald), NOWAK 1990:178, Tab.29 (verschiedene Gebiete in Hessen)). Carex remota ist als Kennart unbrauchbar, greift sie doch mit hoher Stetigkeit in andere Gesellschaften des Alno-Ulmion und Fagion über (vgl. DINTER 1982:49, WELSS 1985:129 sowie Tab.6, 28 u. 29 vorl. Arbeit). Die von den genannten Autoren publizierten Vegetationsaufnahmen repräsentieren somit nicht Bestände des

Tab. 6

Syntaxonomische Differenzierung einiger Auenwaldgesellschaften (gekürzte Stetigkeitstabelle)

	Spalte Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Anzahl der Aufnahmen		36	13	15	**1	12	10	29	27	11	129	55	6	26	5	19	14	10	61	1
DA	Stellaria nemorum		V	II	III	.	.	.	.	I	+	.	II	II	IV	V	I	r		+	III
	Salix fragilis		III	.	.	.	.	.	.	II	.	II	.	.	.	.	.	.	I	.	.
AC+DA	Carex pendula		.	IV	IV	.	.	.	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Carex remota		+	V	V	.	.	.	.	I	+	r	V	I	II	I	II	r	.	IV	II
	Veronica montana		.	II	II	.	.	.	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	I	II
	Circaea intermedia (*et alpina)		II	III*	II	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r	.
AC	Alnus incana (B-K), ()*kümstl.		.	.	.	8-10	V	V	V	(I)	.	r	.	.	.	.	.	(III)	.	.	r
D	Prunus padus (B-K)		+	.	I	.	III	III	IV	V	V	r	I	.	II	I	.	.	.	+	+
	Ribes rubrum agg.(St,K)		.	.	I	.	.	.	v	I	II	II	I	I	r	.	I	II	I	.	.
	Alnus glutinosa	B1/2	V	III	IV	.	I	.	.	V	V	V	V	V	V	V	V	V	IV	IV	II
		St	+			.		.	.		+	II	II	II	III					+	+
		K	?			.		.	.		.	+	II	?	+					I	r
	Fraxinus excelsior	B1/2	II	V	V	1	V	III	III	V	IV	V	V	V	V	IV	II	II	II	V	V
		St	II			.					+	IV	III	V	V					II	II
		K	?			.					III	II	V	?	II					V	V
	Quercus robur	B	.	.	.	.	.	.	I	IV	II	I	II	.	I	.	.	.	I	III	III
		K	.	.	.	.	.	.			II	r	I	?	I	.	.	.		IV	II
DA, VC+DV	Carex acutiformis		r	.	.	.	.	.	.	(v)	III	III	II	IV	.	.	.	.	III	.	.
	Angelica sylvestris		II	II	II	1	III	IV	III	II	I	II	IV	III	r	IV	IV	III	III	.	r
	Valeriana officinalis agg.		II	II	II	.	II	V	II	II	II	III	II	II	.	.	III	IV	I	.	.
	Cirsium oleraceum		I	III	.	5	V	III	IV	I	I	III	II	V	II	V	+	IV	II	.	.
	Humulus lupulus		I	.	I	2	III	I	III	III	II	II	+	I	I	.	I	I	III	.	.
	Iris pseudacorus		.	.	.	.	.	.	v	III	I	+	II	II	II	.	I	II	II	.	.
	Phalaris arundinacea		II	.	.	.	V	.	III	(v)	I	II	III	II	r	IV	.	V	I	.	.
	Eupatorium cannabinum		.	II	I	1	.	.	III	(v)	II	I	I	IV	.	.	III	II	IV	.	.
	Solanum dulcamara		+	.	I	.	I	I	II	I	I	I	I	I	IV	I	IV	II	V	.	.
	Cirsium palustre		.	II	I	.	.	v	.	(v)	I	r	III	I	.	III	IV	r	II	.	.
	Calliergonella cuspidata		.	.	.	.	.	.	.	(v)	r	II	I	I	+	.	.	.		.	.
	Calamagrostis canescens		.	.	.	.	.	.	.	.	I	r	IV	III	.	.	r	r		+	r
	Caltha palustris		r	.	.	.	I	IV	.	(v)	II	II	II	.	III	II	III	III	I	.	.
	Cardamine amara		r	.	II	.	.	.	.	I	r	I	II	.	IV	I	V	V	(v)	.	.
	Mentha aquatica		.	.	.	.	(v)	(v)	(v)	(v)	I	r	III	.	.	.	IV	III	II	r	.
	Scutellaria galericulata		.	IV	I	.	.	.	.	(v)	I	r	II	.	II	III	III	r	(v)	+	.
	Scirpus sylvaticus		.	.	I	1	.	.	.	(v)	+	+	I	.	I	.	IV	.	.	.	.
	Valeriana dioica		+	III	.	.	.	.	.	(v)	I	+	+	.	.	.	II	I	(v)	.	.
	Chrysosplenium oppositifolium		I	II	IV	.	.	.	+	.	+	.	I	II	.	.	IV	IV		.	.
	Brachythecium rivulare		.	.	I	.	.	.	.	.	.	II	III	.	.	.	III	V		.	.
	Chrysosplenium alternifolium		+	II	II	.	V	II	.	III	r	.	IV	.	V	II	IV	III	.	r	.
VC+DV	Plagiomnium undulatum		III	II	IV	.	III	.	III	III	III	III	V	IV	III	III	IV	II	II	V	V
	Filipendula ulmaria		V	II	II	.	V	IV	II	III	III	IV	V	III	IV	IV	V	V	IV	IV	II
	Crepis paludosa		II	.	I	.	I	I	.	(v)	III	r	IV	IV	II	II	III	I		IV	IV
	Rubus caesius		II	.	I	2-8	III	II	V	V	I	III	II	I	.	.	+	.	I	II	II
	Glechoma hederacea		IV	IV	I	.	III	II	III	IV	II	III	III	II	+	I	+	II	(v)	r	II
	Paris quadrifolia		+	.	.	1	I	III	I	III	I	III	I	II	I	II	.	.	.	r	II
	Ranunculus repens		II	V	II	.	.	.	.	(v)	I	I	IV	II	V	I	III	III	.	III	r
	Eurhynchium striatum		+	I	.	I	.	II	I	+	II	IV	I	.	.	.	.	.	III	V	IV
	Lysimachia vulgaris		I	.	I	.	.	.	.	(v)	II	II	III	III	II	IV	V	r	I	III	.
	Geum rivale		.	.	.	.	I	.	.	.	II	r	IV	III	I	.	I	r	I	III	+
	Rumex sanguineus		r	III	III	.	.	.	.	II	r	I	III	.	.	III	.	.	.	I	II
	Galium palustre		r	III	II	.	v	.	.	(v)	I	I	III	II	V	II	V	II	III	II	.
	Juncus effusus		.	II	I	.	.	.	.	.	+	r	IV	.	.	I	II	.	I	II	+
	Plagiomnium affine		.	.	.	.	.	.	.	.	r	I	II	I	.	.	IV	II		I	+
	Ribes uva-crispa (St,K)		r	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I	.	.	.	.	.		.	+

	Spalte Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
OC	Circaea lutetiana	I	IV	IV	1	I	I	II	III	III	III	V	IV	I	.	+	II	.	V	.	
	Ranunculus ficaria	III	I	.	.	V	.	.	IV	III	V	V	I	.	II	r	III	.	V	.	
	Stachys sylvatica	V	IV	IV	1	V	V	IV	IV	II	III	V	III	I	V	+	r	.	V	.	
	Festuca gigantea	III	IV	III	1	IV	.	III	II	II	II	IV	III	I	V	.	+	.	IV	III	
	Carex sylvatica	I	IV	IV	1	I	I	.	II	r	II	IV	II	r	I	.	.	.	V	V	
	Impatiens noli-tangere	V	IV	V	1	V	III	III	III	III	I	III	V	V	V	III	III	.	III	III	
	Mercurialis perennis	.	.	.	.	IV	II	I	I	II	.	III	I	r	III	.	.	I	III	III	
	Euonymus europaea (St,K)	II	I	.	.	I	I	III	III	II	III	III	V	I	.	.	.	(v)	III	III	
	Adoxa moschatellina	r	.	.	.	V	.	.	I	II	+	III	.	.	.	.	.	(v)	II	III	
	Galium odoratum	r	II	I	2	.	.	.	.	r	I	III	IV	I	.	.	I		IV	V	
	Scrophularia nodosa	+	III	II	.	I	.	I	II	r	r	III	.	r	I	.	.	(v)	II	II	
	Ranunculus auricomus agg.	.	.	.	.	v	.	.	I	I	III	III	.	.	I	.	.		III	III	
	Equisetum sylvaticum	+	I	.	.	.	.	I	I	.	.	II	III	III	II	.	.		III	I	
	Lamiastrum galeobdolon	II	IV	IV	.	IV	II	II	III	I	III	II	III	II	III	+	.	(v)	V	V	
	Brachypodium sylvaticum	II	III	II	3	V	II	V	III	II	III	II	II	+	V	.	.	.	III	IV	
	Primula elatior	II	II	I	.	V	IV	II	II	+	III	+	.	r	IV	.	.	(v)	+	IV	
	Arum maculatum	I	I	.	.	v	.	.	II	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	III	
KC	Anemone nemorosa	II	I	.	.	III	.	.	V	IV	III	V	V	I	.	r	.		V	V	
	Athyrium filix-femina	II	III	V	.	.	v	.	V	III	I	IV	IV	V	I	V	I	II	V	IV	
	Stellaria holostea	+	I	.	.	.	.	.	I	I	r	IV	III	+	II	.	.		V	V	
	Corylus avellana (St,K)	II	II	II	.	III	III	I	V	III	II	IV	II	IV	.	r	r	I	IV	IV	
	Crataegus laevigata agg. (St,K)	II	.	.	.	.	.	.	IV	I	I	III	II	.	I	.	.		III	IV	
	Milium effusum	+	I	III	.	.	.	.	I	I	I	III	III	I	.	.	.		IV	V	
	Viburnum opulus (St,K)	II	.	.	1	I	.	III	III	r	II	II	II	I	I	r	.	II	III	I	
	Polygonatum multiflorum	.	.	.	.	.	.	.	II	I	+	II	I	.	.	.	.		III	III	
	Hedera helix (St,K)	.	.	I	.	.	.	.	II	.	r	I	II	.	.	.	.	II	III	II	
Sonstige	Poa trivialis	II	.	II	.	.	I	II	(v)	II	II	V	II	r	.	V	IV	(v)	IV	IV	
	Deschampsia cespitosa	III	IV	II	3	V	V	V	V	IV	III	V	V	I	II	.	.	(v)	V	V	
	Eurhynchium praelongum	II	.	.	.	III	I	.	.	I	I	V	.	.	.	II	.	(v)	V	V	
	Urtica dioica	V	V	IV	1	V	II	III	III	IV	III	V	V	V	IV	V	V	I	V	V	
	Geranium robertianum	III	V	V	.	II	II	I	II	II	II	IV	III	V	II	III	I	III	IV	III	
	Rubus idaeus (St,K)	II	II	II	1	III	I	.	II	IV	r	IV	IV	I	III	II	r	(v)	IV	III	
	Geum urbanum	V	II	III	1	IV	III	III	III	II	III	IV	III	II	III	.	.	.	V	V	
	Mnium hornum	.	.	.	.	.	.	.	.	II	r	IV	IV	.	I	II	.		V	III	
	Ajuga reptans	I	V	II	.	I	.	I	(v)	.	II	III	III	r	I	II	II	(v)	IV	I	
	Equisetum arvense	I	.	.	1	.	.	.	(v)	I	II	III	II	.	.	.	.	(v)	II	r	
	Dryopteris carthusiana	+	.	.	.	.	.	.	(v)	III	I	III	I	II	II	III	I	(v)	III	+	
	Lonicera periclymenum	.	.	I	.	.	.	.	(v)	III	r	II	II	.	.	.	+	(v)	III	I	
	Oxalis acetosella	II	II	IV	.	II	II	I	II	II	r	II	I	III	III	.	.		IV	IV	
	Galium aparine	II	II	II	.	V	.	I	II	III	III	III	IV	I	.	III	IV	.	I	III	
	Silene dioica	II	.	II	.	V	.	II	II	.	II	II	III	.	.	.	.	I	r	+	

** = Deckungswerte nach LUDI 1921

Herkunft der Aufnahmen:

1) Lohmeyer 1957, Stellario-Alnetum glutinosae, Westdeutschland
2) Tüxen 1937, Carici remotae-Fraxinetum caricetosum pendulae, Nordwestdeutschland
3) Oberdorfer 1957, Carici remotae-Fraxinetum, Süddeutschland
4) Lüdi 1921, Alnetum incanae, Schweiz
5) Oberdorfer 1953 (ergänzt durch Oberdorfer 1957), Alnetum incanae, Ostschwarzwald
6) Baur 1941 aus Oberdorfer 1953 (ergänzt durch Oberdorfer 1957), Alnetum incanae, Allgäu
7) Volk (n.p.) aus Oberdorfer 1953 (ergänzt durch Oberdorfer 1957), Alnetum incanae, Oberbayern
8) Oberdorfer 1953, Pruno-Fraxinetum, Oberrheinebene
9) Dierschke et al. 1987, Pruno-Fraxinetum, Nordostniedersachsen
10) Th. Müller 1985, Ribeso-Fraxinetum, Südwestdeutschland
11) Vorliegende Arbeit, Alno-Fraxinetum, nördliches Schleswig-Holstein
12) Passarge 1956, Ribeso-Fraxinetum, nördliches Schleswig-Holstein
13) Matuszkiewicz 1952, Fraxino-Alnetum, Bialowieza (Nordostpolen)
14) Mikyska 1943, Alno-Fraxinetum, Pilsen (Tschechoslowakei)
15)-16) Möller 1979, Chrysosplenio oppositifolii-Alnetum, Niedersachsen, Schleswig-Holstein
17) Lemee 1937, Alno-Macrophurbietum, Perche (Nordwest-Frankreich)
18)-19) Dierßen et al. 1988, Carpino-Fraxinetum, Schleswig-Holstein

(fehlende Punkte bedeuten, daß in entsprechender Literaturquelle nur gekürzte Stetigkeitstabellen bzw. unvollständige Artenlisten vorliegen)

Carici remotae-Fraxinetum (sensu Koch ex. Tx.1937), sondern andere Auenwald-Gesellschaften (weitgehend wohl Bestände des Alno-Fraxinetum; siehe Tab.6, Sp.8-17).

Das Stellario-Alnetum glutinosae kann lediglich mit Hilfe einer bestimmten Trennartenkombination (Stellaria nemorum, Salix fragilis, hoher Deckungsanteil von Alnus glutinosa bei gleichzeitigem Zurückweichen von Fraxinus excelsior), nicht aber mittels eigener Kenntaxa charakterisiert werden, da Stellaria nemorum und Salix fragilis auch in anderen Waldgesellschaften hohe Präsenzen aufweisen (Stellaria nemorum allgemein im Alno-Ulmion und bodenfrischen bis -feuchten Fagion-Gesellschaften, Salix fragilis bspw. im Alnetum incanae und im Salicetum fragilis Passarge 1957). Es ist daher folgerichtig, Sternmieren-Erlenwälder nicht als Assoziation, sondern als ranglose Einheit ("Gesellschaft") innerhalb des Alno-Ulmion aufzufassen (z.B. "Stellaria nemorum-Alnus glutinosa-Gesellschaft", vgl. Vorschlag bei NOWAK 1990:177).

Wie Tabelle 6 zeigt, lassen sich jene Assoziationen des Alno-Ulmion, die auch im Norddeutschen Tiefland vorkommen, nicht durch ihnen eigene Kennarten gegeneinander abgrenzen. Ribes rubrum var. sylvestre - von Th. MÜLLER (1985:396) in einer zusammenfassenden Übersicht als Kennart des Ribeso-Fraxinetum gewertet - tritt auch in anderen Auenwald-Gesellschaften vergleichsweise häufig auf. In Traubenkirschen-Erlen-Eschenwäldern erlangt die Waldjohannisbeere mitunter höhere Stetigkeiten als im Ribeso-Fraxinetum selbst (vgl. DIERSCHKE et al. 1987:373ff und Tab.6). Auch in Auenwäldern subkontinental geprägter Gebiete kann Ribes rubrum var. sylvestre noch relativ häufig vorhanden sein (Stetigkeiten von II bis III; vgl. STEFFEN 1931:69 (Ostpreußen), NEUHÄUSLOVA-NOVOTNA 1979:150f, Tab.1 (Tschechoslowakei)). Prunus padus kann somit als geographische Differentialart dienen, beide Gesellschaften sollten aber nicht als vikariierende Assoziationen aufgefaßt werden (vgl. Einschätzung bei OBERDORFER 1987:465). Wäre dies der Fall, so dürften die genannten Einheiten nicht im gleichen Wuchsraum nebeneinander vertreten sein (vgl. bspw. Monographien von PASSARGE 1959 (Ost-Mecklenburg), Th. MÜLLER 1985 (Südwestdeutschland), WALTHER 1987 (nordöstliches Niedersachsen)).

Ribes rubrum erweist sich damit als Verbandskennart des Alno-Ulmion, kann aber nicht als Kenntaxon einer Assoziation (z.B des Ribeso-Fraxinetum bzw. Ribeso-Alnetum, vgl. TÜXEN und OHBA 1975:398, Tab.3) aufgefaßt werden. Zur gleichen Einschätzung gelangen DIERSCHKE et al. (1987:373f) und DÖRING-MEDERAKE (1991:53) in einer vergleichenden Betrachtung der genannten Waldgesellschaften.

Gegenüber dem Ribeso-Fraxinetum läßt sich das Pruno-Fraxinetum letztlich nur mit Hilfe von Prunus padus abgrenzen (vgl. DIERSCHKE et al. 1987:373). Bei einem floristischen Vergleich verschiedener Auenwald-Gesellschaften zeigt auch die Traubenkirsche keine strenge Bindung an

das Pruno-Fraxinetum. Mit hoher Stetigkeit (IV-V) ist sie beispielsweise im Alnetum incanae (vgl. OBERDORFER 1953:56, MÜLLER und GÖRS 1958:134ff, Tab.5-8, HARTMANN und JAHN 1967:11b, SCHWABE 1985a:Tab.2 und 1985b) oder in Prunetalia-Gesellschaften vertreten. Dieser soziologischen Amplitude entsprechend wird sie bei OBERDORFER (1990:573f) auch nicht als Assoziations-, sondern lediglich als Verbandskennart eingestuft.

Ein Vergleich mittel-, nord- und nordosteuropäischer Auenwälder läßt nur geringe Unterschiede im Arteninventar erkennen. Nicht gerechtfertigt scheint daher, den in Mitteleuropa vorkommenden Auenwald-Gesellschaften nord- beziehungsweise nordosteuropäische Assoziationsvikarianten gegenüberzustellen. In dem von MATUSZKIEWICZ (1952:Tab.14) aus Polen (Bialowieza) beschriebenen Alno-Fraxinetum (= Circaeo-Alnetum sensu OBERDORFER 1953:52ff) treten als bezeichnende geographische Differentialarten nordisch-subozeanische beziehungsweise nordisch-(sub)kontinentale Sippen auf (z.B. Circaea alpina, Picea abies; vgl. Tab.9). Diese Arten finden in Wäldern der montan-orealen Stufe Mitteleuropas ein Verbreitungspendant (und sind demzufolge keine Kennarten).

Resümierend läßt sich folgern, die bisher (im Hinblick auf die Kennartenlehre formal nicht korrekt) unterschiedenen Assoziationen Ribeso sylvestris-, Pruno padi- und Alno-Fraxinetum zusammenzufassen und im Sinne der in Kapitel 4.1.2.10. genannten Definition als "Rumpfassoziation" des Alno-Ulmion zu interpretieren. Die bereits von anderen Autoren (vgl. PHILIPPI 1982:29, WELSS 1985:122) kritisch betrachtete Aufsplitterung des Alno-Ulmion in gegeneinander kaum abgrenzbare und nicht mittels eigener Kennarten definierbare Assoziationen würde damit vermieden. Aus Prioritätsgründen wird der Name Alno-Fraxinetum Mikyska 1943 (vgl. MIKYSKA 1943:34ff) beibehalten.

Mit Hilfe des "Prinzips einer mehrdimensionalen Gliederung der Vegetation" (W. u. A. MATUSZKIEWICZ 1981, vgl. Kap.4.1.2.9.) können geographisch und standörtlich bedingte Unterschiede der Artenzusammensetzung durch Einheiten unterhalb des Assoziationsranges zum Ausdruck gebracht werden. Faßt man "Eschen-Bachrinnenwälder" (sensu Koch ex Tx.1937, vgl. auch ELLENBERG 1978:203) als Eschen-Auenwald-Sonderstandorte auf, so wäre ihr Anschluß an die Gruppe der oben betrachteten Erlen-Eschenwälder denkbar. Aus Prioritätsgründen hätte dann der Name "Carici remotae-Fraxinetum" Gültigkeit).

Aus Tabelle 6 ist die enge floristische Verwandtschaft der im Rahmen vorliegender Arbeit zu **einer** Assoziation vereinigten Vegetationstypen ersichtlich. Ihnen gemein und demzufolge bezeichnend sind gegenüber Bodennässe tolerante Molinietalia- und Phragmitetea-Arten. Große Unterschiede bestehen zu dem - häufig irrtümlich als Synonym erachteten - "Alno-Makrophorbietum", das von LEMEE (1937) aus Nordwest-Frankreich (Perche) beschrieben wurde. In den von LEMEE mitgeteilten Aufnahmen fehlen nicht nur viele der bezeichnenden Verbandskenn- und -trennarten der Auenwälder, sondern auch die im Alno-Fraxinetum hochstet vorkommenden Fagetalia- und Querco-Fagetea-Arten (vgl. Tab.6, Sp.17). Damit ist - neben der hohen Präsenz von Alnus glutinosa und Salix cinerea (beide mit IV) - ein Hinweis gegeben, daß

LEMEEs Aufnahmen nicht naturbelassene Auenwaldbestände, sondern mehr oder weniger stark entwässerte Erlenbrücher repräsentieren.

Neben dem Alno-Fraxinetum tritt in Schleswig-Holstein eine Auenwaldgesellschaft auf, in deren Baumschicht Fraxinus excelsior vorherrscht (Tab.6, Sp.18-19). Schwarzerle, Stieleiche und Hainbuche weisen meist nur geringe Deckungswerte auf (vgl. Tab.10). Fagetalia- und Querco-Fagetea-Arten finden - wie ihre hohe Präsenz zeigt - besonders günstige Entwicklungsbedingungen. Obwohl Kenn- und Trennarten des Alno-Ulmion häufig sind, fallen ausgesprochene Nässezeiger (Molinietalia- und Phragmitetea-Arten) weitgehend aus. Die Gesellschaft erweist sich somit als Einheit des Alno-Ulmion, vermittelt floristisch (Fehlen der Nässezeiger) und standörtlich (weniger stark vernäßte Gleye) aber bereits zu bodenfrischen (bis -feuchten) Einheiten des Fagion. Da zum Alno-Fraxinetum deutliche floristische Unterschiede bestehen (Ausfall von etwa 20 Differentialarten), wurden entsprechende Bestände als eigene Einheit aufgefaßt, die - in Bezug auf für sie kennzeichnende Sippen - als "Crepis paludosa-Fraxinus excelsior-Gesellschaft" bezeichnet wurde (Kap. 5.1.1.2.).

5.1.1.2. Alno-Fraxinetum Mikyska 1943

(im Rahmen vorliegender Arbeit umfaßt das Alno-Fraxinetum folgende Gesellschaften: Carici remotae-Fraxinetum sensu Faber 1937 non Koch 1926 ex Tx.1937, Fraxino-Alnetum Matuszk.1952, Pruno padi-Fraxinetum Oberd.1953, Ribeso sylvestris-Fraxinetum Passarge 1958, Chrysosplenio oppositifolii-Alnetum Möller 1979 p.p., Chrysosplenio alternifolii-Alnetum v.Glahn i.prep., Chrysosplenio alternifolii-Fraxinetum v.Glahn i.prep.).

- Allgemeine Beschreibung

In Wäldern auf mineralischen Naßböden sind Schwarzerle und Esche die von Natur aus vorherrschenden Baumarten. In der Regel treten beide Gehölze nebeneinander auf, ihre Deckungsanteile schwanken aber in Abhängigkeit von Bodennässe, Nährstoffverhältnissen und Bewirtschaftungseinfluß. Hoher Grundwasserstand und ungünstige Trophiebedingungen begünstigen Alnus glutinosa.

Nur selten und allenfalls einzelstammweise treten Quercus robur, Acer pseudo-platanus und Fagus sylvatica auf. Die zuletzt genannten Sippen finden allenfalls auf weniger vernäßten Böden geeignete Wuchsbedingungen und kennzeichnen somit trockenere Untereinheiten des Alno-Fraxinetum. Erlen-Eschenwälder sind ausgesprochen strukturreich. In nahezu allen Beständen lassen sich 5 Schichten (B1-, B2-, Strauchschicht, Kraut- und Moosschicht) unterscheiden, die meist gut entwickelt und relativ artenreich sind. Verantwortlich dafür ist ein geringer Kronenschluß der oberen Baumschicht (um 70 %), der ein für die Vegetationsentwicklung im Bestandesinneren günstiges Lichtklima gewährleistet. Vergleichsweise hoch sind die

Deckungswerte der B2- und Strauchschicht (um 20 bzw. 10 %). Letztere besteht - neben den sich verjüngenden Baumarten - überwiegend aus Corylus avellana und Crataegus laevigata agg.. Euonymus europaea und Viburnum opulus erreichen nur selten Wuchshöhen von einem Meter. Die Sträucher Ribes rubrum und Prunus padus treten in weniger als 20 % der Bestände auf.

Im Vergleich zu anderen Waldgesellschaften ist die Krautschicht der Erlen-Eschenwälder ausgesprochen artenreich (etwa 70 Sippen mit Stetigkeit III u. mehr). Sie nimmt meist über 80 % der Bodenoberfläche ein und unterliegt einem ausgeprägten phänologischen Wandel. Unter den Frühjahrsgeophyten herrscht Scharbockskraut vor, das zur optimalen Entwicklungszeit mehrere Quadratmeter große, geschlossene Herden bildet und nicht selten ein Viertel der Aufnahmeflächen deckt. Gleichfalls stet sind Anemone nemorosa und Adoxa moschatellina, die vorzugsweise auf weniger nassen Standorten stärker hervortreten. Ende Mai bis Anfang Juni wandelt sich das Bild der Feldschicht. Die innerhalb weniger Wochen vergehenden Frühjahrsgeophyten weichen dann hochwüchsigen Stauden (Angelica sylvestris, Cirsium oleraceum, Carex acutiformis, Iris pseudacorus, Eupatorium cannabinum, Phalaris arundinacea u.a.), die bis zum Ende der Vegetationsperiode den Aspekt der Feldschicht prägen.

In der Krautschicht ist eine üppige Naturverjüngung der Esche auffällig. Wie ein Vergleich der Stetigkeiten von Fraxinus in verschiedenen Schichten zeigt, kann sich ein relativ hoher Prozentsatz ihrer Sämlinge durchsetzen, ein Indiz für die hohe Konkurrenzkraft der Esche auf diesen Standorten. Günstige Bedingungen für eine Naturverjüngung scheinen für Alnus insbesondere auf Standorten der Altmoräne gegeben.

Im Untersuchungsgebiet ist die Gesellschaft durch Molinietalia- (Angelica sylvestris, Cirsium palustre, Cirsium oleraceum, Valeriana procurrens) und Phragmitetea-Arten (Scutellaria galericulata, Mentha aquatica, Carex acutiformis, Phalaris arundinacea, Iris pseudacorus u.a.) sowie durch Quellflurelemente (Chrysosplenium oppositifolium, Brachythecium rivulare) charakterisiert. Die genannten Sippen sind gleichsam für einzelne Untereinheiten der Gesellschaft bezeichnend (vgl. Tab.7). Als lokale Kennart kann Chrysosplenium alternifolium gewertet werden, das in etwa 65 % der Bestände auftritt. In der Krautschicht weisen Verbandskenn- und -trennarten sowie Charakterarten der Ordnung und Klasse hohe Stetigkeiten auf. Mit insgesamt 52 Arten sind diese soziologischen Gruppen am besten repräsentiert. Zu den häufigsten "Begleitern" (Stetigkeit über 80 %) gehören Poa trivialis, Deschampsia cespitosa, Eurhynchium praelongum, Urtica dioica, Rubus idaeus, Geum urbanum und Mnium hornum.

In Erlen-Eschenwäldern wird die jährlich anfallende Laubstreu innerhalb weniger Monate abgebaut, so daß mit Beginn der Vegetationsperiode kaum noch organische Auflagen vorhanden sind. Damit finden Moose günstige Entwicklungsbedingungen, die sich zudem infolge einer hohen Oberbodenfeuchte verbessern. Mit durchschnittlich 30 % ist die Kryptogamendeckung

dementsprechend hoch. Von insgesamt 31 nachgewiesenen Moosarten treten aber nur wenige mit höherer Deckung und Stetigkeit auf. Zu ihnen gehören Plagiomnium undulatum, Eurhynchium striatum, Eurhynchium praelongum, Mnium hornum und Brachythecium rutabulum. Meist über 90 % der von Moosen besiedelten Fläche werden von diesen Arten eingenommen.

Erlen-Eschenwälder sind in Schleswig-Holstein an verschiedenste Grundwasserböden gebunden, die typologisch zur Klasse der Gleye gehören. Bezeichnende Typen sind Anmoorquellen- und Anmooroxigleye. Der naturräumlichen Verteilung dieser Böden entspricht das Verbreitungsmuster einzelner Untereinheiten des Alno-Fraxinetum. Demzufolge lassen sich altmoränen- und jungmoränenspezifische Einheiten unterscheiden.

Mit einer mittleren Artenzahl von 49 bis 56 (je nach Untereinheit) zählen Erlen-Eschenwälder zu den artenreichsten Vegetationstypen des Norddeutschen Tieflands. Bislang ist die als stark gefährdet und schutzbedürftig einzuschätzende Waldgesellschaft in Schutzgebieten nur unzureichend vertreten. Der daraus ableitbare, für einen langfristig wirksamen Schutz notwendige Forderungskatalog ist in Kapitel 6.1.2.1. zusammengestellt.

- Untereinheiten der Gesellschaft

Einem Nährstoffgradienten entsprechend lassen sich im Untersuchungsgebiet zwei Ausbildungen unterscheiden.

Die Ausbildung von Cardamine flexuosa (Tab.7, Sp.1-18) ist kennzeichnend für das Altmoränengebiet und war lediglich einmal auch im Östlichen Hügelland nachweisbar (vgl. Abb.27). Sie ist in Senken oder Mulden, häufiger aber an schwach geneigten Hängen (Inklination um 1 Grad) der Altmoränenrücken entwickelt. An diese Topographie sind bestimmte edaphische, insbesondere hydrologische Verhältnisse geknüpft (vgl. unten).

In der B1-Schicht, die im Mittel nur 69 % deckt, treten Erle und Esche mit recht unterschiedlichen Deckungsanteilen auf. Dieser Dominanzwechsel ist nicht nur Ausdruck edaphischer Unterschiede, sondern zugleich auf forstlichen Einfluß zurückzuführen. B2- und Krautschicht weichen von dem in der allgemeinen Beschreibung gegebenen Bild nicht oder nur unwesentlich ab. In der Krautschicht treten als bezeichnende Sippen der Cardamine-Ausbildung Cardamine flexuosa, Lysimachia nemorum, Myosotis palustris und Pellia epiphylla auf. Sie zeigen - ebenso wie die mehr oder minder steten Arten Mentha aquatica, Chrysosplenium oppositifolium und Scirpus sylvaticus - einen für diese Standorte charakteristischen Sickerwassereinfluß an, der ganzjährig besteht und auch im Sommer eine gewisse Feuchte oder Nässe im Oberboden gewährleistet. Die Wassernachlieferung ist durch eine relativ konstant

bleibende, aus dem Hangbereich der Altmoränenrücken austretende Quellwassermenge sichergestellt. Das Wasser fließt oberflächennah hangabwärts und weist ganzjährig gleichbleibend niedrige Temperaturen auf (etwa 8-10 °C), so daß kühl-stenotherme und sickerwasserliebende Moose (Pellia epiphylla, Brachythecium rivulare) begünstigt werden. Bezeichnenderweise ist Equisetum pratense (als Vertreter des borealen Elementes) relativ häufig anzutreffen. Offensichtlich findet die Art unter dem kühl-feuchten Mikroklima dieser Standorte günstige Wuchsbedingungen.

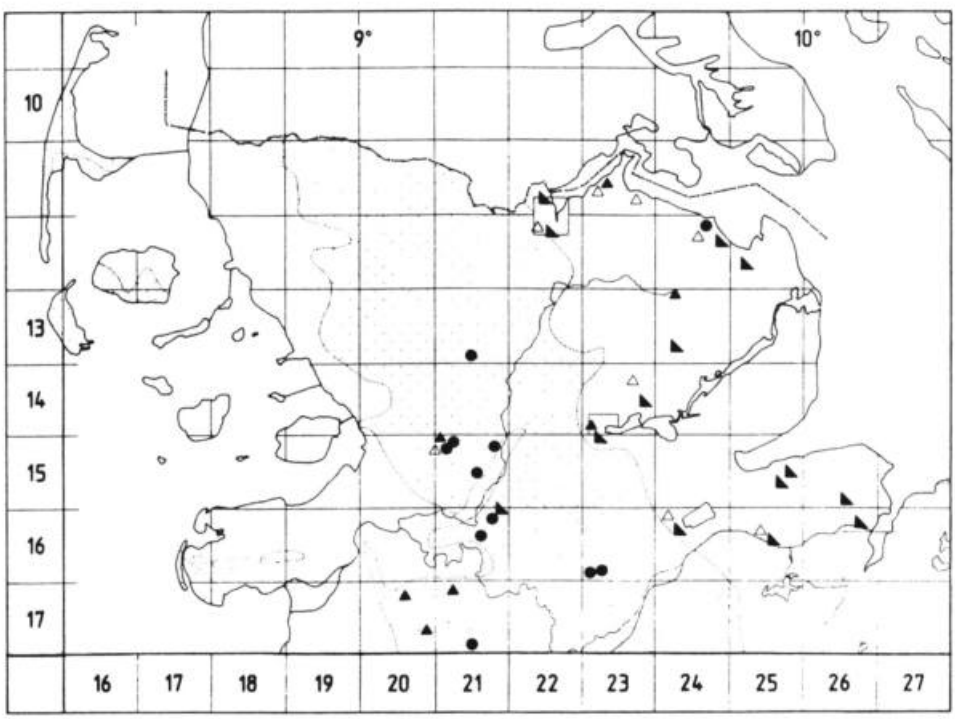


Abb.27: Bestandesvorkommen des Alno-Fraxinetum
● Cardamine flexuosa-Ausbildung
▲ Phalaris arundinacea-Ausbilung, Mentha aquatica-Variante
△ Phalaris arundinacea-Ausbilung, Typische Variante
◣ Phalaris arundinacea-Ausbilung, Pulmonaria obs.-Variante

Für die Krautschicht ist kennzeichnend, daß einerseits eutraphente Sippen (z.B. Stachys sylvatica, Festuca gigantea, Mercurialis perennis, Geum rivale, Rumex sanguineus, Glechoma hederacea) in nahezu allen Beständen hohe Deckungsanteile erlangen, andererseits aber hochwüchsige und gleichfalls anspruchsvolle Stauden (Phalaris arundinacea, Carex acutiformis, Iris pseudacorus) fehlen. Eine genauere Betrachtung standörtlicher Verhältnisse soll diese Artenzusammensetzung erklären helfen.

Bodentab.2: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Alno-Fraxinetum, Ausbildung von Cardamine flexuosa
Bodentyp: Anmoorquellengley
Anzahl der Profilaufnahmen: 5

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	$CaCO_3$ (g/100g)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
				5,2	34,4	48,0	390,4	14,8	18,4	3,4	3,5			
O_L		<1	-	5,6	37,2	55,1	443,4	20,3	22,6	3,6	3,8			
				6,2	41,2	63,6	471,2	25,6	26,5	3,7	4,0			
		23		10,1	9,2	38,9	41,1	2,9	12,5	4,3	4,7			anm.
A_a	/G_oA_a	30	stark	13,7	12,5	72,5	88,3	6,9	13,1	4,6	5,3	0,0	gyt.	5YR-10YR
		33		18,4	16,7	92,0	162,8	13,0	14,4	5,0	6,1			2-2,5/0-2
		65		0,0	0,0	0,0	1,1			4,3	5,9			S-uS (sL)
G_o	/A_aG_o, G_{ro}	96	-	3,8	2,7	80,0	2,1	<0,2	n.b.	4,9	6,1	0,0	Einzk/	7,5YR-10YR
		133		8,4	6,0	100,0	2,8			5,3	6,3		Kohär	5/6-8
		140		1,7	1,2	53,6				4,5	5,6	0,0		S-sL
G_r	/G_{or}	164	-	24,4	17,4	90,7	1,6	<0,1	n.b.	6,0	6,8	1,0	Einzk/	5G/5Y/10YR
		200		77,0	55,0	100,0				7,7	7,8	4,1	Kohär	5/1

Bodentab.3: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Alno-Fraxinetum, Ausbildung von Cardamine flexuosa
Bodentyp: Anmooroxigley
Anzahl der Profilaufnahmen: 1

Horizont	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	$CaCO_3$ (g/100g)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L	<1	-											
A_a	39	stark	16,1	14,6	96,7	56,7	4,5	12,6	5,0	5,4	0,0	gyt.	anm.
G_{o1}	70	-	9,8	7,0	100,0	8,7	0,4	21,8	5,2	6,2	0,0	Einzk	S
G_{o2}	150	-	8,8	6,3	100,0	1,7	0,1	24,9	5,3	6,8	0,0	Kohär.	sL

Bestände der Cardamine-Ausbildung sind häufig auf Anmoorquellengleyen (Bodentab.2), seltener auch auf Anmooroxigleyen (Bodentab.3) entwickelt. Das Bodenprofil der Anmoorquellengleye weist die Horizontfolge (O_L)-$(G_O)A_a$-G_O-G_r auf, wobei als Übergang zwischen Oxidations- und Reduktionshorizont ein G_{ro} beziehungsweise G_{or} ausgebildet sein kann. Wie eingangs erwähnt, ist eine Förna nur zeitweilig entwickelt (max. bis zu 6 Monaten nach dem Laubfall), ein Indiz für die leichte Zersetzbarkeit der Erlen-Eschenstreu (C/N-Verhältnisse zwischen 18 und 27) und die hohe biologische Aktivität dieser Böden. Das abgebaute organische Material wird vom Edaphon bis zu Tiefen um 3 dm in den Mineralkörper eingearbeitet. Der A-Horizont erreicht damit Mächtigkeiten, die für semiterrestrische Böden charakteristisch sind. Eine langanhaltende Vernässung führt zu einer kräftigen Humusakkumulation im Oberboden, so daß C_{org}-Gehalte zwischen 7 und 28 % (entspr. 12-48 % Humusanteil) erreicht werden. Die Humusform dieser Böden entspricht damit einem "Anmoor", das im feuchtem Zustand ein Gyttja-ähnliches Gefüge besitzt.

In aller Regel werden Humusformen unter anderem über Horizontmächtigkeiten und Humusgehalte definiert. Typenspezifische Eckwerte werden dabei pragmatisch festgelegt (für Anmoore bspw. 15-30 % org. Substanz, vgl. ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE 1982:105). Für Gley-Böden des Untersuchungsgebietes lassen sich allerdings Humusgehalte nicht immer mit entsprechenden $A_{a/h}$-Mächtigkeiten korrelieren (vgl. oben angegebenes Intervall), so daß als geeignetere (Feld-) Kriterien zur Ansprache und Abgrenzung der betrachteten Humusform "Bodengefüge" und "Horizontmächtigkeit" herangezogen wurden. · A-Horizonte mit Gyttja-ähnlichem Gefüge und Mächtigkeiten von über 2 dm wurden dementsprechend als A_a (Anmoor) aufgefaßt. Eckwerte von 15 beziehungsweise 30 (Gew.-) % organischer Substanz dienen so lediglich als Orientierungsrahmen. Zugleich wird der Begriff "Anmoor" auch in vegetationsökologischer Sicht besser interpretierbar, zumal weniger Unterschiede im Humusgehalt als vielmehr Gefüge und Horizontmächtigkeit die Vegetationszusammensetzung beeinflussen.

An manchen Standorten führt Grundwassereinfluß bereits im A_a zur Ausbildung von Rostflecken (G_OA_a; vgl. Bodentab.2). In aller Regel fehlt Anmoorgleyen aber ein Oxidationshorizont, da ihr Solum ganzjährig wassergesättigt bleibt (A_a-G_r-Profil). Oxidationsmerkmale bleiben so auf den A_a begrenzt oder treten als geringmächtiger G_{or} hervor. Bezeichnenderweise sind im Untersuchungsgebiet Anmoore aber nahezu immer über mehrere Dezimeter mächtigen G_O-Horizonten entwickelt. Verantwortlich dafür ist sauerstoffreiches Sicker- oder Grundwasser, das eine Oxidation des oberen Solumabschnitts ermöglicht (Anmoorquellengley).

An Standorten der Cardamine-Ausbildung fällt auf, daß sauerstoffreiches Sickerwasser Oxidationsprozesse bis in recht unterschiedliche Profiltiefen bewirkt. Ein G_O kann demzufolge bis in Tiefen um 13 dm vorhanden sein, umgekehrt aber auch bereits 6 dm unter Flur in den G_r übergehen (vgl. Bodentab.2). Im grauen (5Y) bis grau-grünen (5G) Reduktionshorizont sind - mit Ausnahme der Wurzelbahnen - keine Rostflecken erkennbar. G_O und G_r bestehen meist aus reinem oder schluffigem Sand und weisen ein Einzelkorngefüge auf. Ein lateraler Wassertransport wird dadurch begünstigt, da Sandböden mit Werten um 10^{-2} cm x sec^{-1} über eine vergleichsweise hohe gesättigte Wasserleitfähigkeit verfügen.

An Standorten der Cardamine-Ausbildung besteht ein starker vertikaler Nährstoffgradient. Scheinbar alle der für den Pflanzenwuchs in der Feldschicht notwendigen Nährstoffe sind im A_a lokalisiert. Mit S-Werten um 14 mval/100 ccm und einer Basensättigung um 70 % ist die Basenversorgung ausgesprochen günstig. Ebenso deuten enge C/N-Verhältnisse (um 13) eine hohe Stickstoffnachlieferung an. Anspruchsvolle Sippen (z.B. Mercurialis perennis, Stachys sylvatica, Festuca gigantea) finden damit geeignete Wuchsbedingungen. Ihre Wurzeln durchsetzen den A_a als feines und dichtes Geflecht. Im G_o sinkt der S-Wert sprunghaft auf Werte um 3,8 mval/100 ccm ab. An manchen Standorten der Cardamine-Ausbildung lassen sich hier nicht einmal mehr geringste Basenmengen nachweisen (S-Werte=0). Zugleich unterschreitet der Stickstoffgehalt eine Schwellenkonzentration, unterhalb derer Analysenwerte nicht mehr reproduzierbar sind. Für tiefwurzelnde Stauden wie Iris pseudacorus, Phalaris arundinacea oder Carex acutiformis (letztere wurzelt bis in über 1 m Tiefe) besteht damit ein unzureichendes Nährstoff-, insbesondere Basenangebot, so daß sie Beständen der Cardamine-Ausbildung fehlen. Vereinzelt waren in größerer Bodentiefe (ab etwa 12 dm und tiefer) geringe Calciumcarbonatmengen nachweisbar (in der Regel unter 0,5 %, max. 4,1 %). Sie stammen von saaleeiszeitlichem Geschiebemergel und geben in Lage und Konzentration einen Hinweis auf die gegenwärtige Entkalkungstiefe der betrachteten Altmoränen-Gleye. Der Feldschicht steht dieses Basenreservoir nicht zur Verfügung. Wie eine Änderung der S- und pH-Werte mit zunehmender Profiltiefe zeigt, ist an den meisten Standorten der Cardamine-Ausbildung ein vertikaler Transport gelöster Carbonate durch aufsteigendes Wasser verschwindend gering. Die strenge Lokalisation der Nährstoffe im A_a läßt sich durch zwei mögliche (Transport-) Mechanismen erklären. Zum einen können sich Bäume durch tiefreichende Wurzeln basenreichere Abschnitte des G_r erschließen. Insbesondere die Schwarzerle ist in der Lage, selbst tonige Naß- und Anmoorgleye tief und intensiv zu durchwurzeln, wobei ein Teil ihrer Senker häufig bis weit in den G_r hinein von rostroten Höfen umgeben ist (REHFUESS 1981:99). Die aufgenommenen Nährstoffe werden dann über die anfallende Laubstreu dem A_a zugeführt. Zum anderen kann das aus Hangpartien der Altmoränenrücken austretende Quellwasser mit Carbonaten beladen sein, die beim Durchsickern des A_a nach und nach an Austauscher abgegeben oder direkt von Pflanzenwurzeln aufgenommen werden. Die Austauschkapazität der Oberböden ist aufgrund ihres Humusreichtums relativ hoch (im Mittel um 22 mval/100 ccm, maximal bis zu 47 mval/100 ccm). Sie gewährleistet eine rasche Aufnahme und Speicherung der mit dem Sickerwasser angelieferten Kationen.

Der jahreszeitliche Verlauf des Grundwasserspiegels sowie die daraus resultierenden Einstauraten gehen aus Abbildung 28 hervor. Hydrologisch können Standorte der Cardamine-Ausbildung als Grenzstandorte des Alno-Ulmion betrachtet werden. Im Winterhalbjahr erreicht der Grundwasserspiegel Flurniveau; Überstauungen kommen in der Regel aber nicht vor. Die Spiegelschwankung betrug im niederschlagsarmen Beobachtungsjahr (1986) etwa 1 m. Der G_r

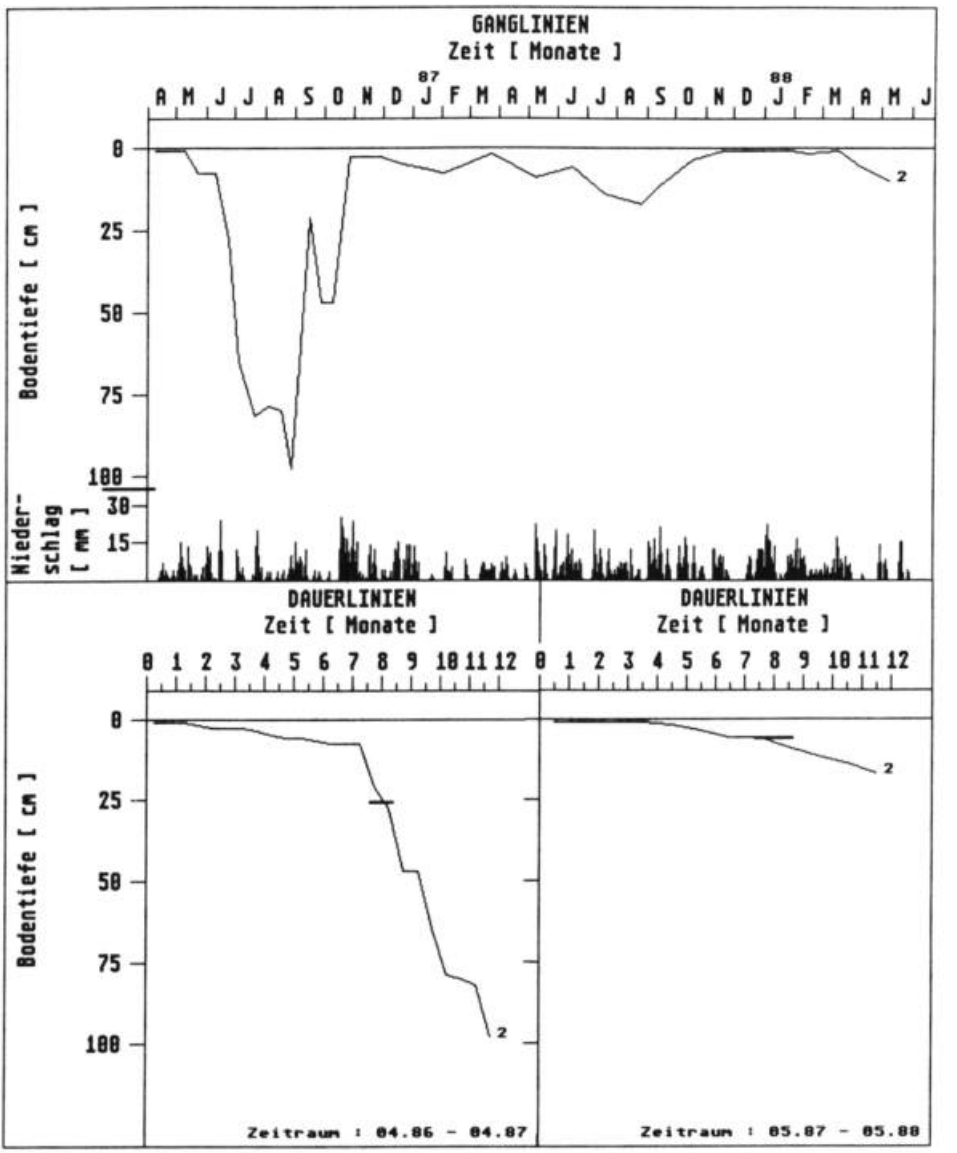


Abb.28: Hydrologische Kennzeichnung von Standorten des Alno- Fraxinetum (Cardamine-Ausbildung); oberer Abb.teil Ganglinien, unterer Abb.teil Dauerlinien (weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.2.)

blieb damit ganzjährig wassergesättigt. Im niederschlagsreichen Folgejahr (1987) überschritt die Schwankungsamplitude des Grundwasserspiegels nicht einmal 2 dm. So kann die untere A_a-Hälfte zumindest in Naßjahren stets im Einflußbereich des Grundwassers liegen. Die Dauerlinien zeigen, daß Einstauraten mit einem nur wenige Zentimeter unterhalb der Bodenoberfläche liegenden Grundwasserspiegel bis zu fünf Monaten pro Jahr andauern können. Die hohe Präsenz der für diese Standorte charakteristischen Phragmitetea-, Molinietalia- und Montio-Cardaminetea-Arten wird damit verständlich. Hydrologisch lassen sich Standorte der Cardamine-Ausbildung nicht differenzieren; sie erweist sich somit als monotypische Einheit.

Auf nährstoffreichen, kalkhaltigen Gleyen sind Bestände der Phalaris arundinacea-Ausbildung entwickelt (Tab.7, lfd. Nr.19-55). In ihnen prägen hochwüchsige Stauden wie Phalaris arundinacea, Iris pseudacorus und Carex acutiformis die Physiognomie der Feldschicht (die zuletzt genannten Arten nur auf nasseren Böden). Neben Stickstoffzeigern (Galium aparine, Silene dioica) kennzeichnen sie die betrachtete Untereinheit des Alno-Fraxinetum.

Standorte der Phalaris-Ausbildung weisen hinsichtlich ihres Wasserhaushalts deutliche Unterschiede auf, so daß im Untersuchungsgebiet drei Varianten unterschieden werden können. Für sickerfeuchte Böden mit ganzjährig hoch anstehendem Grundwasserspiegel sind Bestände der Mentha aquatica-Variante bezeichnend (Tab.7, lfd. Nr.19-28). In der Feldschicht treten Sippen auf, die neben einer intensiven Bodenvernässung Sickerwassereinfluß im Wurzelraum belegen (Eupatorium cannabinum, Mentha aquatica, Chrysosplenium oppositifolium, Valeriana dioica, Scirpus sylvaticus, Solanum dulcamara, Calliergonella cuspidata). Hydrologisch lassen sich diese Standorte mit jenen der Cardamine-Ausbildung vergleichen. Entsprechend ihrer Bindung an sickerfeuchte Böden treten Bestände der Mentha aquatica-Variante vorzugsweise im Altmoränengebiet auf (vgl. Abb.27). Vorkommen im Östlichen Hügelland sind selten (Tab.7, lfd. Nr.25-28).

Neben den bereits genannten Röhricht- und Quellflurarten fallen als weitere Nässezeiger Caltha palustris, Valeriana procurrens und - mit geringer Stetigkeit - auch Lycopus europaeus auf. In der Baumschicht überwiegt Alnus glutinosa. Ihre Häufigkeit, Deckungswerte und Wuchsbilder zeigen, daß sie an Standorten dieser Einheit ausgesprochen günstige Wuchsbedingungen findet. Mit einer mittleren Artenzahl von 56 erweist sich der betrachtete Vegetationstyp als artenreichste Waldgesellschaft in Schleswig-Holstein.

Bestände der Mentha-Variante kommen überwiegend auf Anmoorquellengleyen ((O_L)-A_a-G_o-G_r, vgl. Bodentab.4), seltener auch auf Anmooroxigleyen vor ((O_L)-A_a-G_{o1}-G_{o2}, vgl. Bodentab.5). Die Mächtigkeit des A_a schwankt zwischen 2 und 3 dm. C/N-Verhältnis, S-Wert, und Basensättigung weisen auf ein hohes Nährstoffangebot hin (im Mittel 12,7, 12-16 mval/100 ccm, 70-90 %). Gegenüber Standorten der Cardamine-Ausbildung ist kennzeichnend, daß bereits im

Bodentab.4: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Alno-Fraxinetum, Ausbildung von Phalaris arundinacea (Mentha aquatica-Variante)
Bodentyp: Anmoorquellengley
Anzahl der Profilaufnahmen: 4

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H_2O)	$CaCO_3$ (g/100g)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L		<1	-	5,4	36,0	48,8	450,0	18,8	23,9	3,2	4,6			
		28		12,5	11,4	77,0	58,5	4,2	11,7	4,5	4,9			anm.
A_a	/G_oA_a	33	stark	14,7	13,4	83,5	66,1	5,3	12,7	4,8	5,4	0,0	gyt.	7,5YR
		36		16,1	14,6	90,1	78,3	6,7	14,1	5,1	5,7			2-3/0-2
		86		7,7	5,5		2,2	0,1		5,4	6,3	0,0		S/sL
G_o	/A_aG_o, G_{ro}	101	-	48,9	34,9	100,0	5,1	0,3	13,0	5,7	6,8	2,5	Einzk/	10YR
		118		>168,0	>120,0		12,1	0,9		6,4	7,5	10,1	Kohär	4-5/6-8
		150					0,6			6,4	7,2	6,2		1S-tL
G_r	/G_{or}	153	-	>192,0	>120,0	100,0	2,3	<0,2	n.b.	7,0	7,8	11,2	Kohär	2,5Y-5Y/5G
		160					4,0			7,5	8,2	14,4		5/0-1

Bodentab.5: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Alno-Fraxinetum, Ausbildung von Phalaris arundinacea (Mentha aquatica-Variante)
Bodentyp: Anmooroxigley
Anzahl der Profilaufnahmen: 1

Horizont	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	pH (0,1n KCl)	pH (H_2O)	$CaCO_3$ (g/100g)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L	<1	-	3,5	23,2	52,3	3,6	3,7			
A_a	41	stark	14,0	12,7	70,6	4,6	5,6	0,0	gyt.	anm.
G_{o1}	110	-	29,4	21,0	100,0	6,5	7,4	0,8	Kohär	1S
G_{o2}	210	-	>192,0	>120,0	100,0	6,7	7,6	14,5	Kohär	sL

G_O, zunehmend im G_r, Calciumcarbonat vorhanden ist (2,5 bzw. 10,1 g/100 g). Dementsprechend erhöhen sich in diesen Horizonten auch die pH-(6,8/7,8) und S-Werte (um 50 mval/100 ccm, max. bis zu über 120 mval/100 ccm). Das im gesamten Solum bestehende und vergleichsweise hohe Basenangebot scheint Voraussetzung für die Entwicklung anspruchsvoller (die Phalaris-Ausbildung kennzeichnender) Stauden zu sein.

Zwischen sickerfeuchten Wäldern des Alno-Fraxinetum und dem von MÖLLER (1979) aus Niedersachsen und Schleswig-Holstein beschriebenen Chrysosplenio oppositifolii-Alnetum glutinosae bestehen nur geringe floristische Beziehungen. Wie ein Vergleich zeigt (Tab.8), treten in MÖLLERs Aufnahmen Sippen der Querco-Fagetea zugunsten von Alnion- und Phragmitetea-Arten zurück. Floristisch und standörtlich ($C_{org.}$-Gehalte bis 60 %, vgl. MÖLLER 1979:176) vermittelt diese Gesellschaft daher zwischen Einheiten des Alnion und des Alno-Ulmion. In der Regel können sich unter hydrologischen Verhältnissen, wie sie für Standorte des Alno-Ulmion charakteristisch sind, Niedermoordecken nicht entwickeln, da längerfristige Überstauungen ausbleiben. Querco-Fagetea-Arten auf Torfböden sind somit eher als Indiz ehemals vorhandener und heute stark entwässerter Bruchwaldstandorte zu werten. Eine Niedermoorbildung bei fehlender Überstauung ist nur dann denkbar, wenn Sickerwassereinfluß ganzjährig und oberflächennah besteht. An solchen Standorten fehlen ausgeprägte Schwankungen des Grundwasserspiegels und eine Mineralisation organischer Substanz bleibt ganzjährig gehemmt. Die Vegetation der dort zur Entwicklung kommenden und von Quellzeigern (Cardamine amara, Chrysosplenium oppositifolium, Mentha aquatica, Myosotis palustris) durchsetzten Erlenwälder haben auch ROLL (1938, 1939, 1940) in Holstein und DIERSCHKE et al. (1987:377) in Niedersachsen untersucht. Sie scheinen in Norddeutschland besonders im Altdiluvium Niedersachsens verbreitet zu sein (DÖRING mdl., vgl. auch Abb.1 bei MÖLLER 1979:176), haben aber im Untersuchungsgebiet keine nennenswerten Vorkommen. Synsystematisch können sie, soweit ihre Artenverbindung dies rechtfertigt, dem Alno-Fraxinetum angeschlossen oder als ranglose Gesellschaft aufgefaßt werden (vgl. DIERSCHKE et al. 1987:377). Weiterführende floristische wie standörtliche Untersuchungen scheinen hierzu erforderlich.

An Standorten der Typischen Variante besteht allenfalls geringer Sickerwassereinfluß. Bei hohen Grundwasserständen erhalten Arten wie Carex acutiformis, Iris pseudacorus und Caltha palustris Konkurrenzvorteile, während bezeichnende Sickerwasserzeiger der Mentha-Variante weitgehend ausfallen. In allen Bestandesschichten tritt Fraxinus stärker hervor (Stetigkeit über 80 %).

Bestände der Typischen Variante sind überwiegend auf nährstoffreichen Gleyen des Östlichen Hügellandes entwickelt (vgl. Abb.27). Ihre Böden zeigen einen den bereits beschriebenen Anmoorquellengleyen entsprechenden Profilaufbau ((O_L)-G_OA_a-G_O-G_r, vgl. Bodentab.6). G_O-Merkmale im unteren Abschnitt des A_a (G_OA_a) indizieren eine vergleichsweise lang andauernde Vernässung der Humushorizonte. Im A_a erreicht demzufolge der Humusanteil Werte um 30 %.

Tab. 8

Vergleich des Chrysosplenio-Alnetum (MÖLLER 1979, NS, SH)
mit Untereinheiten des Alno-Fraxinetum (vorl. Arb.)

			1.		2.			
			a	b	a	b	c	d
	Anzahl der Aufnahmen		19	14	18	10	11	16
	Mittlere Artenzahl		28	21	55	56	52	49
	Alnus glutinosa	B	V	V	V	V	V	IV
		St	.	+	II	III	II	III
		K	.	.	II	III	II	I
	Fraxinus excelsior	B	II	I	V	V	V	V
		St	+	+	II	II	V	II
		K	.	.	V	IV	V	IV
d1.u.2.	Angelica sylvestris		IV	III	IV	IV	V	III
	Chrysosplenium alternifolium		IV	III	IV	III	IV	IV
	Cirsium palustre		IV	+	IV	III	II	II
	Brachythecium rivulare		III	V	III	II	III	II
	Cirsium oleraceum		+	IV	II	II	III	II
	Cardamine amara		V	V	II	II	III	I
	Scutellaria galericulata		III	+	II	III	+	.
	Valeriana procurrens		III	III	II	III	II	.
	Calamagrostis canescens		+	+	V	V	III	III
	Phalaris arundinacea		.	V	+	III	V	IV
d1., 2.a	Myosotis palustris		III	II	III	I	I	.
	Pellia epiphylla		II	.	II	+	.	.
d1. 2.a, b	Mentha aquatica		IV	III	V	V	+	I
	Eupatorium cannabinum		III	II	I	III	I	.
	Solanum dulcamara		IV	II	+	II	+	.
	Chrysosplenium oppositifolium		IV	IV	II	II	+	.
	Valeriana dioica		II	+	I	II	.	.
	Calliergonalla cuspidata		II	.	I	III	.	+
	Scirpus sylvaticus		III	.	II	I	+	.
d1., 2.b, c	Caltha palustris		III	IV	I	III	III	.
	Iris pseudacorus		I	II	.	IV	III	.
VC+OV	Filipendula ulmaria		V	V	V	V	V	III
	Ranunculus repens		IV	III	V	IV	V	III
	Galium palustre		V	II	V	V	III	I
	Plagiomnium undulatum		IV	II	IV	V	V	V
	Crepis paludosa		III	I	V	IV	V	III
	Plagiomnium affine		IV	II	II	II	II	II
	Lysimachia vulgaris		V	+	IV	IV	II	.
	Ribes rubrum agg.(St,K)		I	II	+	+	I	II
	Juncus effusus		II	.	IV	IV	II	III
	Glechoma hederacea		+	II	II	II	III	IV
d2.	Rumex sanguineus		.	II	IV	III	III	IV
	Geum rivale		I	+	IV	V	V	IV
	Rubus caesius		I	.	III	II	II	I
	Cirriphyllum piliferum		I	.	II	I	I	II
	Platanthera chlorantha		.	.	II	II	II	I
	Eurhynchium striatum		.	.	IV	IV	IV	V
	Paris quadrifolia		.	.	I	+	II	I
	Rubus saxatilis		.	.	I	II	I	.
	Ribes uva-crispa (St,K)		.	.	.	I	I	I
	Equisetum pratense		.	.	I	.	+	+

		1.		2.			
		a	b	a	b	c	d
OC	Impatiens noli-tangere	III	III	IV	I	III	V
d2.	Ranunculus ficaria	r	III	V	V	V	V
	Carex remota	II	+	V	V	IV	IV
	Circaea lutetiana	+	II	V	V	V	V
	Stachys sylvatica	I	+	V	IV	V	V
	Festuca gigantea	.	+	IV	IV	IV	IV
	Carex sylvatica	.	.	IV	III	II	IV
	Mercurialis perennis	.	.	IV	II	III	IV
	Euonymus europaea (St,K)	.	.	III	IV	III	II
	Adoxa moschatellina	.	.	II	II	III	IV
	Galium odoratum	.	+	II	I	IV	IV
	Scrophularia nodosa	.	.	II	II	II	III
	Ranunculus auricomus agg.	.	.	III	IV	II	I
	Equisetum sylvaticum	.	.	IV	+	+	III
	Atrichum undulatum	+	.	II	.	I	IV
	Viola reichenbachiana	.	.	II	I	I	III
	Lamiastrum galeobdolon	+	.	III	I	+	II
	Brachypodium sylvaticum	.	.	II	+	III	II
	Sanicula europaea	.	.	II	+	I	II
	Epilobium montanum	.	.	+	I	II	II
	Primula vulgaris	.	.	+	I	I	+
	Primula elatior	.	.	+	+	I	+
KC	Athyrium filix-femina	V	I	V	III	IV	IV
d2.	Corylus avellana (St,K)	+	+	V	IV	IV	III
	Viburnum opulus (St,K)	+	.	II	III	III	I
	Anemone nemorosa	r	.	V	IV	V	V
	Stellaria holostea	.	.	IV	IV	IV	IV
	Crataegus laevigata agg. (St,K)	.	.	II	II	V	V
	Milium effusum	.	.	III	II	II	III
	Polygonatum multiflorum	.	.	II	I	II	I
	Hedera helix (St,K)	.	.	I	I	I	.
	Viola riviniana et reichenb.	.	.	II	+	+	.

Spalte 1 a Chrysosplenio-Alnetum lysimachietosum
b Chrysosplenio-Alnetum phalaridetosum

Spalte 2 a Alno-Fraxinetum, Cardamine-Ausbildung
b Alno-Fraxinetum, Phalaris-Ausbildung (Mentha-Variante)
c Alno-Fraxinetum, Phalaris-Ausbildung (Typische Variante)
d Alno-Fraxinetum, Phalaris-Ausbildung (Pulmonaria-Variante)

Bodentab.6: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Alno-Fraxinetum, Ausbildung von Phalaris arundinacea (Typische Variante)
Bodentyp: Anmoorquellengley
Anzahl der Profilaufnahmen: 3

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	CaCO3 (g/100g)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
		<1		5,6	37,2	51,7	444,4	18,8	19,1	3,7	3,8			
O_L		<1	-	5,8	38,6	52,1	469,0	22,3	21,3	3,7	3,8			
		1		6,0	40,0	52,4	493,3	25,9	23,6	3,8	3,9			
		30		30,3	27,5	83,8	129,7	11,9	10,9	4,8	5,2			anm.
G_oA_a	/A_a	39	stark	40,2	36,5	91,2	218,9	17,1	12,6	5,3	5,8	0,0	gyt.	5YR-10YR
		57		51,8	47,1	100,0	318,9	24,2	13,6	6,2	6,8			2-2,5/2
		68		43,8	31,3					6,6	7,3	1,9		uS/tL
G_o	/A_aG_o	80	-	97,3	69,5	100,0	n.b.	n.b.	n.b.	6,9	7,7	10,2	Einzk/	7,5YR-10YR
		92		>168,0	>120,0					7,5	8,3	23,3	Kohär	5/4-6
		120								6,7	7,5	10,1		uS/tL
G_r		133	-	>168,0	>120,0	100,0	n.b.	n.b.	n.b.	7,1	7,9	14,4	Einzk/	10YR
		140								7,6	8,2	18,5	Kohär	5-6/1

Bodentab.7: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Alno-Fraxinetum, Ausbildung von Phalaris arundinacea (Pulmonaria obscura-Variante)
Bodentyp: Anmoorquellengley
Anzahl der Profilaufnahmen: 6

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	CaCO3 (g/100g)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
		<1		5,6	37,0	57,6	390,1	14,5	20,2	3,6	3,7			
O_L		<1	-	7,7	51,1	73,4	438,0	16,9	26,5	4,1	4,4			
		<1		11,4	76,0	100,0	465,5	22,1	29,6	5,1	5,3			
		27		5,0	4,5	36,0	35,9	2,9	10,9	2,9	3,7	0,0		anm.
A_a	/G_oA_a	31	stark	36,6	33,3	79,3	53,8	4,3	12,6	4,6	5,2	0,2	gyt.	5YR-7,5YR
		36		132,0	120,0	100,0	79,6	6,8	13,8	6,7	7,0	0,9		2,5-3/2
		53		8,0	5,0	73,5	2,5	0,1	11,9	3,8	5,5	0,0		sL
G_o	/A_aG_o, G_{ro}	91	-	75,7	47,3	94,6	5,9	0,3	15,1	5,8	7,0	2,9	Kohär	10YR
		135		192,0	120,0	100,0	9,9	0,7	18,4	7,4	7,8	11,8		4-5/4-6
		120		8,3	5,2	83,9	1,9			5,2	5,9	0,0		sL-tL
G_r	G_{or} /G_{or}	162	-	146,6	91,6	97,3	2,2	<0,2	n.b.	6,6	7,3	13,4	Kohär	5G/7,5YR
		200		>192,0	>120,0	100,0	2,4			7,5	8,0	24,7		5/0-1

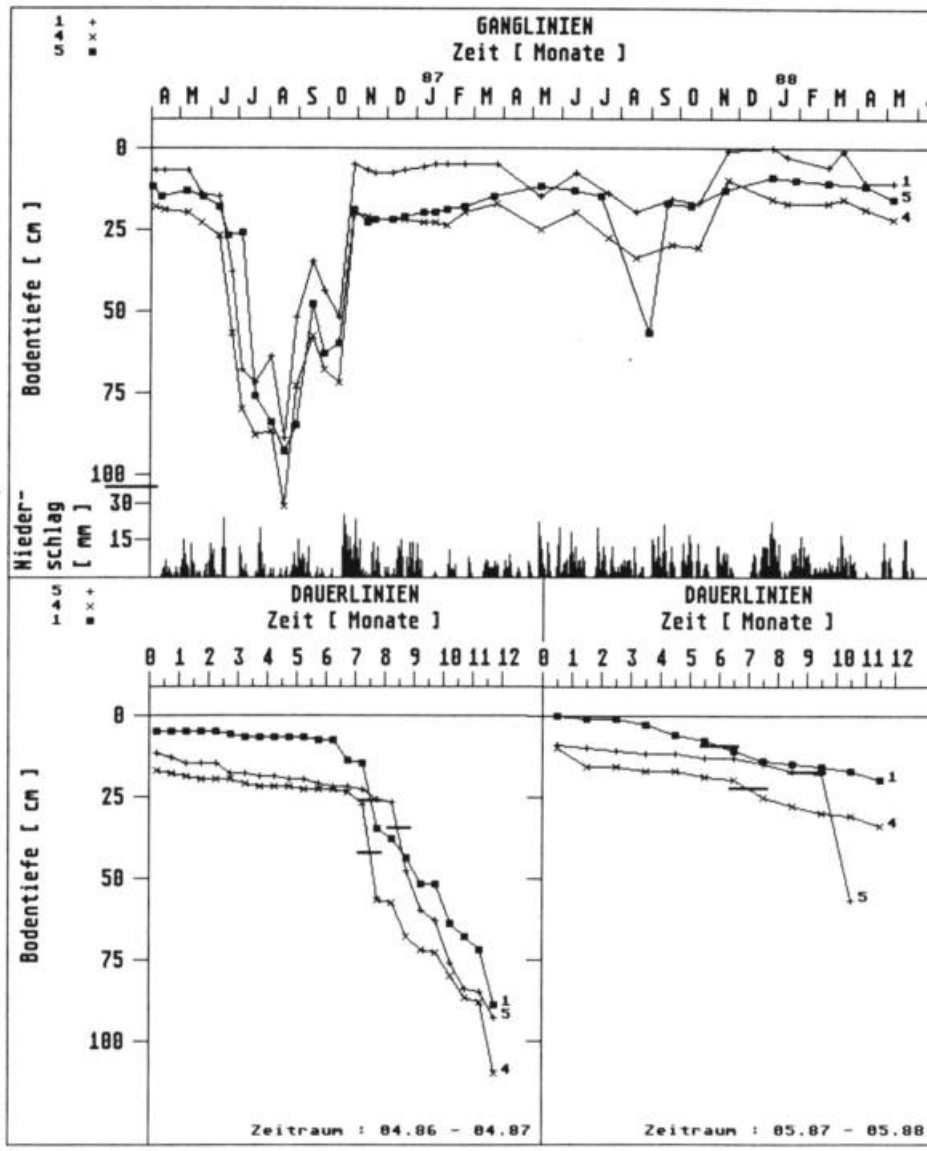


Abb.29: Hydrologische Kennzeichnung von Standorten des Alno-Fraxinetum, Phalaris-Ausbildung (Typische (Nr.1) und Pulmonaria-Variante (Nr.4 u. 5)); oberer Abb.teil Ganglinien, unterer Abb.teil Dauerlinien (weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.2.)

Calciumcarbonat ist im G_o und G_r immer nachweisbar (um 10 bzw. 14 g/100 g) und verantwortlich für stets im alkalischen Bereich liegende pH(H_2O)-Werte (7,3-8,3).

Der Gang- und Dauerlinienverlauf an Standorten der Typischen Variante ist aus Abbildung 29 ersichtlich. Die jährliche Amplitude der Spiegelschwankung beträgt hier maximal 9 dm und verringert sich in niederschlagsreichen Jahren auf etwa 3-4 dm. Der G_r wird daher nur in extremen Trockenjahren belüftet. Demgegenüber können hohe Niederschläge dazu führen, daß zumindest der Kapillarsaum des Grundwassers ganzjährig den A_a erreicht.

An Standorten der Pulmonaria obscura-Variante sind Einstauraten weniger extrem. Wie Abbildung 29 zeigt, sind sommerliche Grundwasserdepressionen bereits deutlicher ausgeprägt. Selbst in niederschlagsreichen Jahren (z.B. 1987) kann der Grundwasserspiegel bis auf 6 dm unter Flur absinken. Spiegeldepressionen um 1 m treten in Normaljahren regelmäßig auf. Sie kennzeichnen die Lage des G_o-G_r-Überganges, der in den betrachteten Böden in Tiefen um 9 dm liegt.

Der hydrologischen Situation entsprechend fallen Nässezeiger aus (Carex acutiformis, Iris pseudacorus, Caltha palustris, Valeriana procurrens). Statt ihrer können nässemeidende Fagetalia-Arten (Pulmonaria obscura, Veronica montana, Melica uniflora, Atrichum undulatum, Vicia sepium, Viola reichenbachiana u.a.) bereits regelmäßig Fuß fassen (d-Arten der betrachteten Variante). Im Oberstand ist Fraxinus vorherrschende Baumart.

Unter Beständen der Pulmonaria-Variante wurden ausschließlich Anmoorquellengleye nachgewiesen ((O_L)-A_a-G_o-G_r, vgl. Bodentab.7). Das Nährstoffangebot im Oberboden ist, wie S-, Basensättigungs-, pH- und C/N-Werte belegen (um 37 mval/100 ccm, 80 %, 5,2, 12,6), ausgesprochen günstig. Den übrigen Standorten der Phalaris-Ausbildung vergleichbar ist im Solum bereits im oder unterhalb des A_a Calciumcarbonat nachweisbar (im G_r maximal bis zu 25 %). Diesen Standortsverhältnissen entsprechend ist die Pulmonaria-Variante eine charakteristische Einheit der Jungmoräne (vgl. Abb.27).

- Synökologischer Vergleich

In den Abbildungen 30 und 31 werden Standorte des Alno-Fraxinetum hinsichtlich solcher Parameter verglichen, die Wuchsbedingungen einzelner Untereinheiten maßgeblich prägen. Eng korreliert sind Trophie- und Kalkgehaltsunterschiede der Böden. Kalkarme bis -freie Gleye sind überwiegend - aber nicht ausnahmslos - im Altmoränengebiet anzutreffen. Auch in der Jungmoräne lassen sich Grundwasserböden nachweisen, denen bis zu einer von der Feldschicht aufschließbaren Tiefe Carbonate fehlen. Sie bilden in diesem Naturraum allerdings eher

Sonderstandorte. Aus Abbildung 30 geht hervor, wie stark der Kalkanteil in Gley-Horizonten verschiedener Erlen-Eschenwald-Standorte variieren kann. Bestände der Cardamine-Ausbildung stocken auf nahezu kalkfreien Böden, in denen geringe Carbonatmengen allenfalls in Tiefen auftreten, die Pflanzenwurzeln der Feldschicht nicht zugänglich sind. Standorten der Phalaris-Ausbildung ist gemein, daß G_O- und G_r-, teilweise auch A_a-Horizonte Carbonatmengen aufweisen, die zwischen 2,5 und 14,4 g/100 g (Mittelwerte) schwanken. Dementsprechend hoch sind pH-Werte und das Basenangebot dieser Horizonte (entsprechend der Geschiebemergelzusammensetzung insbesondere an Calcium, in geringen Mengen auch Kalium, Magnesium und Natrium, vgl. SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL 1984:8). Vergleicht man das Basenangebot im A_a der in der Alt- und Jungmoräne vorkommenden Gleye, so zeichnen sich jene des zuletzt genannten Naturraumes durch einen um den Faktor 3 höheren S-Wert aus (40,2 mval/100 ccm bzw. 36,6 mval/100 ccm gegenüber 13,8 mval/100 ccm (Mittelwerte), vgl. Abb.30). Ein Kationentransport vom mergelhaltigen Unter- zum Oberboden kann dort teilweise über aufsteigendes Grundwasser, überwiegend wohl aber mit Hilfe tiefer wurzelnder Arten (über die jährlich anfallende Streu) bewerkstelligt werden. Den Carbonatgehalten entsprechend ist die Basensättigung an Standorten der Phalaris-Ausbildung hoch (im A_a etwa 80-90 %). Demgegenüber sind Austauscher im A_a der Altmoränengleye nur zu etwa 70 % mit Basen gesättigt.

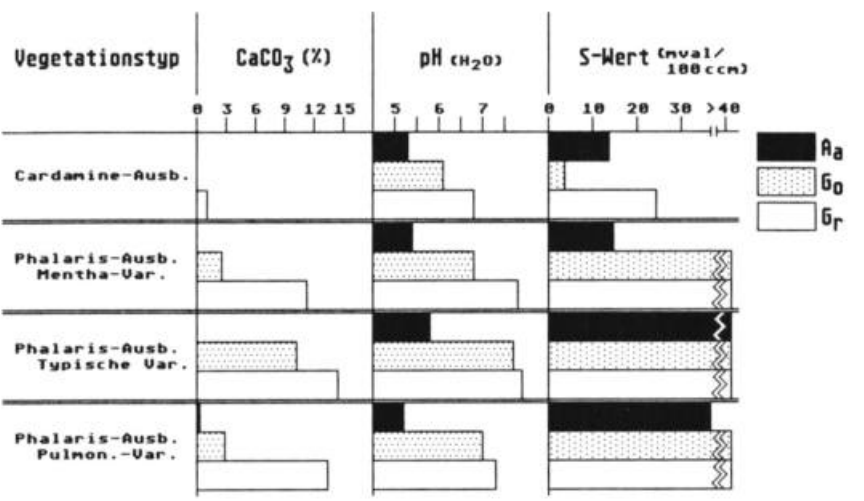


Abb.30: Standortsvergleich verschiedener Untereinheiten des Alno-Fraxinetum im Hinblick auf Kalkgehalt, pH-Wert und S-Wert des Bodens (verschiedene Horizonte)

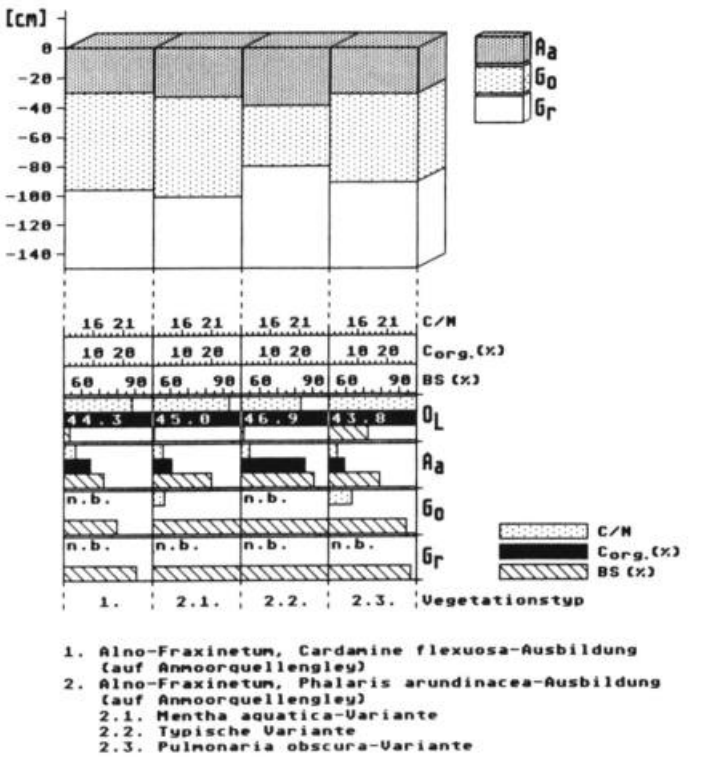


Abb.31: Profilmorphologische (oberer Abb.teil) und bodenökologische (unterer Abb.teil) Kennzeichnung der Standorte verschiedener Untereinheiten des Alno-Fraxinetum (weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.1.)

Aus dem in Abbildung 31 gezeigten Profilvergleich wird deutlich, wie sich Grundwassereinfluß und lateraler Wasserzug auf eine Profildifferenzierung auswirken. An Standorten der Typischen Variante (Phalaris-Ausbildung) ist der A_a am stärksten (im Mittel 37 cm) und der G_o vergleichsweise geringmächtig entwickelt. Für dieses Profilbild sind hohe Einstauraten bei gleichzeitig geringer Sickerwasserbewegung verantwortlich. Langanhaltende Vernässung fördert eine Humusakkumulation, die nicht nur in der Mächtigkeit des Anmoorhumus, sondern auch in hohen $C_{org.}$-Gehalten (um 219 mg/g) zum Ausdruck kommt (vgl. unteren Abbildungsteil). Eine geringe und oftmals nur kurzfristige Depression des Grundwasserspiegels während der Sommermonate verhindert eine tiefreichende Oxidation des Solums: Der G_o bleibt vergleichsweise geringmächtig. Demgegenüber zeigen Gleye der Altmoräne bei vergleichbarem Vernässungsgrad (vgl. Gang- und Dauerlinien Abb.28 u. 29) meist deutlicher ausgebildete und bis in größere Tiefe reichende Oxidationshorizonte (um 10 dm). Sauerstoffreiches Sickerwasser

(Standorte der Cardamine-Ausbildung und der Mentha-Variante der Phalaris-Ausbildung) führt hier in einem relativ breiten Profilbereich zur Bildung von Rostflecken. Es fördert zugleich Mineralisationsprozesse im Humushorizont, so daß (im Vergleich zur Typischen Variante der Phalaris-Ausbildung) der A_a nicht nur geringmächtiger (30 bzw. 33 cm), sondern mit $C_{org.}$-Gehalten von 88 mg/100 g (Cardamine-Ausbildung) beziehungsweise 66 mg/100g (Mentha-Variante, Phalaris-Ausbildung) auch deutlich humusärmer ist.

An Standorten der Pulmonaria-Variante ist die Mächtigkeitszunahme des G_O nicht auf lateralen Wasserzug (Sickerwasserzeiger fehlen den Beständen), sondern auf geringere Einstauraten und der dadurch (zeitweilig) verbesserten Belüftung des Solums zurückzuführen. Dementsprechend niedrig sind auch $C_{org.}$-Gehalte im A_a (54 mg/g). Wie ein Dauerlinienvergleich von Standorten der Pulmonaria- und Typischen Variante zeigt (Abb.29), ist der Kurvenverlauf in Normal- wie Naßjahren um einen weitgehend konstant bleibenden Betrag verschoben (während des Untersuchungszeitraums im Mittel zwischen etwa 8 und 16 cm). Er entspricht annähernd der Differenz der mittleren G_O-Untergrenzen dieser Böden (etwa 11 cm).

Beim Vergleich muß allerdings berücksichtigt werden, daß hydrologisch lediglich 3, bodenkundlich aber insgesamt 9 Standorte untersucht wurden; eine Vergleichbarkeit hydrologischer und bodenkundlicher Befunde kann zudem dadurch erschwert werden, daß die betrachteten Böden Texturunterschiede aufweisen (veränderter Kapillaraufstieg des Grundwassers).

Interessant erscheint ein hydrologischer Vergleich von Gleyen mit starkem und allenfalls geringem Sickerwassereinfluß (Standorte der Cardamine-Ausbildung bzw. der Typischen Variante, Phalaris-Ausbildung; Abb.32). Gegenüber Witterungseinflüssen reagieren die Grundwasserstände sickernasser Böden auffallend sensibel. So trocknen sie während niederschlagsärmerer Perioden rascher aus (vgl. Grundwasserstände Ende August 1986), vernässen nach stärkeren Regenfällen (z.B. September 1986 und 1987) aber umso schneller. Offensichtlich wird ihr Grundwasserreservoir unmittelbar von dem nach Niederschlägen anfallenden Sickerwasser gespeist. Bleiben Niederschläge aus, so nimmt die Grundwassermenge dieser Altmoränenstandorte vergleichsweise rasch ab, zumal sich eine Entwässerung der aus Sand bestehenden Gleye bereits bei pF-Werten unter 2,5 vollzieht. Der Witterungseinfluß wirkt sich demzufolge auf den Wasserhaushalt der nicht durch Sickerwasser beeinflußten lehmigen Jungmoränen-Gleye schwächer aus.

Wie ein Vergleich mit übrigen Waldstandorten des Untersuchungsgebietes zeigt, genießen Erlen-Eschenwälder eine ausgesprochen günstige Nährstoffversorgung. Selbst in den für Bestände der Cardamine-Ausbildung bezeichnenden Böden läßt sich zumindest im A_a-Horizont ein relativ hohes Basen- und Stickstoffangebot nachweisen. Eutraphente Sippen (Stachys sylvatica, Mercurialis perennis, Urtica dioica, Festuca gigantea, Rumex sanguineus, Geum rivale) treten daher mehr oder minder stet in allen Erlen-Eschenwäldern des Untersuchungsgebietes auf und

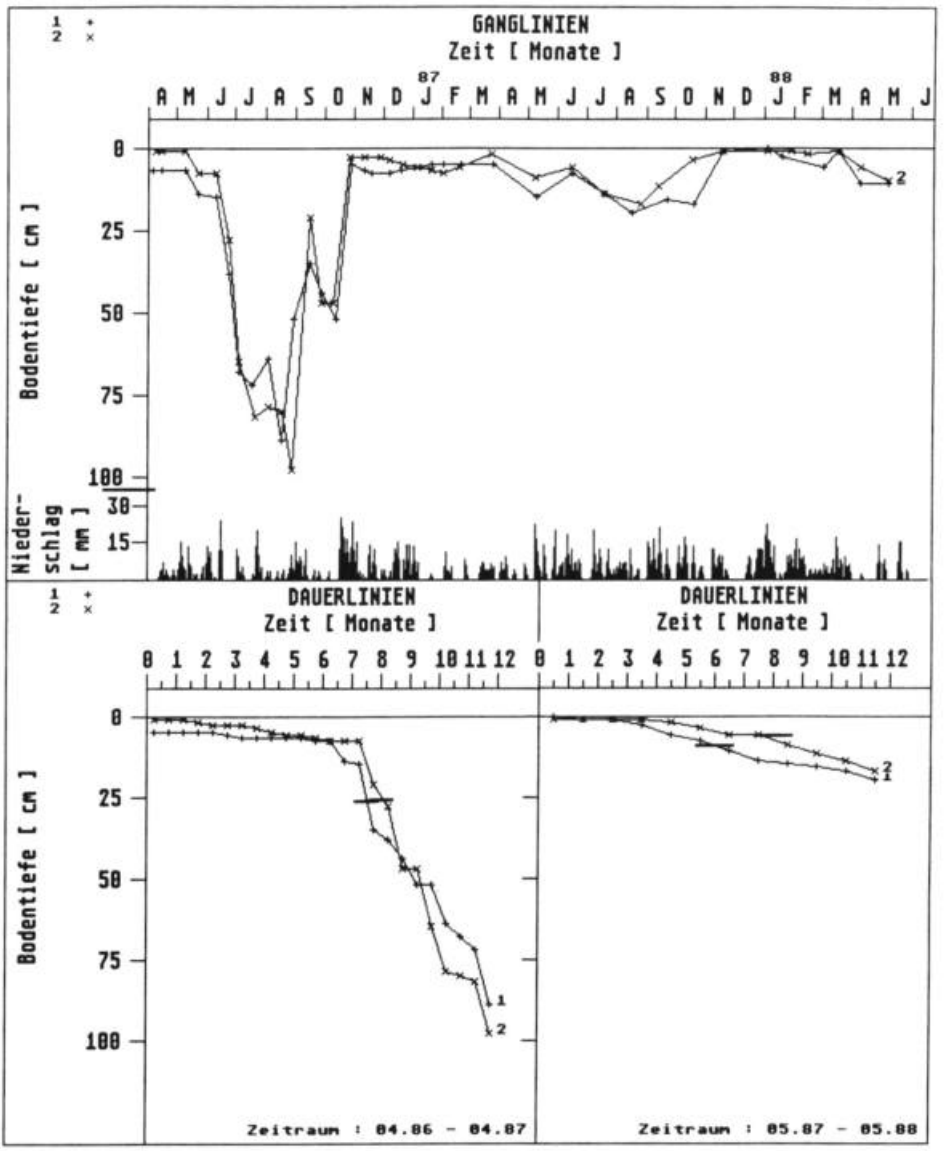


Abb.32: Hydrologischer Vergleich von Standorten des Alno-Fraxinetum (Cardamine- (Nr.2) und Phalaris-Ausbildung (Typische Variante, Nr.1)); oberer Abb.teil Ganglinien, unterer Abb.teil Dauerlinien (weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.2.)

sind gleichermaßen für Bestände des übrigen Bundesgebietes bezeichnend (vgl. Übersichtstabellen 28 u. 29). Auch andernorts durchgeführte Untersuchungen zum Nährstoffhaushalt solcher Wälder bestätigen die oben skizzierten Standortscharakteristika (vgl. SCAMONI 1960:122, TAUX 1981:362ff, DINTER 1982, VERBÜCHELN et al. 1990:423). In Mecklenburg fand PASSARGE 1959:10f, 1960:510) im Oberboden von Erlen-Eschenwaldstandorten pH-Werte zwischen 5,7 und 8,1. Diese Werte liegen tendenziell sogar noch über der im Untersuchungsgebiet gemessenen pH(H_2O)-Spanne (5,2-5,8).

Hinsichtlich dieser Standortscharakteristika fällt eine auf Trophiestufen basierende Gliederung der Erlen-Eschenwälder schwer. So unterscheidet Th. MÜLLER (1985:399ff) in Beständen Südwestdeutschlands nur solche Untereinheiten, die hydrologisch bedingte Unterschiede im Artengefüge zum Ausdruck bringen. Folgt man einer von DIERSCHKE et al. (1987) gegebenen Gliederung, so müßten alle Bestände des Untersuchungsgebietes - eine Zusammenfassung des Pruno padi- und Alno-Fraxinetum vorausgesetzt - einer Subassoziation von Mercurialis perennis angeschlossen werden. Auf basenärmeren Böden wachsende Erlen-Eschenwälder, die einer von diesen Autoren beschriebenen Lonicera periclymenum-Subassoziation vergleichbar wären (mit Verhagerungszeigern wie Maianthemum bifolium), fehlen in Schleswig-Holstein (vgl. DIERSSEN et al. 1988:Tab.21). Allerdings scheint ein großer Teil der zum Pruno-Fraxinetum loniceretosum gestellten Aufnahmen mehr oder minder stark entwässerte Erlenbruchwälder zu repräsentieren (vgl. DIERSCHKE et al. 1987:372). Solche Aufnahmen sollten im Rahmen einer synsystematischen Gliederung naturnaher Waldgesellschaften nicht verwendet werden, da sie das Bild der aufgrund natürlicher Wuchsbedingungen vorgegebenen "Variationsbreite" eines Vegetationstyps verzerren. Gleichzeitig würden Bestände recht unterschiedlicher Hemerobie vereinigt. DIERSSEN et al. (1985:327) haben daher angeregt, die synsystematische Wertung einzelner Vegetationstypen am Artengefüge der jeweils niedrigsten Hemerobiestufe (= mit der geringsten anthropogenen Störung) zu orientieren. Eine endgültige Gliederung naturnaher Erlen-Eschenwälder bleibt einer Synopsis vorbehalten, in die zumindest das aus Norddeutschland vorliegende Aufnahmematerial einfließen sollte. Die im vorigen Abschnitt vorgeschlagene Gliederung dient in erster Linie einer Typisierung der im Untersuchungsgebiet vorkommenden Bestände. Deshalb unterblieb eine Rangstufenzuordnung der im Untersuchungsgebiet unterscheidbaren Untereinheiten.

- Synchorologische Aspekte

Zu den wohl prägendsten Standortsfaktoren der Erlen-Eschenwälder zählt eine intensive, oftmals ganzjährig bestehende Bodenvernässung, die auch während der Vegetationsperiode im Wurzelraum zeitweiligen Sauerstoffmangel bewirken kann. Die Waldgesellschaft trägt daher bereits azonale Züge (vgl. OBERDORFER 1953:36) und vegetationsgeographische Unterschiede

sind vergleichsweise gering. Ein innerhalb Nordmitteleuropas in West-Ost-Richtung bestehender Wandel im Artengefüge geht aus Tabelle 9 hervor. Neben Aufnahmen aus Nordfrankreich, Belgien, Südskandinavien, Polen und der Tschechoslowakei berücksichtigt die Zusammenstellung überwiegend solche aus dem Norddeutschen Tiefland.

Unter atlantisch-subatlantischem Klima kennzeichnen Hedera helix, Rubus fruticosus agg. und Lonicera periclymenum das Arteninventar der Auenwälder (vgl. DIERSCHKE et al. 1987:375). Diese Trennartengruppe tritt östlich - und dann bereits fragmentarisch - bis zur Altmark und zum Oberspreewald auf. In Beständen Ostmecklenburgs ist sie nicht mehr nachweisbar. Auf ein geringes, zwischen Schleswig-Holstein und Ostniedersachsen bestehendes Ozeanitätsgefälle deutet Hedera helix hin. Während Efeu in Erlen-Eschenwäldern des Untersuchungsgebietes noch vorkommt, ist er in entsprechenden Wäldern Ostniedersachsens nicht mehr vertreten. Eine Stetigkeitswertung von Lonicera periclymenum muß berücksichtigen, daß der Art nicht nur ein vegetationsgeographischer, sondern auch ein edaphischer Zeigerwert zukommt.

Eine Artengruppe gemäßigt-kontinentaler Verbreitung ist kennzeichnend für Auenwälder des östlichen Mitteleuropa. Zu ihr gehören Asarum europaeum, Daphne mezereum, Hepatica nobilis, Melica nutans und Carex brizoides. Allerdings erreicht nur ein Teil der genannten Sippen höhere Stetigkeiten, wie Aufnahmen aus Polen und der Tschechoslowakei zeigen (vgl. auch Tab.1 bei KAPPEN und SCHULZE 1979). Zur betrachteten Differentialartengruppe treten in Ostmitteleuropa Tilia cordata, Colchicum autumnale, Chaerophyllum aromaticum, Viola mirabilis und Ranunculus cassubicus hinzu. Aufgrund ihrer geringen Präsenz blieben sie in der vorliegenden Übersicht unberücksichtigt.

In Südskandinavien (Südostnorwegen, Südschweden) und Nordostpolen (z.B. Bialowieza) trägt das Artengefüge der Erlen-Eschenwälder deutlich boreale Züge. So wird in der Baumschicht südostnorwegischer Bestände Alnus glutinosa weitgehend durch die nordisch-praealpin verbreitete Alnus incana ersetzt. Diese Wälder vermitteln damit bereits zum Alnetum incanae. Von KIELLAND-LUND (1981:210ff u.220ff) wurden sie als Equiseto sylvatici- beziehungsweise Alno incanae-Fraxinetum bezeichnet. Neben Grauerle und Esche - letztere ist meist vorherrschende Baumart - tritt (als weiteres nordisch-kontinentales Element) Picea abies auf (vgl. Tab.9, Sp.28-31). In der Krautschicht sind Equisetum pratense und - so in Nordostpolen - Circaea alpina bezeichnende Sippen. OBERDORFER (1953:52ff) wertet diese Waldgesellschaft als Charakteristikum des nordostmitteleuropäischen Raumes und stellt sie als Assoziationsvikariante (Circaeo-Alnetum) dem überwiegend zentral-mitteleuropäisch vorkommenden Pruno padi-Fraxinetum gegenüber. Unter (boreo-) subkontinentalem Klima wird die Traubenkirsche allerdings nur tendenziell häufiger, fehlt also in Beständen subozeanischer Klimate nicht vollständig.

Tab. 9

Geographische Differenzierung des Alno-Fraxinetum (gekürzte Stetigkeitstabelle)

	Spalte Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
	Anzahl der Aufnahmen		27	10	30	13	10	18	8	46	6	55	12	129	10	17	18	14	12	5	6	15	?	10	10	30	5	18	?	26	?	27	13
	Alnus glutinosa	Bl/2	V	IV	III	II	IV	IV	V	V	V	V	V	V	IV	IV	V	V	V	V	V	III	V	IV	V	III	V	V	III	V	V	r	I
		St			IV		.		II	+	II	II		II					III	.	I	.				I		.		III			
		K			?		+		.	.	?	II		+					?	?	?	?				+		.		+			
	Fraxinus excelsior	Bl/2	V	II	V	IV	V	IV	IV	V	V	V	II	V	IV	IV	V	V	V	V	V	V	II	+	III	V	IV	V	IV	V	IV	V	V
		St			V		IV		II	+	V	III		IV					V	IV	V	III				V		I		V			
		K			III		V		II	III	?	V		II					?	?	?	?				V		II		II			
	Quercus robur	B	IV	I	.	.	II	III	II	II	.	II	IV	I	IV	+	II	.	.	.	.	.	I	I	II	IV	.	.	IV	I	II	II	+
		K			.	.	III		.	II	?	I		r					.	.	.	.				II	.	.		I			
△1	Lonicera periclymenum		(v)	(v)	.	.	IV	III	III	III	II	II	IV	r	+	I	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Hedera helix (St,K)		II	II	II	II	III	.	III	.	II	I	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.
	Rubus fruticosus agg.		.	V	+	II	IV	IV	III	II	.	II	II	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	+	.	.	.	.	.
△2	Asarum europaeum		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	II	I	IV	III	.	I	II	.	.
	Hepatica nobilis		.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	III	II	.	I	I	I	r	I	I	.
	Daphne mezereum		.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	I	r	I	I	.	I	.	+	.
	Melica nutans		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	II	I	I	.	.	II	.
	Carex brizoides		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	III	I	.	.	.	.	.
△3	Picea abies (B-K)		.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	V	II	II	III
	Circaea alpina		.	.	.	.	.	.	.	+	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	III	.	+
	Equisetum pratense		.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	III	II
	Equisetum sylvaticum		I		.	.	I	.	.	III	II	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	I	.	III	III	I	V
AC+DA+	Prunus padus (B-K)	St	V	.	+	.	I	V	V	V	.	I	V	r	IV	IV	IV	III	.	.	.	.	III	V	III	V	I	II	II	II	II	V	+
VC+DV	Carex acutiformis		(v)	III	.	.	.	.	II	III	IV	II	I	III	III	II	III	IV	III	V	V	III	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.
	Angelica sylvestris		II	III	IV	II	II	.	I	I	III	IV	II	II		II	II	I	+	V	V	IV				III	IV	I		r	II	.
	Cirsium oleraceum		I	II	I	.	.	+	IV	I	V	II	I	III	III	I	IV	II	III	IV	IV	IV	.	II	.	II	V	.		II	III	.	.
	Humulus lupulus		III	III	+	.	+	II	I	II	I	+	III	II	IV	II	II	III	II	V	V	IV	II	II	.	III	.	I	II	I	I	II	.
	Iris pseudacorus		III	II	IV	.	.	III	.	I	II	II	II	+	IV	II	II	.	+	V	.	.	.	.	.	.	I	.	.		II	I	.	.
	Phalaris arundinacea		(v)	I	I	.	II	.	II	I	II	III	II	II		II	r	.	+	.	.	.	.				.	IV	.		r		r	.
	Eupatorium cannabinum		(v)	IV	+	+	.	II	.	II	IV	I	II	I	.	+	.	.	.	IV	II	.	.	.	.	+	.	.	.		.		.	.
	Cirsium palustre		(v)	II	+	.	III	III	III	I	I	III	II	r	II	I	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	III	.		.		+	.
	Scutellaria galericulata		(v)	(v)	I	.	II	II	IV	I	.	II	I	r	.	II	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	III	.		II	III	.	I
	Chrysosplenium alternifolium		III	.	I	IV	II	.	I	r	.	IV	.	.	II	I	+	+	III	III	IV	II	IV	IV	IV	r	II	II	II	V	V	II	II
VC+DV	Plagiomnium undulatum		III	II	II	IV	V	III	IV	III	IV	V	I	III	.	III	II	IV	V	II	V	V	.	V	.	III	III	II	I	III	IV	IV	III
	Filipendula ulmaria		III	IV	V	IV	III	III	III	III	V	III	IV	I	IV	IV	IV	+	III	I	II	III	IV	.	II	IV	III		IV	II	V	V
	Crepis paludosa		(v)		.	.	III	II	III	III	IV	IV	I	r	I	I	I	III	II	II	.	II	I	V	III	II	II	II		II	III	I	IV
	Rubus caesius		V	I	V	.	III	.	I	I	I	II	I	III	II	II	II	II	.	III	III	III	.	II	.	V	.	+	III	.	IV	.	+
	Glechoma hederacea		IV	(v)	V	II	III	.	I	II	II	III	I	III	II	II	IV	I	II	II	V	III	I	III	.	III	I	II	V	+	I	III	.
	Paris quadrifolia		III	.	II	I	+	IV	.	I	II	I	I	III	IV	II	IV	IV	III	II	III	IV	.	III	I	III	II	II	III	I	II	V	II
	Lysimachia vulgaris		(v)	I	I	.	III	V	V	II	III	III	V	II	.	II	I	.	.	IV	I	+	I	.	.	II	IV	.		II	IV	V	II
	Geum rivale		.	I	.	.	.	.	.	II	III	IV	I	r	+	III	III	V	.	II	III	V	IV	III	II	.	.	.	II	I	III	.	.
	Rumex sanguineus		II	.	V	.	II	.	.	r	.	III	.	I	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	I	III	I	II	.	I	.	.
	Ribes rubrum agg.(St,K)		I	I	III	.	II	IV	II	II	I	I	IV	II	.	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.	II	III	.	I		r		I	.
OC	Circaea lutetiana		III	.	IV	.	V	II	III	III	IV	V	II	III	+	I	IV	III	III	V	V	V	.	.	II	II	.	II	III	I	IV	.	.
	Ranunculus ficaria		IV	.	IV	V	V	.	III	III	I	V	.	V	III	IV	IV	V	V	III	V	V	.	V	IV	III	II	IV	IV	.	II	V	.
	Carex remota		I	.	V	.	III	+	II	V	.	I	V	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	I	I	II	II	IV	.	V
	Stachys sylvatica		IV	.	II	II	V	.	IV	II	III	V	.	III	II	I	III	III	IV	IV	V	V	II	II	II	V	V	III	V	I	III	III	+
	Festuca gigantea		II	.	IV	.	III	II	IV	II	III	IV	I	II	V	IV	II	+	III	V	V	IV	.	V	I	V	V	I	V	I	II	I	.
	Carex sylvatica		II	.	III	V	III	.	.	r	II	IV	.	II	.	I	+	II	I	.	.	I	.	+	I	III	I	I	II	r	II	.	IV
	Impatiens noli-tangere		III	.	II	.	III	III	I	III	V	III	+	I	I	II	III	IV	III	IV	IV	V	V	IV	.	IV	V	IV	III	V	V	III	+
	Mercurialis perennis		I	I	.	I	.	.	I	I	III	.	.	.	.	II	V	II	.	.	.	.	.	III	II	II	III	II		r	III	r	.
	Adoxa moschatellina		I	(v)	r	V	III	.	I	II	.	III	.	+	.	II	I	II	III	.	I	I	.	IV	III	III	.	.	III	.		II	.
	Scrophularia nodosa		II	(v)	III	.	III	I	.	r	.	III	.	r	II	.	.	+	.	.	.	.	I	I	.	III	I	+	III	r		I	.
	Ranunculus auricomus agg.		I		III	+	IV	.	III	I	.	III	.	III	+	II	II	II	.	.	.	.	.	.	I	II	I	.	I	.	IV	II
	Lamiastrum galeobdolon		III	(v)	+	V	III	.	III	III	II	+	III	II	I	III	III	IV	.	.	.	.	.	II	IV	II	II	III	III	II	II	IV	.	.
	Brachypodium sylvaticum		III	.	II	+	III	.	.	II	II	II	+	III	V	.	III	IV	III	IV	IV	V	I	+	.	V	V	IV	III	+	III	.	+
	Stellaria nemorum		I		.	.	.	.	+	II	II	I	.	.	I	+	I	.	.	.	IV	V	.	I	V	I		IV	III	IV	III	II
	Primula elatior		II	(v)	IV	IV	IV	.	II	+	.	+	.	III	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	II	IV	IV		r		.	.
	Arum maculatum		II	.	II	V	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.		.		.	.
KC	Anemone nemorosa		V		III	V	V	III	V	IV	V	V	I	III	III	IV	IV	V	V	.	.	.	.	IV	III	III	.	IV	III	I	II	V	V
	Athyrium filix-femina		V	II	II	+	V	V	IV	III	IV	IV	II	I	.	II	II	II	II	II	.	.	II	+	II	+	I	II	III	V	V	II	V
	Stellaria holostea		I		r	III	V	.	I	I	III	IV	.	r		II	IV	I	IV	.	.	.				II	II	IV	II	+	I	.	.
	Corylus avellana (St,K)		V	I	IV	V	III	III	V	III	II	IV	I	II	.	II	II	IV	III	.	I	.	I	IV	I	II	.	III	III	IV	III	III	I
	Milium effusum		I		III	V	V	V	.	I	III	III	II	I	II	I	II	III	V	.	.	.	.	III	II	I	.	I	III	I	I	IV	.
	Viburnum opulus (St,K)		III	II	IV	II	IV	I	.	r	II	II	I	II	II	II	I	III	.	.	.	I	I	.	.	II	I	II	II	I	II	I	.
	Polygonatum multiflorum		II		II	II	III	II	II	I	I	II	I	+	I	I	II	III	.	.	.	I	.	II	.	III	.	II	II	.		I	.
Sonstige	Poa trivialis		(v)	(v)	III	.	III	III	III	II	II	V	IV	II	III	III	III	+	V	V	V	II	.	II	II	II	.	.		r	II	I	II
	Deschampsia cespitosa		V	(v)	IV	V	V	V	V	IV	V	V	IV	III	IV	IV	V	V	IV	V	V	V	.	.	.	II	II	II	IV	I	IV	III	III
	Urtica dioica		III	I	V	IV	IV	V	III	IV	V	V	V	III	V	IV	IV	III	V	V	IV	II	V	V	II	V	IV	II	V	V	III	+
	Geranium robertianum		II	III	I	+	III	III	III	II	III	IV	IV	II	V	II	II	I	II	III	III	II	II	I	III	II	II	IV	IV	V	V	.	.
	Rubus idaeus (St,K)		II	(v)	+	IV	IV	V	IV	IV	IV	V	r	IV	II	II	IV	III	.	.	.	IV	.	II	III	III	II		I		IV	I
	Geum urbanum		III	.	III	V	V	III	IV	II	III	IV	II	III	V	I	IV	V	V	.	I	II	.	II	I	V	III	III	IV	II	II	V	.
	Galium aparine		II	.	II	+	IV	II	II	III	IV	III	IV	III	V	II	IV	III	V	IV	I	IV	II	V	I	IV	.	.	IV	I	III	.	.

Herkunft der Aufnahmen in Tabelle 9:

1) Oberdorfer 1953, Pruno-Fraxinetum, Oberrheinebene
2) Lemee 1937, Alno-Macrophorbietum, Perche (Nordwest-Frankreich)
3) Duvigneaud 1959, Pruno-Fraxinetum, Belgien
4) Van den Berghen 1957, La frênaie, Belgien
5) Taux 1981, Pruno-Fraxinetum, Nordwestniedersachsen
6) Seewald 1977, Pruno-Fraxinetum, Drömling (Ostniedersachsen)
7) Krause und Schröder 1979, Pruno-Fraxinetum, nördliches Niedersachsen
8) Dierschke et al. 1987, Pruno-Fraxinetum, Nordostniedersachsen
9) Passarge 1958, Ribeso-Fraxinetum, nördliches Schleswig-Holstein
10) vorliegende Arbeit, Alno-Fraxinetum, nördliches Schleswig-Holstein
11) Passarge 1962, Pruno-Fraxinetum, Altmark
12) Th. Müller 1985, Ribeso-Fraxinetum, Südwestdeutschland
13) Passarge 1957, Pruno-Fraxinetum, nördl. Havelland
14) Passarge 1962, Pruno-Fraxinetum, Südwestmecklenburg
15) Passarge 1962, Pruno-Fraxinetum, Altmark
16) Passarge 1959, Pruno-Fraxinetum, Ostmecklenburg
17) Passarge 1959, Ribeso-Fraxinetum, Ostmecklenburg
18)-20) Hofmann 1965, Aegopodio-Fraxinetum, Uckermark
21) Falinski und Matuszkiewicz 1965, Circaeo-Alnetum, Nordostpolen
22) Herbichowa und Herbich 1982, Ficario-Ulmetum campestris, Kaschubien (Nordwestpolen)
23) Steffen 1931, Auenwald, Ostpreußen
24) Neuhäuslova-Novotna 1979, Pruno-Fraxinetum, Tschechoslowakei
25) Mikyska 1943, Alno-Fraxinetum, Pilsen (Tschechoslowakei)
26) Welss 1985, Pruno-Fraxinetum, Steigerwald
27) Matuszkiewicz und Borowik 1957, Fraxino-Ulmetum, südpolnisches Hügelland und Westteile der mittelpolnischen Niederung
28) Matuszkiewicz 1952, Fraxino-Alnetum, Bialowieza (Nordostpolen)
29) Matuszkiewicz und Borowik 1957, Circaeo-Alnetum, Nord- und Ostteile der mittelpolnischen Niederung
30) Kielland-Lund 1981, Alno incanae-Fraxinetum, Südostnorwegen
31) Kielland-Lund 1981, Equiseto sylvatici-Fraxinetum, Südostnorwegen

(fehlende Punkte in Tabelle 9 bedeuten, daß in entsprechender Literaturquelle nur gekürzte Stetigkeitstabellen bzw. unvollständige Artenlisten vorliegen)

Eine orographische Gliederung der betrachteten Waldgesellschaft geht aus Tabelle 9 nicht hervor. Wie Übersichten bei HARTMANN und JAHN (1967:Tab.11a) sowie DIERSCHKE et al. (1987:374) zeigen, sind Bestände der collin-montanen gegenüber jenen der planaren Stufe floristisch nur schwach charakterisiert. Als Differentialarten eignen sich Senecio fuchsii, Chaerophyllum hirsutum und Poa remota, wobei letztere auf Gebiete mit subkontinental getöntem Klima begrenzt bleibt. Abhängig von orographischen, lokal-klimatischen und standörtlichen Verhältnissen kann so das Artengefüge des Alno-Fraxinetum zu jenem des Carici remotae-Fraxinetum oder Alnetum incanae vermitteln.

5.1.1.3. Crepis paludosa-Fraxinus excelsior-Gesellschaft

(Synonyma: Querco-Carpinetum Tx.1937 p.p., Stellario-Carpinetum Oberd.1957 p.p., Crepido-Fraxinetum Wulf 1992 p.p., Carpino-Fraxinetum v.Glahn in prep.)

- Allgemeine Beschreibung

Im Vergleich zu Erlen-Eschenwäldern sind Sumpfpippau-Eschenwälder in Schleswig-Holstein an weniger stark vernässte Grundwasserböden gebunden. Ihre Standorte weisen mitunter bereits ausgeprägte Jahresamplituden des Grundwasserspiegels auf. Unter natürlichen Konkurrenzverhältnissen herrscht Fraxinus excelsior vor. Hohe Präsenzen in allen Bestandesschichten belegen ihre Naturverjüngungs- und Wuchskraft auf diesen Böden. Allenfalls nutzungsbedingt können andere Baumarten in der B1-Schicht zur Dominanz gelangen (vgl. Kap. "Synchorologische Aspekte"). Zunehmende Bodennässe bei gleichzeitig geringerem Nährstoffangebot begünstigt Alnus glutinosa und Quercus robur. Läßt der Grundwassereinfluß nach, so ist Fagus sylvatica im Unterstand regelmäßig vertreten. Altbäume sind auf Grundwasserböden infolge flacher Wurzelteller windwurfgefährdet. Buchen-reiche Bestände vermitteln physiognomisch und standörtlich zu den auf Pseudogleyen stockenden Eschen-Buchenwäldern (vgl. Kap.5.1.2.2.2.). Innerhalb der in Sumpfpippau-Eschenwäldern auftretenden Trophie- und Feuchtigkeitsgradienten zeigen Acer pseudo-platanus und Carpinus betulus keine deutlichen Präferenzen. Sie sind mit mittlerer bis geringer Stetigkeit und Deckung in der B2- und Strauchschicht vertreten. Dementsprechend schwankt die Häufigkeit ihrer Sämlinge in der Krautschicht.

Unter dem Schirm der sich erst im späten Frühjahr belaubenden Esche ist eine Strauchschicht fast immer vorhanden (Deckungswerte bis zu 45 %). In ihr herrschen oftmals - neben Baumjungwuchs - die Sträucher Corylus avellana und Crataegus laevigata agg. vor. Rubus idaeus, Rubus fruticosus agg., Euonymus europaea und Viburnum opulus erreichen nur selten Strauchhöhe.

In der Krautschicht dominieren Fagetalia- und Querco-Fagetea-Arten. Besonders häufig (Stetigkeit über 75 %) sind Ranunculus ficaria, Circaea lutetiana, Carex sylvatica, Stachys sylvatica, Lamiastrum galeobdolon, Anemone nemorosa und Stellaria holostea. Sie bilden meist einen nur kleine Bereiche des Bodens freilassenden Teppich, in dem Herden einzelner Sippen sich zu einem größeren Mosaik zusammenschließen. Dem Geophytenreichtum entsprechend unterliegt die Bodenvegetation einem charakteristischen phänologischen Wandel. Frühjahrsspezifisch sind Herden von Ranunculus ficaria und Anemone nemorosa, die oft 70-80 % der Aufnahmeflächen einnehmen. Im Sommeraspekt herrschen Ausläufer bildende Arten vor (z.B. Lamiastrum galeobdolon, Stachys sylvatica, Mercurialis perennis), die Dank ihrer Ausbreitungsstrategie den nach Vergehen der Frühjahrsgeophyten freiwerdenden Raum rasch besiedeln können. Auenwald-

spezifische Sippen (Paris quadrifolia, Rumex sanguineus, Carex strigosa, Equisetum pratense, Equisetum hyemale) sind selten oder nur für bestimmte Untereinheiten der Gesellschaft bezeichnend. Etliche Molinietalia-Arten (die nach der in Kap. 4.1.2.6. genannten Definition als Kennarten des Alno-Ulmion gewertet werden können) indizieren aber die für Standorte des Alno-Ulmion charakteristische Bodenfeuchte. Bezeichnend sind (u.a.) Lysimachia vulgaris, Filipendula ulmaria, Geum rivale, Ranunculus repens, Juncus effusus, Glechoma hederacea und Crepis paludosa. Ein Teil der genannten Sippen bleibt allerdings auf einzelne Untereinheiten der Gesellschaft begrenzt (vgl. Tab.10). Sie geben zudem einen Hinweis auf die wichtigsten Ersatzgesellschaften der Sumpfpippau-Eschenwälder: Bezeichnend sind vor allem Einheiten des Calthion, Filipendulion und Agropyro-Rumicion. Neben Fraxinus ist Crepis paludosa eine bezeichnende Sippe der betrachteten Auenwaldgesellschaft. Er ist den meisten Beständen eigen und aufgrund seiner Wuchshöhe auch physiognomisch auffällig. Die im Alno-Fraxinetum häufig vorkommenden Phragmitetea- und Montio-Cardaminetea-Arten fallen in Sumpfpippau-Eschenwäldern aus (vgl. Gegenüberstellung in Tab.6). Mit einer mittleren Artenzahl von 48 erreichen sie daher nicht die für Erlen-Eschenwälder bezeichnende Artenvielfalt.

In nahezu allen Beständen nehmen Moose größere Flächen ein. Hohe Mineralisations- und Bioturbationsraten führen dazu, daß bereits zum Frühjahr das Fallaub abgebaut und in den Mineralkörper eingearbeitet ist. Günstige Lichtverhältnisse neben einer stets ausgewogenen Bodenfeuchte gewährleisten somit gute Wuchsbedingungen für Moose. Im Mittel decken sie - den Standortsbedingungen einzelner Untereinheiten entsprechend - zwischen 12 und 23 %, können aber unter günstigsten Verhältnissen bis zu 90 % der Bodenoberfläche einnehmen (vgl. Tab.10, lfd. Nr.82). Zu den häufigsten Vertretern (Stetigkeit über 80 %) gehören Eurhynchium striatum, Plagiomnium undulatum und Eurhynchium praelongum (die zuerst genannten Sippen sind zugleich Kennarten des Alno-Ulmion).

Zwischen den auf Anmoorgleyen stockenden Erlen-Eschenwäldern und den allenfalls staufeuchte Böden besiedelnden Buchenwäldern stellt die Crepis-Fraxinus-Gesellschaft ein floristisches und standörtliches Bindeglied dar. Demzufolge treten die genannten Vegetationstypen in der Jung- und Altmoräne als Kontaktgesellschaften zur Crepis paludosa-Fraxinus excelsior-Gesellschaft auf. Mitunter großflächig und naturnah erhaltene Bestände finden sich dort in Geländemulden oder -senken sowie in Hang- und Hangfußbereichen der Moränenrücken.

Gemäß trophischer und hydrologischer Standortsunterschiede lassen sich zwei Ausbildungen mit jeweils zwei Varianten unterscheiden.

- Untereinheiten der Gesellschaft

In der Altmoräne sind auf tiefgründig entbasten Gleyen Lonicera periclymenum, Ajuga reptans, Lysimachia nemorum, Dryopteris carthusiana und Rubus saxatilis charakteristische Elemente der Feldschicht. In der B1-Schicht tritt Alnus glutinosa noch stärker hervor. Diese Sippen kennzeichnen die Ausbildung von Lonicera periclymenum. Sie ist Altmoränen-spezifisch und nur ganz vereinzelt auch im Östlichen Hügelland nachweisbar (vgl. Abb.33).

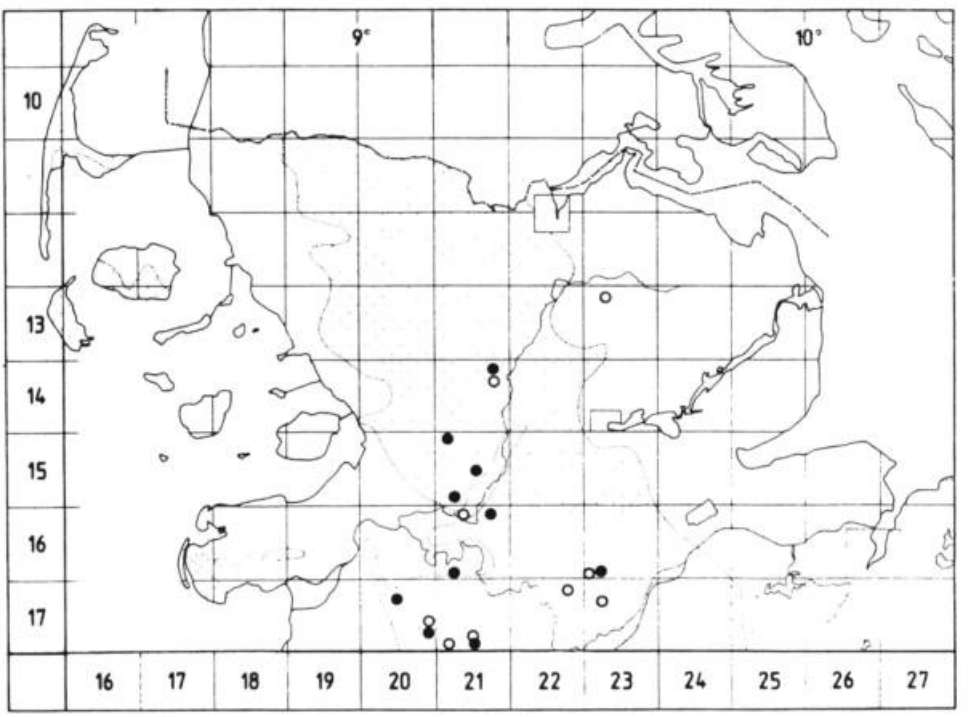


Abb.33: Bestandesvorkommen der Carpinus-Fraxinus-Gesellschaft
● Lonicera pericl.-Ausbildung, Filipendula ulm.-Variante
o Lonicera pericl.-Ausbildung, Typische Variante

Im Untersuchungsgebiet ist die betrachtete Einheit auf Typischen Gleyen (Bodentab.8) und Oxigleyen (Bodentab.9) entwickelt, deren A_h-Horizont mitunter Humusgehalte von über 8 % erreicht. Die genannten Bodentypen stehen damit Humusgleyen nahe oder leiten zu diesen über. Typische Gleye an Standorten der Lonicera-Ausbildung weisen die Horizontfolge (O_L)-A_h-G_O-G_r auf. Wie bereits angedeutet, kann innerhalb der Vegetationsperiode eine Förna fehlen, so daß sich der dunkle Mineralkörper an Stellen mit lückiger Vegetationsdecke durch Sonneneinstrahlung spürbar erwärmt. Dadurch werden neben Mineralisierern (Pilzen und Bakterien) auch

Bodentab.8: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Crepis paludosa-Fraxinus excelsior-Gesellschaft, Ausbildung von Lonicera periclymenum
Bodentyp: Typischer Gley
Anzahl der Profilaufnahmen: 4

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	CaCO3 (g/100g)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L		0,0 0,8 1,0	-											
A_h	MA_h $/G_oA_h$	30 37 47	stark	9,0 12,7 19,1	7,5 10,6 15,9	31,0 74,9 98,8	33,8 56,7 107,3	2,1 4,2 8,5	12,4 13,9 16,2	4,5 4,9 5,5	4,9 5,4 6,0	0,0	Krümel	S(uS) 5YR 2,5/2
G_o		91 101 132	-	0,0 7,8 14,0	0,0 5,6 10,0	0,0 73,6 100,0	1,0 2,0 3,5	<0,1	n.b.	4,3 5,4 6,2	5,7 6,8 7,5	0,0	Einzk/ Kohär	S-sL 7,5YR-10YR 5/6-8
G_r	G_{or}	130 155 180	-	2,8 37,7 160,2	1,8 23,6 100,1	21,0 86,9 100,0	0,9 2,4 3,6	<0,1	n.b.	5,1 6,1 7,7	6,8 7,4 8,2	0,0 1,0 6,0	Kohär	sL 5Y/5GY 6/1

Bodentab.9: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Crepis paludosa-Fraxinus excelsior-Gesellschaft, Ausbildung von Lonicera periclymenum
Bodentyp: Oxigley
Anzahl der Profilaufnahmen: 3

Horizont	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	CaCO3 (g/100g)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L	1,0 1,1 1,5	-											
A_h	29 32 36	stark	7,7 10,3 13,7	6,4 8,6 11,4	72,7 92,1 100,0	28,8 33,9 39,0	2,0 2,7 3,3	11,3 12,8 14,4	4,0 4,8 5,3	4,5 5,3 5,8	0,0 0,0 0,0	Krümel	S 7,5YR 3/2
G_{o1}	91 99 110	-	9,3 12,3 14,4	5,8 7,7 9,0	100,0	2,0 2,4 2,6	0,1 0,2 0,4	6,1 17,0 22,7	4,9 5,0 5,1	6,5 6,7 6,8	0,0 0,0 0,0	Einzk/ Kohär	sL-sT 7,5YR-10YR 5/6
G_{o2}	140 159 192	-	5,0 12,2 15,4	3,1 7,7 9,6	100,0	1,5 1,8 2,3	<0,2	n.b.	5,3 5,5 5,7	6,6 7,0 7,3	0,0 0,1 0,2	Kohär	sL-tL 7,5YR-10YR 5/6

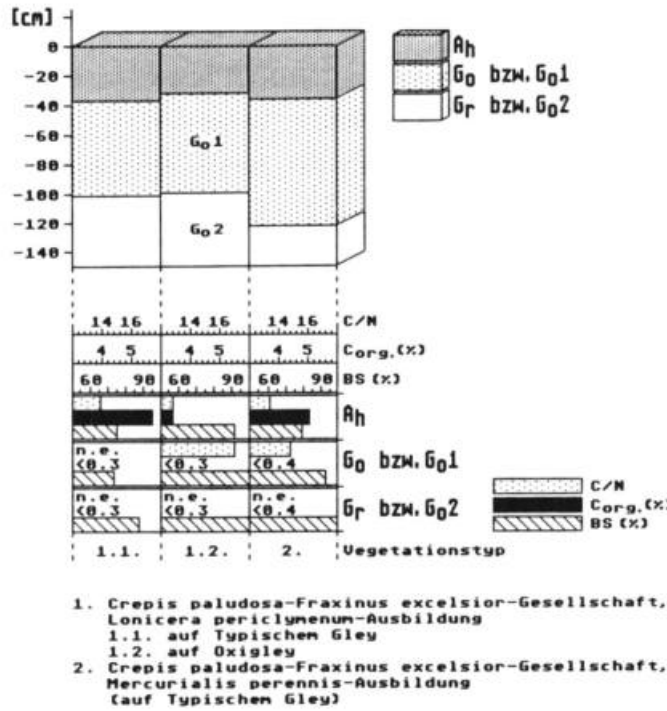


Abb.34: Profilmorphologische (oberer Abb.teil) und bodenökologische (unterer Abb.teil) Kennzeichnung der Standorte verschiedener Untereinheiten der Crepis-Fraxinus-Gesellschaft (weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.1.)

Bodenwühler gefördert, die an der Huminstoffbildung beteiligt sind und organisches Material tiefgründig in den Mineralkörper einarbeiten. Im Mittel ist der A_h 37 cm, unter besonders günstigen Verhältnissen sogar über 45 cm mächtig. Der Bodenart entsprechend weist er ein sandig-humoses und meist etwas instabiles Krümelgefüge auf. Hohe Grundwasserstände im Winter führen im unteren A_h zur Bildung von Rostflecken (G_oA_h). Das Basenangebot des stark mit Feinwurzeln durchsetzten A_h ist günstig. S-Werte liegen im Mittel bei 12,7 mval/100 ccm; seine Austauscher sind zu etwa 75 % mit Basen gesättigt. pH(H_2O)-Werte um 5,4 können in gleichem Sinne interpretiert werden. Die C/N-Verhältnisse schwanken zwischen 12 und 16 und zeigen günstige N-Nachlieferungsraten an. Der Grundwasserspiegel schwankt im Jahresverlauf bis zu 13 dm, so daß eine Oxidation des Solums bis in größere Bodentiefen möglich ist (Abb.34). In den untersuchten Profilen tritt die G_o-Untergrenze mit Tiefen zwischen 9 und 13 dm unter Flur auf. Der Oxidationshorizont ist - als kennzeichnendes Merkmal für Standorte der Lonicera-

Ausbildung - stets carbonatfrei. Abhängig von der jeweils vorherrschenden Bodenart (sL bzw. S) weist er ein Kohärent- oder Einzelkorngefüge auf. Erst in Tiefen unterhalb von 15 dm können (im G_r) geringe Carbonatmengen vorhanden sein. Für die Wurzeln der Feldschicht bleibt dieses Basenreservoir aber unzugänglich. Alle Analysenergebnisse zu diesen Böden sind in Bodentabelle 8 zusammengefaßt.

Etwas seltener sind Bestände der Lonicera-Ausbildung auf Oxigleyen entwickelt, deren Profil die Horizontfolge (O_L)-A_h-G_{o1}-G_{o2} zeigt. Ein G_r-Horizont fehlt, da sauerstoffreiches Grundwasser eine Oxidation des Solums bis zu über 2 m Tiefe ermöglicht.

Vegetationsökologisch sind die betrachteten Oxigleye - wie bodenchemische Parameter zeigen (Bodentab.9) - den oben beschriebenen Typischen Gleyen gut vergleichbar. So stimmen im Wurzelraum S-, pH-, Basensättigungs- und C/N-Werte weitgehend überein. Ganz entsprechend sind auch diese Böden bis zu Tiefen um 15 dm carbonatfrei.

Das Standortsspektrum dieser Einheit läßt zwei Feuchtigkeitsstufen erkennen. Auf stärker grundfeuchten bis (winter)nassen Gleyen kommen Bestände der Filipendula ulmaria-Variante vor (Tab.10, lfd. Nr.1-21). Ihre Baumschicht ist Erlen-reich und durch geringstetes Vorkommen der Moorbirke charakterisiert. In der Krautschicht fallen Molinietalia-Arten auf, die Beständen der Typischen Variante fehlen (Filipendula ulmaria, Geum rivale und Ranunculus repens). Als Zeiger erhöhter Bodenfeuchte treten ferner Lysimachia vulgaris, Galium palustre und Dactylorhiza fuchsii auf, die sich zugleich als Differentialarten der Lonicera-Ausbildung erweisen, mithin also Trophieunterschiede an Standorten der Sumpfpippau-Eschenwälder indizieren.

Aus Abbildung 35 ist der jahreszeitliche Verlauf des Grundwasserspiegels ersichtlich. Erwartungsgemäß weisen Standorte der Filipendula-Variante nahezu ganzjährig ein mehr oder minder höheres Grundwasserniveau auf (im Vgl. zur Typ. Var.). Im Winterhalbjahr liegt der Grundwasserspiegel nur wenige Zentimeter unterhalb der Bodenoberfläche. Die Humushorizonte sind dann wassergesättigt und damit Umlagerungen von Eisen- und Manganoxiden möglich (G_o-Merkmale im A_h). Abhängig von Bodenart und lokalen Niederschlagsmengen kann ein Teil der im Altmoränenbereich vorkommenden Gleye zur Stauwasserbildung neigen. S_d-Merkmale treten dann vorzugsweise im unteren Abschnitt des G_o auf (S_dG_o). Eine stauende Wirkung der Oxidationshorizonte ist zugleich aus dem gezeigten Ganglinienverlauf ersichtlich und äußert sich in einem raschen Anstieg des Grundwasserniveaus nach stärkeren Niederschlägen (bspw. im Juli, August und Oktober 1986). Eine sommerliche Depression beginnnt vergleichsweise spät (Anfang bis Mitte Juni) und ist mit dem Laubaustrieb der Esche korreliert. Wie die Dauerlinien erkennen lassen, verlängert sich dadurch die Zeitperiode höheren Einstaus auf etwa sieben Monate pro Jahr.

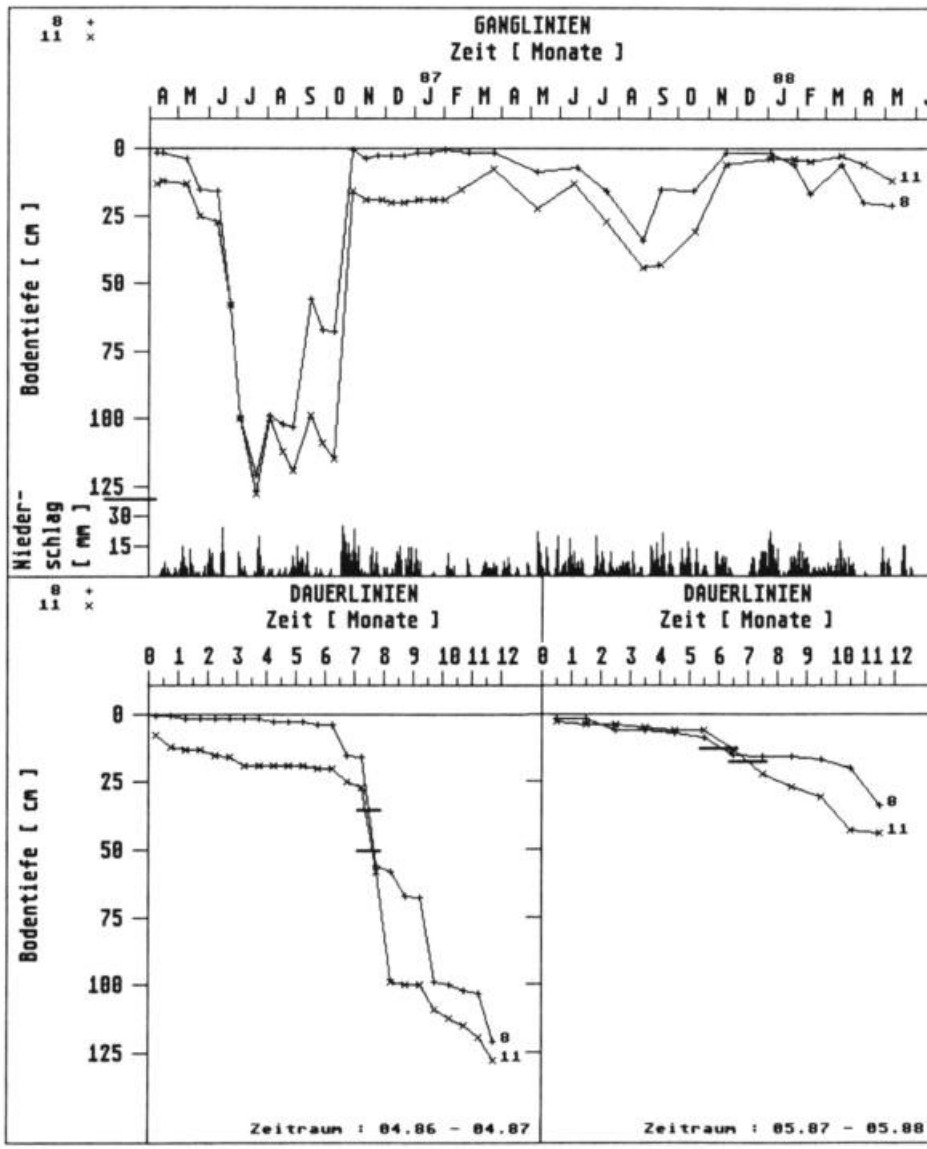


Abb.35: Hydrologische Kennzeichnung von Standorten der Carpinus-Fraxinus-Gesellschaft, Lonicera-Ausbildung (Filipendula-(Nr.8) und Typische Variante (Nr.11)); oberer Abb.teil Ganglinien, unterer Abb.teil Dauerlinien (weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.2.)

Vorzugsweise in der Jungmoräne weist das Artengefüge der Sumpfpippau-Eschenwälder einen hohen Anteil eutraphenter Sippen auf. Sie sind bezeichnend für die Mercurialis perennis-Ausbildung (u.a. Mercurialis perennis, Galium aparine, Vicia sepium, Pulmonaria obscura und Stellaria nemorum; vgl. Tab.10, lfd. Nr.36-91). Im Mittel deckt die Krautschicht etwa 90 % des Bodens und besteht überwiegend aus Querco-Fagetea-Arten. In einigen Beständen sind bis Ende Mai Herden von Allium ursinum aspektprägend. In der Baumschicht erreicht Fraxinus maximalen Deckungsanteil (Optimalstandorte). Schwarzerle fehlt oder ist allenfalls stammweise beigemischt.

Auch in der Altmoräne können Bestände der Mercurialis-Ausbildung auftreten, sofern geringe Entkalkungstiefen eine noch ausreichende Basenversorgung gewährleisten. Wie Abbildung 39 zeigt, sind solche Wuchsbedingungen auf Altmoränenrücken bei Bergenhusen und Wohlde sowie auf der Ostenfelder Geest gegeben.

Bodentypologisch zeigt sich ein zu Standorten der Lonicera-Ausbildung vergleichbares Bild. Aufgrund höherer Lehm- oder Tonanteile überwiegt aber die Genese Typischer Gleye (vgl. Bodentab.12). Oxigleye (vgl. Bodentab.10) können allenfalls unter besonderen edaphischen und topographischen Bedingungen entstehen. Als bodentypologische Sonderfälle lassen sich ebenso Gleye mit geologischem Schichtenwechsel bewerten. Im untersuchten Profil (Bodentab.11) wird dies am abrupten Wechsel der Bodenarten (z.B. S zu lT) vom G_O zum IIG_O deutlich. Horizontdifferenzierung und Ergebnisse bodenchemischer Analysen der insgesamt 14 in Typischen Gleyen aufgenommenen Profile gehen aus Bodentabelle 12 hervor. An allen Standorten war zum Untersuchungszeitpunkt (Spätsommer/Frühherbst) eine Förna nicht oder nurmehr teilweise entwickelt. Zum einen bieten die betrachteten Mullgleye ein für mineralisierende Organismen günstiges Milieu (im Hinblick auf pH-Werte und Bodenfeuchte), zum andern finden diese mit der anfallenden Eschenstreu (C/N-Verhältnisse um 28) ein leicht zersetzbares Substrat vor. Der Humushorizont ist im Mittel 36 cm mächtig und kann - kennzeichnend für feuchtere Standorte - im unteren Abschnitt G_O-Merkmale aufweisen (G_OA_h). Die Stabilität des Krümelgefüges ist ein Indiz für die lebhafte Tätigkeit des Edaphons. Basensättigung (um 80 %) und S-Werte (um 15,1 mval/100 ccm) lassen eine ausgesprochen günstige Basenversorgung erwarten. Eine hohe N-Nachlieferung findet Ausdruck in engen C/N-Quotienten, wobei alle Meßwerte in einem erstaunlich kleinen Intervall um den Mittelwert schwanken (12,6-13,4-14,7). Bereits im G_O sind geringe Carbonatmengen nachweisbar. Sie führen zu einem sprunghaften Anstieg der S-Werte (im Mittel auf etwa 40 mval/100 ccm). Profilabwärts nimmt der Kalkgehalt stetig zu. Im G_r erreicht er Werte um 12, an manchen Standorten sogar über 20 g/100 g Boden.

Analog zur Lonicera-Ausbildung lassen sich Bestände der Mercurialis-Ausbildung zwei Varianten zuordnen, die unterschiedliche Vernässungsgrade der Böden zum Ausdruck bringen. Höhere Einstauraten begünstigen Sippen der Filipendula-Gruppe. Auf den nährstoffreichen Böden der

Bodentab.10: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Crepis paludosa-Fraxinus excelsior-Gesellschaft, Ausbildung von Mercurialis perennis
Bodentyp: Oxigley
Anzahl der Profilaufnahmen: 1

Horizont	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	CaCO3 (g/100g)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L	<1		4,5	30,0	54,9	3,4	3,8			
A_h/G_oA_h	33	stark	7,8	6,5	52,8	3,6	4,5	0,0	Krüm.	S
G_{o1}	151		8,8	5,5	71,4	4,3	6,0	0,0	Kohär	sL
G_{o2}	200		>192,0	>120,0	100,0	6,3	7,4	2,0	Kohär	sL

Bodentab.11: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Crepis paludosa-Fraxinus excelsior-Gesellschaft, Ausbildung von Mercurialis perennis
Bodentyp: Typischer Gley (mit geologischem Schichtenwechsel)
Anzahl der Profilaufnahmen: 1

Horizont	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	CaCO3 (g/100g)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L	1	-	6,2	41,2	61,3	4,0	4,2			
A_h/G_oA_h	33	stark	14,8	12,3	71,1	4,4	5,1	0,0	Krüm.	S
G_o/IIG_o	91	-	>216,0	>120,0	100,0	6,5	7,6	13,3	Kohär	sL-lT
IIG_r	140	-	>216,0	>120,0	100,0	6,6	7,4	18,4	Kohär	lT

Bodentab.12: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Crepis paludosa-Fraxinus excelsior-Gesellschaft, Ausbildung von Mercurialis perennis
Bodentyp: Typischer Gley
Anzahl der Profilaufnahmen: 14

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	CaCO3 (g/100g)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L		0,0		4,2	28,0	50,8	354,5	11,3	17,8	3,4	3,7			
		0,1	-	5,4	36,2	62,7	438,5	16,0	28,7	3,8	4,1			
		1,0		6,6	44,0	80,3	491,0	27,5	37,4	4,4	4,9			
		24		6,6	5,5	55,2	34,8	2,5	12,6	3,4	3,8			S-lS
A_h	MA_h	36	stark	15,1	12,6	78,9	50,6	3,8	13,4	4,5	5,2	0,0	Krümel	2,5YR-7,5YR
	/G_oA_h	62		35,0	29,2	100,0	79,7	6,1	14,7	5,6	6,4			2,5-3/2
		81		5,0	3,1	70,6	2,0	0,0	14,8	4,4	5,4	0,0		sL-tL
G_o	/A_hG_o, G_{ro}	122	-	39,3	24,6	93,5	3,5	0,1	14,8	5,4	6,5	1,4	Kohär	7,5YR-10YR
		191		>192,0	>120,0	100,0	5,5	0,3	14,8	6,9	7,8	11,7		
		130		9,9	5,5	95,4				4,4	6,1	0,0		lS-lT
G_r	G_{or}	170	-	139,0	77,2	99,7	<0,5	<0,1	n.b.	6,1	7,2	11,6	Kohär	2,5Y-5Y
	/G_{or}	210		>216,0	>120,0	100,0				7,6	8,1	28,0		4-6/1-3

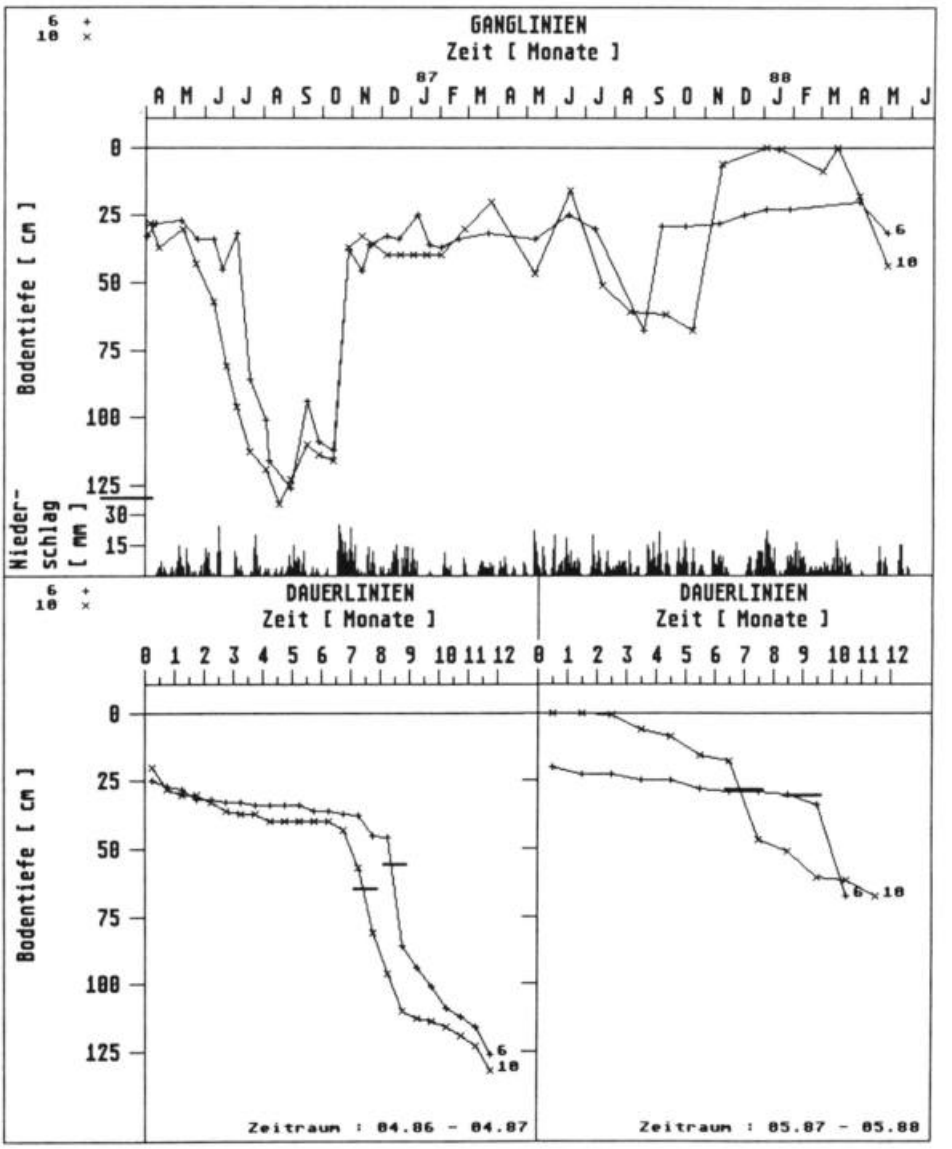


Abb.36: Hydrologische Kennzeichnung von Standorten der Carpinus-Fraxinus-Gesellschaft, Mercurialis-Ausbildung (Filipendula-(Nr.6) und Typische Variante (Nr.10)); oberer Abb.teil Ganglinien, unterer Abb.teil Dauerlinien (weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.2.)

Mercurialis-Ausbildung treten als weitere Differentialarten der Filipendula-Variante Glechoma hederacea und Paris quadrifolia auf. Mit abnehmenden Grundwassereinfluß kann sich zunehmend Fagus in der Baumschicht etablieren. Im Unterstand (Bestände der Typischen Variante) weist sie dann Stetigkeiten von über 80 % und Deckungswerte bis zu 75 % auf. Floristisch und strukturell ähneln diese Wälder bereits den auf staufeuchten Böden (Pseudogleyen) wachsenden Nelkenwurz-Waldgersten-Buchenwäldern (Hordelymo-Fagetum, Subassoziations-Gruppe von Geum urbanum, vgl. Kap.5.1.2.2.2.).

Abbildung 36 veranschaulicht hydrologische Verhältnisse an Standorten der Filipendula- und Typischen Variante. Zur Interpretation der gezeigten Gang- und Dauerlinien sei auf die bereits für Standorte der Lonicera-Ausbildung gegebene Beschreibung verwiesen. Im Vergleich zu diesen weisen Gleye des Östlichen Hügellandes im Winterhalbjahr weniger extreme Einstauverhältnisse auf (um 35 cm unter Flur). Grundwasserstände nahe der Oberfläche wurden nicht beobachtet. Wie der Dauerlinienverlauf im zweiten Beobachtungsjahr erkennen läßt (Mai 1987 bis Mai 1988), können Standorte der Typischen Variante im Winter mitunter höhere Grundwasserstände aufweisen als jene der Filipendula-Variante. Offensichtlich sind hydrologische Extremsituationen außerhalb der Vegetationsperiode nur von geringer vegetationsökologischer Relevanz (s. "Synökologischer Vergleich")

- Synökologischer Vergleich

Als maßgeblicher Faktor auf Standortsqualität und -differenzierung wirkt sich im Untersuchungsgebiet der Bodencarbonatgehalt aus. Abhängige Größen (S- und pH-Wert) unterliegen damit entsprechenden Schwankungen. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden diese Parameter als Säulendiagramm horizont- und vegetationstypenbezogen dargestellt (Abb.37). In Typischen und Oxigleyen der Lonicera-Ausbildung lassen sich keine oder nur geringe Carbonatmengen in Oxidations- und Reduktionshorizonten nachweisen. Entsprechend niedrig sind die S-Werte dieser Horizonte. Charakteristikum der von Beständen der Mercurialis-Ausbildung besiedelten Gleye ist ein profilabwärts mit dem Carbonatgehalt kontinuierlich zunehmendes Basenangebot.

Aus den ermittelten pH-Werten allein kann diese vegetationstypenspezifische Ungleichverteilung der Alkali- und Erdalkaliionen nicht abgeleitet werden. Unterschiede in den pH-Werten sich entsprechender Horizonte sind gering. Ihre in dieser Hinsicht nur bedingte Interpretierbarkeit steht in engem Zusammenhang mit hohen Basensättigungswerten, die offensichtlich für alle der von Sumpfpippau-Eschenwäldern besiedelten Böden bezeichnend und mit deren Carbonatgehalten nicht unbedingt korreliert sind. So können selbst in kalkfreien Horizonten mit relativ niedrigen S-Werten hohe pH-Werte dann auftreten, wenn Austauscherplätze wenig protoniert,

Basensättigungs-Werte also hoch sind. Eine Anreicherung der Humushorizonte mit Basen vollzieht sich an solchen Standorten weniger durch aufsteigendes Grundwasser als vielmehr mit Hilfe tiefwurzelnder Gehölze. Sie sind in der Lage, das Reservoir an Basen tieferer Bodenschichten zu erschließen und diese mit der jährlichen Laubstreu den Humushorizonten zuzuführen. Dadurch können auch Standorte der Lonicera-Ausbildung hohe S-Werte im A_h aufweisen. Im Vergleich zu Standorten der Mercurialis-Ausbildung dürfte sich allerdings die qualitative Zusammensetzung der im Humushorizont angebotenen Basen unterscheiden, da Baumwurzeln bestimmte Ionen bevorzugt oder selektiv aufnehmen und dementsprechend deren prozentuale Verteilung in der Laubstreu nicht mehr jener im Geschiebemergel entspricht.

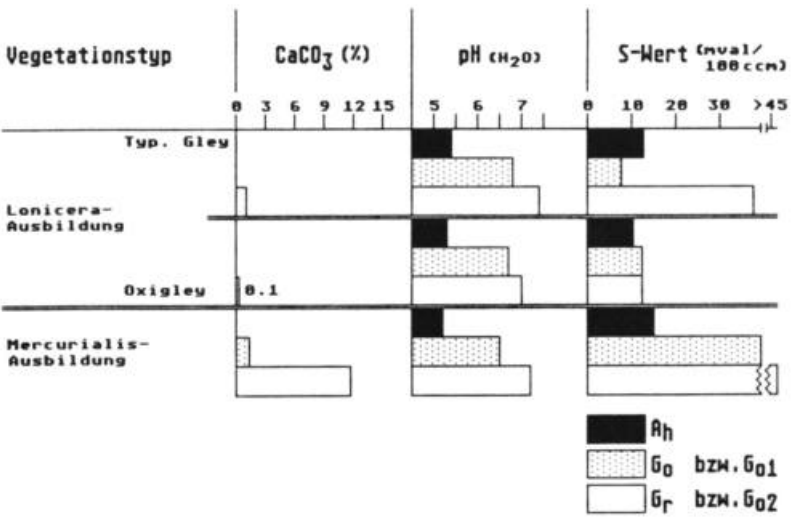


Abb.37: Standortsvergleich verschiedener Untereinheiten der Crepis-Fraxinus-Gesellschaft im Hinblick auf Kalkgehalt, pH-Wert und S-Wert des Bodens (verschiedene Horizonte)

Die für Standorte unterschiedlicher Hydrologie (Filipendula- und Typische Varianten beider Ausbildungen) bezeichnenden Einstauraten spiegeln sich nicht in entsprechenden Mächtigkeitsunterschieden der G_O-Horizonte wider. Die Ursachen dafür seien anhand eines Gang- und Dauerlinienvergleichs erläutert. Die Kurven Nr.6 und Nr.8 (Abb.38 a und b) sind für Bestände der Filipendula-Variante, die Kurve Nr.11 ist für jene der Typischen Variante kennzeichnend. Zueinander deutlich verschoben verlaufen die Gang- und Dauerlinien Nr.8 und Nr.11 (Abb.38a). Nur unter solchen Verhältnissen können - bei gleichen Bodenarten und fehlendem lateralen Wasserzug - Schwankungsamplituden und G_O-Mächtigkeiten korreliert sein. Ein Vergleich der Grundwasserlinien Nr.6 und Nr.11 (Abb.38b) zeigt aber, daß Böden der Typischen Variante im Winterhalbjahr mitunter stärker vernässen, im Sommer dagegen infolge niedriger

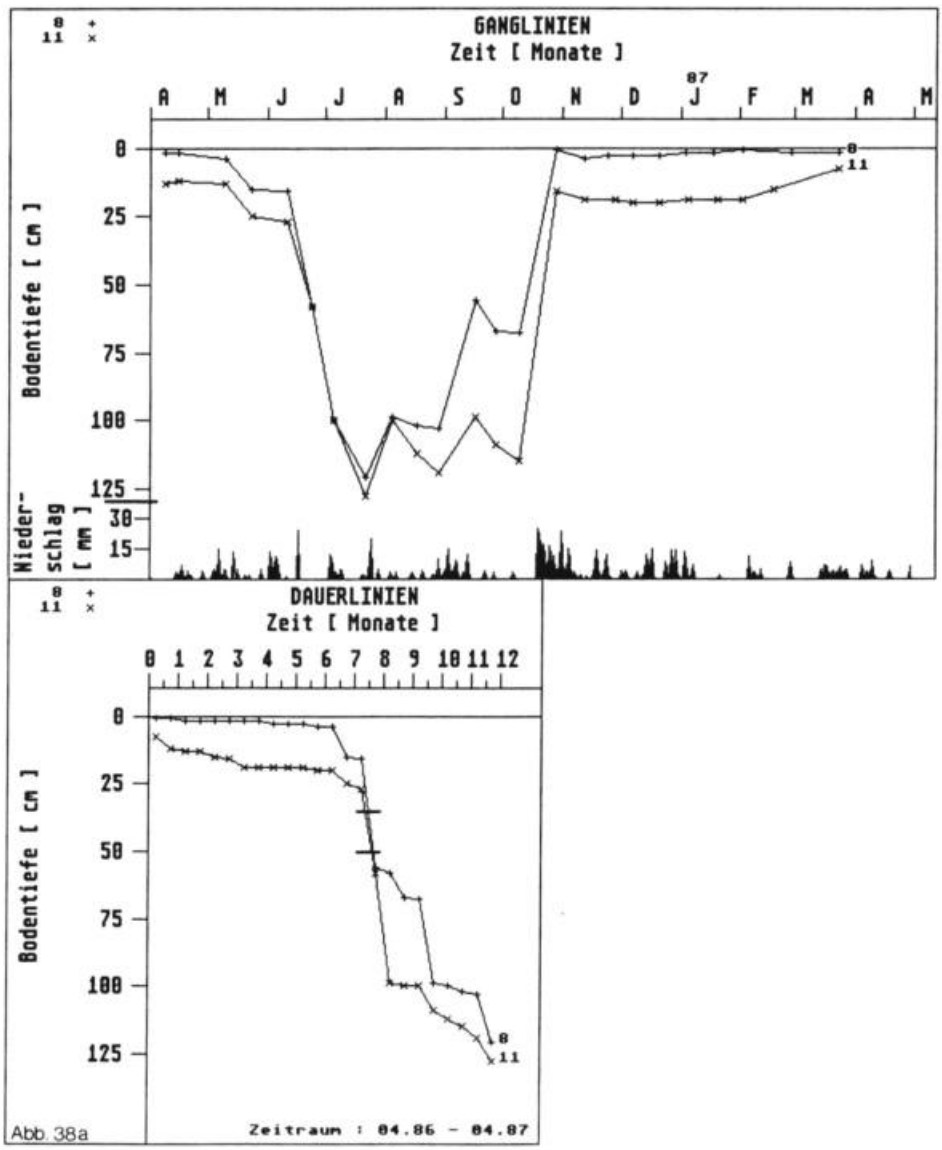


Abb.38 a) u. b): Hydrologischer Vergleich von Standorten der Crepis-Fraxinus-Gesellschaft (Filipendula- (Nr.8 u. 6) und Typische (Nr.11) Varianten); oberer Abb.teil Ganglinien, unterer Abb.teil Dauerlinien (weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.2.)

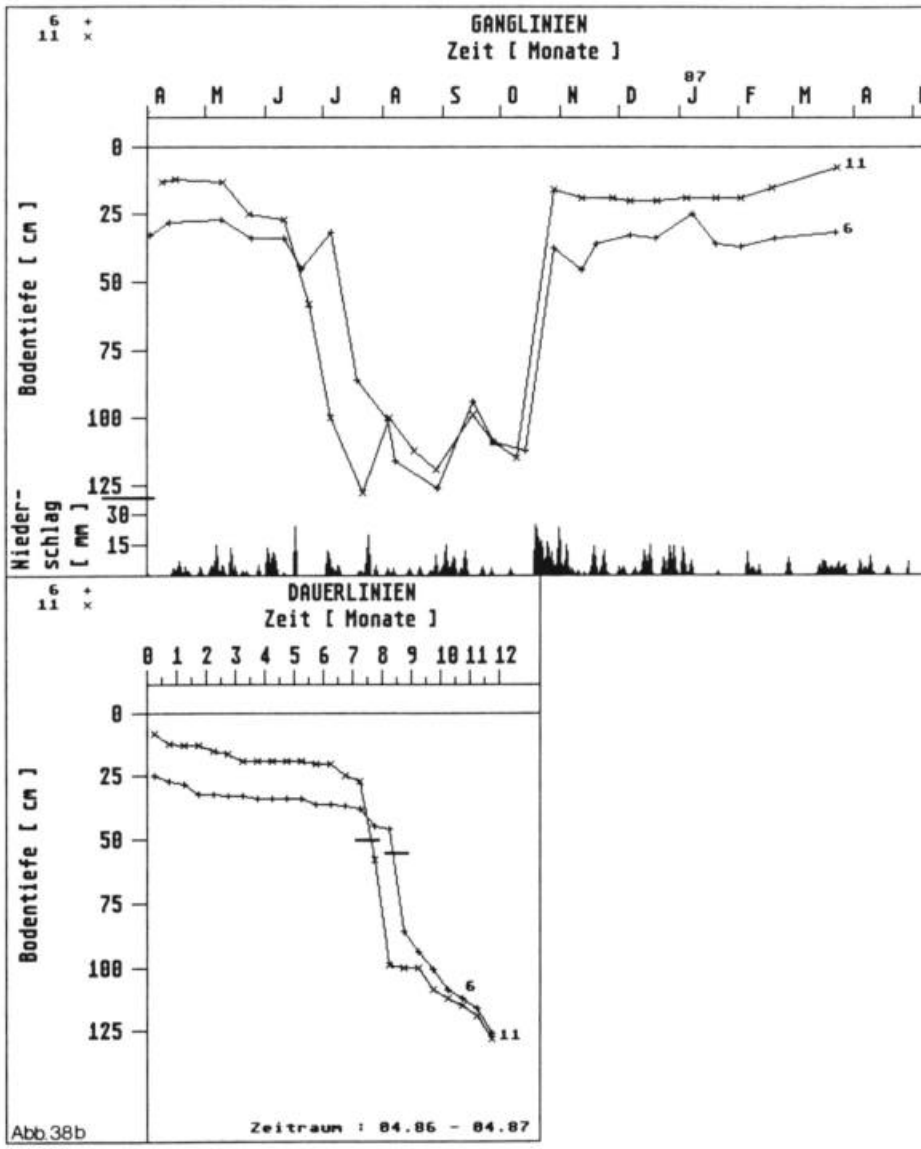

6 +
11 ×
GANGLINIEN
Zeit [Monate]
87
A M J J A S O N D J F M A M
0
25
50
75
100
125
Bodentiefe [cm]
11
6
Wieder-
schlag
[mm]
30
15
6 +
11 ×
DAUERLINIEN
Zeit [Monate]
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
0
25
50
75
100
125
Bodentiefe [cm]
6
11
Zeitraum : 84.86 - 84.87

Abb.38b

Grundwasserstände trockener sind. Dieser Standortsunterschied äußert sich floristisch im Ausfall bezeichnender Molinietalia-Arten (Filipendula-Gruppe), findet aber in profilmorphologischen Merkmalen keinen Ausdruck: An beiden Standorten weist das Solum bis zu einer Tiefe von 12 dm G_O-Merkmale auf (Maximaldepression der Grundwasserstände). Höhere Einstauraten im Winterhalbjahr können an Standorten der Typischen Variante sogar eine Bildung von G_O-Merkmalen im A_h bewirken. Für die Vegetationsentwicklung bleibt diese Vernässung aber ohne Folgen. Hydromorphiemerkmale können somit - ohne Kenntnis des Ganglinienverlaufs - ökologisch falsch gedeutet werden.

Verteilung und Intensität von Rostflecken im Pedon hängen zudem von der vorherrschenden Bodenart (Kapillaraufstieg, Zeichnereigenschaften) und dem Einfluß lateral ziehenden Grundwassers ab. Am Beispiel der Oxigleye wird besonders augenfällig, daß G_O-Mächtigkeiten nur unter bestimmten Voraussetzungen ökologisch sinnvoll interpretierbar sind. Die an Standorten der Filipendula- und Typischen Variante aufgenommenen Profile wurden dementsprechend zusammengefaßt betrachtet.

Abbildung 34 zeigt, daß Basensättigungs- und C/N-Werte in entsprechenden Horizonten der verglichenen Böden nur wenig divergieren. Gute Übereinstimmung zeigen ebenso A_h-Mächtigkeiten, ein Indiz für geringe Aktivitätsunterschiede des Edaphons. Vergleichsweise niedrig ist der C_{org}-Gehalt in Humushorizonten der Oxigleye (im Mittel 34 mg/g gegenüber 51 bzw. 57 mg/g). Sauerstoffreiches Sickerwasser begünstigt hier eine raschere Mineralisation der organischen Substanz.

- Synchorologische Aspekte

Bestände der Crepis-Fraxinus-Gesellschaft lassen sich nur mit Einschränkung unter synchorologischen Gesichtspunkten vergleichen. Bereits in Südniedersachsen treten unter ähnlichen Standortsbedingungen Wälder auf, in deren Baumschicht Hainbuche und Stieleiche vorherrschen und in denen Esche allenfalls Begleitart ist. Solche Wälder wurden früher als Querco-Carpinetum filipenduletosum beziehungsweise Querco-Carpinetum stachyetosum bezeichnet (vgl. ELLENBERG 1939:10f, TÜXEN 1937:160ff) und werden heute zum Stellario-Carpinetum gestellt (Subassoziations-Gruppe von Stachys sylvatica; vgl. Übersicht bei DIERSCHKE 1986:Tab.1). Gründe für diesen in einem kleinen Areal feststellbaren Wandel im Artengefüge sind weniger klimatischer als vielmehr nutzungsgeschichtlicher Natur (vgl. hierzu Kap.3.2. und Kap.5.1.2.2.2.). Im Gegensatz zur Baumschicht ist die Bodenvegetation der Sumpfpippau-Eschen- und Waldziest-Eichen-Hainbuchenwälder nahezu identisch, legt man einem Vergleich die von DIERSCHKE (1986: Tab.1) publizierte und den südniedersächsischen Raum berücksichtigende Synopsis zugrunde. Diese Übereinstimmung ist Ausdruck weitgehend

vergleichbarer Standortsbedingungen, unter denen sich die betreffenden Waldgesellschaften entwickeln.

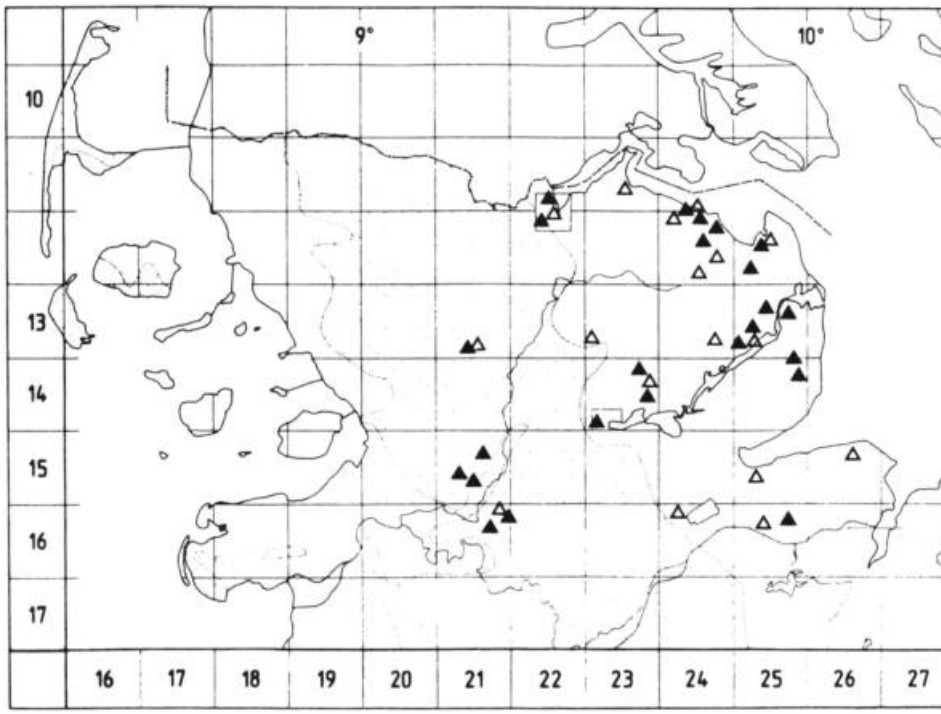


Abb.39: Bestandesvorkommen der Carpinus-Fraxinus- Gesellschaft
▲ Mercurialis per.-Ausbildung, Filipendula ulm.-Variante
△ Mercurialis per.-Ausbildung, Typische Variante

Von DIERSCHKE (1986:301) wird hinsichtlich syntaxonomischer Fragen eine Carpinion-Abgrenzung pragmatisch vorgenommen. Alle Bestände, in denen Eichen und Hainbuchen den Hauptanteil der Baumschicht stellen (Deckung über 50 %), werden danach - unabhängig vom Hemerobiegrad - zum Carpinion gerechnet. In Sumpfpippau-Eschenwäldern des Untersuchungsgebietes können diese Baumarten jedoch nur unter bestimmten Nutzungsverhältnissen zur Dominanz gelangen. Natürliche Carpinion-Gesellschaften existieren demzufolge im Untersuchungsgebiet nicht (vgl. Kap.5.1.2.4.). Zwischen Einheiten des Fagion und des Alno-Ulmion treten von Buchen und Eschen aufgebaute Wälder ("Fraxino-Fagetum", vgl. PASSARGE und HOFMANN 1968:76ff) als floristisches und standörtliches Bindeglied auf. Ökogramme, in denen sich ein "Carpinion-Keil" zwischen die genannten Verbände einfügt (vgl. ELLENBERG 1978:106), geben demzufolge keine zutreffende Beschreibung für die Vegetationsverhältnisse im Untersuchungsgebiet.

Zumindest im nördlichen Niedersachsen kommen auf basenreichen Böden der Drente 2-Moräne Auenwälder vor, die eine den Sumpfpippau-Eschenwäldern des Untersuchungsgebiets vergleichbare Vegetationzusammensetzung (in Kraut- und Baumschicht) aufweisen (vgl. WULF

1989:275, Tab.2). Hinsichtlich ihrer synsystematischen Wertung schlägt WULF (1989:273) vor, diese Bestände nicht dem Carpinion, sondern entsprechend der vorherrschenden Baumarten einem "Fraxino-Carpinion" (vgl. TÜXEN 1937:145) anzuschließen. Diese Auffassung stellt eine heute allgemein akzeptierte Auftrennung des Fraxino-Carpinion (sensu TÜXEN 1937:145ff) in die Verbände Carpinion und Alno-Ulmion in Frage und zeigt, wie unbefriedigend und methodologisch inkonsequent sich bis heute die synsystematische Wertung Stieleichen-Hainbuchen-dominierter Bestände erweist, sofern diese innerhalb des Fagion-Areals auftreten (vgl. auch ELLENBERG 1978:222, DIERSCHKE 1986:300ff, ZACHARIAS 1994:176ff).

Eine der Carpinus-Fraxinus-Gesellschaft des Untersuchungsgebietes entsprechende Artenzusammensetzung zeigen auch die auf Mull-Gleyen des nordostdeutschen Flachlandes vorkommenden Eschenwälder. Wie synoptische Tabellen bei PASSARGE und HOFMANN (1968:48ff, Tab.6) erkennen lassen, können diese Wälder hinsichtlich trophischer Unterschiede ganz ähnlich gegliedert werden: Unter ungünstigeren Nährstoffbedingungen haben Alnus glutinosa und Betula pubescens höheren Anteil am Bestandesaufbau, und in der Krautschicht tritt die der Lonicera-Ausbildung entsprechende Trennartengruppe auf. Demgegenüber dominiert Fraxinus auf "lehmig-mergeligen Anmoorböden mit Wurmmull" (PASSARGE und HOFMANN 1968:47). Die jeweiligen Vegetationstypen werden von PASSARGE und HOFMANN (1968:46ff) auf Assoziationsebene getrennt und als "Milio-Alnetum" beziehungsweise "Milio-Fraxinetum" bezeichnet. Bei einem Vergleich muß berücksichtigt werden, daß die genannten Autoren bodenfeuchte bis -frische Bestände (Typische Varianten in Tab.10) bereits dem Fraxino-Fagetum (sensu PASSARGE 1958) anschließen (vgl. auch PASSARGE und HOFMANN 1968:76ff).

5.1.2. Verband Fagion Pawl.1928

In Schleswig-Holstein ist auf grundwasserfernen und nicht allzu nährstoffarmen Mineralböden Fagus sylvatica die konkurrenzkräftigste Baumart. Im Untersuchungsgebiet weist sie daher - durch klimatische Faktoren begünstigt - ein breites Standortsspektrum auf. Bei annähernd gleichbleibender Bonität der Buche unterliegt die Bodenvegetation innerhalb dieses Standortsspektrums einem deutlichen Wandel. Demzufolge kann eine Vielzahl edaphisch bedingter Untereinheiten innerhalb der im Untersuchungsgebiet vorkommenden Buchenwälder unterschieden werden.

5.1.2.1. Zur Gliederung des Fagion

In weiten Teilen Mitteleuropas bilden Rotbuchenwälder die natürliche, zonale Vegetation. Bemühungen um ihre syntaxonomische wie -systematische Gliederung sind annähernd so alt wie die Pflanzensoziologie selbst. Von BRAUN wurden bereits 1915 Tabellen einer "Association de l'etre" publiziert. Es folgten - zum Teil recht umfangreiche - Arbeiten von LUQUET (1926), PAWLOWSKY (1928), MARKGRAF (1927, 1932), HARTMANN (1933/1934), VLIEGER (1937) und MOHR (1938, 1952). Für viele Autoren waren zur Gliederung (insbesondere der Abgrenzung und Untergliederung von Assoziationen) überwiegend geographische Gesichtspunkte maßgeblich. Diese Vorgehensweise sollte der beobachteten großräumigen Variabilität von Buchenwaldgesellschaften Rechnung tragen. Nomenklatorisch äußerte sich dies in Namensgebungen mit geographischen Affixen (z.B. "Fagetum boreoatlanticum", vgl. TÜXEN 1937:140ff, DIEMONT 1938, "Melico-Fagetum cathalonicum, M.-F. medioeuropaeum, M.-F. balticum", vgl. R. KNAPP 1942:65f etc.). Ein abweichendes Konzept gebrauchte KUHN (1937) zur Beschreibung von (Buchen-)Waldgesellschaften der Schwäbischen Alb, die er ausschließlich nach edaphischen Gesichtspunkten unterschied (z.B. Elymo-Fagetum, Festuco-Fagetum). In der Folgezeit fanden standörtliche wie geographisch-klimatische Gliederungskriterien Verwendung. Eine Vergleichbarkeit unterschiedlich benannter Vegetationstypen war erst gegeben, nachdem geographische Rassen (makroklimatisch horizontal), Höhenformen (mesoklimatisch vertikal) und Subassoziationen (standortsökologisch) deutlich voneinander abgegrenzt wurden (DIERSCHKE 1989a:109). Es entstand das Prinzip einer mehrdimensionalen Gliederung der Vegetation, wie es von W. und A. MATUSZKIEWICZ (1981) vorgestellt und am Beispiel der Eichen-Hainbuchenwälder erläutert wurde.

Bereits 1937 wurden von MEUSEL bodensaure Buchenwälder als "Luzulo-Fagetum" jenen meso- bis eutropher Standorte gegenübergestellt. Weiterführende Untersuchungen zeigten später, daß entsprechende Waldgesellschaften aufgrund ihrer Artenverbindung sogar auf Verbandsniveau (Luzulo-Fagion und Fagion) zu unterscheiden waren (vgl. LOHMEYER und TÜXEN in TÜXEN 1954, KLIKA 1955). Eine detailliertere Darstellung zur geschichtlichen Entwicklung der Syntaxonomie und Synsystematik mitteleuropäischer Buchenwälder geben JAHN (1980:211ff) und DIERSCHKE (1989a:108ff).

Im Rahmen des Arbeitskreises Pflanzensoziologie der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft wurde während der vergangenen Jahre versucht, eine im Bereich des Bundesgebietes gültige und aus nord- wie süddeutscher Sicht akzeptable Gliederung des Fagion auszuarbeiten. Die für das eigene Untersuchungsgebiet relevanten Ergebnisse wurden von DIERSCHKE (1989a) im Hinblick auf eine den nordwestdeutschen Raum umfassenden Synopsis vorgestellt. Die Abgrenzung und Benennung der im Untersuchungsgebiet vorkommenden Buchenwaldgesellschaften lehnt sich an die dort verwendete Gliederung an.

Nach DIERSCHKE (1989a:110f) kommen in Nordwestdeutschland zwei Fagion-Unterverbände (Cephalanthero-Fagenion Tx. in Tx. et. Oberd.1958 und Galio odorati-Fagenion) mit den Assoziationen Carici-Fagetum Moor 1952, Hordelymo-Fagetum und Galio odorati-Fagetum vor. Nur die zuletzt genannten Waldgesellschaften sind auch im Untersuchungsgebiet vertreten. Während das Hordelymo-Fagetum durch eine eigene Kennart (Hordelymus europaeus) und mehrere Differentialarten charakterisiert ist, fehlen solche dem Galio odoratum-Fagetum. Im Sinne der in Kapitel 4.1.2.11. genannten Definition kann es als "Rumpfassoziation" des Fagion aufgefaßt werden.

Ursprünglich wurden beide Gesellschaften - vorwiegend von im norddeutschen Raum arbeitenden Autoren - in einem inhaltlich dadurch weiter gefaßten "Melico-Fagetum" vereinigt (vgl. DIERSCHKE 1985:505ff, DIERSSEN et al. 1988:101f). Aus süddeutscher Sicht ist dieser Name allerdings wenig zutreffend, da Melica uniflora - als nordwest-mitteleuropäisch verbreitete Sippe - vielen Beständen Süddeutschlands fehlt. OBERDORFER (1987:464f) schlug daher vor, Buchenwälder basenreicher Böden mit dem von KUHN 1937 gewählten (und nomenklatorisch gültigen) Namen "Elymo-Fagetum" zu bezeichnen und Buchenwälder mesotraphenter Standorte synsystematisch als "Rumpfassoziation" aufzufassen (vgl. OBERDORFER et al. 1967:58).

Sollten Unterverbände - einem Vorschlag DIERSCHKEs (1989b, 1990) folgend - vegetationsgeographisch bedingte Unterschiede einzelner Gesellschaftsgruppen zum Ausdruck bringen, so müßte das (ausschließlich standörtlich charakterisierte) Cephalanthero-Fagenion künftig als eigener Verband (Cephalanthero-Fagion) innerhalb der Fagetalia oder als Assoziation des Eu-Fagenion gewertet werden. Kenn- und Trennarten der Gesellschaft sind Cephalanthera damasonium und rubra, Carex digitata, Carex alba, Primula veris und Vincetoxicum hirundinaria. Im Gebiet der Bundesrepublik treten vikariierend zum Galio odorati-Fagenion das Lonicero alpigenae-Fagenion Bohidi 1963 em. Oberd. et Th. Müller 1984 (praealpid) sowie das Dentario glandulosae-Fagenion Oberd. et Th. Müller 1984 auf (letzteres mit osteuropäisch-karpatischer Verbreitung, im östlichen Süddeutschland nur fragmentarisch; vgl. Th. MÜLLER 1989:156).

Waldgesellschaften des Fagion kommen in Schleswig- Holstein in der Alt- und Jungmoräne vor, doch nur in der Jungmoräne treten sie großflächig und mit hoher Typenvielfalt auf. Flächenbezogen stellen sie dort aktuell wie potentiell die wichtigste Waldgesellschaft dar. In der Jungmoräne treten Bestände des Fagion in Kontakt zu Auen- und Drahtschmielenwäldern auf. Auf der Hohen Geest bilden sie vielfach mit Buchen-Eichen-, seltener auch mit Auenwäldern ein kleinflächiges Vegetationsmosaik.

Im Östlichen Hügelland unterliegt heute der weitaus größte Teil potentieller Buchenwaldstandorte einer intensiven Agrarnutzung. Dementsprechend kommen als häufigste Ersatzgesellschaften Einheiten des Aperion beziehungsweise des Polygono-Chenopodion vor. Ähnliche Verhältnisse können auf nährstoffreicheren Moränenrücken der Hohen Geest bestehen, wenngleich auch hier ein Teil potentieller Buchenwaldstandorte von Grünland eingenommen wird.

Floristisch ist das Fagion nur schwach gekennzeichnet. Lokal lassen sich Melica uniflora und Galium odoratum als holde Kennarten des Verbands werten. Wie ihre hohen Stetigkeiten zeigen (vgl. Übersichtstabellen 28 u. 29), fehlen sie kaum einem Bestand des Fagion, greifen aber auch in Einheiten des Alno-Ulmion und in die Avenella flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft über. Wohl treueste Fagion-Arten sind Festuca altissima und Dentaria bulbifera, obgleich letztere aufgrund ihrer Seltenheit einer Typendifferenzierung nur wenig dienlich ist. Die Buche selbst ist als Verbandskennart unbrauchbar, weist sie doch in Fagion- wie Quercetalia-Einheiten ähnliche Präsenzen auf. Im Vergleich zum Alno-Ulmion sind Bestände des Fagion negativ (Ausfall von Arten des Alno-Ulmion), gegenüber den Quercetalia positiv (anspruchsvolle Fagetalia-Arten) und negativ (Fehlen der Quercetalia-Arten) gekennzeichnet (vgl. Synoptische Tab.28 u. 29).

5.1.2.2. Hordelymo-Fagetum Kuhn 1937 em. Dierschke 1989

(Synonyma: Hellebori foetidi-Fagetum Kuhn 1937 p.p., Fagetum boreoatlanticum allietosum Tx.1937, Fagetum boreoatlanticum elymetosum Tx. 1937, Lathyro-Fagetum Hartm.1953 p.p., Melico-Fagetum Lohm. in Seibert 1954 p.p., Pulmonario-Fagetum Frehner 1963, Violo reichenbachianae-Fagetum Moravec 1979)

Nur auf den nährstoff- und basenreichsten Böden der Jung- und Altmoräne kommen Waldgersten-Buchenwälder vor, welche ausschließlich oder überwiegend von Fagus sylvatica aufgebaut werden. Lediglich auf staufeuchten Böden tritt Fraxinus stärker hervor, so daß Buchen-Eschen-Mischwälder mit wechselnder Dominanz der genannten Arten entstehen. Weiteren Edellaubhölzern kommt im Waldgersten-Buchenwald allenfalls auf Sonderstandorten oder in forstlich stärker beeinflußten Beständen größere Bedeutung zu.

Im Untersuchungsgebiet lassen sich Waldgersten- gegenüber Waldmeister-Buchenwäldern mittels mehrerer Differentialarten abgrenzen. Bezeichnend sind Stachys sylvatica, Mercurialis perennis, Brachypodium sylvaticum, Vicia sepium, Ranunculus auricomus, Festuca gigantea und Hordelymus europaeus. Letztere kann - innerhalb des Galio odorati-Fagenion-Areals - als Assoziationskennart gewertet werden. Innerhalb der Buchenwälder bleiben gleichfalls anspruchsvolle Geophyten wie Anemone ranunculoides, Allium ursinum, Gagea spathacea, Corydalis cava und Corydalis intermedia auf Bestände des Hordelymo-Fagetum beschränkt. Sie kennzeichnen dort besondere Standortsbedingungen und sind demzufolge Differentialarten verschiedener Untereinheiten der Waldgersten-Buchenwälder.

Im Untersuchungsgebiet weisen Waldgersten-Buchenwälder ein vergleichsweise weites Standortsspektrum auf. Sie sind hier auf Pararendzinen, Pseudogleyen und Parabraunerden entwickelt und zeigen demgemäß einen deutlich abgestuften Wandel der Bodenvegetation. Eine floristische Gliederung kann dieser Standortsvielfalt dann am ehesten Rechnung tragen, wenn neben den geläufigen Rangstufen (Subassoziation, Variante) als zusätzliche Gliederungsebene Subassoziations-Gruppen verwendet werden (vgl. Methodenteil Kap. 4.1.2.9.). Mit ihrer Hilfe können Subassoziationen zusammengefaßt werden, für die - wie gemeinsame Trennarten indizieren - **ein** bestimmter Standortsfaktor charakteristisch ist (vgl. DIERSCHKE 1985:498). Die im Untersuchungsgebiet unterscheidbaren Subassoziations-Gruppen lassen sich gut mit den oben genannten Bodeneinheiten (Pararendzina, Pseudogley, Parabraunerde) korrelieren. Dementsprechend können drei Subassoziations-Gruppen unterschieden werden:

a) Hordelymo-Fagetum, Subassoziations-Gruppe von Lathyrus vernus;
   auf Pararendzinen
b) Hordelymo-Fagetum, Subassoziations-Gruppe von Geum urbanum;
   auf Pseudogleyen
c) Hordelymo-Fagetum, Typische Subassoziations-Gruppe;
   auf Parabraunerden.

Wie synökologische und -chorologische Vergleiche zeigen (vgl. entspr. Kap.), haben diese Vegetationstypen-Standortstypen-Beziehungen nicht nur für Schleswig-Holstein, sondern auch für weite Teile des Bundesgebietes Gültigkeit.

Die im folgenden für Subassoziations-Gruppen angewandten Nomenklaturregeln richten sich nach DIERSCHKE (1985:498ff). Diese sehen einen Doppelnamen aus zwei Gattungsnamen vor, von denen einer die Subassoziations-Gruppe, ein weiterer die Subassoziation bezeichnet;
Beispiel: Hordelymo-Fagetum, Subassoziations-Gruppe von Geum urbanum, Subassoziation von Corydalis cava = Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum.
Zur Benennung von "Typischen Subassoziations-Gruppen" kann die Silbe "eu-" vorangestellt werden;
Beispiel: Hordelymo-Fagetum, Typische Subassoziations-Gruppe, Subassoziation von Corydalis cava = Hordelymo-Fagetum eu-corydaletosum.
Zur sprachlichen Vereinfachung kann in Gesellschaftsbeschreibungen auf den Gattungsnamen der Subassoziations-Gruppe verzichtet werden, sofern der Kontext die jeweilige Subassoziations-Gruppen-Zugehörigkeit erkennen läßt (analog wird auch bei der Beschreibung von Varianten verfahren, zu deren Nennung nicht zwangsläufig der Name der übergeordneten Subassoziation erwähnt werden muß).

5.1.2.2.1. Subassoziations-Gruppe von Lathyrus vernus

(Synonyma: Lathyro-Fagetum Hartm.1955 p.p., incl. Actaeo-Fagetum sensu Pass.1960, incl. Mercuriali-Fagetum und Hedero-Fagetum sensu Pass. u. Hof.1968, incl. Actaeo-Fagetum sensu Suck 1991, Melico-Fagetum, Lathyrus vernus-Subassoziations-Gruppe Dierschke 1985)

- Allgemeine Beschreibung

Bestände der Subassoziations-Gruppe von Lathyrus vernus kommen im Untersuchungsgebiet ausschließlich an Sonderstandorten vor. Sie sind hier - wie auch im übrigen Schleswig-Holstein - an Hangbereiche glazial entstandener Erosionsrinnen oder Geländehohlformen gebunden, wo oberflächennah entkalkte Bodenschichten infolge der Hangneigung abrutschen und dadurch tiefer anstehender Geschiebemergel freigelegt wird. Das aktuelle Verbreitungsbild dieser Hangwälder entspricht daher dem Vorkommen solcher geomorphologischer Strukturen, sofern die Hangflächen nicht durch den Menschen entwaldet und dadurch einer anderen Nutzung zugeführt wurden. Wie Abbildung 40 zeigt, konzentrieren sie sich hauptsächlich auf die - heute inaktiven - Kliffküstenabschnitte der Ostsee (z.B. Flensburger Förde, Hohwachter Bucht) sowie Hänge der von Seeflächen eingenommenen Tunneltäler (z.B. Ratzeburger See). Da Vegetationszusammensetzung und Standortsansprüche dieser Wälder bereits landesweit untersucht wurden (vgl. HÄRDTLE 1990b), kann die folgende Darstellung auf ganz Schleswig-Holstein Bezug nehmen.

Hangwaldbestände des Hordelymo-Fagetum (Subassoziations-Gruppe von Lathyrus vernus) weisen gegenüber jenen ebener Standorte eine um Kalkzeiger bereicherte Artenzusammensetzung auf. Bezeichnend sind unter anderem Actaea spicata, Carex digitata, Hieracium fuscocinereum, Hepatica nobilis und Lathyrus vernus (vgl. Tab.11).

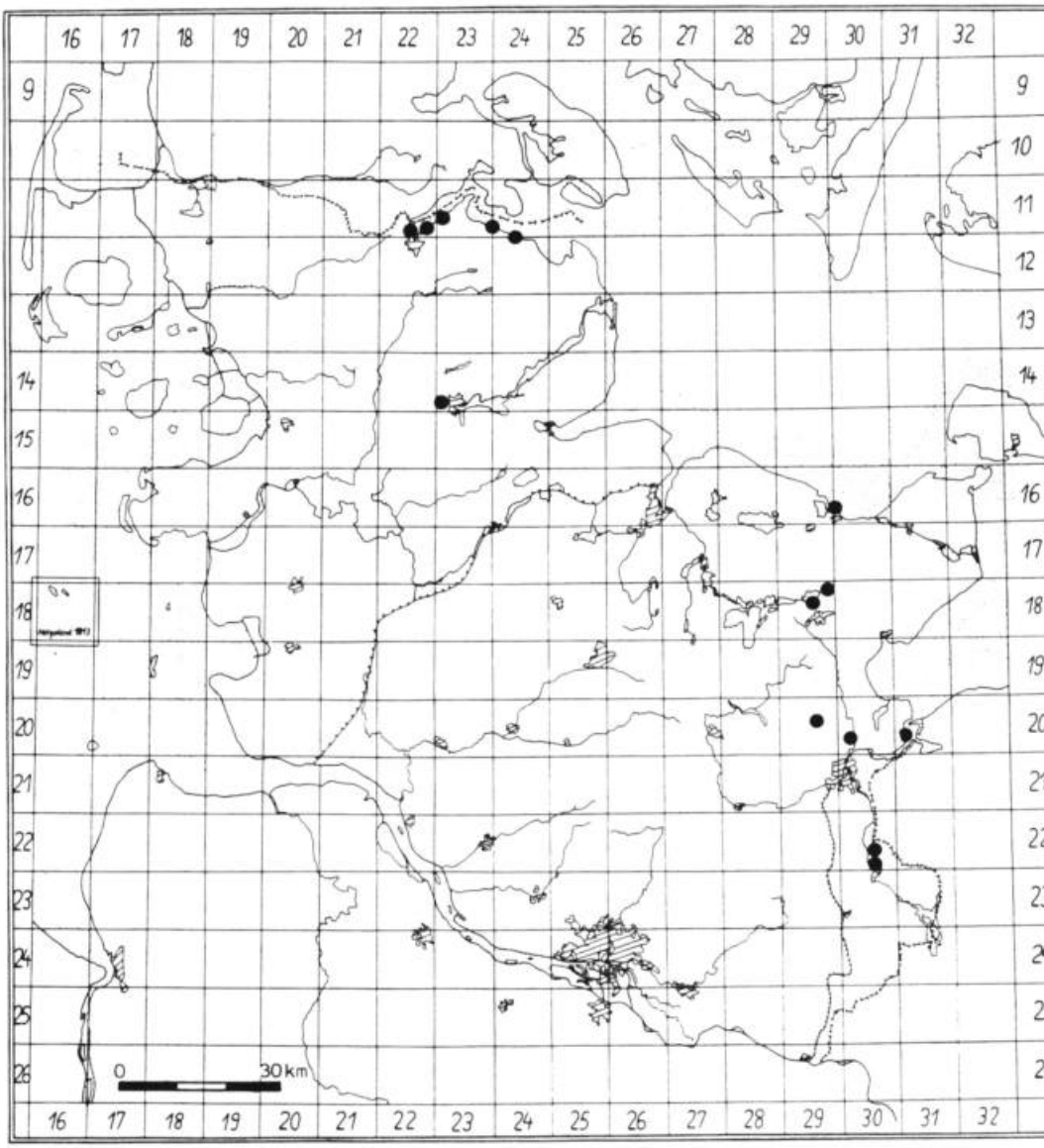


Abb.40: Bestandesvorkommen des Hordelymo-Fagetum, Lathyrus vernus-Subassoziations-Gruppe

Tab.11

Hordelymo-Fagetum Kuhn 1937 em. Dierschke 1989, Lathyrus vernus-Subassoziations-Gruppe

	Laufende Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	Aufnahme-Nr.		126	535	537	538	539	540	754	755	756	757	758	800	536	
	Waldgebiet-Nr.		1	1	230	230	230	230	42	42	42	42	42	220	230	
	Bodenprofil-Nr.		80	81	85				205	206	207			217	86	
	Aufnahmemonat		8	9	10	10	10	10	7	7	7	7	7	7	10	$\bar{x}$
	Inkl.(°)/Expos.		20N	30S	10W	10W	50W	15W	400	100	300	300	400	50N	25W	
	Deckung Bl (%)		95	80	80	80	85	90	80	95	80	65	70	80	80	82
	Deckung B2 (%)		5	35	0	0	0	20	0	1	1	0	0	0	0	5
	Deckung St (%)		5	4	1	1	1	0	3	<1	5	<1	3	3	0	2
	Deckung K (%)		50	70	75	60	50	85	60	70	80	50	85	70	70	67
	Deckung Krypt.(%)		40	10	<1	<1	<1	<1	15	3	2	5	2	5	<1	6
	Fläche (m^2)		35	54	64	32	36	100	70	64	96	96	64	100	64	67
	Artenzahl		40	50	40	23	27	33	38	30	39	34	42	33	42	36
	Fagus sylvatica	Bl	3.3	.	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	4.5	4.5	3.4	5.5	V
		B2	1.2	2b1	.	.	.	2b1	.	+.1	+.1	.	.	.	.	II
		St	+.1	+.1	+.1	.	+.1	.	.	+.1	+.1	.	.	.	.	III
		K	.	.	2a4	1.1	+.1	1.1	1.1	1.1	.	.	.	.	+.1	III
	Fraxinus excelsior	Bl	2a1	2a1	2a1	.	.	.	.	.	.	.	.	3.4	.	II
		St	.	.	.	+.1	.	.	.	.	.	.	.	+.1	.	I
		K	.	1.1	2a4	2m1	1.1	2a3	+.1	.	.	.	1.1	1.1	2a1	IV
	Acer pseudo-platanus	St	+.1	.	.	.	.	.	+.1	.	.	.	+.1	+.1	.	II
		K	1.1	+.1	.	.	.	.	1.1	1.1	+.1	.	.	.	.	II
	Acer platanoides	K	.	+.1	1.1	.	.	r.1	.	.	.	.	.	.	1.1	II
	Ulmus glabra	K	.	.	1.1	.	r.1	1.1	.	.	.	.	.	.	1.1	II
	Prunus avium	K	.	+.1	.	.	+.1	+.1	.	.	.	.	.	.	.	II
AC+DA	Brachypodium sylvaticum		1.2	.	2b3	1.2	1.2	2b3	+.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	2m2	V
	Vicia sepium		1.2	2m1	.	.	.	1.1	.	.	.	1.1	.	.	1.1	II
	Stachys sylvatica		.	.	1.1	1.1	.	1.1	.	.	.	.	1.3	.	1.1	II
	Primula elatior		.	.	.	1.2	.	1.2	.	.	.	.	.	1.2	1.2	II
	Geranium robertianum		.	+.1	.	.	.	.	+.2	.	.	.	1.2	.	.	II
	Mercurialis perennis		1.2	+.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
	Ranunculus auricomus		1.1	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
	Festuca gigantea		.	.	.	.	.	r.1	.	.	.	.	.	.	r.1	I
	Hordelymus europaeus		1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
d	Actaea spicata		2b3	.	+.1	2b4	r.1	1.3	2a3	3.4	3.4	2b4	4.5	4.5	+.2	V
	Carex digitata		.	2m2	2m2	.	1.2	2m2	2m2	.	.	.	.	.	2m2	III
	Homalia trichomanoides		1.2	2m2	.	.	.	.	.	2m2	2m2	1.2	.	.	.	II
	Hieracium fuscocinereum		.	.	.	.	.	.	3.4	2b4	1.2	2b3	2a3	.	.	II
	Bromus benekenii		.	.	+.2	.	.	.	1.2	+.1	.	1.2	.	.	.	II
	Hepatica nobilis		.	.	1.2	.	2a3	.	.	.	.	.	.	.	2m2	II
	Lathyrus vernus		r.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
OC	Galium odoratum		2m2	2m3	1.1	2m3	2m3	2m3	.	.	.	.	2m3	2m3	2m1	IV
	Sanicula europaea		.	.	2b3	2m2	2m2	2m2	.	1.2	1.2	1.2	1.2	.	2m2	IV
	Lamiastrum galeobdolon		2b3	2m1	1.1	.	.	1.1	.	1.3	.	.	2m3	.	2m1	III
	Ranunculus ficaria		v	v	.	.	.	.	v	v	v	.	v	.	v	III
	Melica uniflora		.	2m3	2m2	.	1.2	2m3	.	2a3	2m3	.	.	.	1.2	III
	Carex sylvatica		1.2	3.4	1.2	.	.	1.2	+.2	1.2	.	.	.	.	.	III
	Pulmonaria obscura		1.2	2a3	1.2	1.1	.	1.2	.	.	.	.	.	1.2	.	III
	Equisetum telmateia		+.1	.	+.1	.	.	.	.	1.1	1.1	+.1	.	.	+.1	III
	Euonymus europaea (St,K)		.	.	+.1	+.1	.	+.1	1.1	.	.	.	.	.	r.1	II
	Eurhynchium striatum		.	1.2	.	.	.	.	2m2	.	.	1.2	.	1.2	.	II
	Equisetum hyemale		.	.	1.3	1.3	2m3	2m3	.	.	.	.	.	.	.	II

	Laufende Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
KC	Viola reich. et riv.	1.2	2m3	2m2	1.2	2m2	2m2	r.1	.	.	+.2	1.2	1.2	2m2	V
	Hedera helix (St,K)	1.2	2m3	2b4	2m3	.	.	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	2m3	3.5	V
	Anemone nemorosa	v	v	v	.	.	v	v	v	v	v	v	v	v	V
	Mycelis muralis	.	r.1	r.1	+.1	1.1	+.1	1.1	.	+.1	+.1	1.2	2m1	+.1	V
	Poa nemoralis	.	2m2	.	.	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	2m3	2m2	IV
	Festuca altissima	2b3	1.2	.	3.2	3.2	.	1.2	.	+.2	1.2	1.2	.	1.2	IV
	Phyteuma spicatum	.	.	1.2	.	1.2	+.1	1.2	.	1.2	1.2	1.2	+.2	1.2	IV
	Crataegus laevigata agg. (St,K)	+.1	+.1	+.1	.	r.1	.	.	.	.	+.1	+.1	.	+.1	III
	Viburnum opulus (St,K)	.	+.1	1.1	1.1	.	+.1	.	.	.	+.1	.	+.1	1.1	III
	Hieracium sabaudum	.	.	.	.	.	.	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	.	III
	Stellaria holostea	1.2	.	.	.	1.1	2m3	.	.	.	.	.	1.3	2m1	II
	Polygonatum multiflorum	1.1	.	1.1	.	.	+.1	.	.	.	.	.	.	1.1	II
Sonstige	Dactylis glomerata agg.	1.2	2m2	2m2	1.2	1.2	2b2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	2a2	V
	Fissidens taxifolius	2m2	2m3	2m2	2m2	2m2	2m2	2m3	2m3	2m2	2m3	2m3	2m3	.	V
	Taraxacum officinale agg.	+.1	.	+.2	.	.	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	+.2	IV
	Mnium hornum	.	2m3	.	.	2m2	.	2m3	.	2m3	2m2	2m2	2m3	.	III
	Eurhynchium swartzii	.	2m3	.	.	.	.	1.2	2m3	.	2m2	2m2	2m3	.	III
	Bryoerythrophyllum recurvirostre	.	.	.	.	.	.	2a3	2m2	2m3	2m2	2m3	2m3	.	III
	Tussilago farfara	.	.	.	.	.	.	2a2	2a2	3.4	1.3	1.2	2a3	.	III
	Solidago virgaurea	.	.	.	.	.	.	1.2	+.2	1.2	1.2	1.2	.	.	II
	Eurhynchium praelongum	3.4	2m2	.	1.2	2m2	.	.	.	.	.	.	.	.	II
	Isothecium myurum	2m2	2m2	.	.	.	.	.	.	2m2	.	1.2	.	.	II
	Aegopodium podagraria	.	.	1.1	1.1	.	1.1	.	.	.	.	.	.	1.1	II
	Cornus sanguinea (St,K)	.	.	.	.	.	.	+.1	1.1	+.1	+.1	.	.	.	II
	Equisetum arvense	.	.	.	.	.	.	1.3	+.1	1.1	.	1.1	.	.	II
	Heracleum sphondylium	.	.	.	.	.	.	.	+.1	+.1	+.1	1.1	.	.	II
	Plagiothecium succulentum	2m2	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	2m2	.	.	II
	Ajuga reptans	.	r.1	.	.	1.2	.	.	.	.	.	+.2	.	.	II
	Campanula trachelium	.	.	r.1	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	II
	Dicranella heteromalla	.	.	.	.	.	.	2m2	.	2m2	.	.	1.2	.	II
	Lonicera periclymenum	.	.	.	.	.	.	1.1	.	+.1	.	.	+.1	.	II

Zusätzlich vorkommende Arten (Laufende Nr./Deckung.Soziabilität):

je zweimal:

Acer campestre (K) 3/1.1, 13/r.1
Aesculus hippocastanum (K) 8/1.1, 11/r.1
Athyrium filix-femina 3/1.2, 9/+.2
Atrichum undulatum 2/2m3, 12/2m3
Brachythecium rutabulum 1/2m2, 21.2
Carex flacca 3/2m2, 10/2m2
Carpinus betulus (B1) 1/3.3, 2/4.4
Circaea lutetiana 3/1.3, 8/+.1
Corylus avellana (St, K) 1/1.2, 3/r.1
Deschampsia cespitosa 1/+.1, 2/1.2
Dryopteris filix-mas 9/1.2, 12/1.2
Epilobium montanum 11/+.1, 12/1.1
Fragaria vesca 2/1.2, 11/1.2
Glechoma hederacea 4/1.1, 13/1.1
Hieracium sylvaticum 5/1.2, 12/1.1
Impatiens parviflora 7/+.1, 9/r.1
Isopterygium elegans 8/2m2, 9/2m2
Lapsana communis 9/+.1, 10/r.1
Lonicera xylosteum (St,K) 1/1.2, 2/+.2
Milium effusum 12/1.1, 13/1.2
Moehringia trinerva 11/+.1, 13/1.3
Poa trivialis 1/2m2, 2/+.1
Quercus robur (K) 1/+.1, 2/+.1
Rubus fruticosus agg. 7/r.1, 10/+.1
Sambucus nigra (St,K) 1/+.1, 2/+.1
Scrophularia nodosa 10/r.1, 11/r.1
Sorbus aucuparia (St,K) 7/r.1, 9/+.1

je einmal:

Acer platanoides (B1) 2/2b1
Acer platanoides (St) 2/+.1
Acer pseudo-platanus (B1) 12/2a1
Angelica sylvestris 12/r.1
Artemisia vulgaris 7/r.1
Arum maculatum 3/r.1
Astragalus glycyphyllos 13/1.1
Campanula rotundifolia 13/1.2
Carex hirta 9/1.1
Carpinus betulus (B2) 2/2b1
Carpinus betulus (St) 2/+.1
Cirriphyllum piliferum 5/1.2
Convallaria majalis 9/1.2
Galeopsis tetrahit agg. 11/+.1
Geum urbanum 1/+.1
Impatiens noli-tangere 3/1.1
Oxalis acetosella 3/1.2
Plagiochila asplenioides 5/2m2
Plagiomnium seligeri 2/r.1
Plagiomnium undulatum 2/2m3
Poa pratensis agg. 7/1.1
Ribes uva-crispa 4/r.1
Rosa spec. (K) 6/r.1
Rubus caesius (K) 11/+.1
Sharpiella seligeri 13/2m2
Silene dioica 13/+.2
Thuidium tamariscinum 2/1.2
Ulmus glabra (B1) 2/2b3
Urtica dioica 1/+.1
Veronica chamaedrys 2/+.1

Unter den gegenüber Waldmeister-Buchenwäldern differenzierenden Arten haben Brachypodium sylvaticum, Stachys sylvatica und Primula elatior höhere Stetigkeit. Hordelymus europaeus und Mercurialis perennis treten nur selten auf. In der Baumschicht dominiert Fagus sylvatica. Sie zeigt in der Regel ein gutes Wuchsbild, obgleich ein Teil der Individuen durch den instabilen Untergrund zur Bildung von "Rutschknien" veranlaßt wird. Auf frischeren Böden kann sich Fraxinus (meist jedoch ohne höhere Deckung) am Aufbau der B1-Schicht beteiligen.

In den untersuchten Beständen schwankt die Hangneigung zwischen 10° und 50°. Infolge einer treppenartigen Anordnung der Bäume am Hang ist das sonst stark schattende Kronendach der Buche geöffnet. Dadurch können Verlichtungszeiger aufkommen (Poa nemoralis, Mycelis muralis und Dactylis glomerata agg.), die sonst im lichtarmen Hallenbuchenwald fehlen. Hohe Ton- oder Lehmgehalte im Oberboden bieten Fissidens taxifolius günstige Entwicklungsbedingungen.

Ein Teil des jährlichen Fallaubes wird auf durch Rutschungen entstandenen Bodenwellen oder Hangabsätzen deponiert und dort zeitweilig auch akkumuliert. Auf solchen Laubpolstern findet Festuca altissima gute Wuchsbedingungen. Demzufolge ist er ein charakteristischer, teilweise auch höhere Deckungswerte aufweisender Begleiter der Bodenvegetation dieser Hangwälder. Vom Kleinrelief und der damit verbundenen Größe der Laubpolster hängt die Flächenausdehnung der vom Waldschwingel gebildeten Herden ab.

In manchen Hangpartien tritt kleinflächig Quellwasser aus. Da es Calcium-reich ist und lokal zu höherer Bodenfeuchte führt, kann der sonst nur für Auenwälder bezeichnende Riesen-Schachtelhalm gedeihen.

Neben Quellaustritten und Laubpolstern können weitere kleinflächig ausgebildete "Mikrohabitate" das Standortsmosaik bereichern. Die betrachteten Hangwälder weisen demzufolge ein Artengefüge auf, wie es sonst für Buchenwälder untypisch ist. Da diese Sonderstandorte das natürliche Vegetationsbild mitprägen, blieben sie bei der Auswahl und Abgrenzung von Aufnahmeflächen nicht unberücksichtigt. Vegetationsaufnahmen zu klein gewählter Flächen ließen solche Standortscharakteristika nicht mehr erkennen. Die Größe der durch Quellwasseraustritt beeinflußten Flächen überschreitet selten 500 cm^2. Equisetum telmateia tritt daher nur vereinzelt und nie in größeren Beständen auf.

- Synökologie

Die aus Lockergestein (Geschiebelehm, -mergel oder -sand) bestehenden Hangstandorte sind nur dann waldfähig, wenn stärkere Erosionen mit Abbruch größerer Hangpartien unterbleiben. Doch auch auf bewaldeten Hängen kann eine erosionshemmende Vegetationsdecke eine Verlagerung

von Oberbodenmaterial nicht ganz verhindern (vgl. PASSARGE 1984:220). Auf den Standorten bilden daher festgelegte Flächen wie ältere und rezente Rutschungen ein wechselndes Muster verschiedener Kleinstandorte: neben Quell- und Abrißmulden treten kleinflächig Rutschwülste und -zungen sowie Kuppen und Abrißkanten auf (vgl. SCHUHWERK 1984:87).

Damit können auf engem Raum beachtliche Standorts-, insbesondere Trophieunterschiede bestehen. Abhängig von Hangneigung und bodenphysikalischen Parametern wird durch Erosion mehr oder weniger viel Oberbodenmaterial hangabwärts verlagert. Mit anhaltendem Abtrag des Oberbodens wird dabei der in tieferen Schichten anstehende Geschiebemergel freigelegt (vgl. PASSARGE und HOFMANN 1968:85). Da Erosion und Entkalkung offensichtlich langsamer ablaufen als humusakkummulierende Prozesse, entsteht ein mit Humus angereicherter Oberboden (A_h-Horizont). Die Horizontabfolge (A_h-C-Profil) entspricht damit einer Pararendzina (vgl. Abb.42).

Erosions- und Entkalkungsprozesse bestimmen als wesentliche Faktoren den Kalkgehalt des Oberbodens. Wie Bodentabelle 13 zeigt, schwankt er im Oberboden zwischen 1 und 26 %. Das von den oberen Hangpartien abgerutschte, humusreiche Material wird meist am Hangfuß abgelagert. Nicht selten sind daher Kolluvien (MA_h-Horizonte) entwickelt, deren Mächtigkeit 7 dm erreichen kann (vgl. Bodentab.13).

Die jährlich anfallende Laubstreu wird innerhalb weniger Monate abgebaut, teilweise aber auch durch Auswehungsprozesse verlagert. Eine Förna ist daher kaum mächtiger als 1 cm, Fermentations- und Humifizierungshorizonte fehlen. Die Humusform entspricht damit einem Typischen Mull. Den Kalkgehalten entsprechend weisen die Standorte hohe pH- und S-Werte auf. In den untersuchten A_h-Horizonten schwankt der pH(H_2O)-Wert zwischen 6,3 und 7,8; die S-Werte liegen im Mittel bei etwa 120 mval/100 ccm.

In den Hangbereichen bestehen - bezogen auf Buchenwaldstandorte - ausgesprochen ausgeglichene Grundwasserverhältnisse. Dies verdeutlichen Grundwassergang- und -dauerlinien an Standorten der Hangwälder (Abb.41). Ihr Verlauf wird weniger durch die Transpiration der Vegetation als vielmehr durch die im Jahresverlauf fallenden Niederschläge beeinflußt (vgl. Niederschlagsverteilung am unteren Abbildungsrand). So sinkt beispielsweise im Jahr 1986 der Grundwasserspiegel erst im Juni und Juli nach einer niederschlagsärmeren Periode stärker ab. Während des darauffolgenden Jahres schwankt der Grundwasserspiegel nur unwesentlich. Dementsprechend "flach" verlaufen die Dauerlinien-Kurven beider Beobachtungsjahre. Offensichtlich ist die aus dem Hang nachfließende Wassermenge so groß, daß sie von der transpirierenden Vegetation nur in trockeneren Jahren und dann auch nur teilweise aufgebraucht werden kann. Ausgeglichene Bodenfeuchtigkeit und günstige pH-Werte erklären den raschen Streuabbau sowie hohe Mineralisationsraten, die in Humusform (Mull) und vergleichsweise engen

Bodentab.13: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Hordelymo-Fagetum, Subassoziations-Gruppe von Lathyrus vernus
Bodentyp: Pararendzina
Anzahl der Profilaufnahmen: 8

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	CaCO3 (g/100g)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L		0,0		3,8	25,2	48,1	306,1	11,3	27,0	4,0	4,2			
		0,9	-	5,9	39,3	63,6	381,8	13,7	27,9	4,4	4,6			
		1,0		8,3	55,0	82,1	469,0	16,5	28,5	5,0	5,2			
A_h	MA_h	16		41,6	32,0		21,2	1,8	11,2	5,8	6,3	0,7		S-lS
		30	stark	119,8	92,1	100,0	37,2	2,9	12,6	6,6	7,1	6,5	Krümel	5YR-7,5YR
		67		>156,0	>120,0		63,0	4,7	13,7	7,4	7,8	25,5		3/2
C	$/A_hC$,IIC	120					5,8	0,3	17,6	6,8	7,7	8,4		S-sL(lT)
		120	-	>192,0	>120,0	100,0	13,3	0,6	21,9	7,4	8,1	18,6	Einzk/	10YR
		120					20,7	0,8	26,2	8,4	8,5	35,5	Kohär	5-7/2-4

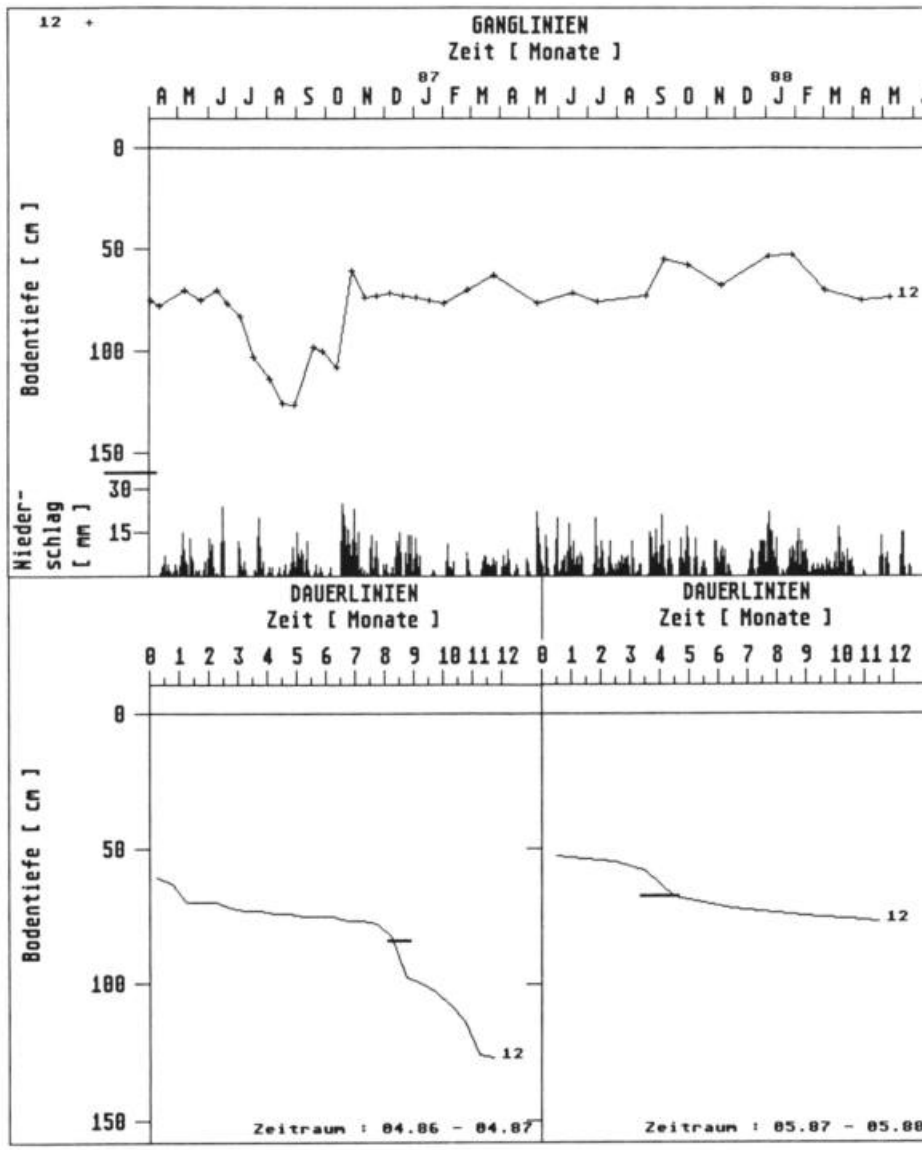


Abb.41:Hydrologische Kennzeichnung von Standorten des Hordelymo-Fagetum, Lathyrus vernus-Subassoziations-Gruppe; oberer Abb.teil Ganglinien, unterer Abb.teil Dauerlinien (weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.2.)

C/N-Verhältnissen (Mittel im A_h 12,6) zum Ausdruck kommen. Eine Zusammenstellung der Ergebnisse bodenchemischer Analysen gibt Bodentabelle 13.

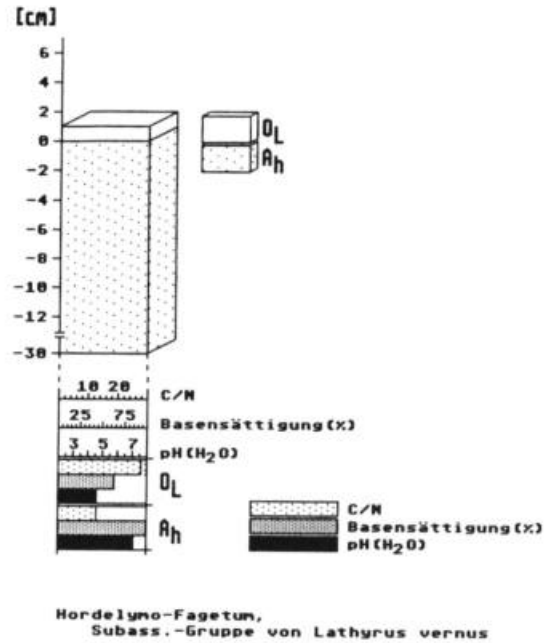


Abb.42: Mächtigkeiten (oberer Abb.teil) und bodenökologische Charakteristika (unterer Abb.teil) der Humushorizonte an Standorten des Hordelymo-Fagetum (Lathyrus vernus-Subass.-Gruppe; weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.1.)

Wie eingangs erwähnt, weisen die Hangbereiche oft einen abrupten Wechsel der Standorts-, insbesondere der Trophieverhältnisse auf. Festgelegte oder seit Jahrzehnten nicht von Erosion betroffene Flächen können durch Entkalkung und Laubverwehung relativ rasch versauern. Der Abbau organischer Auflagen ist dann als Folge des für mineralisierende Organismen ungünstigen Milieus gehemmt und die Humusform wechselt vom Mull zum Moder. Im Hangbereich können dementsprechend als Kontaktgesellschaft der Platterbsen-Waldgersten-Buchenwälder Drahtschmielen-Buchenwälder auftreten. Weist der Oberhang geringere Inklinationswerte auf oder setzt sich der Wald dort in ebener Lage fort, so können Untereinheiten des Hordelymo- und Galio odorati-Fagetum angrenzen. Für Hangfußbereiche sind - abhängig vom Grundwassereinfluß - Auen- oder Bruchwaldgesellschaften typisch (z.B. an Seeufern).

Tab. 12

Geographische Differenzierung des Hordelymo-Fagetum (Lathyrus vernus-Subass.-Gr., gekürzte Stetigkeitstabelle)

	Spalte Nr.		1	2	3	4	6	7	5	8
	Zahl der Aufnahmen		7	3	13	16	17	6	24	6
	Mittlere Artenzahl		27	22	36	31	32	20	32	28
	Fagus sylvatica	B	V	3	V	V	V	V	V	V
		St	III	2	III	IV	V	V	IV	V
		K			III					
CA+DA	Hordelymus europaeus		III	2	+	.	V	.	V	.
	Stachys sylvatica		v	2	II	+	I	.	.	.
	Mercurialis perennis		II	.	I	.	I	.	II	III
	Brachypodium sylvaticum		II	.	V	V	V	I	V	II
	Vicia sepium		III	2	II	+	V	.	III	II
	Festuca gigantea		II	.	I	I	.	.	.	v
	Geranium robertianum		.	.	II	II	II	.	.	v
d (Subass.-Gruppe)	Actaea spicata		III	2	V	II	.	V	II	II
	Carex digitata		III	1	III	IV	V	III	V	I
	Hepatica nobilis		II	1	II	IV	V	V	V	IV
	Lathyrus vernus		III	.	+	+	V	.	V	I
	Bromus ramosus agg.		III	2	.	II	III	I	.	I
△	Lonicera periclymenum		I	.	II	.	.	.	.	.
	Hedera helix (St,K)		V	2	V	V	III	V	IV	I
	Primula elatior		.	.	II	V	V	.	V	.
	Aegopodium podagraria		.	.	II	.	.	III	II	II
	Maianthemum bifolium		.	.	.	.	.	.	III	I
	Vicia sylvatica		.	.	.	.	.	.	II	I
	Tilia cordata (B-K)		.	.	.	.	.	.	.	III
VC+OC	Galium odoratum		V	3	IV	V	V	I	V	V
	Melica uniflora		III	2	III	II	V	V	V	IV
	Dentaria bulbifera		.	2	.	.	V	.	V	I
	Lamiastrum galeobdolon		III	2	III	I	V	I	V	V
	Carex sylvatica		IV	.	III	IV	V	I	II	.
	Viola reichenbachiana		V	2	.	V	V	V	V	V
	Pulmonaria obscura(*=off.)		.	2	III	*V	II	.	II	IV
	Circaea lutetiana		v	1	I	II	III	.	.	.
KC	Anemone nemorosa		V	2	V	V	V	V	V	V
	Milium effusum		III	.	I	.	IV	I	IV	V
	Stellaria holostea		I	.	II	.	II	.	II	I
	Polygonatum multiflorum		.	.	II	.	+	I	II	III
	Festuca altissima		I	.	IV	II	V	.	V	.
Sonstige	Oxalis acetosella		III	1	+	III	V	II	IV	IV
	Dactylis glomerata agg.		II	3	V	II	+	V	II	II
	Deschampsia caespitosa		II	.	I	III	V	I	III	.
	Mnium hornum		IV	.	III	+	.	I	.	.

Herkunft der Aufnahmen:

1) Passarge 1966b, Edellaubholz-Wälder, mittleres Jütland
2) Passarge 1966b, Edellaubholz-Wälder, mittleres und südliches Jütland
3) Härdtle 1990, Hordelymo-Fagetum (Lathyrus vernus Subass.-Gr.), Schleswig-Holstein
4) Jeschke 1964, Hordelymus-Buchenwald (Convallaria- und Typische Subassoziation), Rügen
5) Jeschke 1964, Hedera-Buchenwald (in Nordexposition), Rügen
6) Jeschke 1964, Hordelymus-Buchenwald (Carex flacca- und Circaea lutetiana-Subassoziation), Rüg
7) Passarge 1960, Actaeo-Fagetum, Nordwestmecklenburg
8) Passarge und Hofmann 1968, Mercuriali-Fagetum, Ostmecklenburg und Nordostbrandenburg

- Synchorologische Aspekte

In Mitteleuropa kommen Platterbsen-Waldgersten-Buchenwälder überwiegend auf Rendzinen, Braunerde-Rendzinen oder Terrae fuscae des Mittelgebirgsraumes vor (KUHN 1937:289f, DIERSCHKE 1989a:125, SUCK 1991:6f). Bereits unter subozeanisch-subkontinentalen Klimabedingungen können die bezeichnenden Sippen der Gesellschaft auf Böden vorkommen, die aus carbonatfreien, basisch verwitternden Gesteinen (z.B. Basalt, Diabas) hervorgegangen sind (vgl. BOHN 1981:117, 168). Sie erweisen sich dort also - im Gegensatz zu ihrem Verhalten in Nordwestdeutschland - nicht als Zeiger kalkreicher Standorte (vgl. PASSARGE 1960:527, JAHN 1980:218). Zur typologischen Wertung von Einzelaufnahmen kann es daher erforderlich sein, die differenzierenden Sippen im Hinblick auf ihren geographischen beziehungsweise edaphischen Zeigerwert einzuschätzen.

Da die betrachteten (überwiegend gemäßigt-kontinental verbreiteten) Arten zum Teil bereits in West-Mitteleuropa ihre westliche Arealgrenze erreichen (z.B. Hepatica nobilis und Lathyrus vernus; vgl. MEUSEL et al. 1965, Kartenband S.160 u. 251), zeigen Platterbsen-Waldgersten-Buchenwälder in Ost-West-Richtung ein deutliches floristisches Gefälle. Während in Südost-Niedersachsen die genannten Sippen kaum einem (auf Rendzinen stockenden) Buchenwald fehlen (vgl. DIERSCHKE 1985:508f, Tab.3), treten sie im Teutoburger Wald nur noch mit mittlerer bis geringer Stetigkeit auf (vgl. POTT 1985:Tab.4 und 5, SUCK 1991:184ff, Tab.6). In Kalkbuchenwäldern der Eifel können sie nicht mehr nachgewiesen werden (vgl. TRAUTMANN et al. 1973:34, 168 und Tab.9). Da bereits DIERSCHKE (1989a:130) die geographische Differenzierung von Platterbsen-Waldgersten-Buchenwälder der Norddeutschen Mittelgebirge untersuchte, kann sich die folgende Betrachtung auf Bestände der baltischen Jungmoräne begrenzen.

Im nordwestdeutschen Altmoränen- und Sandergebiet fehlen Platterbsen-Waldgersten-Buchenwälder trophiebedingt. Auch in der Jungmoränenlandschaft des mittleren und südlichen Jütland, in Schleswig-Holstein und Nordwest-Mecklenburg bleiben entsprechende Wälder mangels geeigneter Böden auf Sonderstandorte beschränkt (z.B. Mergelsteilhänge; vgl. "Allg. Beschr." und PASSARGE 1960:527f, PASSARGE und HOFMANN 1968:85). Auffallend und allen Beständen gemeinsam ist die hohe Präsenz (und teilweise auch Deckung) von Actaea spicata. Gerade an Steilhängen mit wirksamer Oberbodenerosion erfährt Actaea aufgrund des außerordentlich kräftigen und mechanisch strapazierfähigen Wurzelstocks (HEGI 1975 Bd.III/3:124) Konkurrenzvorteile. In dieser Hinsicht findet die Art an Standorten der betrachteten Hangwälder ähnliche Wuchsbedingungen vor wie in Ahorn-Eschen-Hangwäldern des Tilio-Acerion Klika 1955, für die Actaea gleichermaßen charakteristisch ist. In Platterbsen-Waldgersten-Buchenwäldern der Mittelgebirge tritt Actaea erst in höheren Berglagen auf, erweist sich also neben Dentaria bulbifera, Polygonatum verticillatum und Sambucus racemosa als

orographische Differentialart (DIERSCHKE 1989a:123). Wie Tabelle 12 (Sp.1-4) zeigt, kommt Lathyrus vernus in Beständen der west- und südwestbaltischen Jungmoräne (mittleres und südliches Jütland, Schleswig-Holstein, nördl. Mecklenburg) nur wenig vor. Vegetationsgeographisch sind Wälder dieses Raumes durch eine hohe Präsenz subatlantischer Arten gekennzeichnet (Rubus fruticosus agg., Hedera helix, Lonicera periclymenum). In Beständen Ost-Mecklenburgs und Ost-Brandenburgs sind demgegenüber Lathyrus vernus und Hepatica nobilis stärker vertreten. Zudem gewinnen Sippen eurasiatisch-subkontinentaler Verbreitung an Bedeutung. In der Baumschicht kann Tilia cordata als typischer Vertreter dieses Geoelementes vorhanden sein.

Nach PASSARGE und HOFMANN (1968:84, 89) zeigen Platterbsen-Waldgersten-Buchenwälder Norddeutschlands in Nord-Süd-Richtung einen Artenwandel, der ihrer orographischen Differenzierung weitgehend ähnelt. So sind Tieflagen-Bestände ebenso wie jene milderer Klimate durch wärmebedürftige Arten gekennzeichnet. In der Baumschicht treten als häufige Mischholzarten Carpinus betulus, Quercus petraea und Quercus robur auf (vgl. DIERSCHKE 1989a:126ff, Tab.4). In der Krautschicht kommen Ranunculus auricomus, Ranunculus lanuginosus und Stellaria holostea zur Entwicklung. Montane Bestände weisen demgegenüber ebenso wie jene subborealer Klimate höhere Präsenzen von Dentaria bulbifera und Festuca altissima auf (vgl. BOHN 1981:118ff, Tab.8).

Vergleicht man Kalkbuchenwälder deutscher Mittelgebirge und der baltischen Jungmoräne, so ist in letzteren das Inventar an Kalkzeigern deutlich verarmt (vgl. Tab.12 mit Übersichten bei DIERSCHKE 1985:508f, Tab.3, 1989a:126ff, Tab.4; Th. MÜLLER 1989:151ff; SUCK 1991:184ff, Tab.6). So fehlen in Norddeutschland Daphne mezereum, Lilium martagon und Asarum europaeum. Lathyrus vernus und Hepatica nobilis sind im Westen und Südwesten des Gebietes nur wenig präsent. Vorkommen von Galium sylvaticum (als weitere Differentialart der Subassoziations-Gruppe) bleiben auf Mecklenburg und Brandenburg begrenzt und kennzeichnen dort wärmebegünstigte Standorte (PASSARGE 1960:528f).

5.1.2.2.2. Subassoziations-Gruppe von Geum urbanum

(Synonyma: Querco-Carpinetum asperuletosum sensu Ellenberg 1939 p.p., Fraxino-Fagetum Pass.1958 p.p., Melico-Fagetum geetosum v.Glahn i.prep.)

- Allgemeine Beschreibung

Im Untersuchungsgebiet sind Nelkenwurz-Waldgersten-Buchenwälder kennzeichnend für Stauwasserböden (Pseudogleye). Die damit einhergehende Bodenfeuchte findet in der Baumschicht Ausdruck in einer stärkeren Beteiligung von Fraxinus excelsior. Ihrer

Baumartenkombination entsprechend haben mehrere Autoren solche Wälder als "Fraxino-Fagetum" bezeichnet (PASSARGE 1959:23ff, SCAMONI 1960: 142ff, PASSARGE und HOFMANN 1968:76ff). Sie sind besonders charakteristisch für das baltische Jungmoränengebiet ("Fraxino-Fagetum balticum": SCAMONI 1960:142), scheinen aber auch im holländischen und belgischen Altdiluvium verbreitet zu sein (ELLENBERG 1978:154). Auffallend ist die gute Wüchsigkeit der sonst eher stauwasserempfindlichen Buche (PASSARGE und HOFMANN 1968:76, PASSARGE 1966a:487, 1966b:511). Beispielsweise wird Fagus "im frischen Buchenmischwald des Stadtwaldes von Brüssel... mehr als 45m hoch, gedeiht hier also auch absolut besser als in allen "eigentlichen" Buchenwaldgesellschaften" (ELLENBERG 1978:154). Zwei Gründe mögen die Wuchskraft von Fagus auf solchen Böden erklären. Zum einen wird ihre Entwicklung innerhalb des oben skizzierten Gesellschaftsareals durch humides und wintermildes (atlantisches) Klima begünstigt, zum anderen weisen die betreffenden Böden ein hohes Basen- und Nährstoffangebot auf. Trockenere Böden unterliegen im atlantisch-subozeanischen Klimabereich einer stärkeren Auswaschung, verlieren also in einem gegebenen Zeitraum größere Anteile ihres ursprünglich (bei hohem Mergelgehalt) vorhandenen Basenreservoirs (vgl. BLUME und SCHIMMING 1991:226).

Ist Fraxinus stärker vertreten, so finden auch Sträucher wie Crataegus laevigata agg. und Corylus avellana ein ausreichendes Lichtangebot. Tabelle 13 läßt erkennen, wie deutlich ihr Vorkommen mit einer höheren Präsenz der Esche korreliert ist. In allen Untereinheiten bleiben dennoch durchschnittliche Deckungswerte der Strauchschicht unter 10 %.

Neben den genannten Sträuchern sind für die betrachtete Subassoziations-Gruppe mehrere Stauwasser- (bzw. Frische-) Zeiger charakteristisch. Zu dieser (Differentialarten-) Gruppe gehören Geum urbanum, Poa trivialis, Euonymus europaea, Pulmonaria obscura, Sanicula europaea und Veronica montana. Gleichfalls bezeichnend sind die Moose Eurhynchium praelongum und Fissidens taxifolius, wobei letzeres insbesondere durch hohe Tongehalte im Oberboden begünstigt wird.

In der Regel bildet die Krautschicht einen dicht schließenden Teppich (80-100 %), so daß der Mineralboden nur an wenigen Stellen bloßliegt. Ihrem hohen Anteil an Frühjahrsgeophyten entsprechend zeigt sie im Jahresverlauf einen ausgeprägten phänologischen Wechsel. Im Frühjahr dominieren Anemone nemorosa und Ranunculus ficaria, im Sommer können überwiegend Kriechsprosse- oder Rhizom-bildende Arten (Lamiastrum galeobdolon, Mercurialis perennnis) durch Ausbildung größerer Herden hohen Deckungsanteil erlangen. Obwohl der Oberboden ganzjährig frisch bleibt, sind Moospolster nur an wenigen Stellen entwickelt. Ihre Deckung bleibt im Mittel unter 6 %. Neben den genannten (differenzierenden) Sippen treten Mnium hornum und Brachythecium rutabulum häufig auf.

Das neben dem Grundstock an Querco-Fagetea-Arten vorkommende Ensemble eutraphenter und stauwasserzeigender Sippen ist verantwortlich dafür, daß Nelkenwurz-Waldgersten-Buchenwälder ungewöhnlich artenreich sind. Mit einer durchschnittlichen Artenzahl von 36 weisen sie unter allen Fagion-Gesellschaften des Untersuchungsgebietes die größte floristische Vielfalt auf. Bedauerlicherweise besiedeln diese Wälder heute nur noch einen kleinen Teil ihres potentiellen Areals, da ihre Böden den Ansprüchen einer intensiven Agrarnutzung optimal entsprechen. Besonders kleinflächig (meist unter 1500 m^2) sind Bestände der Hohen Geest, wobei dort auch topographische Verhältnisse eine Entstehung ausgedehnter Pseudogley-Pedokomplexe verhindern oder diese aufgrund bodengenetischer Prozesse nährstoffverarmt sind. Im Östlichen Hügelland kommen Nelkenwurz-Waldgersten-Buchenwälder großflächig (bis zu über einem ha) nur auf Grundmoränenböden oder am Hangfuß höherer Moränenzüge vor. Dort können sich nach Niederschlägen größere Wassermengen ansammeln und zur Bildung der für ein Vorkommen der Waldgesellschaft notwendigen Stauwasserböden führen. Unabhängig vom Geländerelief begünstigen bodenphysikalische Parameter (Lagerungsdichte, Porenvolumen) eine Pseudogley-Bildung, wenn sie ein zügiges Versickern von Niederschlagswasser verhindern.

- Untereinheiten der Gesellschaft

Trophiebedingt lassen sich im Gebiet zwei Subassoziationen unterscheiden. Die Typische Subassoziation weist keine eigenen Trennarten auf und kennzeichnet Standorte mit "durchschnittlichem" Nährstoffangebot. Sie ist in der Jung- und Altmoräne vertreten (vgl. Abb.44). Besonders im Landesteil Schleswig - weniger ausgeprägt auch in Holstein - spiegeln sich klimatische Unterschiede dieser Naturräume im Arteninventar wider. Dadurch können zwei Gebietsvarianten mit entsprechenden geographischen Differentialarten unterschieden werden. Altmoränenbestände weisen Arten auf, die eher ozeanisch-subozeanisches Klima bevorzugen (Lonicera periclymenum, Ajuga reptans) und zum Teil als Vertreter des borealen (-subborealen) Florenelementes zu werten sind (Equisetum pratense, Equisetum sylvaticum, bedingt auch Convallaria majalis; Lonicera periclymenum-Gebietsvariante, vgl. Tab. 13). Im Östlichen Hügelland treten als differenzierende Sippen Sambucus nigra, Galium aparine, Stellaria nemorum und Primula elatior auf (Primula elatior-Gebietsvariante). Wie Bodenuntersuchungen belegen, indizieren die genannten Artengruppen aber nicht nur klimatische, sondern auch edaphische Unterschiede der betrachteten Naturräume. Ein Zusammenwirken der Standortsfaktoren "Klima" und "Boden" wird anhand dieser Artengruppen besonders augenfällig und ist verständlich, da klimatische Rahmenbedingungen bodengenetische Prozesse wesentlich mitsteuern. Demgemäß weisen Böden entsprechender Altmoränenbestände tendenziell niedrigere S- und Basensättigungswerte auf, da diese infolge höherer Niederschläge einer intensiveren Auswaschung unterliegen. Zur Veranschaulichung der angesprochenen Standortsunterschiede werden Bodenverhältnisse dieser Gebietsvarianten gesondert erörtert.

Böden der Altmoräne weisen gewöhnlich eine für Pseudogleye charakteristische Profildifferenzierung (O_L)-A_h-S_w-S_{d1}-S_{d2} auf. Die überwiegend von Buchen- und Eschenlaub gebildete Förna ist in einigen Beständen bereits während der Sommermonate weitgehend mineralisiert, so daß ihre Mächtigkeit durchschnittlich nur etwa 1 cm beträgt. Der A_h reicht im Mittel bis zu einer Tiefe von 29 cm unter Flur. Er weist ein - in sandigen Böden weniger stabiles - Krümelgefüge auf und ist von Feinwurzeln stark durchsetzt. Die geschilderte Abfolge der Humushorizonte entspricht einem Typischen Mull. Durch kolluviale Auflagerungen (bei schwacher Hangneigung) kann der (M)A_h-Horizont Mächtigkeiten bis zu 35 cm erreichen. Entsprechende Auflagerungen wurden bei 2 der insgesamt 8 untersuchten Profile beobachtet. Die im A_h ermittelten pH-, S- und C/N-Werte (4,1, 6,8 mval/100 ccm, 15,4) liegen im unteren Intervallbereich der für Waldgersten-Buchenwälder des Untersuchungsgebietes charakteristischen Werte.

Im tiefer anschließenden Stauwasserleiter (S_w) prägen Konkretionen sowie Bleich- und Rostflecken das Profilbild. Sie nehmen über 80 % der Profilfläche ein und sind Indiz für die durch Stauwassereinfluß induzierte Eisen-Mangan-Dynamik. Ist der Boden sandig, so weist der S_w ein Einzelkorngefüge auf. Geringe Lehmanteile führen zur Ausbildung eines Feinpolyedergefüges. In etwa 46 cm Tiefe leitet der S_w in die Stauwassersohle (S_d) über. Sie ist - abhängig von Zeichnereigenschaften des Bodenmaterials und der zeitlichen Dauer reduzierender Verhältnisse - unterschiedlich stark marmoriert und demzufolge in einen S_{d1}-S_{d2}-Horizont unterteilt. Infolge höherer Tongehalte (vorherrschende Bodenart ist toniger Lehm) ist die Stauwassersohle dichter gelagert und wasserundurchlässiger als der darüberliegende S_w. Diese Tongehaltsunterschiede sind pedogenetischer Natur, wenn der Oberboden durch Lessivierungsprozesse tonverarmt ist. Ein Teil der Böden weist dementsprechend A_lS_w-Horizonte auf. Andererseits treten sie bei geologischem Schichtenwechsel auf, wenn eine Überlagerung lehmig-toniger Substrate mit sandigem Material stattgefunden hat. In entsprechenden Darstellungen sind Bodenprofile mit Stauwassersohlen dieser Charakteristik mit dem Symbolen "IIS_d" gekennzeichnet. Das Solum der betrachteten Pseudogleye ist bis zu einer Tiefe von 14 dm carbonatfrei. Eine Übersicht zur bodenchemischen Kennzeichnung dieser Böden gibt Bodentabelle 14.

Pseudogleye des Östlichen Hügellandes weichen vom oben skizzierten Profilaufbau der Altmoränenböden nicht oder unwesentlich ab. Eine nur schwach entwickelte Förna (im Mittel nur 0,6 cm) bei gleichzeitig mächtigerem A_h (30 cm) läßt aber tendenziell auf ein noch aktiveres Edaphon rückschließen. Es findet - wie pH-, S- und C/N-Werte (4,2, 7,0 mval/100 ccm, 14,3) bestätigen - in Pseudogleyen der Jungmoräne besonders günstige Entwicklungsbedingungen vor (ausführliche Darstellung siehe "Synökologischer Vergleich"). Infolge hoher Schluff- und Tongehalte kann die wasserstauende Wirkung der schweren Jungmoränenböden auch im A_h nachweisbar sein (S_wA_h). Selbst bei starker Befeuchtung bleiben die Gefügeelemente des A_h

Bodentab.14: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Hordelymo-Fagetum geo-typicum, Lonicera periclymenum-Gebietsvariante (Altmoräne)
Bodentyp: Typischer Pseudogley
Anzahl der Profilaufnahmen: 8

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	CaCO3 (g/100g)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L		0,0		3,8	25,2	45,8	441,1	13,8	25,9	3,5	3,7			
		1,0	-	4,5	29,9	53,4	469,4	16,4	28,9	3,7	4,0			
		2,0		5,5	36,4	66,9	506,3	19,5	33,8	4,0	4,3			
		24		4,7	3,6	25,4	25,2	1,6	14,1	3,1	3,7			S-lS
A_h	MA_h	29	stark	6,8	5,3	46,3	35,7	2,3	15,4	3,4	4,1	0,0	Krûmel	5YR-10YR
		35		9,1	7,0	66,7	53,5	3,8	17,2	3,9	4,6			3/2
		33		2,7	1,7	63,4	2,9	<0,1	13,4	3,3	4,8			S-lS
S_w	A_lS_w	46	-	9,0	5,7	85,4	7,3	0,5	14,3	4,4	5,7	0,0	Einzk/	7,5YR-10YR
	/A_hS_w,	79		23,4	14,6	100,0	22,1	1,5	15,0	5,1	6,5		Fpoly	4-5/0-2
	/B_tS_d,	67		4,7	2,6	70,3				4,0	5,7			lS-tL
S_{d1}	B_vS_d,	87	-	11,6	6,4	92,8	n.b.	n.b.	n.b.	4,7	6,2	0,0	Kohär	2,5Y-5Y
	IIS_{d1}	105		19,8	11,0	100,0				5,3	6,9			5-6/0-2
		120		3,1	1,7	84,3				4,6	6,0			sL-lT
S_{d2}		139	-	15,0	8,3	95,3	n.b.	n.b.	n.b.	5,0	6,4	0,0	Kohär	2,5Y-5Y
		150		22,1	12,3	100,0				5,6	6,7			5-7/0-2

Bodentab.15: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Hordelymo-Fagetum geo-typicum, Primula elatior-Gebietsvariante (Jungmoräne)
Bodentyp: Typischer Pseudogley (selten Parabraunerde-Pseudogley)
Anzahl der Profilaufnahmen: 5

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	CaCO3 (g/100g)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L		0,0		4,5	30,0	44,8				3,5	3,9			
		0,6	-	5,7	37,7	62,8	430,0	14,6	29,6	3,8	4,3			
		2,0		7,7	51,4	73,5				4,2	4,6			
		21		5,9	4,5	31,2	26,5	2,2	11,8	2,9	3,5			S-lS
A_h	$/S_wA_h$	30	stark	7,0	5,4	49,7	35,7	2,5	14,3	3,5	4,2	0,0	Krümel	5YR-10YR
		43		9,8	7,5	71,1	41,6	2,9	17,5	4,5	5,0			3/2-3
		32		3,5	2,2	56,4	9,1	0,1		3,6	4,3	0,0		lS-lT
S_w	$A_{h1}S_w$	43	-	45,0	28,1	75,9	10,2	0,6	11,6	4,2	5,3	3,8	Fpoly	10YR
	$/A_hS_w$	50		>192,0	>120,0	100,0	11,3	1,0		5,0	7,2	19,0		4-5/0-2
		68		7,6	4,2	77,8	2,8	0,0		3,5	4,5	0,0		sL-lT
S_{d1}	$B_{tv}S_d$	92	-	52,9	29,4	91,1	5,3	0,1	n.b.	4,7	6,0	6,3	Kohär	2,5Y-5Y
		140		>216,0	>120,0	100,0	7,9	0,2		6,7	7,7	31,5		5-6/0-2
		120		15,5	8,6		2,7			5,2	6,8	0,0		lT-sL
S_{d2}		144	-	143,5	79,7	100,0	6,3	<0,1	n.b.	6,4	7,4	12,0	Kohär	2,5Y-5Y
		200		>216,0	>120,0		9,8			7,2	7,8	32,0		5-7/0-2

stabil, so daß eine ausreichende Belüftung des Oberbodens gewährleistet ist. Bereits im S_w (bzw. $A_{(h)}lS_w$) kann Calciumcarbonat vorhanden sein. Der Bodenart (lS-tL) entsprechend ist für den Stauwasserleiter ein Feinpolyedergefüge charakteristisch. Die Stauwassersohle beginnt in etwa 43 cm Tiefe unter Flur. Ihr unterer Abschnitt (S_{d2}-Horizont) ist nur selten carbonatfrei. Eine bodenchemische Kennzeichnung gibt Bodentabelle 15.

Die für Böden des Hordelymo-Fagetum geo-typicum charakteristischen Grundwasserverhältnisse gehen aus Abbildung 43 hervor. Gut erkennbar ist, daß der jahreszeitliche Ganglinienverlauf von Niederschlagsereignissen geprägt wird. Bereits geringe Niederschlagsmengen können - aufgrund niedriger Wasserleitfähigkeit des Staukörpers - zur Anhebung der Grundwasseroberfläche führen und damit einen kurzfristig veränderlichen Ganglinienverlauf bewirken (vgl. "Pfeile" in Abb.43). In Normal- und Trockenjahren liegt der A_h nur wenige Wochen (während des Winterhalbjahres) im Einflußbereich des Grundwassers (vgl. Dauerlinie 1986). Im Sommer kann die maximale Spiegeldepression Werte um 25 dm unter Flur erreichen. Auenwald-spezifische Arten fallen demzufolge aus. Nur in niederschlagsreichen Jahren verweilt die Grundwasseroberfläche bis zu mehreren Monaten im unteren Abschnitt des A_h (vgl. Dauerlinie 1987). Im Übergang zum Stauwasserleiter weisen einige Profile deshalb S_wA_h-Horizonte auf.

Im Vergleich zu Standorten der Typischen Subassoziation zeichnen sich jene der Corydalis cava-Subassoziation durch ein besonders hohes Basenangebot aus. Für ihre Krautschicht sind nährstoffbedürftige und gegen Austrocknung empfindliche Sippen bezeichnend, die ihren Blühzyklus größtenteils vor einer Belaubung der Baumschicht abschließen. Zu ihnen gehören die Frühjahrsgeophyten Corydalis cava und intermedia, Allium ursinum, Gagea lutea und Anemone ranunculoides sowie die Stauden Campanula latifolia und Aegopodium podagraria (Tab.13, lfd. Nr.62-88). In der Feldschicht mancher Bestände herrschen Corydalis cava und Allium ursinum vor (vgl. Tab. 13, lfd. Nr.62, 76, 83 und 84).

Analog zur Typischen Subassoziation kann im Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum eine Alt- und Jungmoränen-Ausbildung unterschieden werden. Altmoränenbestände sind allerdings - wie ein Fehlen geeigneter Standorte in diesem Naturraum erwarten läßt - selten und nur mit drei Vegetationsaufnahmen belegt (Tab.13, lfd. Nr.62-64). Als einzige Differentialart tritt Allium ursinum auf. Der überwiegende Teil entsprechender Geeststandorte dürfte bereits pH-Werte aufweisen, die außerhalb der von den Corydalis-Arten und Gagea lutea tolerierten Spektren liegen. Nach ELLENBERG (1978:129) weisen sie hinsichtlich des Bodensäuregrades engere Amplituden auf als Allium ursinum. Ein Fehlen der genannten Sippen kann zudem konkurrenzbedingt sein, da Allium-Herden andere Kräuter am Aufkommen hindern (LANGE und KANZOW 1965:99f). Entsprechende Bestände sind demzufolge auffällig artenarm (vgl. Tab.13, lfd. Nr.62 u.76).

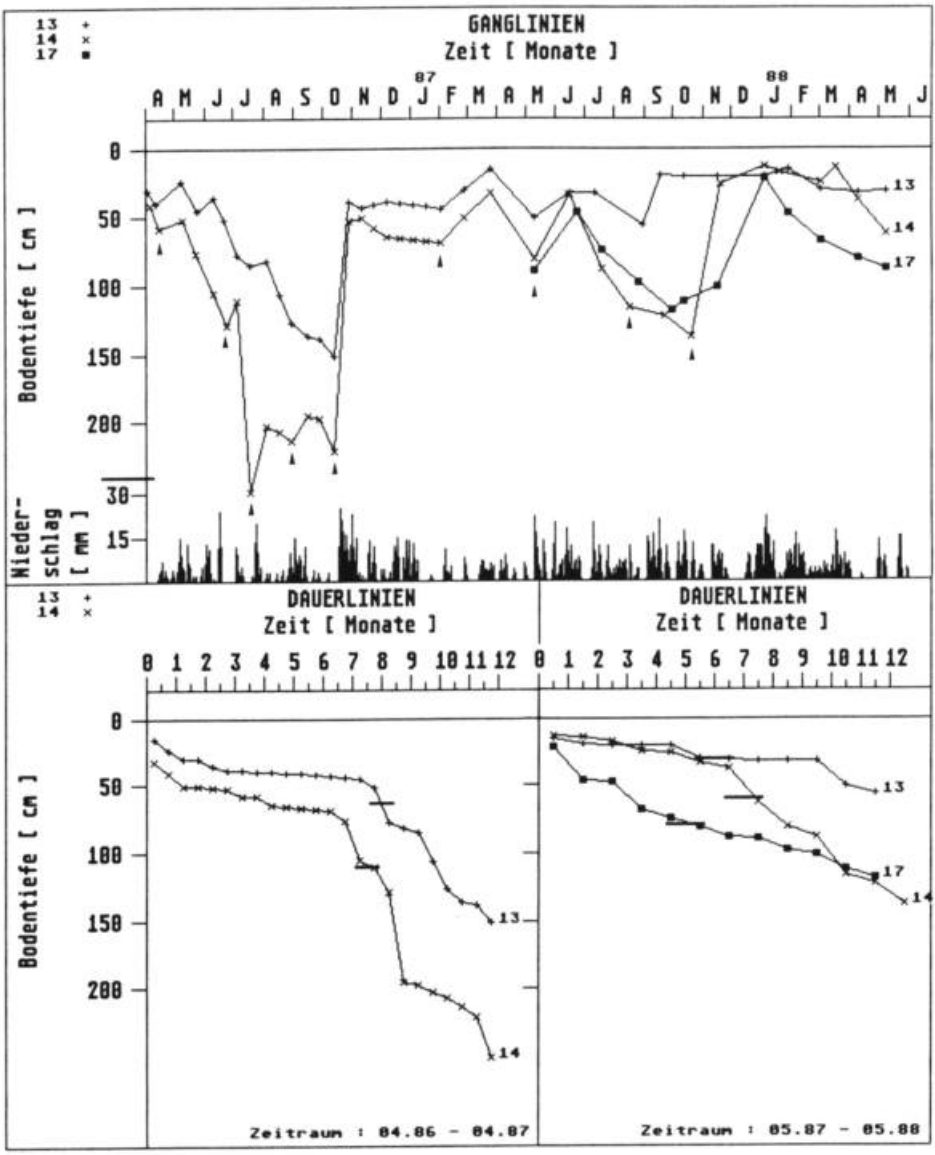


Abb.43: Hydrologische Kennzeichnung von Standorten des Hordelymo-Fagetum geo-typicum (Kurven Nr.13, 14 u. 17); oberer Abb.teil Ganglinien, unterer Abb.teil Dauerlinien (weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.2.)

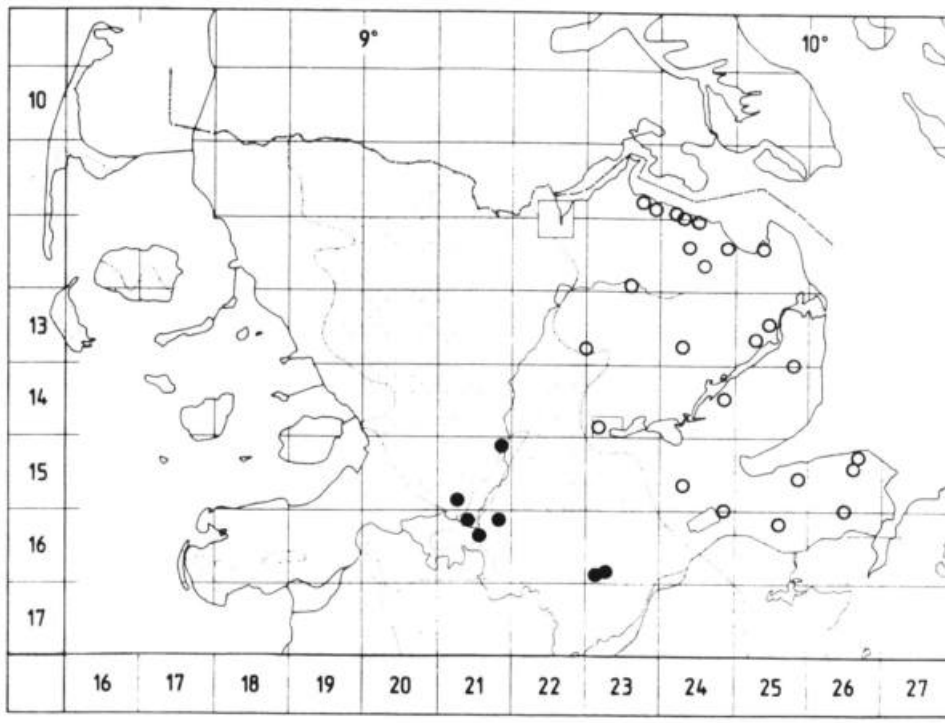


Abb.44: Bestandesvorkommen des Hordelymo-Fagetum, Geum urbanum-Subassoziations-Gruppe
● Typische Subass., Lonicera pericl.-Gebietsvariante
○ Typische Subass., Primula elatior-Gebietsvariante

Stet treten auch in Allium-reichen Waldgersten-Buchenwäldern der Altmoräne Lonicera periclymenum, Equisetum pratense und Convallaria majalis auf. Ihre Standorte zeichnen sich durch einen für Altmoränenverhältnisse außergewöhnlichen Nährstoffreichtum aus. Die Humushorizonte ihrer Pseudogleye (vgl. Bodentab.16) sind in der Regel um 3 dm mächtig und können bei geringer Hangneigung durch kolluviale Auflagerungen Mächtigkeiten von über 4 dm erreichen. pH(H_2O)-Werte um 4,9 bieten mineralisierenden Organismen noch relativ günstige Lebensbedingungen. Eine Förna ist dementsprechend geringmächtig (etwa 1 cm) und bis zum Spätsommer weitgehend abgebaut. S-, Basensättigungs- und C/N-Werte (7,8 mval/100 ccm, 62 %, 15,7) verdeutlichen, warum selbst Allium noch ein ausreichendes Nährstoffangebot vorfindet.

Solche Nährstoffverhältnisse sind in der Altmoräne allerdings nur an Sonderstandorten gegeben. Kennzeichnend ist, daß entsprechende Moränenrücken (so auf der Ostenfelder und Bergenhusener Geest) im Periglazial einem intensiven Oberbodenabtrag unterlagen (Solifluktion), bei dem oberflächennahe und mitunter stark versauerte Schichten abgeschwemmt und damit der im Laufe von Jahrzehntausenden nicht entbaste Moränenkern freigelegt wurde. Zudem kann Quellwasser,

das im Moränenkern mergelreiche Schichten durchfließt, beim Hangaustritt auf mehr oder minder großer Fläche das Basenangebot im Wurzelraum verbessern. Die räumliche Ausdehnung von Allium ursinum-Herden deckt sich in solchen Flächen exakt mit dem Wirkungsbereich basenreichen Hangdruckwassers. So spiegelt sich beispielsweise der Sickerwasserverlauf in der räumlichen Ausdehnung einzelner Bärlauchbestände wider. Am Rand der Allium-Herden können dann auf kleinem Raum pH-Gradienten von 1-2 Einheiten bestehen (bspw. pH-Abfall von 5,0 auf 3,5 auf einer Distanz von nur 0,5 m). In der Altmoräne um Bergenhusen stehen mergelreiche Schichten so oberflächennah an, daß altmoränenuntypische Sippen wie Lathyrus vernus noch in größeren Mengen vorkommen (vgl. Tab.13, lfd. Nr. 1, 13 u.14 sowie Abb.45).

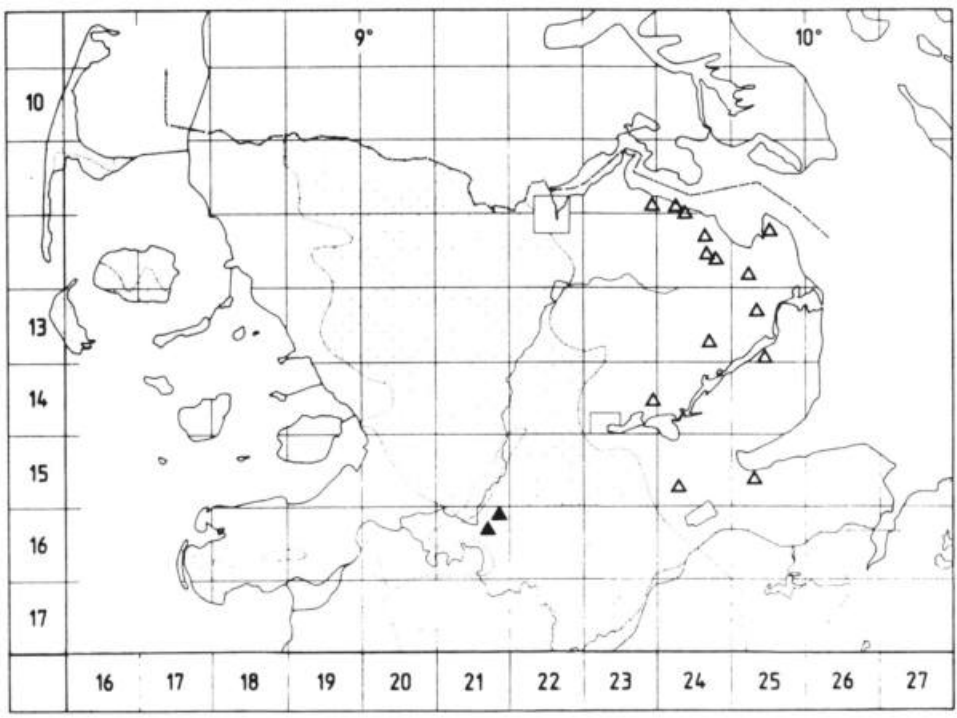


Abb.45: Bestandesvorkommen des Hordelymo-Fagetum, Geum urbanum- Subassoziations-Gruppe
▲ Corydalis cava-Subass., Lonicera pericl.-Gebietsvariante
△ Corydalis cava-Subass., Primula elatior-Gebietsvariante

In Jungmoränenbeständen der Gesellschaft treten neben Allium nicht nur die übrigen Sippen der Corydalis-Gruppe auf (Gagea lutea, Anemone ranunculoides, Corydalis cava, Corydalis intermedia, Campanula latifolia), sondern zugleich N-Zeiger wie Sambucus nigra, Galium aparine, Aegopodium podagraria, Stellaria nemorum und Primula elatior. Im Oberboden dieser Waldstandorte lassen sich dementsprechend nicht nur hohe Basensättigungs- und S-Werte (74 %, 12,4 mval/100 ccm) nachweisen, sondern auch enge C/N-Verhältnisse (um 14,0). Etwa die Hälfte der untersuchten Bestände lag im Hang- oder Hangfußbereich von Moränen (vgl. Inklinationswerte in Tab.13, lfd. Nr.65-88). Standortsprägend treten daher mehr oder minder

Bodentab.16: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum, Lonicera periclymenum-Gebietsvariante (Altmoräne)
Bodentyp: Typischer Pseudogley (mit Übergängen zum Pseudogley-Kolluvium)
Anzahl der Profilaufnahmen: 3

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	CaCO3 (g/100g)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L		1,0		4,1	27,6	49,5	457,0	13,8	32,5	3,5	3,8			
		1,0	-	4,4	29,6	56,1	471,8	14,1	33,4	3,6	4,0			
		1,0		4,9	32,4	65,1	493,9	14,3	34,5	3,8	4,3			
A_h	MA_h	28		6,2	4,8	54,5	22,0	1,5	15,2	3,6	4,6			1S
		33	stark	7,8	6,0	61,7	29,1	1,8	15,7	4,0	4,9		Krümel	5YR-7,5YR
		42		9,4	7,2	71,4	33,9	2,1	16,4	4,5	5,3			3/2-3
S_w		34		9,6	6,0	91,8	4,0	0,2	14,1	4,2	5,5			ssL-sL
		41	-	10,2	6,4	93,7	5,1	0,3	14,3	4,4	5,9	0,0	Fpoly	10YR
		50		10,7	6,7	97,0	6,9	0,5	14,6	4,8	6,5			4-5/1-2
S_{d1}		78		7,7	4,3	93,5				4,1	6,0			ssL-lT
		93	-	9,0	5,0	97,8	n.b.	n.b.	n.b.	4,4	6,2	0,0	Kohär	7,5YR
		107		9,9	5,5	100,0				4,7	6,3			5/1
S_{d2}		130		16,0	8,9	80,2				4,7	6,5	0,0		sL-lT
		143	-	37,8	21,0	92,4	n.b.	n.b.	n.b.	5,3	6,7	0,9	Kohär	10YR
		150		74,5	41,4	100,0				6,2	7,2	2,6		5/0-1

Bodentab.17: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum, Primula elatior-Gebietsvariante (Jungmoräne)
Bodentyp: Typischer und Parabraunerde-Pseudogley (mit Übergängen zum -Kolluvium)
Anzahl der Profilaufnahmen: 5

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H_2O)	$CaCO_3$ (g/100g)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L		0,0 0,6 1,0	-	3,9 5,3 7,8	26,0 35,1 52,0	77,5 80,5 87,8	421,5	11,0	38,4	3,7 4,1 4,3	3,8 4,4 4,8			
MA_h	(A_h)	30 41 55	stark	8,5 12,4 18,5	6,5 9,5 14,2	51,2 74,0 100,0	43,5 49,7 53,6	3,3 3,5 3,8	13,3 14,0 14,7	3,4 4,0 4,6	4,1 4,6 5,1	0,0	Krümel	(S-)lS 5YR-7,5YR 3/2-3
IIA_lS_w	S_w	41 58 80	-	7,7 9,9 13,8	4,8 6,2 8,6	41,4 60,4 74,3	7,0 9,7 12,4	0,4 0,7 0,9	14,3 15,3 15,8	3,3 3,9 4,3	3,6 4,8 5,3	0,0	Fpoly	lS-lT 7,5YR
B_tS_d	/B_tS_{d1}, S_{d1}	60 91 125	-	10,3 11,7 14,4	5,7 6,5 8,0	67,9 81,7 93,9	n.b.	n.b.	n.b.	4,3 4,9 5,4	5,5 6,2 7,0	0,0	Kohär	(ssL-)lT 7,5YR 5/2
S_d	/B_tS_{d2}, S_{d2}, S_dG_o	120 130 150	-	8,1 13,5 20,3	4,5 7,5 11,3	69,2 86,2 100,0	n.b.	n.b.	n.b.	4,0 4,8 5,5	5,1 6,0 6,7	0,0	Kohär	(ssL-)lT 7,5YR 5/2

mächtige Kolluvien auf, so daß bodentypologisch zwischen Typischen Pseudogleyen und Pseudogley-Kolluvien verschiedene Übergangsstadien realisiert sein können (vgl. Bodentab.17). Für die vorgefundenen Pseudogley-Kolluvien ist die Horizontfolge MA_h-IIS_w-S_d kennzeichnend, wobei die Mächtigkeit der untersuchten MA_h-Horizonte zwischen 41 und 55 cm schwankte. A_h-Mächtigkeiten unter 3 dm wurden nicht beobachtet. Damit bieten diese Standorte neben ihrem Nährstoffreservoir zugleich ein tiefgründiges und für Feinwurzeln leicht aufschließbares Substrat. Zeitweiliger Wasserstau kann - durch hangparallel abfließendes Niederschlagswaser begünstigt - im unteren A_h zur Bildung von Rostflecken führen ($(S_w)MA_h$). In der Regel ist der bis in 6 dm Tiefe reichende S_w infolge Lessivierung tonverarmt (A_lS_w). Die Stauwassersohle weist demzufolge höhere Lagerungsdichten und Bodenarten wie tL oder lT auf. Ist der Stauwassereinfluß geringer, so entstehen Parabraunerde-Pseudogleye (bzw. Parabraunerde-Pseudogley-Kolluvien) mit den dafür charakteristischen A_lS_w-B_tS_d-Horizonten. In Bodentiefen unterhalb von 12 dm können - erkenntlich am Auftreten extrovertierter Eisenverlagerungen - G_o-Merkmale vorhanden sein und zur Bildung von S_dG_o-Horizonten führen. Die genannten Pedoncharakteristika zeigen, welche Übergänge verschiedener Bodentypen unter Lerchensporn-reichen Nelkenwurz-Waldgersten-Buchenwäldern auftreten können.

Sofern lehmige bis tonig-lehmige Böden als Substrat dienen, dürfte der Wasserhaushalt der Corydalis-Subassoziation weitgehend jenem der Typischen Subassoziation entsprechen (vgl. Abb.43). Abbildung 46 läßt demgegenüber Grundwasserverhältnisse erkennen, die für relativ sandreiche Stauwasserböden bezeichnend und innerhalb des Untersuchungsgebietes eher als Sonderstandorte zu werten sind. Sie wurden in einem Bärlauch-reichen Nelkenwurz-Waldgersten-Buchenwald der Jungmoräne beobachtet (Waldgebiet Nr.2, TK 1423, Bodenart ssL oder lS), dessen Standort - bei leichter Hangneigung - geringem lateralem Wasserzug ausgesetzt war. Von den aus dem Oberhang nachfließenden Wassermengen gespeist, setzt in diesen Böden eine sommerliche Spiegeldepression vergleichsweise spät ein (1986 etwa Ende Juni). Das Absinken der Grundwasseroberfläche verläuft in den Folgemonaten kontinuierlich und wird von Niederschlägen nur wenig beeinflußt. Regenwasser kann - entsprechend der vorherrschenden Bodenart - relativ rasch in tiefere Schichten versickern. Gleichsam kontinuierlich und von Niederschlagsereignissen wenig gestört verläuft der Wiederanstieg der Grundwasseroberfläche. Erst sehr spät (während beider Beobachtungsjahre Ende Dezember/Anfang Januar) wird das Ausgangsniveau erreicht. Vermutlich muß zunächst das Wasserreservoir am Oberhang aufgefüllt werden, so daß erst verspätet auch am Hangfuß eine Wiedervernässung bemerkbar wird.

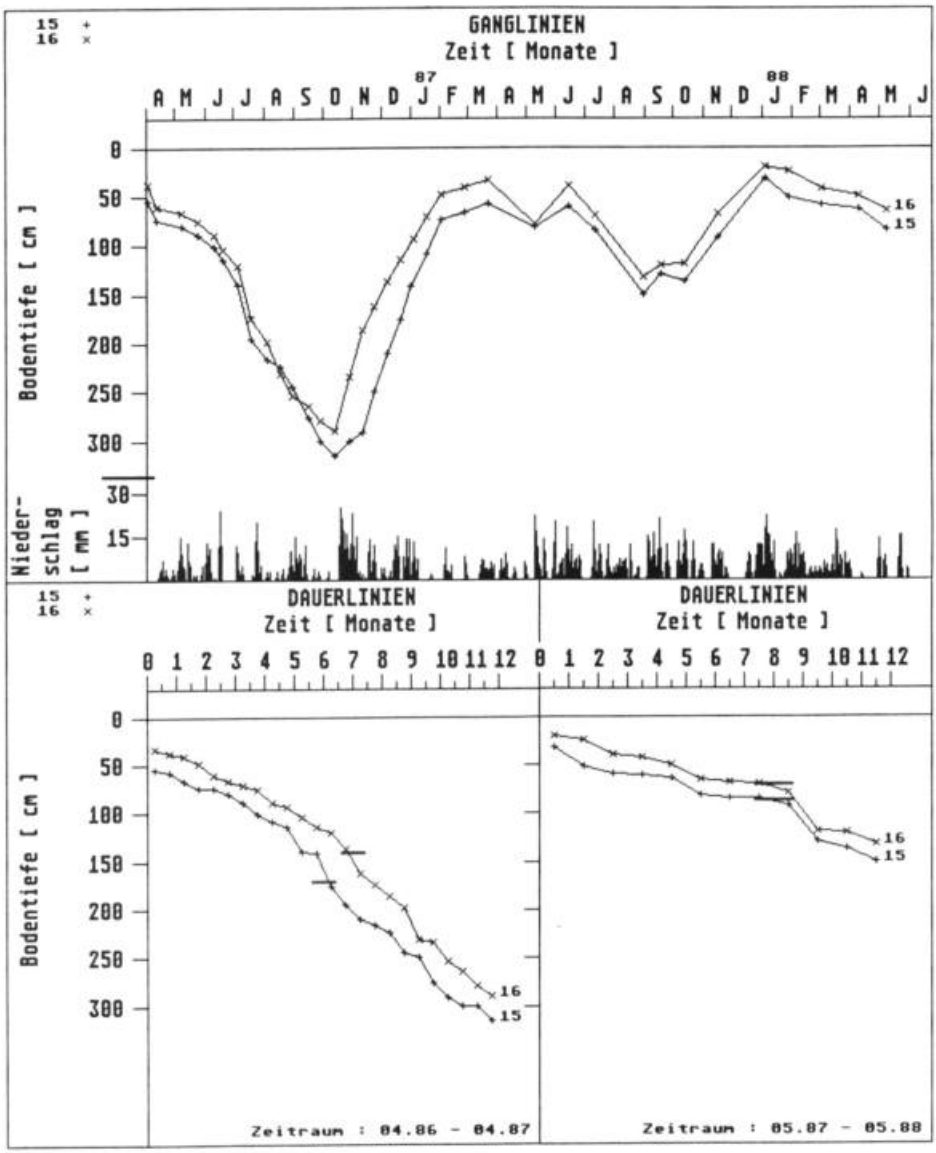


Abb.46: Hydrologische Kennzeichnung von Standorten des Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum (Kurven Nr.15 u. 16); oberer Abb.teil Ganglinien, unterer Abb.teil Dauerlinien (weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.2.)

- Synökologischer Vergleich

In der folgenden Betrachtung sollen Untereinheiten der Nelkenwurz-Waldgersten-Buchenwälder hinsichtlich ihrer prägendsten Standortsmerkmale verglichen werden. Abbildung 47 (oberer Teil) zeigt, daß A_h-Horizonte unter Geest und Hügellandbeständen der Corydalis-Subassoziation auffallend mächtig entwickelt sind (33 bzw. 41 cm). Als Wurzelraum sind diese besonders leicht aufschließbar. Sie bilden damit nicht nur volumenbezogen, sondern auch absolut ein großes Nährstoff- und Basenreservoir. In der Primula-Gebietsvariante (Jungmoräne) des Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum erreichen (M)A_h- und A_lS_w-Horizonte zusammengenommen Mächtigkeiten zwischen 40 und 80 cm. Ihre Böden leiten dementsprechend zu Parabraunerde-Pseudogley-Kolluvien über.

Im feinwurzelreichen (M)A_h weisen Bestände der Jungmoräne stets engere C/N-Verhältnisse auf als jene der Hohen Geest (um 14 gegenüber 15,4 bzw. 15,7, vgl. Abb.14, unterer Teil), ein Befund, der sich mit dem Vorkommen N-holder Sippen deckt (bezeichnend für die Primula-Gebietsvarianten: Sambucus nigra, Galium aparine, Stellaria nemorum, Primula elatior).

Nur wenig unterscheiden sich C/N-Quotienten im A_h von Altmoränenböden mit und ohne Allium ursinum. Die Entwicklung des Bärlauchs wird vermutlich weniger durch die Mineralstickstoff- als durch die Basenverfügbarkeit limitiert.

In größeren Bodentiefen kann Geschiebemergel einen sprunghaften pH-Anstieg bewirken (vgl. auch S-Werte in Abb.47, Vegetationstypen 1.2. und 2.1.). In Jungmoränenbeständen des Hordelymo-Fagetum geo-typicum war Mergel allerdings nur in einem von fünf Profilen nachweisbar. Da der Carbonatgehalt im S_w und S_d dieses Bodens 19 beziehungsweise über 30 % betrug, führte er zu einer deutlichen Anhebung der S-, pH- und Basensättigungs-Mittelwerte. Gleiches gilt für den S_{d2}-Horizont eines Allium-bestandenen Pseudogleys der Altmoräne (Vegetationtyp 2.1.).

Ein überregionaler Standortsvergleich ist nur eingeschränkt möglich, da aus wenigen Gebieten detailliertere Bodenuntersuchungen vorliegen. In Norddeutschland tritt die Gesellschaft überwiegend auf stauwasser-, mithin auch mäßig grundwasserbeeinflußten Böden auf (ELLENBERG 1939:46ff, PASSARGE 1960:516, SCAMONI 1960:145, PASSARGE und HOFMANN 1968:76). Im Osten und Südosten der baltischen Jungmoräne ist unter zunehmend kontinentalerem Klima eine Oberbodenentkalkung weniger weit fortgeschritten. Ein Vergleich entsprechender Waldstandorte in Schleswig, Nordwest- und Ostmecklenburg zeigt, daß Boden-pH-Werte - als Ausdruck des Entwicklungszustandes eines Bodens - erheblich divergieren können (s. Tab.14).

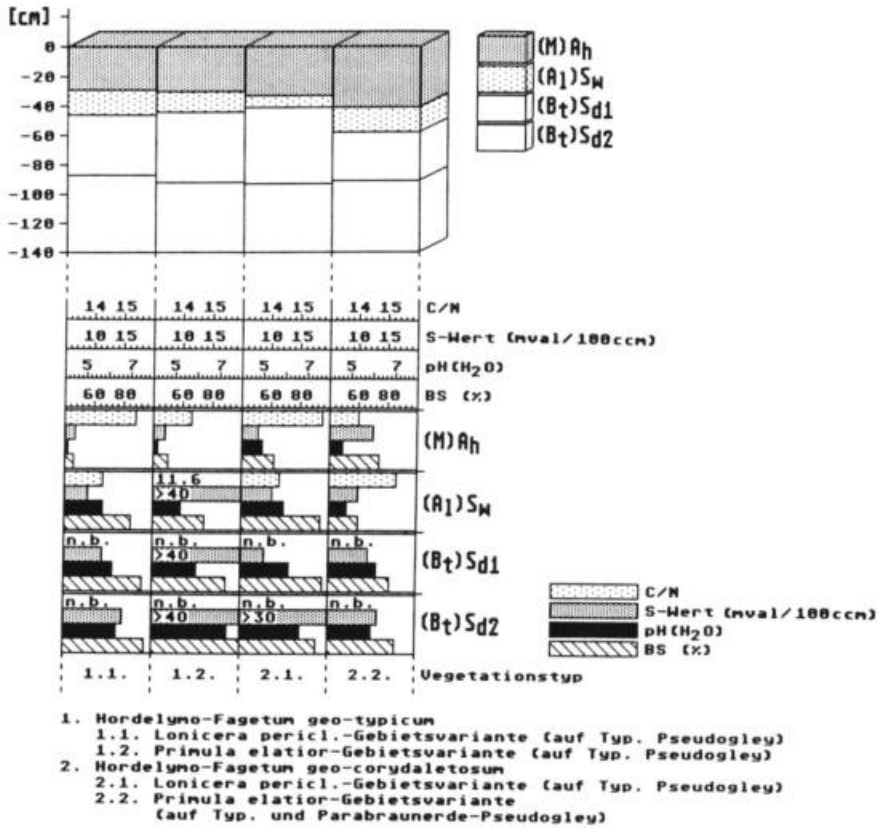


Abb.47: Profilmorphologische (oberer Abb.teil) und bodenökologische (unterer Abb.teil) Kennzeichnung der Standorte verschiedener Untereinheiten des Hordelymo-Fagetum (Geum urbanum-Subass.-Gruppe; weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.1.)

Die höchsten pH-Werte sind für Waldböden Ostmecklenburgs, die niedrigsten für das Untersuchungsgebiet bezeichnend. Am südöstlichen Arealrand der Nelkenwurz-Waldgersten-Buchenwälder findet Fagus somit günstigere Bodenverhältnisse vor, die ein klimabedingtes Zurückweichen zumindest teilweise kompensieren können. Im Untersuchungsgebiet bleibt die Buche aufgrund eines ihr zusagenden Klimas auch auf Pseudogleyen mit stärker entbasten Oberböden konkurrenzfähig.

Tab.14: Bodenreaktion in Nelkenwurz-Waldgersten-Buchenwäldern (Hordelymo-Fagetum geo-typicum) in verschiedenen Gebieten der baltischen Jungmoräne (Werte aus vorliegender Arbeit sowie PASSARGE 1959:35 und PASSARGE 1960:517)

Bodentiefe (cm)	nördl. Schl.-Holst. (n=5)	NW-Mecklenburg (n=3)	O-Mecklenburg (n=3, *=2)
1-20	4,2	5,2	6,0
20-40	5,3	5,4	6,8
40-90	6,0	6,9	8,4*
90-120	7,4	8,4	9,1
Jahresnieder-schlag (mm)	um 775	um 620	um 590

- Synchorologische Aspekte

Wie eingangs erwähnt, sind Nelkenwurz-Waldgersten-Buchenwälder eine Charaktergesellschaft der baltischen Jungmoräne. Außerhalb dieses Naturraumes treten sie klima-, nutzungs- oder edaphisch bedingt nur kleinflächig oder mit veränderter Baumartenzusammensetzung auf. Bereits in Niedersachsen zeigen Wälder ganz entsprechender Standorte (nährstoffreiche Pseudogleye) eine Gehölzartenkombination, in der Fraxinus und insbesondere Fagus nur eine untergeordnete Rolle spielen. Statt ihrer herrschen Stieleiche und Hainbuche vor, so daß viele Autoren entsprechende Bestände dem Carpinion zuordnen (z.B. dem Stellario-Carpinetum stachyetosum; vgl. DIERSCHKE 1986:Tab.1, TAUX 1981:Tab.6, HOFMEISTER 1970:27f). Ein synchorologischer Vergleich, der auch Bestände außerhalb der baltischen Jungmoräne einbezieht, wird dadurch erschwert. In Niedersachsen dürfte der weitaus größte Teil entsprechender Wälder eine überwiegend durch menschliche Nutzung entstandene Gehölzartenzusammensetzung aufweisen, denn natürliche Eichen-Hainbuchen-Wälder (also extrazonale Carpinion-Vorkommen) sind dort selten. Unter anthropogenem Einfluß (z.B. Waldweide, Niederwaldwirtschaft, Pflanzungen) hat sich - nicht nur im Norddeutschen Tiefland - der Anteil solcher Buchenmischwälder erhöht, in denen mit wechselnden Anteilen auch Carpinus und Quercus vertreten sind (vgl. KRAUSE 1972:67, DIERSCHKE 1986:302).

Am (natürlichen, also klimatisch bedingten) Arealrand der betrachteten Eschen-Buchen- und Stieleichen-Hainbuchenwäldern dürften Übergangsformen existieren, in denen die genannten Baumarten nebeneinander vertreten sein können. Unter natürlichen Konkurrenzbedingungen wird ein solches Übergangsareal aber nur geringe Ausdehnung haben, da bereits bei geringem Buchenanteil ein Bestandesklima entsteht, in dem wiederum Fagus gute Wuchsbedingungen findet. Auf Moränenhängen Südostmecklenburgs und Ostbrandenburgs kommen beispielsweise Wälder vor, in denen sich Buchen- und Eichen-Hainbuchen- dominierte Bestände expositionsbedingt und damit ausgesprochen kleinräumig entmischen. Fagus konzentriert sich

dabei auf die luftfeuchteren Nordhänge, während Quercus und Carpinus auf südexponierten Standorten dominieren.

Gerade auf Grenzstandorten der Buche (wie in diesem Fall Stauwasserböden) können unter entsprechender Nutzung (s.o.) Deckungsverhältnisse leicht zugunsten von Eiche und Hainbuche verschoben werden. Eine ganz entsprechende Situation bietet die Degradation von Buchen- Eichen- zu Birken-Eichen- (Betulo-Quercetum sensu TÜXEN 1937) oder Hainbuchen-Eichen-Wäldern (meist als Stellario-Carpinetum periclymenetosum bezeichnet; vgl. DIERSCHKE 1986:312, POTT und HÜPPE 1991:66f). Auf diesen Standorten findet Fagus sylvatica mitunter hydrologische und trophische Grenzbedingungen vor (vgl. HÄRDTLE und WELSS 1992:98 und Kap.5.3.2.2.). Auf die Schwierigkeiten einer syntaxonomischen Wertung solcher Buchenmischwälder wurde bereits in Kapitel 5.1.2.2. eingegangen (vgl. auch DIERSCHKE 1986:302).

Um eine synchorologische Betrachtung von Wäldern nährstoffreicher Stauwasserböden nicht auf das Gebiet der baltischen Jungmoräne einzugrenzen, wurden im folgenden Vergleich (Tab.15) Vegetationsaufnahmen naturnaher sowie solcher Wälder berücksichtigt, deren Baumartenzusammensetzung mehr oder minder nutzungsgeprägt ist. In diesen treten Buche - und teilweise auch Esche - zugunsten von Hainbuche und Stieleiche zurück. Die soziologische Zuordnung der jeweiligen Aufnahmekollektive ist im Tabellenkopf gemäß der zitierten Autoren vermerkt ("C" für Carpinion, "F" für Fagion).

Die Zusammenstellung (Tab.15) läßt eine Nord-Süd- und West-Ost-Differenzierung der auf nährstoffreichen Stauwasserböden Nordmitteleuropas vorkommenden Wälder erkennen. Eine Gruppe (gemäßigt-) borealer Arten (Equisetum pratense, Equisetum sylvaticum, Convallaria majalis) kennzeichnet Bestände der schleswig-holsteinischen Altmoräne. Mit Rubus fruticosus agg., Lonicera periclymenum und Ilex aquifolium indizieren sie tendenziell boreoatlantische Wuchsbedingungen dieses Raumes. Im Artengefüge west- und südbaltischer Jungmoränenwälder treten (gemäßigt-) boreale Sippen zurück oder fallen ganz aus.

Atlantisch-subatlantische Arten sind in Beständen Nordwestniedersachsens sowie der west- und südwestbaltischen Jungmoräne nachweisbar. Zu ihnen gehören - neben den bereits genannten Sippen - Primula elatior und Arum maculatum. Wie Untersuchungen von PASSARGE (1959, 1960) zeigen, erreichen sie in Nordwestmecklenburg ihre östliche Verbreitungsgrenze. Als subatlantisch-submediterrane Arten meiden Arum und Primula das schleswig-holsteinische Altmoränengebiet. Im Gegensatz zu Rubus fruticosus agg., Lonicera periclymenum und Ilex aquifolium schließen sich ihre Vorkommen daher weitgehend mit jenen borealer Sippen (z.B. Equisetum pratense) aus. Als Beispiel einer euatlantische Wuchsbedingungen kennzeichnenden Artenverbindung wurden in Tabelle 15 (Sp.6) Aufnahmen von DURIN et al. (1967) aus Nordwestfrankreich übernommen. Neben Arum maculatum und Primula elatior weisen sie als

Tab. 15

Geographische Differenzierung des Hordelymo-Fagetum (Geum urbanum-Subass.-Gr., gekürzte Stetigkeitstabelle)

	Spalte Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Anzahl der Aufnahmen		18	3	19	10	5	7	7	21	43	24	31	8	22	15	18	7	10	15
	Mittlere Artenzahl		36	33	41	40	25	33	37	26	36	36	42	39	31	31	26	25	38	35
	Soz. Zuordn. gem. zit. Autoren (C=Carpinion, F=Fagion)		F	F	F	F	C	F	C	C	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
	Fraxinus excelsior	B	IV	3	III	III	II	III	V	V	IV	V	II	II	V	III	IV	V	.	III
		St	II	1	II	III	I	I	II	.	II	II	r	I	V	IV	V	V	I	V
		K	V	3	V	V	II	V	V	V	V	IV	V	V	.	?	.	?	?	?
	Fagus sylvatica	B	V	3	V	V	III	IV	III	IV	V	V	V	V	V	V	V	I	V	V
		St	III	1	IV	III	I	I	.	.	II	II	II	II	V	V	V	III	IV	V
		K	IV	3	V	IV	I	II	I	III	II	IV	V	V	.	?	.	?	?	?
	Carpinus betulus	B	III	1	IV	II	V	III	V	V	II	II	III	III	I	III	.	III	II	V
		St	+	1	I	I	I		.	.	r	r	+	.	V	III	.	I	IV	IV
		K	III	.	V	I	V	V	II	II	I	+	III	II	.	?	.	?	?	?
	Quercus robur	B	III	2	V	IV	V	IV	IV	V	II	I	V	IV	III	IV	II	V	II	V
		St	.	.	.	.	.	II	.	.	r	.	.	.	+	I	II	.	.	II
		K	IV	2	IV	+	IV		II	IV	II	+	II	II	.	?	.	?	?	?
AC+DA	Stachys sylvatica		V	3	V	V	IV	II	V	II	IV	IV	IV	V	IV	II	IV	V	V	IV
	Mercurialis perennis		IV	2	.	+	.	IV	.	+	IV	IV	.	V	III	II	III	V	III	II
	Brachypodium sylvaticum		IV	3	I	+	I	.	IV	II	III	II	IV	V	II	III	I	V	V	IV
	Vicia sepium		IV	2	r	.	.	I	.	.	III	II	IV	II	V	IV	III	.	II	III
	Ranunculus auricomus		II	1	I	II	.	.	.	.	I	II	V	IV	.	.	.	.	.	.
	Festuca gigantea		II	.	IV	IV	III	.	.	I	II	+	III	I	I	II	I	III	V	IV
	Hordelymus europaeus		.	.	.	.	.	.	.	.	II	I	III	IV	V	.	V	.	IV	III
d	Geum urbanum		III	.	V	V	III	III	III	II	IV	IV	V	III	III	II	V	II	V	III
(Subass.-	Poa trivialis		II	.	V	V	.	.	.	I	III	III	V	V	.	.	.	.	.	.
Gruppe)	Fissidens taxifolius		III	.	I	II	.	.	.	I	II	II	IV	V	.	.	.	.	I	+
	Euonymus europaea (St,K)		IV	2	I	III	II	.	V	IV	II	II	II	II	II	II	I	I	.	II
	Pulmonaria obscura		IV	2	I	.	.	.	.	.	II	II	III	II	II	III	.	.	IV	V
	Sanicula europaea		II	.	V	.	II	III	I	+	II	II	III	I	IV	IV	II	.	III	III
	Crataegus laevigata agg. (St,K)		III	2	III	II	IV	II	.	II	I	II	II	III	V	III	III	.	I	IV
	Corylus avellana (St,K)		III	.	V	III	III	V	.	+	I	II	I	.	III	II	III	.	I	II
	Veronica montana		II	2	I	.	II	II	.	II	II	r	IV	V	III	.	II	.	II	III
	Campanula trachelium		.	.	.	.	.	III	.	.	r	r	+	.	+	+	III	.	.	II
△1	Equisetum pratense		II	3	III	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
	Equisetum sylvaticum		III	.	II	I	.	.	.	.	r	.	I	.	+	.	.	.	.	.
	Convallaria majalis		IV	3	.	I	.	.	I	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
△2	Rubus fruticosus agg.		II	1	II	II	III	IV	II	II	II	II	II	I	.	.	.	.	.	.
	Lonicera periclymenum		IV	2	II	III	III	IV	II	III	I	+	r	.	.	I	.	.	.	.
	Ilex aquifolium		+	.	I	+	III	.	.	+	I	r	r	.	I	.	.	.	.	.
△3	Euphorbia amygdaloides		.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Scilla non-scripta		.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Primula elatior		+	.	.	.	.	V	IV	IV	II	III	V	V	II	III	.	.	.	.
	Arum maculatum		.	.	.	.	.	V	.	.	.	I	III	IV	I	IV	.	.	.	.
△4	Ranunculus lanuginosus		.	.	.	.	.	.	.	.	I	I	III	III	+	III	II	I	I	IV
	Aegopodium podagraria		.	.	.	.	.	.	.	+	+	II	r	.	+	V	I	V	II	IV
	Anemone ranunculoides		.	.	.	.	.	.	.	.	+	IV	.	II	.	I	.	.	III	II
	Vicia sylvatica		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	II
	Lathyrus vernus		I	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	IV	.
	Maianthemum bifolium		.	.	.	.	.	.	I	+	.	.	.	.	.	r	.	.	I	III
	Hepatica nobilis		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	I	IV	II
	Melica nutans		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.

	Spalte Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
OC	Galium odoratum	V	3	V	.	I	III	V	.	V	V	V	V	V	V	III	V	V	V
	Melica uniflora	V	2	V	V	I	I	III	.	V	IV	V	V	V	V	V	V	IV	V
	Lamiastrum galeobdolon	V	3	V	V	IV	V	V	IV	V	IV	V	IV	IV	V	.	V	V	IV
	Ranunculus ficaria	V	3	V	V	.	V	V	V	V	V	V	V	IV	V	IV	.	V	III
	Circaea lutetiana	V	2	V	V	V	II	V	IV	V	IV	V	V	V	III	V	I	V	V
	Atrichum undulatum	IV	1	V	V	.	.	III	I	IV	IV	V	IV	.	IV	.	.	IV	III
	Carex sylvatica	IV	3	V	III	III	III	IV	III	IV	III	V	V	V	IV	V	I	IV	III
	Viola reichenbachiana	III	2	V	IV	IV	V	V	V	III	III	IV	IV	III	V	III	V	V	V
	Adoxa moschatellina	III	1	II	II	.	I	IV	III	II	III	IV	IV	+	II	+	I	I	II
	Impatiens noli-tangere	II	.	IV	II	.	.	.	r	III	+	IV	V	V	I	.	III	III	II
	Scrophularia nodosa	II	2	III	III	.	II	II	+	II	II	II	III	II	.	II	I	III	II
	Carex remota	I	1	IV	III	I	.	I	I	II	I	III	III	II	I	II	.	III	.
KC	Anemone nemorosa	V	3	V	V	II	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	I	V	V
	Milium effusum	IV	3	V	V	II	III	V	V	V	IV	V	V	IV	V	II	V	IV	V
	Stellaria holostea	V	3	V	V	V	II	V	V	IV	IV	V	IV	V	V	II	IV	I	V
	Polygonatum multiflorum	IV	3	IV	V	II	V	V	III	III	IV	IV	II	III	III	I	IV	I	IV
	Athyrium filix-femina	III	3	IV	V	V	.	II	III	III	II	V	V	II	I	I	II	III	II
Sonstige	Deschampsia cespitosa	V	3	V	V	V	III	V	V	V	IV	V	V	V	V	IV	III	IV	III
	Eurhynchium praelongum	IV	2	IV	II	.	.	IV	III	V	IV	III	II	v	.	.	.	.	.
	Mnium hornum	V	3	IV	IV	.	.	V	IV	IV	III	IV	III	II	.	.	.	.	.
	Oxalis acetosella	IV	3	V	V	V	II	V	V	IV	III	V	V	III	IV	.	III	V	V
	Urtica dioica	III	1	V	V	II	.	I	I	IV	IV	V	V	III	III	III	II	V	IV
	Rubus idaeus	II	1	V	V	I	.	III	+	III	I	III	II	.	.	.	.	+	.

Herkunft der Aufnahmen:

1) vorliegende Arbeit, Hordelymo-Fagetum geo-typicum (Altmoräne), nördliches Schleswig-Holstein
2) vorliegende Arbeit, Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum (Altmoräne), nördliches Schleswig-Holstein
3) Von Glahn i.prep., Melico-Fagetum geetosum (Typische Variante, Sanicula-Subvariante, Altmoräne), Holstein
4) Von Glahn i.prep., Melico-Fagetum geetosum (Typische Variante, Typische Subvariante, Altmoräne), Holstein
5) Krause und Schröder 1979, Stellario-Carpinetum, nördliches Niedersachsen
6) Durin et al. 1967, Chênaies-charmaies secondaires (dérivant de l'Endymio-Fagetum), West- und Nordwestfrankreich
7-8) Taux 1981, Stellario-Carpinetum, Nordwestniedersachsen
9) vorliegende Arbeit, Hordelymo-Fagetum geo-typicum (Jungmoräne), nördliches Schleswig-Holstein
10) vorliegende Arbeit, Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum (Jungmoräne), nördliches Schleswig-Holstein
11) Von Glahn i.prep., Melico-Fagetum geetosum (Primula elatior-Variante, Typische Subvariante, Jungmoräne), Holstein
12) Von Glahn i.prep., Melico-Fagetum geetosum (Typische Variante, Mercurialis-Subvariante, Jungmoräne), Holstein
13) Passarge 1966b, Edellaubholz-Buchenwälder, südliches Jütland
14) Passarge 1960, Fraxino-Fagetum, Nordwestmecklenburg
15) Passarge 1966b, Edellaubholz-Buchenwälder, mittleres Jütland
16) Passarge 1965, Fraxino-Fagetum, Prignitz (nordwestl. Mark Brandenburg)
17) Hofmann 1965, Lathyro-Fagetum balticum, ostl. Uckermark
18) Passarge 1959, Fraxino-Fagetum balticum, Dargun (Ostmecklenburg)

geographische Differentialarten Euphorbia amygdaloides und Scilla non-scripta auf. In Nelkenwurz-Waldgersten-Buchenwäldern dringen diese Arten östlich bis in die Niederlande und nach Belgien vor.

Bereits in Ostholstein, zunehmend in der südbaltischen Jungmoräne, treten eurasiatisch-subkontinentale Sippen wie Ranunculus lanuginosus, Aegopodium podagraria und Anemone ranunculoides auf. Letztere bleiben in Schleswig-Holstein (bezeichnenderweise) auf Sonderstandorte mit hohem Nährstoffangebot (Corydalis-Subassoziation) begrenzt. In Nelkenwurz-Waldgersten-Buchenwäldern Ostmecklenburgs und Ostbrandenburgs gesellen sich als weitere subkontinentale Sippen Vicia sylvatica, Lathyrus vernus, Hepatica nobilis, Melica nutans und Maianthemum bifolium hinzu (letztere ist unter atlantisch-subatlantischem Klima für bodensaure Wälder und somit für Quercetalia-Gesellschaften bezeichnend). Wie Vegetationsaufnahmen von PASSARGE (1959:30ff, Tab.12) und HOFMANN (1965:187ff, Tab.5/1) belegen, kann in Eschen-Buchenwäldern dieses Raumes Tilia cordata vertreten sein (in Tab.15 nicht berücksichtigt). Dieses Baumartengefüge deutet an, daß sich hier Nelkenwurz-Waldgersten-Buchenwälder ihrer östlichen Vorkommensgrenze nähern.

5.1.2.2.3. Typische Subassoziations-Gruppe

- Allgemeine Beschreibung

Von den im Untersuchungsgebiet vorkommenden Waldgersten-Buchenwäldern nehmen Bestände der Typischen Subassoziations-Gruppe den weitaus größten Flächenanteil ein. Sie bleiben ausschließlich auf das Gebiet der Jungmoräne begrenzt (vgl. Abb.48) und sind dort vorzugsweise auf Grundmoränenböden entwickelt.

Im Gegensatz zu den auf Pseudogleyen wachsenden Nelkenwurz-Waldgersten-Buchenwäldern tritt in der Baumschicht Fraxinus weitgehend zurück. Weitere Edellaubhölzer haben - sieht man von Sonderstandorten und forstlich stärker beeinflußten Beständen ab - nur nachrangige Bedeutung. Ulmus glabra, Quercus robur, Carpinus betulus und Acer pseudo-platanus fehlen oder sind allenfalls stammweise beigemischt. Letztere kann - als wichtigste Zwischenholzart der Waldgersten-Buchenwälder - in Verjüngungsinseln höheren Deckungsanteil erlangen.

Mit zunehmender Vorherrschaft der Rotbuche entstehen Hallenwälder, in denen auch Sträucher nur ungünstige Entwicklungsbedingungen finden. In der Regel deckt die Strauchschicht weniger als 2 % der Aufnahmefläche und setzt sich aus Buchen-, Eschen-, oder Ahornjungwuchs zusammen. Gleichfalls "Buchenwald"-spezifisch ist die Armut an Kryptogamen. In Beständen der

Typischen Subassoziations-Gruppe bleibt die mittlere Moosdeckung unter 1 %. Häufigste Vertreter sind Atrichum undulatum und Mnium hornum.

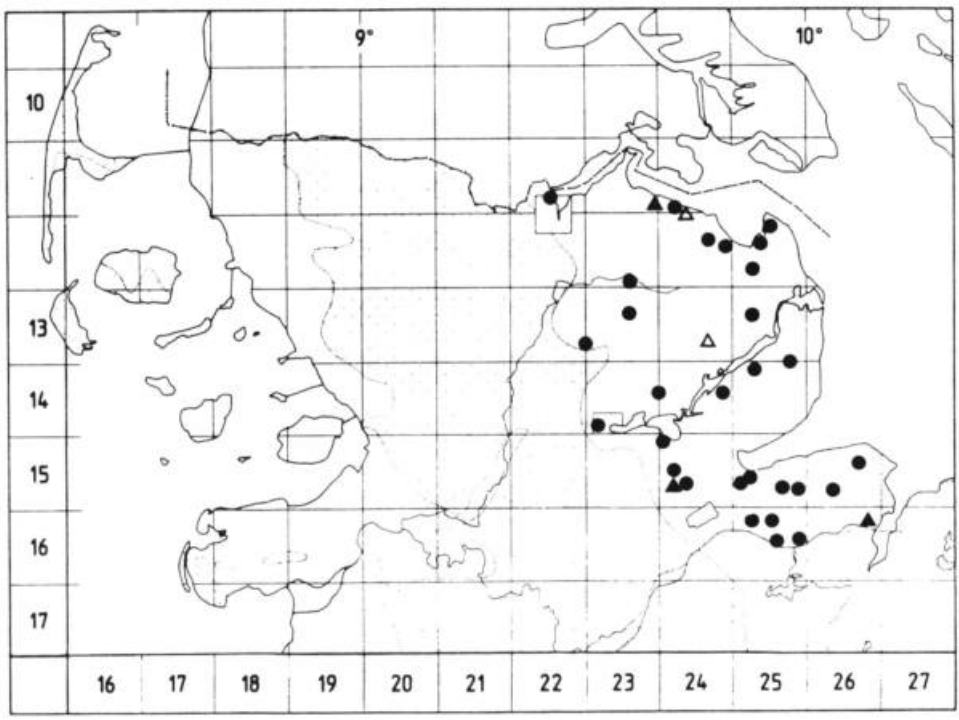


Abb.48: Bestandesvorkommen des Hordelymo-Fagetum,
Typische Subassoziations-Gruppe
● Typische Subassoziation
▲ Corydalis cava-Subass., Typische Variante
△ Corydalis cava-Subass., Deschampsia cesp.-Variante

Gegenüber Platterbsen- und Nelkenwurz-Waldgersten-Buchenwäldern lassen sich Bestände der Typischen Subassoziations-Gruppe nur negativ abgrenzen. Ihre mittlere Artenzahl (um 32) ist dementsprechend niedriger als jene der übrigen Subassoziations-Gruppen. Häufigste Assoziationsdifferentialarten sind Stachys sylvatica, Mercurialis perennis, Brachypodium sylvaticum, Galium aparine und Vicia sepium. In etwa der Hälfte der Bestände tritt Hordelymus europaeus auf.

- Untereinheiten der Gesellschaft

Trophiebedingt lassen sich im Untersuchungsgebiet zwei Subassoziationen unterscheiden. Bestände der Typischen Subassoziation repräsentieren den weitaus häufigsten Waldgersten-Buchenwald-Typ (Tab.16, lfd. Nr.1-56). Er ist in nahezu jedem Waldgebiet des Östlichen Hügellandes mit noch mehr oder minder großem Flächenanteil vertreten. Vorzugsweise auf Böden der Grundmoränen, die oft weiträumig homogene Standortsbedingungen aufweisen, können Bestände von mehreren Hektar Größe entwickelt sein (z.B. Karlsburger Holz, Waldgeb.-Nr.52).

Hydrologische Unterschiede bestehen an Standorten der Typischen Subassoziaton nicht (monotypische Einheit). Wie Bodenuntersuchungen zeigen, tritt in bereits wenigen Dezimetern Profiltiefe Stauwassereinfluß auf, so daß frischeliebende Sippen der Deschampsia-Gruppe (Deschampsia cespitosa-Variante) gute Entwicklungsbedingungen finden. Vom Eschenanteil oder von der Entfernung zum Waldrand hängt ab, welche Lichtmengen die Feldschicht erreichen. Ist das Lichtangebot günstig, so tritt in mehr oder minder großen Herden Stellaria nemorum auf. Tabelle 16 zeigt dementsprechend eine weitergehende, lichtökologisch interpretierbare Gliederung (Typische und Stellaria nemorum-Subvariante). Bezeichnenderweise finden sich Stellaria-Herden genau dort, wo inmitten von Buchen- eine oder mehrere Eschenkronen das Laubdach aufhellen und ein Lichtkegel bis zum Waldboden vordringen kann. Ein Teil der Aufnahmen dokumentiert zudem Bestände im Waldrandbereich, wo seitlich einfallendes (Streu-)Licht Wuchsbedingungen von Stellaria nemorum verbessert.

In manchen Beständen verhindern überhöhte Wilddichten nicht nur eine Verjüngung der Gehölze. Auch in der Krautschicht fällt auf, daß ein typenspezifisches Vegetationsmosaik nicht oder nur teilweise entsteht. Charakteristisches Merkmal solcher Störbereiche ist eine geringe Deckung von Frühjahrsgeophyten, insbesondere von Anemone nemorosa. Statt ihrer kann sich auf den durch Tritt verdichteten und offengehaltenen Böden der Therophyt Impatiens noli-tangere ausbreiten. In gegatterten oder von Wild weniger heimgesuchten Bereichen ist er nur wenig konkurrenzfähig. Zwar ist Impatiens stet vertreten; sein Deckungsanteil bleibt aber immer unter 5 %. Alle Bestände der Impatiens-Fazies repräsentieren dementsprechend Vegetationsverhältnisse in der Umgebung von Wildwechseln oder -fütterungsstellen (Tab.16, lfd. Nr.29-34). Besonders auf vegetationsarmen und verdichteten Böden breitet sich das Springkraut rasch aus, da eine mit der Verdichtung einhergehende Feuchtigkeitszunahme sowie verbesserter Lichtzutritt Keimungs- und Wuchsbedingungen der Annuellen entscheidend verbessern (vgl. SCHMUCKER und DRUDE 1934:554f).

Bestände der Typischen Subassoziation sind überwiegend an Pseudogley-Parabraunerden gebunden, deren Solum die Horizontfolge (O_L)-A_h-$(S_w)A_{hl}$-$(S)B_{t1}$-$(S)B_{t2}$ zeigt. Ihr

Bodenzustand ist in der Regel so günstig, daß eine O_L-Lage nicht ganzjährig vorhanden und als Humusform ein Typischer Mull entwickelt ist. Der im Mittel um 18 cm mächtige A_h ist von Feinwurzeln stark durchsetzt und weist, wie S-, pH(H_2O)- und C/N-Werte belegen (7,8 mval/100 ccm, 4,3, 14,5), ein vergleichsweise günstiges Nährstoffangebot auf. In der Regel sind Humus- und Lessivierungshorizonte zusammengenommen über 4 dm mächtig. Da zugleich S_w-Merkmale im A_l stark zurücktreten (weniger als 5 % der A_l-Profilfläche mit Rostflecken), stehen entsprechende Profile morphologisch eher Parabraunerden als Pseudogleyen nahe (Pseudogley als Subtypen-Bezeichnung). Der als Stauwassersohle wirkende B_t mit meist deutlicher Marmorierung (bis zu 50 %: SB_t) beginnt in etwa 4-5 dm Tiefe. Hohe Lagerungsdichten und kohärentes Gefüge sind verantwortlich für die geringe Wasserdurchläßigkeit dieser Horizonte. Profilabwärts nimmt der Stauwassereinfluß und damit auch die Intensität einer Eisen-Verlagerung zu. Profilmorphologisch können demgemäß SB_{t1}-und SB_{t2}-Horizonte unterschieden werden, wobei letzere neben einer stärkeren Marmorierung zugleich geringe Carbonatmengen aufweisen können. Bodenchemische Analysenwerte sowie Horizontdifferenzierung und -mächtigkeiten der beschriebenen Pseudogley-Parabraunerden sind aus Bodentabelle 18 ersichtlich.

Im Vergleich zu den von Nelkenwurz-Waldgersten-Buchenwäldern besiedelten Typischen Pseudogleyen unterliegen die betrachteten Pseudogley-Parabraunerden allerdings wesentlich geringerem Stauwassereinfluß. Dies ist gut aus dem Ganglienverlauf entsprechender Standorte ersichtlich (Abb.49). Bereits ab April sinkt die Grundwasseroberfläche bis zum maximalen Tiefstand (im Oktober etwa 3 m u.Fl.) kontinuierlich ab. Niederschläge beeinflussen diesen Verlauf nur wenig. Im Vergleich zu Typischen oder Parabraunerde-Pseudogleyen erweisen sich diese Böden als besser drainiert. Gegenüber Fraxinus erwachsen dadurch Fagus Konkurrenzvorteile, und erstere tritt in der Baumschicht zurück. Ausgesprochen rasch und im Untersuchungsjahr 1986 durch hohe Niederschläge begünstigt, steigt die Grundwasseroberfläche mit Laubwurf im Oktober an. Innerhalb weniger Wochen erreicht sie wiederum das winterliche Ausgangsniveau. Ein vergleichbares - durch eine 2. Meßreihe ergänztes - Bild ergibt sich im folgenden Beobachtungsjahr. Aufgrund höherer Niederschläge bleibt die sommerliche Maximaldepression allerdings 12 dm oberhalb jener des Vorjahres. Wie der Dauerlinienverlauf zeigt, bestehen zwischen maximalem und minimalem Grundwasserniveau ausgeglichene Einstauraten (relativ geradliniger Kurvenverlauf). Da Bodentiefe und Anoxizität des Solums demzufolge gut korrelieren, erscheinen im Profil tiefere Horizontbereiche stärker marmoriert (Differenzierung der Stauwassersohle in S_dB_{t1} und S_dB_{t2}).

Als Sonderstandorte der Typischen Subassoziation kommen im Untersuchungsgebiet Pseudogley-Braunerden und Pseudogley-Braunerde-Kolluvien vor. Diese Böden bestehen aus reinem oder allenfalls schluffigem Sand und entbehren dementsprechend der für Parabraunerden charakteristischen A_l-B_t-Horizonte. Obwohl aufgrund der vorherrschenden Bodenart ein rasches

Bodentab.18: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Hordelymo-Fagetum eu-typicum, Deschampsia cespitosa-Variante
Bodentyp: Pseudogley-Parabraunerde
Anzahl der Profilaufnahmen: 14

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	CaCO3 (g/100g)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
		0,0		2,6	17,2	26,4	347,6	8,8	30,7	3,5	3,8			
O_L		1,1	-	3,8	25,0	53,7	437,4	11,3	39,7	3,8	4,2	0,0		
		2,0		4,2	28,0	83,8	486,1	13,6	53,5	4,3	4,8			
		12		4,3	3,3	19,4	18,5	1,4	12,6	2,5	3,1			S-lS
A_h		18	stark	7,6	5,9	54,1	32,4	2,2	14,5	3,7	4,3	0,0	Krümel	7,5YR
		26		10,8	8,3	100,0	47,8	3,4	18,0	5,1	5,8			3/2
		33		2,8	2,0	27,4	5,2	0,0	11,9	3,0	4,0			S-lS
$(S_w)A_{hl}$	A_{hl}	43	-	7,6	5,4	69,2	10,7	0,4	28,8	4,0	5,0	0,0	Fpoly	7,5YR
		54		13,0	9,3	100,0	17,1	1,3	52,2	4,9	6,2			3-5/2-3
		61		5,6	3,5	30,4	2,1	0,0	14,2	2,9	4,2			sU-sT
SB_{t1}	$(S)B_t$	80	-	11,6	7,3	91,6	4,4	0,2	18,6	4,5	6,0	0,0	Kohär	2,5Y-5Y
		94		18,6	11,6	100,0	9,9	0,4	26,2	5,5	7,0			5-7/0-2
		120		5,0	3,1	57,1	1,8	0,0		3,7	5,1	0,0		sU-lT
SB_{t2}		131	-	16,0	10,0	92,9	2,5	0,1	12,8	5,1	6,5	0,6	Kohär	2,5Y-5Y
		150		51,2	32,0	100,0	3,4	0,2		6,4	7,4	8,9		5-7/0-2

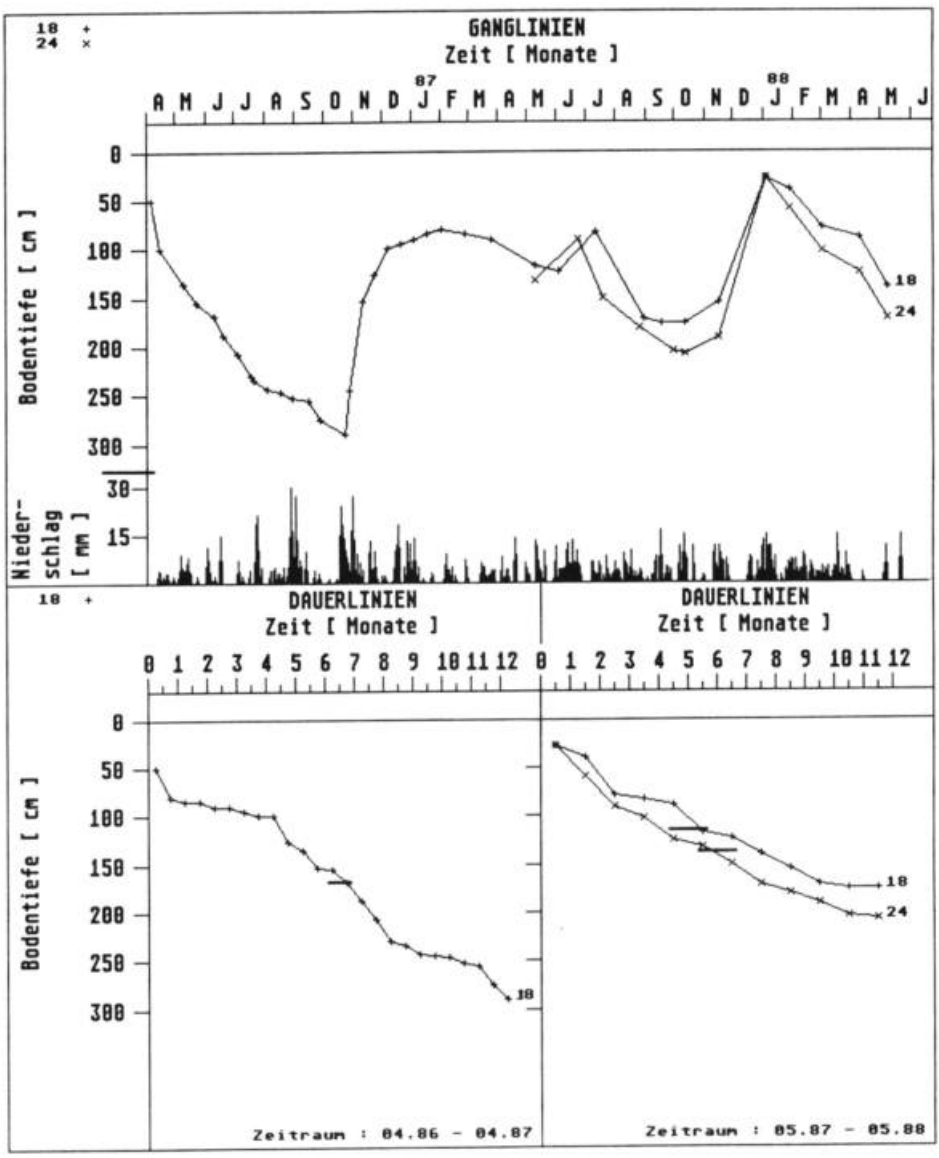


Abb.49: Hydrologische Kennzeichnung von Standorten des Hordelymo-Fagetum eu-typicum (Kurven Nr.18 u. 24); oberer Abb.teil Ganglinien, unterer Abb.teil Dauerlinien (weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.2.)

Versickern des Niederschlagswassers angenommen werden kann, weisen beide Bodentypen Stauwassermerkmale im Unterboden auf (SB_v-Horizonte, vgl. Bodentab.19 und 20). Eine zeitweilige Anoxizität des Solums wird hier sicherlich durch lateral ziehendes Wasser verursacht, das sich über benachbarten, weitgehend wasserundurchlässigen Lehmschichten ansammelt und seitlich erst in den angrenzenden Sandböden (Pseudogley-Braunerden) versickern kann. Dementsprechend schmal kann auf diesen durch lateral ziehendes Wasser feuchtbleibenden Sandböden der Saum frischeliebender Arten sein (Circaea lutetiana, Stachys sylvatica, Athyrium filix-femina, Deschampsia cespitosa, Carex sylvatica u.a.). Entschwindet das in Fließrichtung sich zunehmend von der Bodenoberfläche entfernende Sickerwasser aus dem Wurzelraum der Bodenvegetation, so fallen die genannten Frischezeiger aus. Auffällig ist, daß die genannten Sonderstandorte in bodenchemischer Hinsicht (S-, pH-, Basensättigungs- und C/N-Werten) kaum Unterschiede zu den oben beschriebenen Pseudogley-Parabraunerden zeigen. Die nahezu identische Vegetationszusammensetzung der auf den drei verglichenen Bodentypen stockenden Bestände wird dadurch verständlich. Profildifferenzierung und bodenchemische Charakteristika der jeweils durch eine Profilaufnahme belegten Pseudogley-Braunerden und Pseudogley-Braunerde-Kolluvien gehen aus den Bodentabellen 19 und 20 hervor.

Auf Waldböden mit ausgesprochen günstigem Basenangebot stocken Bestände der Subassoziation von Corydalis cava (Tab.16, lfd. Nr.57-65). Im Untersuchungsgebiet müssen solche Böden allerdings - aufgrund ihrer Seltenheit - eher als Sonderstandorte angesprochen werden. Entsprechend gering ist die Anzahl an Aufnahmen, die das Artengefüge dieser Waldgesellschaft belegen.

Als basenholde, typenspezifische Sippen treten Anemone ranunculoides, Corydalis cava, Corydalis intermedia und Gagea lutea auf. Im Gegensatz zu Beständen der Typischen Subassoziation lassen jene der betrachteten Gesellschaft verschiedene Wasserstufen erkennen. Die Typische Variante, in der frischeholde Arten (der Deschampsia-Gruppe) fehlen, ist bezeichnend für sandige Pararendzina-Kolluvien. Solche Böden sind im Untersuchungsgebiet nur dann entwickelt, wenn besondere geologische wie topographische Voraussetzungen bestehen. Ausgangsmaterial ihrer Genese sind kalkreiche Geschiebesande sowie Wiesenkalke in der näheren Umgebung von Quellaustritten, die in Hanglage aufgrund anhaltender Oberbodenerosion freigelegt werden und so oberflächennah anstehen. Da auch bei Waldbestockung ein ständiger Hangabtrag nicht ganz ausbleibt, können sich am Hangfuß Kolluvien bilden. In der Regel verläuft eine Humusakkumulation schneller als Entkalkungsprozesse, so daß die MA_h-Horizonte mehr oder minder hohe Carbonatmengen enthalten. Zugleich kann vom Oberhang nicht nur Humus-, sondern auch kalkreiches Material nachgeliefert werden. Eine Bodengenese vollzieht sich hier also in ganz ähnlicher Weise wie an Standorten der Platterbsen-Waldgersten-Buchenwälder (vgl. Kap.5.1.2.2.1.). Eine dafür notwendige Geländetopographie ist im Untersuchungsgebiet nicht nur

Bodentab.19: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Hordelymo-Fagetum eu-typicum, Deschampsia cespitosa-Variante
Bodentyp: Pseudogley-Braunerde
Anzahl der Profilaufnahmen: 1

Horizont	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	CaCO3 (g/100g)	Gefüge	Boden-art
O_L	1,0	-									0,0		
A_h	16	stark	6,5	5,0	29,6	23,3	1,6	14,2	3,9	4,5	0,0	Krümel	uS
$A_h(S)B_v$	41	-	8,8	6,3	44,1	15,1	1,5	10,3	4,5	5,3	0,0	Spoly	uS
SB_{v1}	88	-	10,2	7,3	58,4	1,8	0,1	n.b.	5,1	6,8	0,0	Einzk	uS
SB_{v2}	130	-	12,6	9,0	100,0	n.b.	n.b.	n.b.	5,6	7,2	0,0	Einzk	S-uS

Bodentab.20: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Hordelymo-Fagetum eu-typicum, Deschampsia cespitosa-Variante
Bodentyp: Pseudogley-Braunerde-Kolluvium
Anzahl der Profilaufnahmen: 1

Horizont	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	CaCO3 (g/100g)	Gefüge	Boden-art
O_L	1,0	-											
MA_h	53	stark	9,8	7,5	51,7	21,3	1,6	13,3	5,5	6,0	0,0	Krümel	uS-S
$IIA_h(S)B_v$	79	-	9,4	6,7	54,5	10,1	0,6	17,7	6,2	7,0	0,0	Spoly	uS-S
$(S)B_v$	92	-	2,5	1,8	25,0	1,7	0,1	n.b.	6,3	7,4	0,0	Einzk	uS-S
SC	150	-	4,8	3,4	36,2	0,9	<0,1	n.b.	6,1	7,5	0,0	Einzk	uS-S

aufgrund geomorphologischer Strukturen natürlich vorgegeben, sondern teilweise auch anthropogen (beispielsweise durch Straßen- und Kanalbauten) entstanden.

Aufgrund günstiger Trophie- und Lichtbedingungen im Hang- und Hangfußbereich können sich neben Fagus auch Edellaubhhölzer wie Fraxinus, Acer pseudo-platanus und Ulmus glabra entwickeln. Entsprechende Hangwälder sind also Edellaubholz-reich, wobei das Ausmaß einer durch forstlichen Einfluß entstandenen Dominanzverschiebung schwer abschätzbar ist. Da alle Bestände im Hangfußbereich aufgenommen wurden, liegen die Inklinationswerte ihrer Standorte unter 20° (vgl. Tabellenkopf). Das Profil der Pararendzina-Kolluvien weist die Horizontfolge (O_L)-MA_h-MC beziehungsweise IIC auf. Obgleich Mineralisationsbedingungen günstig sind und Fallaub rasch abgebaut wird, ist in aller Regel eine etwa 1-2 cm mächtige Förna vorhanden. Sie besteht nicht nur aus der vor Ort anfallenden Streu, sondern enthält auch vom Hang abrutschende sowie durch Wind am Hangfuß deponierte Laubmengen. Die Standorte erfahren dadurch eine natürliche Düngung, mit der sich - wie C/N-Quotienten um 12,9 belegen - vor allem das N-Angebot verbessert. Aufgrund vollständiger Nitrifikation dürfte es vorwiegend aus Nitrat bestehen (vgl. BÜCKING 1972:393ff). Neben den genannten Basenzeigern tritt demzufolge Aegopodium podagraria häufig und mitunter Fazies-bildend auf. Der etwa 4 (maximal 6) dm mächtige MA_h weist pH(H_2O)-Werte um 7 auf. Sie zeigen, daß Carbonat im gesamten Humushorizont vorhanden ist. Dementsprechend hoch sind S- und Basensättigungswerte des Oberbodens (um 100 mval/100 ccm und 100 %). Das C-Material kann - ebenso wie der ihm aufliegende Boden - kolluvialen Ursprungs (MC) oder bereits vor Ort vorhanden gewesen sein (IIC, als carbonatreicher Geschiebesand sowie Wiesenkalk). Tritt Wiesenkalk auf, so übersteigt der Carbonatgehalt oftmals 90 g/100 g. Im gesamten Profil ist die Lagerungsdichte gering (um 1,3 g/ccm), so daß entsprechend der vorgegebenen Porengrößen Niederschlagswasser rasch versickert. Ein Ausfall frischeholder Sippen wird dadurch verständlich. Bodentabelle 21 gibt einen Überblick über die bodenchemischen Analysenwerte der betrachteten Pararendzina-Kolluvien.

Eine höhere Bodentrockenheit an Standorten der Typischen Variante verdeutlichen zudem Untersuchungen der Grundwasserverhältnisse (Abb.50). Ganzjährig bleibt die Grundwasseroberfläche über 2 m unter Flur, wobei die jährliche Amplitude der Spiegelschwankung etwa 15 dm beträgt. Da ein kapillarer Aufstieg aufgrund der vorherrschenden Bodenart gering ist und demzufolge den Wurzelraum der Feldschicht nicht erreicht, dürfte ein Großteil der von der Vegetation benötigten Wassermenge in Form von Kapillarwasser im Oberboden zur Verfügung gestellt werden. Dort kann Niederschlagswasser - aufgrund eines günstigen Gefüges im MA_h (hoher Anteil von Mittel- und engen Grobporen) - in größeren Mengen pflanzenverfügbar festgehalten werden.

Bodentab.21: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Hordelymo-Fagetum eu-corydaletosum, Typische Variante
Bodentyp: Pararendzina (-Kolluvium)
Anzahl der Profilaufnahmen: 4

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	CaCO3 (g/100g)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L		1,5		6,8	45,0	59,6				4,1	4,5			
		1,6	-	6,9	45,9	60,3	439,9	13,5	32,5	4,2	4,6	0,0		
		2,0		7,0	46,8	60,9				4,2	4,6			
MA_h A_h		28		48,8	37,5		23,7	1,9	12,4	6,0	6,6	4,7		S
		42	stark	95,5	73,5	100,0	26,7	2,1	12,9	6,6	7,1	18,1	Krûmel	5YR
		59		>156,0	>120,0		29,9	2,2	13,6	7,2	7,5	54,1		2,5/1
IIC od. C		90					0,3	0,1		6,4	7,1	13,2		S
		125	-	>168,0	>120,0	100,0	3,3	0,1	n.b.	7,4	7,9	49,9	Einzk	10YR
		168					6,2	0,2		8,0	8,3	99,9		5/3

Bodentab.22: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Hordelymo-Fagetum eu-corydaletosum, Deschampsia cespitosa-Variante
Bodentyp: Pseudogley-Parabraunerde
Anzahl der Profilaufnahmen: 4

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	CaCO3 (g/100g)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L		1,0		3,1	20,8	44,8	458,1	11,0	30,5	3,7	3,9			
		1,0	-	3,9	26,0	54,4	465,3	13,0	36,7	3,7	4,0	0,0		
		1,0		4,5	30,0	74,3	472,5	15,0	42,8	3,8	4,1			
A_h		21		9,1	7,0	55,6	25,6	1,9	13,9	4,0	4,5			S-lS
		25	stark	13,1	10,1	68,2	43,2	2,7	15,6	4,4	5,1	0,0	Krûmel	7,5YR
		27		17,2	13,2	82,0	72,4	4,1	17,7	4,9	5,6			3/2
$(S_w)A_{hl}$ S_wA_{hl}		35		8,7	6,2	86,1	2,9			4,4	5,7			S-lS
		41	-	9,9	7,1	94,9	4,6	<0,2		4,8	6,0	0,0	Fpoly	7,5YR
		48		10,5	7,5	100,0	7,3			5,2	6,3			4-6/0-2
$(S)B_t$ SB_{t1}		80		8,3	5,2	64,2				4,5	5,8			sU-sT
		87	-	9,8	6,2	81,4	3,1	<0,2		5,0	6,3	0,0	Kohär	2,5Y-5Y
		92		11,2	7,0	89,9				5,7	6,6			5-7/0-2
SBt		120		8,8	5,5	75,3				3,8	4,0			sU-lT
		123	-	11,8	7,4	87,6	<3,0	<0,2		4,8	5,9	0,0	Kohär	2,5Y-5Y
		130		14,6	9,1	100,0				5,8	7,0			5-7/0-2

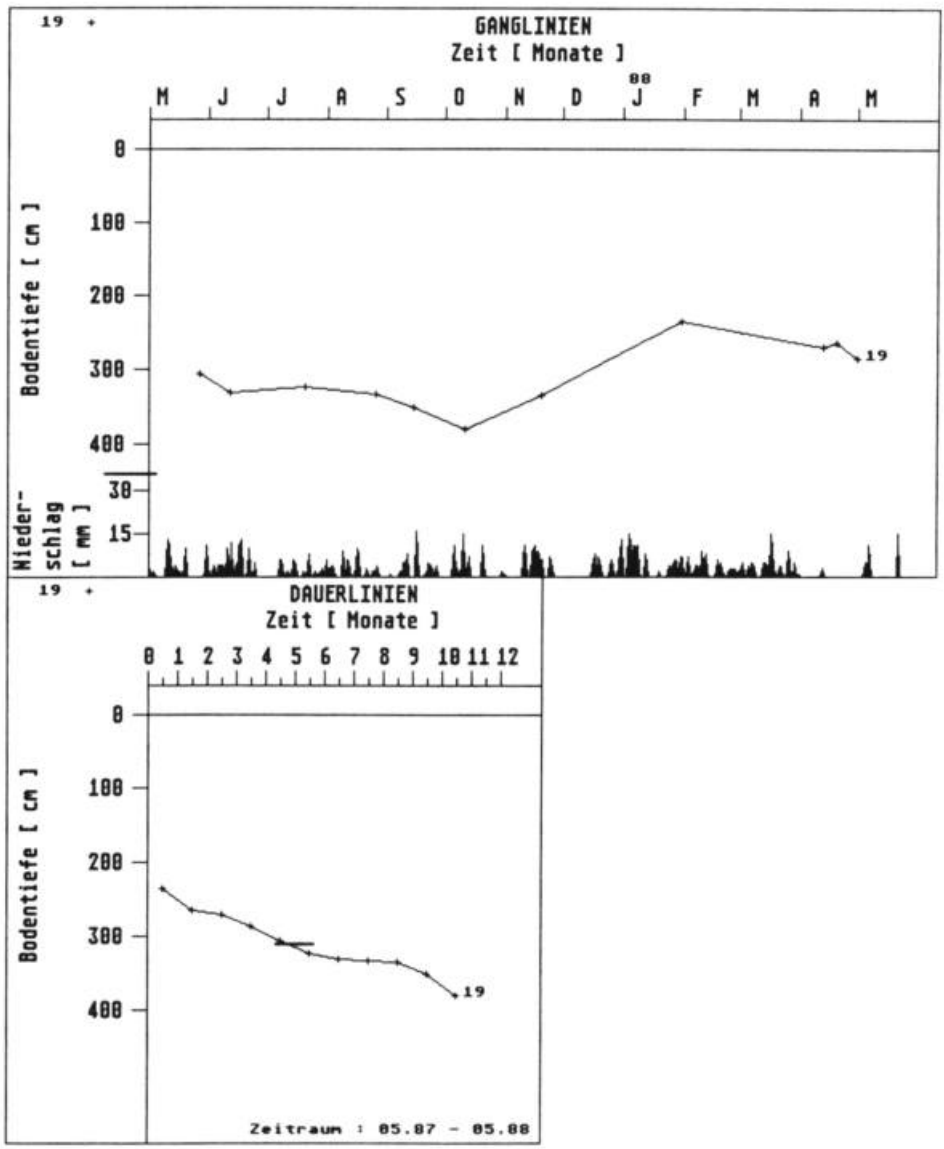


Abb.50: Hydrologische Kennzeichnung von Standorten des Hordelymo-Fagetum eu-corydaletosum (Typische Variante); oberer Abb.teil Ganglinien, unterer Abb.teil Dauerlinien (weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.2.)

Auf basenreichen Pseudogley-Parabraunerden stocken Bestände der Variante von Deschampsia cespitosa (Tab.16, lfd. Nr.63-65), deren zeitweilig erhöhte Oberbodenfeuchte frischeliebende Sippen der Deschampsia-Gruppe begünstigt. Wie Bodentabelle 22 zeigt, entspricht ihr Profilaufbau jenen Pseudogley-Parabraunerden, die für Bestände der Typischen Subassoziation bezeichnend sind (vgl. Beschreibung oben). Obwohl bis zu einer Bodentiefe um 13 dm carbonatfrei, zeichnen sich die untersuchten A_h-Horizonte durch ein ausgesprochen günstiges Basenangebot aus (S-Werte um 13 mval/100 ccm, Basensättigung um 70 %). Gleiches indizieren pH(H_2O)-Werte um 5,1. Vermutlich können Baumwurzeln tiefer liegende Mergelschichten erschließen, so daß dem Oberboden mit der jährlichen Laubstreu Basen zugeführt werden.

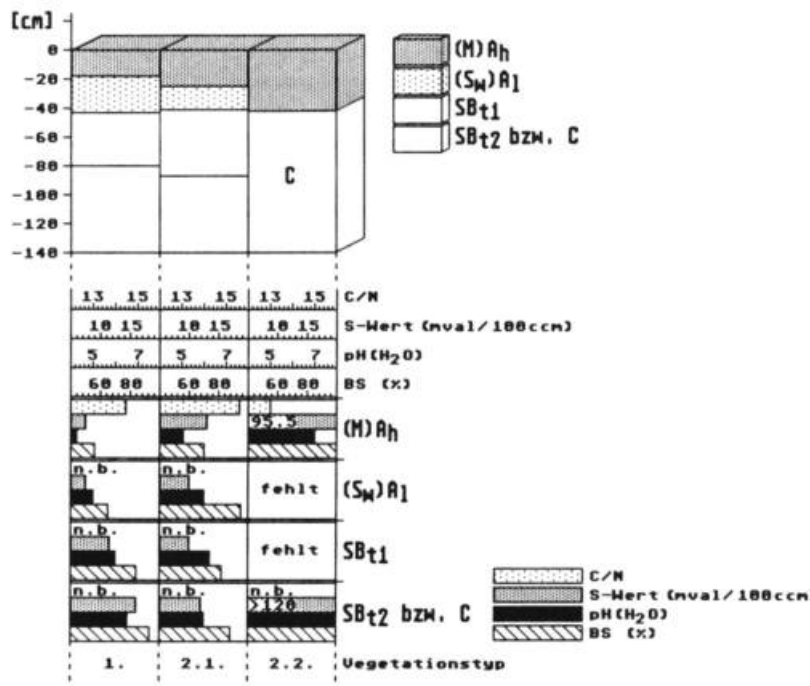
Eine Zusammenstellung bodenchemischer Analysenwerte der betrachteten Pseudogley-Parabraunerden gibt Bodentabelle 22.

- Synökologischer Vergleich

Vergleichbar zu Nelkenwurz-Waldgersten-Buchenwäldern sind auch Lerchensporn-reiche Bestände der betrachteten Subassoziations-Gruppe auf Böden mit mächtigen Humushorizonten entwickelt (vgl. Abb.51, oberer Teil). Sie können entweder kolluvial oder - aufgrund günstiger Existenzbedingungen des Edaphons - durch intensive Bioturbation entstanden sein. Unter vergleichbaren Standortsverhältnissen treten entsprechende Waldgesellschaften im nordostdeutschen Jungdiluvium oder in Niedersachsen auf (vgl. SCAMONI 1953b:236ff, DIERSCHKE 1985:510). Neben diesem profilmorphologisch auffälligen Charakteristikum weist der Humushorizont Lerchensporn-reicher Wälder stets hohe S-Werte auf. Dort ist das Basenangebot mindestens doppelt, häufig sogar um ein Vielfaches so hoch wie an Standorten der Typischen Subassoziation (vgl. Abb.51, unterer Teil). Ganz entsprechend verhalten sich Basensättigungs- und pH-Werte. Enge C/N-Quotienten sind mit einem Auftreten der Corydalis-Gruppe nicht unbedingt korreliert. Der N-Bedarf zu dieser Gruppe gehöriger Sippen scheint sich daher nur wenig von jenem der Assoziationskenn- beziehungsweise -trennarten zu unterscheiden (z.B. Hordelymus europaeus, Mercurialis perennis, Stachys sylvatica u.a.). Aegopodium podagraria tritt bezeichnenderweise nur in Beständen der Typischen Variante auf, wo durch herangetragenes Fallaub ein erhöhtes N-Angebot gewährleistet ist. In der Deschampsia-Variante fehlt Aegopodium (C/N-Werte im A_h um 15,6, Abb. 51, Vegetationstyp 2.1.).

Die im Oberboden der Pseudogley-Parabraunerden (Vegetationstyp 1. und 2.1.) bestehenden bodenchemischen Unterschiede verlieren sich mit zunehmender Profiltiefe. Bereits im stauwassergeprägten B_t finden tiefwurzelnde Gehölze - wie ein Vergleich der untersuchten Parameter zeigt - weitgehend identische Bedingungen vor. Abweichend davon genießen Bäume auch im Unterboden der Pararendzina-Kolluvien bodenchemisch und -physikalisch

ausgesprochene Sonderverhältnisse (pH-Werte um 8, S-Werte über 160 mval/100 ccm, Wiesenkalke oder kalkreiche Sande mit geringer nutzbarer Feldkapazität). Wie die Wüchsigkeit der Baumschicht erkennen läßt, gehören solche Böden neben den betrachteten Parabraunerden zu den produktivsten Waldstandorten in Schleswig-Holstein. Besonders Fagus erweist sich hier gegenüber sekundären Streßfaktoren (z.B. Imissionsbelastung) als vergleichsweise widerstandsfähig (vgl. Kap.6.3.).



1. Hordelymo-Fagetum eu-typicum (auf Pseudogley-Parabraunerde)
2. Hordelymo-Fagetum eu-corydaletosum
   2.1. Deschampsia cesp.-Variante (auf Pseudogl.-Parabraunerde)
   2.2. Typische Variante (auf Pararendzina (-Kolluvium))

Abb.51: Profilmorphologische (oberer Abb.teil) und bodenökologische (unterer Abb.teil) Kennzeichnung der Standorte verschiedener Untereinheiten des Hordelymo-Fagetum (Typische Subass.-Gruppe; weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.1.)

- Synchorologische Aspekte

Synchorologisch lassen sich die betrachteten Bestände analog jenen der Geum urbanum-Subassoziations-Gruppe gliedern. Daher sei an dieser Stelle auf den Abschnitt "Synchorologische Aspekte" in Kapitel 5.1.2.2.2. sowie auf Tabelle 15 verwiesen.

5.1.2.3. Galio odorati-Fagetum Sougn. et Thill 1959 em. Dierschke 1989

(Synonyma: Fagetum boreoatlanticum auct. p.p., Dentario-Fagetum auct. p.p., Querco-Carpinetum asperuletosum sensu Ellenberg 1939 p.p., Querco-Carpinetum dryopteridetosum sensu Tx.1937 p.p., Melico-Fagetum Lohm. in Seibert 1954 p.p., Milio-Fagetum Frehner 1963; incl. Abieti-Fagetum sensu Oberd.1938 und Festuco-Fagetum Schlüter in Grüneberg et Schlüter 1957 non Kuhn 1937)

- Allgemeine Beschreibung

Von allen Waldgesellschaften des Untersuchungsgebietes nehmen Waldmeister-Buchenwälder aktuell wie potentiell den größten Flächenanteil ein. Sie sind im Alt- und Jungmoränengebiet mit Beständen von teilweise noch mehreren Hektar Größe verbreitet und treten überwiegend auf Parabraunerden mittlerer Basen- und Nährstoffversorgung auf. Ökologisch bilden sie damit ein Bindeglied zwischen "anspruchsvollen" Waldgersten-Buchenwäldern und den azidophilen Drahtschmielen-Buchen- und Buchen-Eichenwäldern der Jungmoräne beziehungsweise der Geest. Damit sind zugleich die häufigsten Kontaktgesellschaften des Galio odorati-Fagetum genannt.

In Waldmeister-Buchenwäldern genießt Fagus uneingeschränkte Konkurrenzüberlegenheit. Ältere und naturnah bewirtschaftete Bestände weisen eine für Fageten charakteristische Physiognomie auf. Sie bilden sogenannte "Hallenwälder" (vgl. ELLENBERG 1978:115, DIERSCHKE 1989a: 134), in denen einzelne Buchenstämme säulenähnlich emporragen und ein hohes, meist dicht geschlossenes Laubdach tragen. Nur wenig Licht erreicht das Innere der Bestände, ein Grund, warum sich Fagus so erfolgreich gegenüber ihren durchweg lichtbedürftigeren Konkurrenten behaupten kann. In der im Mittel (je nach Untereinheit) zu etwa 80-90 % schließenden Baumschicht ist allenfalls Stieleiche häufiger, meist aber mit nur geringer Deckung vertreten.

Lichtmangel hindert auch Sträucher am Aufkommen. Falls vorhanden, bleibt die Strauchschicht individuen- und artenarm. Meist wird sie von Buchenjungwuchs gebildet und überschreitet selten Deckungswerte von 3 %.

Die jährlich anfallende und meist nicht innerhalb einer Vegetationsperiode abgebaute Fallaubmenge unterbindet eine Entwicklung von Moosen. Im Waldmeister-Buchenwald sind sie daher auf Sonder- oder Störstandorte angewiesen, an denen der Mineralkörper von Auflagen

befreit wurde (bspw. durch bodenwühlende Tiere, Wildwechsel oder Holzrücken). Gute Wuchsbedingungen finden sie zudem im Stammfußbereich der Buchen, welcher von Laubdepositionen weitgehend ausgespart bleibt. Von hier aus können einige Sippen in den Umgebungsbereich einwandern, wenn die Mächtigkeit der Förna dies zuläßt. Vergleichsweise häufig sind Atrichum undulatum (OC-Fagetalia), Mnium hornum und Dicranella heteromalla.

Unter den Fagetalia-Arten sind Melica uniflora, Galium odoratum und Lamiastrum galeobdolon sowie die für einzelne Untereinheiten bezeichnenden Sippen Ranunculus ficaria, Impatiens noli-tangere, Circaea lutetiana, Carex sylvatica und Festuca altissima besonders häufig. Anspruchsvolle Arten der Waldgersten-Buchenwälder fehlen. Im Galio odorati-Fagetum bleibt demzufolge die mittlere Artenzahl (mit 25) deutlich unter jener des Hordelymo-Fagetum (mit 37). Neben den genannten Fagetalia-Arten weisen in der zu etwa 70-80 % schließenden Krautschicht Klassenkennarten wie Anemone nemorosa, Stellaria holostea und Milium effusum hohe Präsenzen auf (Stetigkeit V). Zu den häufigsten Begleitern gehören Oxalis acetosella, Rubus fruticosus agg., Rubus idaeus und Lonicera periclymenum. Da phänologisch auffällige Arten fehlen, sind einzelne Phänophasen - im Vergleich zu Auen- und Waldgersten-Buchenwäldern - wenig ausgeprägt. Im Frühjahrsaspekt dominiert allein Anemone nemorosa; im Sommer können - abhängig vom Lichtangebot - Gräser (Melica uniflora, Milium effusum) oder Oxalis acetosella vorherrschen.

Zur besseren Darstellung der für Waldmeister-Buchenwälder charakteristischen Verjüngungs- und Konkurrenzdynamik wurde die aus Tabelle 17 ersichtliche, schichtenspezifische Verteilung einzelner Gehölzarten in ein Strukturdiagramm übertragen (Abb.52). In der von Fagus beherrschten B1-Schicht ist gegenwärtig nur Quercus robur mit nennenswerter Stetigkeit vertreten (maximal bis zu 80 %). Ihre geringe Präsenz im Unterstand (unter 3 %) zeigt aber, daß dieser Mischungsanteil nicht fortbestehen wird (naturnahe Bewirtschaftung und ausbleibende Pflanzungen vorausgesetzt). Da nahezu ausschließlich Fagus im Unterstand auftritt (Stetigkeit IV-V), kann sich mit jedem Einschlag von Althölzern zunächst der relative, später auch absolute Buchenanteil erhöhen. Im Kronenraum entstehende Lücken werden also ausschließlich von Fagus geschlossen. Der heute noch vorhandene Stieleichenanteil ist nutzungsgeschichtlich erklärbar und überwiegend durch Pflanzungen, teilweise auch durch entsprechende Nutzungsformen (Hude-, Nieder- oder Mittelwaldwirtschaft) entstanden. Die geringe Überlebensfähigkeit der Stieleiche in naturnah bewirtschafteten Wäldern ist allerdings nicht nur Ausdruck der Konkurrenzüberlegenheit von Fagus, sondern gleichzeitig auf hohen Wildverbiß zurückzuführen. Obwohl in der Krautschicht der insgesamt 147 aufgenommenen Bestände vergleichsweise häufig (Stetigkeit zwischen I und IV), war Quercus robur in der Strauchschicht nicht ein einziges Mal nachweisbar. Über den jeweiligen Anteil der durch Lichtkonkurrenz oder Wildverbiß abgestorbenen Eichensämlinge können nur Beobachtungen in forstlichen Dauerbeobachtungsflächen (z.B. begatterte Bereiche in Waldreservaten) genauere Auskunft geben. Gleiches betrifft Prognosen zur Entwicklung von Acer pseudo-platanus, der in Kraut- und Strauchschicht nur wenig seltener ist

als Fagus sylvatica (vgl. Abb.52). Im Gegensatz zum Hordelymo-Fagetum dürfte Bergahorn als Zwischenholzart auf den nur mäßig basenreichen bis schwach sauren Standorten des Galio odorati-Fagetum eine nur untergeordnete Rolle spielen. "Kurzgeschlossene Zyklen" (Fehlen von Zwischenholzarten) der Waldentwicklung scheinen gerade für Buchenwälder dieses Typs charakteristisch (H.D. KNAPP und JESCHKE 1991:40). Aufgrund allochthoner Nährstoffeinträge (insbesondere hinsichtlich gegenwärtiger N-Depositionsraten) kann Acer pseudo-platanus allerdings Konkurrenzvorteile erlangen. Inwieweit sich dieser künftig in der Baumschicht von Waldmeister-Buchenwäldern zu etablieren vermag, ist eine wichtige Fragestellung im Rahmen von Dauerbeobachtungen schleswig-holsteinischer Naturwaldreservate.

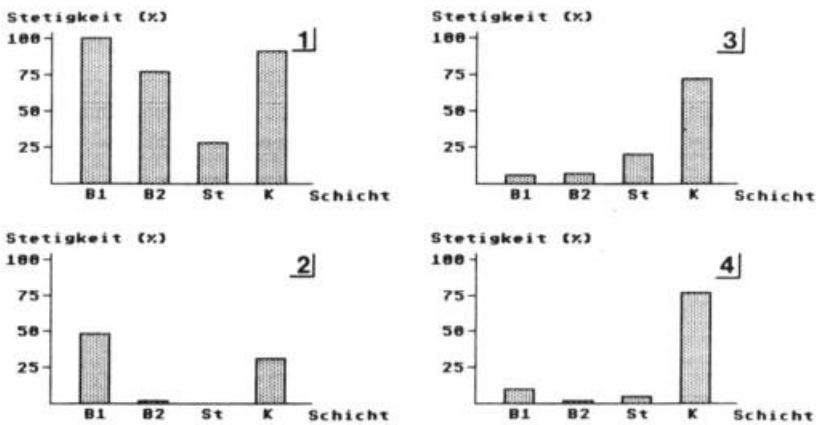


Abb.54: Schichtenspezifische Verteilung einzelner Gehölzarten in Beständen des Galio odorati-Fagetum (1) Fagus sylvatica, 2) Quercus robur, 3) Acer pseudo-platanus, 4) Fraxinus excelsior

Innerhalb der Trophiespanne der von Waldmeister-Buchenwäldern besiedelten Standorte vollzieht sich - abhängig vom Bodensäuregrad und bei weitgehend gleichbleibender Bonität der Buche - ein deutlicher Wandel der Bodenvegetation. Trophiebedingt lassen sich im Untersuchungsgebiet daher vier Untereinheiten (Ausbildungen bzw. Subassoziationen) unterscheiden, die floristisch in nur wenig abgewandelter Form im gesamten baltischen Jungmoränengebiet und zum Teil auch im Mittelgebirgsraum vorkommen.

- Untereinheiten der Gesellschaft

Unter relativ günstigen Nährstoffbedingungen treten Bestände der Ausbildung von Ranunculus ficaria auf (Tab.17, lfd. Nr.1-55). Sie sind bezeichnend für das Östliche Hügelland und nur ganz selten auch in der Altmoräne nachweisbar (lfd. Nr.50, 51; vgl. Abb.53). Als bezeichnende Differentialarten treten Sippen auf, die stärker versauerte Böden meiden und auch hinsichtlich ihres N-Bedarfs nicht ganz anspruchslos sind. Zu ihnen gehören u.a. Ranunculus ficaria, Impatiens noli-tangere, Gagea spathacea, Scrophularia nodosa und Adoxa moschatellina. Da in Waldmeister-Buchenwäldern günstigere Trophiebedingungen an bodenfrische Standorte geknüpft sind (z.B. geringe Nährstoffauswaschung bei gleichzeitig besserer -bindung in lehmigen und daher auch staufeuchten Böden), erweisen sich die oben genannten Sippen zugleich als Bodenfrischezeiger.

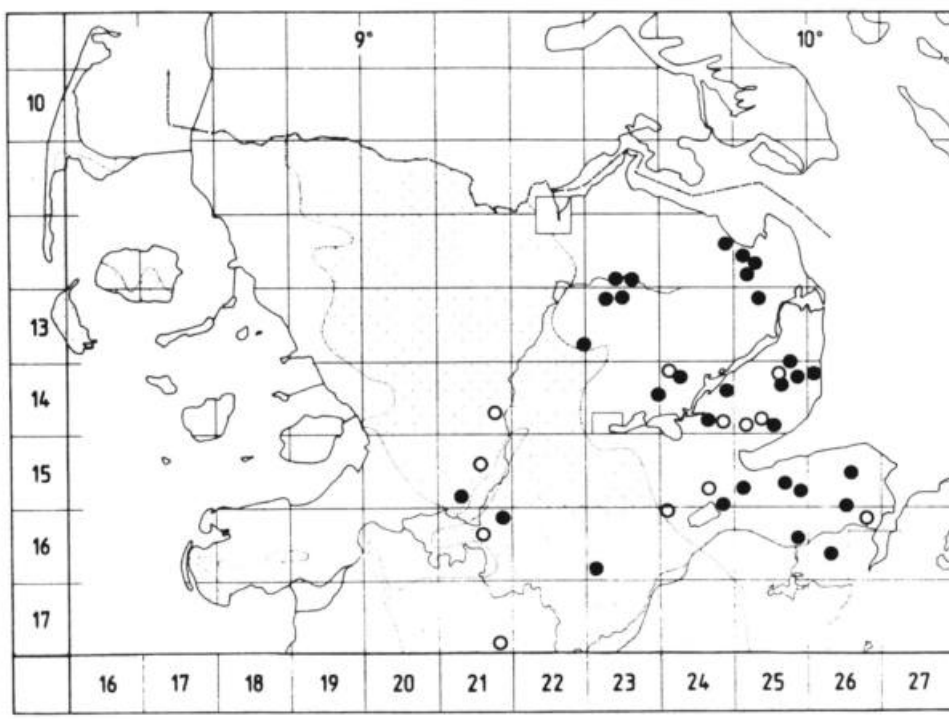


Abb.53: Bestandesvorkommen des Galio odorati-Fagetum
● Ranunculus ficaria-Ausbildung
o Typische Subassoziation

Bestände ganz ähnlicher Artenverbindung wurden von anderen Autoren zum Galio odorati-Fagetum circaeetosum gestellt (vgl. OBERDORFER 1953:444, DIERSCHKE 1989a:139) und standörtlich als "bodenfrischer Flügel" der Waldmeister-Buchenwälder interpretiert. Allerdings

toleriert Circaea lutetiana ein breiteres pH-Spektrum als Arten der Ranunculus ficaria-Gruppe. Sie kommt demzufolge auch noch auf stärker entbasten Waldböden vor, sofern deren Frischezustand dem Hexenkraut zusagt (vgl. Tab.17 in vorliegender Arbeit, Tab.7 in DIERSCHKE 1989a:137). Die betrachtete Subassoziation kennzeichnet daher eher ein bestimmtes Feuchtigkeits-, weniger ein Trophiespektrum von Waldmeister-Buchenwald-Standorten. Die "Ausbildung von Ranunculus ficaria" entspricht daher nur zum Teil dem Galio-Fagetum circaeetosum.

Ausgeglichene Feuchtigkeitsverhältnisse werden an Standorten der Ranunculus-Ausbildung zudem durch Deschampsia cespitosa, Athyrium filix-femina, Circaea lutetiana, Carex remota und Carex sylvatica angezeigt. Da Unterschiede im Wasserhaushalt nicht bestehen, erweist sich die Gesellschaft als monotypische Einheit (Deschampsia cespitosa-Variante).

Ein günstiges Lichtklima fördert die Entwicklung von Stellaria nemorum (Stellaria nemorum-Subvariante, Tab. 17, lfd. Nr.1-17). Dieses besteht entweder an Bestandesrändern (seitlich einfallendes Licht) oder bei höherem (überwiegend nutzungsbedingtem) Deckungsanteil von Quercus robur. Dementsprechend weist die Stieleiche in dieser Subvariante hohe Stetigkeits- und Deckungswerte auf (vgl. Tab.17).

Bestände der Ranunculus-Ausbildung sind an pseudovergleyte Parabraunerden gebunden, deren Solum die Horizontfolge O_L-O_f-A_h-A_l-(S)B_t-(S)B_v-(S)B_vC aufweist (vgl. Bodentab.23). Ihre organische Auflage besteht aus einer 1-2 cm mächtigen Förna sowie einem meist geringmächtigen Fermentationshorizont (um 0,3 cm). Er ist charakteristisch für Parabraunerden der Ranunculus-Ausbildung und diagnostisch wichtig für die Humusform "F-Mull". Im Vergleich zu Waldgersten-Buchenwald-Standorten weist der A_h bereits deutlich geringere Entwicklungstiefen auf. Er ist durchschnittlich 14 cm mächtig, krümelig und von Feinwurzeln stark durchsetzt. Unter den Humushorizonten besitzt er das engste C/N-Verhältnis (um 17,5) und somit vermutlich auch die höchsten N-Nachlieferungsraten. S-, Basensätigungs- und pH(H_2O)-Werte (5,2 mval/100 ccm, 30 %, 3,5) belegen zwar ein für Waldmeister-Buchenwälder günstiges Basenangebot, lassen aber doch eine bereits fortgeschrittene Oberbodenversauerung erkennen. Das Pedon ist bis zu Tiefen um 4 dm tonverarmt. Als bezeichnende Bodenarten des A_l treten schluffige bis lehmige Sande auf, die zu einem Feinpolyedergefüge aggregiert sind. Feinwurzeln sind im A_l nicht mehr nachweisbar. In den betrachteten Profilen wurde Ton bis zu einer Tiefe von maximal 8 dm verlagert (Untergrenze des B_t). Besonders in Waldmeister-Buchenwäldern sind solche Tonanreicherungshorizonte von hoher vegetationsökologischer Relevanz. Im B_t werden mit dem eingewaschenen Ton in erster Linie solche Poren verfüllt, die in hohem Maße einer vertikalen Sickerwasserbewegung dienen. Im Gegensatz zum A_l wird damit die Wasserleitfähigkeit des B_t erheblich herabgesetzt. Er fungiert als Staukörper, über dem sich Niederschlagswasser zeitweilig bis in den Wurzelraum der Feldschicht rückstauen kann. Dies erklärt, warum die oben genannten frischeholden Sippen mit hoher Präsenz in Waldmeister-Buchenwäldern des Untersuchungsgebietes auftreten, obwohl sie sich andernorts zum Teil als Kenn- beziehungsweise Trennarten des Alno-Ulmion erweisen (vgl. OBERDORFER 1957:396ff,

Bodentab.23: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Galio odorati-Fagetum, Ranunculus ficaria-Ausbildung
Bodentyp: pseudovergleyte Parabraunerde
Anzahl der Profilaufnahmen: 8

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L		1,0		4,1	27,6	49,0				3,3	3,7		
		1,4	-	4,4	29,5	49,4	464,5	11,9	39,2	3,4	3,9		
		2,0		5,0	33,4	49,8				3,6	4,1		
O_f		0,0		3,7	24,6	43,5				3,1	3,7		
		0,3	-	4,2	28,1	43,5	439,6	15,8	27,9	3,2	3,7		
		1,5		4,7	31,6	43,5				3,3	3,7		
O_h		0,0-1,0	-	n.b., da Oh meist fehlt									
A_h		11		2,6	2,0	16,9	22,6	1,2	13,3	2,6	3,2		S-lS
		14	stark	5,2	4,0	31,0	36,1	2,1	17,5	3,0	3,7	Krümel	5YR-7,5YR
		18		7,5	5,8	43,5	49,6	3,1	21,0	3,3	4,0		3/2
A_{hl}		37		2,2	1,6	26,7	4,5	0,1	12,5	2,8	3,6		uS-lS
		43	-	5,2	3,7	45,7	12,4	0,6	19,4	3,4	4,2	Fpoly	10YR
		57		8,1	5,8	74,4	19,7	1,6	31,5	4,2	5,3		4/4-6
(S)B_t	B_t,B_{vt}, B_{tv}	53		2,7	1,7	26,6	2,5	0,1	8,7	2,7	3,8		lU-sT
		74	-	7,3	4,6	58,1	4,0	0,2	10,8	3,5	4,6	Kohär	7,5YR-10YR
		80		13,1	8,2	92,1	5,2	0,4	13,0	4,7	6,2		4-5/6-8
(S)B_v	B_v	94		2,4	1,5	45,5	1,4			2,9	3,7		sU-sL
		106	-	8,4	5,3	81,3	1,9	<0,3	n.b.	3,8	5,2	Kohär	7,5YR-10YR
		114		12,5	7,8	100,0	2,7			4,7	6,2		4-5/6-8
SB_vC	(S)B_vC	120		1,9	1,2	26,1	1,3			3,1	4,5		uS-sL
		134	-	9,3	5,8	77,0	1,9	<0,3	n.b.	4,4	6,0	Kohär	7,5YR-10YR
		150		14,4	9,0	100,0	2,5			5,3	6,9		5/4-6

1990, DIERSCHKE 1985:501, Tab.1). Zugleich können Tonanreicherungshorizonte über eine Verminderung der Sickerwasserbewegung Prozesse der Nährstoffauswaschung verzögern und somit indirekt die Nährstoffsituation vor Ort beeinflussen. An den untersuchten Standorten der Ranunculus-Ausbildung weist der B_t meist eine schwache Marmorierung auf ((S)B_t: Flächenanteil der Rostflecken <5 %), die zeitweilig bestehenden Stauwassereinfluß belegt. Abhängig von der Intensität einer Tonanreicherung können daneben B_{vt} oder B_{tv}-Horizonte entwickelt sein. Sie sind - infolge einer schwächer ausgeprägten Porenverfüllung - nicht oder allenfalls schwach pseudovergleyt. Profilabwärts nimmt Stauwassereinfluß kontinuierlich zu. So weisen auch die bis in etwa 11 dm unter Flur reichenden und im bodenfrischen Zustand kohärenten B_v-Horizonte schwache Pseudogley-Merkmale auf ((S)B_v). Im Übergang zum C-Material (B_vC) treten Rostflecken meist noch deutlicher hervor (SB_vC). Eine Zusammenstellung bodenchemischer Analysenwerte der betrachteten Parabraunerden gibt Bodentabelle 23.

Wie Grundwasser-Messungen zeigen, liegen A_h- und teilweise auch A_l-Horizonte ganzjährig oberhalb des Grundwasserspiegels (vgl. Abb.54). Im Niveau des B_t kann der Einstau während niederschlagsreicher Perioden einige Monate pro Jahr andauern (vgl. Dauerlinie im Untersuchungsjahr 1987). Ein Rückstau des Niederschlagswassers mit nachfolgender Rostfleckenbildung wird daher verständlich. Abhängig von der Lagerungsdichte des Unterbodens sowie von lokal-topographischen Verhältnissen reagiert die Grundwasseroberfläche unterschiedlich sensibel auf Niederschlagsereignisse. Ein vergleichsweise variables Bild zeigen dementsprechend die in Abbildung 54 dargestellten und für Standorte der Ranunculus-Ausbildung charakteristischen Gang- und Dauerlinien. In der Regel sinkt der Grundwasserspiegel mit Laubaustrieb der Buche (Anfang Mai) ab, wobei hohe Niederschläge während dieser Jahreszeit den Wasserverbrauch der Vegetation teilweise oder auch vollständig kompensieren können. In Jahren mit durchschnittlicher Niederschlagsmenge erreicht die sommerliche Maximaldepression Werte zwischen 3 und 4 m unter Flur, so daß eine Wasserversorgung innerhalb der Vegetationsperiode überwiegend durch Kapillarwasser erfolgt (nach Niederschlägen in Mittel- und engen Grobporen gegen die Schwerkraft gehaltenes Wasser). In Naßjahren verringert sich der Tiefststand der Grundwasseroberfläche auf etwa 15 bis 25 dm unter Flur.

Zwischen Standorten der Ranunculus-Ausbildung und jenen der Typischen Subassoziation besteht ein deutlicher Trophiegradient, der sich nicht nur in floristischen, sondern auch profilmorphologischen Merkmalen manifestiert. Ihre Vegetation läßt sich nur negativ kennzeichnen, entbehrt also eigener Differentialarten (Tab.17, lfd. Nr.56-72). Der Ranunculus-Ausbildung vergleichbar stockt sie ausschließlich auf pseudovergleyten Parabraunerden, so daß Frischezeiger der Deschampsia-Gruppe gute Entwicklungsbedingungen finden. Wie Abbildung 53 zeigt, kommt sie überwiegend im Östlichen Hügelland, seltener auch in der Altmoräne vor.

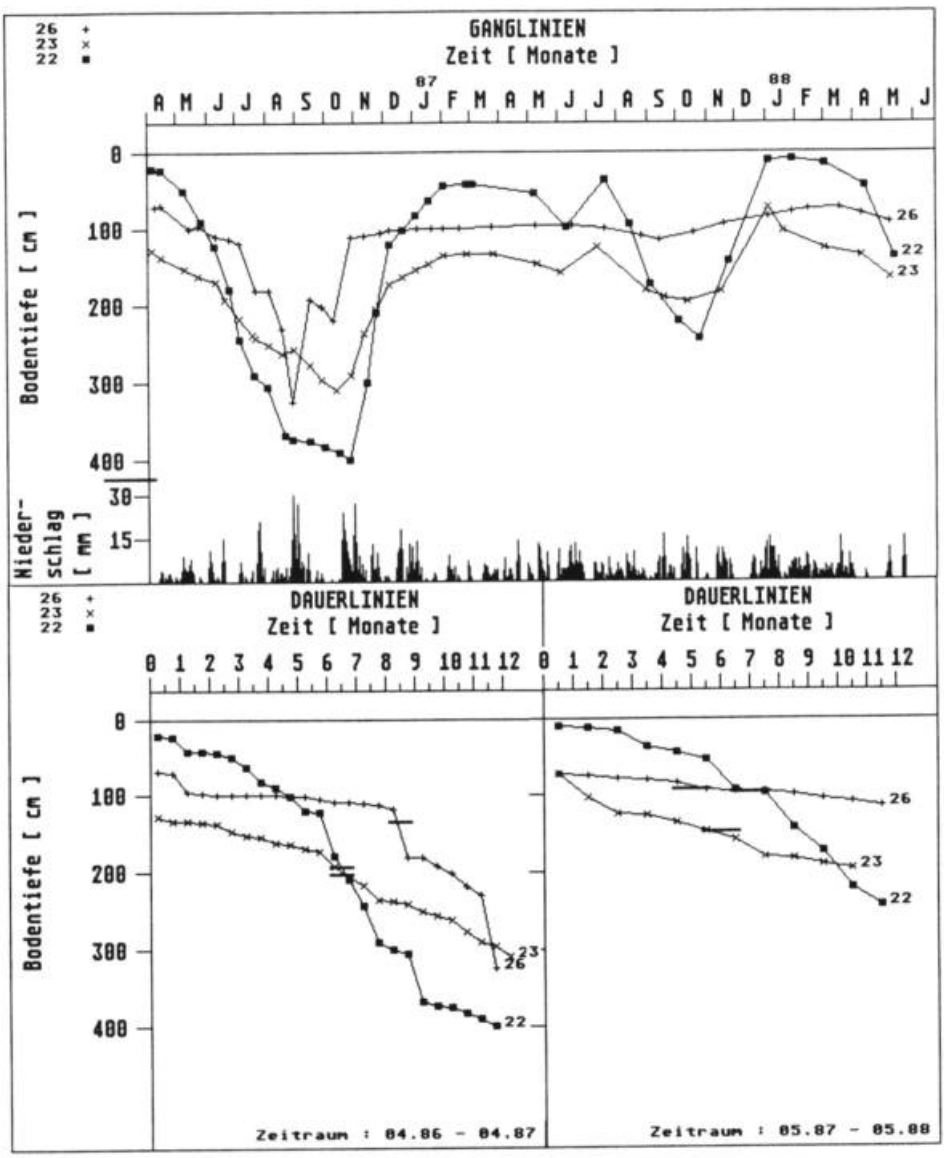


Abb.54: Hydrologische Kennzeichnung von Standorten des Galio odorati-Fagetum (Ranunculus ficaria-Ausbildung, Kurven Nr. 22, 23 und 26); oberer Abb.teil Ganglinien, unterer Abb.teil Dauerlinien (weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.2.)

Mit Ausnahme der Humushorizonte weist das Solum eine den bereits oben beschriebenen Parabraunerden vergleichbare Profildifferenzierung auf (vgl. Bodentab.24). Besonders die im Humuskörper lebende Tierwelt reagiert aber sensibel auf eine (im Vergleich zum F-Mull der Ranunculus-Ausbildung bestehende) pH-Abnahme. Mit ihr verschlechtern sich vor allem die Lebensbedingungen für Lumbriciden und größere Arthropoden (z.B. Carabiden; REHFUESS 1981:141). An ihre Stelle treten Enchytraeen, Collembolen und Acariden, die in ihrer Wühltätigkeit den zuerst genannten Gruppen weit nachstehen. Da Mineralisations- und Bioturbationsraten abnehmen, verläuft der Streuabbau verzögert. Es resultieren mächtigere Auflage- (um 3 cm) und weniger tiefgründig entwickelte A_h-Horizonte (um 12 cm). Das Humusprofil besteht nahezu immer aus einer O_L-, O_f- und O_h-Lage, so daß als Humusform ein "Mullartiger Moder" vorliegt. Obwohl pH(H_2O)-, S- und Basensättigungswerte (3,3, 2,3 mval/100 ccm, 16 %) eine fortgeschrittene Versauerung erkennen lassen, treten im A_h die höchsten Feinwurzeldichten auf. Innerhalb der Humushorizonte weist er zugleich das engste C/N-Verhältnis auf (um 23). Eine bodenchemische Kennzeichnung der betrachteten Parabraunerden gibt Bodentabelle 24.

Zu den physiognomisch besonders auffälligen Fagion-Gesellschaften zählen Moderbuchenwälder, in deren Feldschicht Festuca altissima vorherrscht oder doch höhere Deckungsanteile erlangt. Ihre floristische wie standörtliche Eigenart bewog mehrere Autoren, sie als eigene Subassoziation (Subassoziation von Festuca altissima) des Galio odorati-Fagetum aufzufassen (vgl. TÜXEN 1937:143f, SOUGNEZ und THILL 1959, Th. MÜLLER 1989:158; Tab.17, lfd. Nr.73-141). Standörtlich kennzeichnend sind mächtige Moderauflagen, die dem Waldschwingel als Substrat dienen und von diesem intensiv durchwurzelt werden. Solche Standortsbedingungen sind insbesondere, aber nicht nur für die baltische Jungmoräne charakteristisch (vgl. LÖTSCHERT 1963:195, HARTMANN und JAHN 1967:193, VON GLAHN 1969:73ff, ELLENBERG 1978:158, DIERSCHKE 1989a:138). Im Mittelgebirgsraum besiedelt Waldschwingel zudem steile, schattig-luftfeuchte und mitunter steinig-felsige (skelettreiche) Hangbereiche, die nicht selten solcher Streuauflagen entbehren (OBERDORFER 1957:447, LOHMEYER 1962:190f, HARTMANN UND JAHN 1967:188, DIERSCHKE 1989a:138). Entsprechende Standorte lassen sich daher nur in lokal-klimatischer, nicht aber edaphischer Hinsicht mit Verhältnissen im Untersuchungsgebiet vergleichen.

Bei einer Akkumulation der Streu sind meist mehrere Faktoren wirksam. Einerseits kann das von windexponierten Hangpartien fortgewirbelte Fallaub in Lee-Lagen deponiert und dort von Festuca altissima besiedelt werden. Andererseits tragen die bis zu einem Meter hohen und überwiegend wintergrünen Horste zu einer Laubansammlung bei, so daß sich das Gras schließlich selbst einen günstigen Wuchsraum formt (DIERSCHKE 1989a:138). Dichtgeschlossene Festuca-Herden vermögen auch windexponierte Standorte zu besiedeln (RÜHL 1957:116, LÖTSCHERT 1963:194), indem sie aus Lee- in Luv-Bereiche vordringen. Aufgrund ihrer Wuchshöhe können

Bodentab.24: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes (weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Galio odorati-Fagetum typicum
Bodentyp: pseudovergleyte Parabraunerde
Anzahl der Profilaufnahmen: 5

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L		1,0		3,0	20,0	36,6	480,5	13,0	33,3	3,3	3,8		
		1,2	-	3,7	24,7	41,3	485,7	13,9	35,1	3,5	4,0		
		1,5		4,5	30,0	48,0	491,0	14,7	37,0	3,7	4,2		
O_f		1,0		2,0	13,4	25,7	423,2	16,7	24,1	3,0	3,3		
		1,7	-	2,7	18,3	30,8	444,5	17,3	25,6	3,1	3,5		
		2,0		3,5	23,2	35,0	493,9	18,2	27,2	3,4	3,9		
O_h				1,2	8,0	13,3	263,6	10,5	21,3	2,3	2,6		
		<1,0	schw.-	1,4	9,6	22,4	319,6	12,8	25,2	2,8	3,2		
			mitt.	1,6	10,4	28,2	382,8	15,6	29,8	3,1	3,6		
A_h		10		1,3	1,0	8,4	40,3	1,6	19,2	2,6	3,1		S-lS
		12	stark	2,3	1,8	15,6	49,3	2,2	23,1	2,7	3,3	Krûmel	7,5YR
		15		3,8	2,9	30,9	57,2	3,0	25,6	3,0	3,7		3/2
A_{hl}	/(S)A_{hl}	42		2,1	1,5	18,1	14,6	0,5	29,3	2,8	3,4		uS-lS
		50	-	3,4	2,4	27,4	19,3	0,6	35,0	3,1	3,8	Fpoly	7,5YR
		63		4,3	3,1	39,3	24,5	0,6	45,4	3,3	4,1		4/6
(S)B_t	B_t	72		3,5	2,2	25,3	6,8			3,0	3,8		lS-sL
		78	-	5,1	3,2	37,4	6,9	<0,2	n.b.	3,2	4,1	Kohär	7,5YR
		84		6,4	4,0	47,0	7,0			3,3	4,3		5/6
(S)B_v	SB_v	100		4,8	3,0	31,5				2,9	4,0		lS-sL
		112	-	6,2	3,9	54,2	n.b.	n.b.	n.b.	3,1	4,5	Kohär	7,5YR
		130		8,3	5,2	83,9				3,6	5,2		5/6
(S)B_vC	SB_vC	140		1,9	1,2	35,3				3,1	4,4		uS-sL
		144	-	4,6	2,9	59,4	n.b.	n.b.	n.b.	3,6	5,0	Kohär	10YR
		150		6,7	4,2	100,0				4,5	6,1		5/4

sie selbst im Winterhalbjahr Laubauswehungen weitgehend unterbinden. Ähnlich den Verhältnissen der Typischen Subassoziation unterschreitet der pH-Wert an Festuca-Standorten bereits einen Schwellenwert (um 3,5), unterhalb dessen die Aktivität mineralisierender wie bodenwühlender Organismen deutlich abnimmt. Somit ist auch auf diese Weise ein Fortbestehen der zur Entwicklung des Waldschwingels wichtigen Streuauflagen gewährleistet. Da die hochwüchsigen Horste übrige Sippen am Aufkommen hindern, sind Festuca-Wälder ausgesprochen artenarm. Mit einer mittleren Artenzahl von 22 bis 26 (je nach Untereinheit) zählen sie zu den artenärmsten Waldgesellschaften des Untersuchungsgebietes.

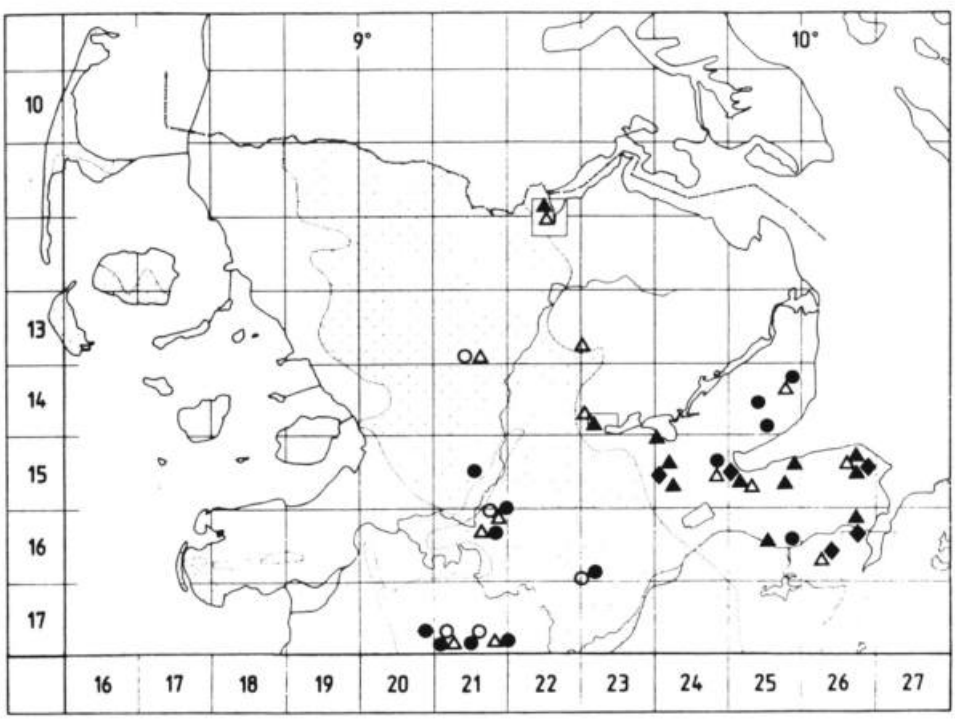


Abb.55: Bestandesvorkommen des Galio odorati-Fagetum
Festuca altissima-Subassoziation
▲ Deschampsia cesp.-Variante, Typische Subvariante
△ Deschampsia cesp.-Variante, Polytrichum-Subvariante
◆ Typische Variante
Polytrichum formosum-Subassoziation
● Deschampsia cesp.-Variante
○ Typische Variante

In Schleswig-Holstein treten Waldschwingel-Waldmeister-Buchenwälder unter verschiedenen hydrologischen Bedingungen auf (vgl. von GLAHN 1967:72ff). Kennzeichnend für die Variante von Deschampsia cespitosa sind pseudovergleyte Parabraunerden, deren Oberbodenfeuchte ein

Aufkommen frischeholder Sippen (der Deschampsia-Gruppe) ermöglicht (Tab.17, lfd. Nr.73-112; Circaea lutetiana, Carex remota und Carex sylvatica treten trophiebedingt allerdings mehr oder minder deutlich zurück). Innerhalb dieser Bestände erlauben Verhagerungszeiger (Maianthemum bifolium, Polytrichum formosum, Avenella flexuosa, Carex pilulifera) eine feinere Trophiestufen-Differenzierung, so daß eine Typische Subvariante (lfd. Nr.73-92) und eine Polytrichum-Subvariante (lfd. Nr.93-112) unterschieden werden können. Standorte der zuletzt genannten Einheit zeichnen sich - in profilmorphologischer wie bodenchemischer Sicht - durch eine geringe, tendenziell aber eindeutige Verschlechterung des Humuszustandes aus (s. Abschnitt "Synökologischer Vergleich").

Während Bestände der Typischen Subvariante nur in der Jungmoräne vorkommen, ließen sich jene der Polytrichum-Subvariante in der Jung- und Altmoräne nachweisen (vgl. Abb.55). Ihren Standorten gemein ist ein etwa 4-5 cm mächtiger Auflagehumus, der immer aus einer O_L-, O_f- und O_h-Lage besteht. Die Humusform entspricht einem "Typischen Moder", der bezüglich der Mächtigkeit einzelner Horizonte als feinhumusarm gewertet werden kann (O_h kleiner 1,5 cm, O_f überwiegend kleiner 2-3 cm; vgl. ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE 1982:103). Die Mächtigkeit des A_h beträgt etwa 1 dm. Er weist C/N-Werte um 19 (Typische Subvariante) beziehungsweise 21 (Polytrichum-Subvariante) auf und läßt an Standorten der Polytrichum-Subvariante vereinzelt Bleichkörner erkennen (beginnende Kornpodsoligkeit). In den darüberliegenden Auflagen steigen die C/N-Werte von 23 (O_h) auf etwa 30 (O_L) an. Feinwurzeln treten im O_f, O_h und A_h auf, wobei sie an Standorten der Typischen Subvariante überwiegend im A_h, an jenen der Polytrichum-Variante vorzugsweise im O_f lokalisiert sind. Die pH(H_2O)-Werte in diesen Wurzelhorizonten schwanken zwischen 2,9 und 3,4 (Mittelwerte). Die unterhalb des A_h bestehende Profildifferenzierung entspricht weitgehend der bereits für Böden der Ranunculus-Ausbildung gegebenen Beschreibung. Sie ist zudem - neben bodenchemischen Kenngrößen - aus Bodentabelle 25 beziehungsweise Bodentabelle 26 ersichtlich (Typische bzw. Polytrichum-Subvariante).

Grundwasserverhältnisse an Standorten der Festuca-Subassoziation (Deschampsia-Variante) werden durch die in Abbildung 56 dargestellten Gang- und Dauerlinien beschrieben. Sie kennzeichnen allerdings eher extreme denn durchschnittliche Verhältnisse, wie große Niveauunterschiede der maximalen Spiegelsenkungen im Spätsommer 1987 zu erkennen geben. Bodenart, -typ und Stauwassermerkmale lassen erwarten, daß die hydrologische Situation dieser Standorte weitgehend jener von Standorten der Ranunculus-Ausbildung vergleichbar ist. Ganz entsprechend läßt sich daher der Gang- und Dauerlinienverlauf interpretieren (vgl. Ähnlichkeit des Kurvenverlaufs in Abb.56, Nr.20 und Abb.54, Nr.23). Nur bei bestimmter Geländetopographie (z.B. Untersuchungsflächen unweit kleiner Geländeanschnitte) kann die Grundwasseroberfläche selbst in Naßjahren bis zu über 4 m unter Flur absinken (vgl. Abb.56, Kurve Nr.21). Das Beispiel veranschaulicht, daß an Standorten des Galio odorati-Fagetum nahezu

Bodentab.25: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Galio odorati-Fagetum festucetosum, Deschampsia cespitosa-Variante (Typische Subvariante)
Bodentyp: pseudovergleyte Parabraunerde
Anzahl der Profilaufnahmen: 6

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
		1,0		4,4	29,2	39,9				3,3	3,5		
O_L		1,7	-	4,4	29,6	39,9	486,3	14,8	32,8	3,4	3,6		
		2,0		4,5	30,0	40,0				3,4	3,6		
		1,5		3,3	22,0	32,0	440,5	18,2	23,8	2,9	3,2		
O_f		1,9	mitt.	3,7	24,4	40,4	464,3	18,3	25,3	3,0	3,4		
		2,0		4,0	26,8	48,7	488,2	18,5	26,9	3,1	3,5		
				0,5	3,2	5,7	332,5	13,5	21,4	2,4	2,7		
O_h		<1,0	mitt.	1,3	8,8	21,4	350,6	15,3	23,1	2,6	2,9		
				2,2	14,4	37,1	368,7	17,2	24,7	2,7	3,0		
		9		1,6	1,2	6,3	37,0	2,2	16,6	2,5	2,8		S-lS
A_h		10	mitt.-	3,5	2,7	16,4	51,4	2,6	19,1	2,8	3,3	Krûmel	5YR-10YR
		11	stark	4,9	3,8	33,3	76,1	3,6	23,5	3,1	3,7		2-4/1-2
		33		2,8	2,0	17,1	8,2	0,1	29,6	2,9	3,5		uS-lS
A_{hl}		39	-	4,2	3,0	28,8	15,3	0,4	32,8	3,3	3,9	Fpoly	7,5YR-10YR
		48		6,3	4,5	52,8	25,0	0,7	37,4	3,7	4,2		4-5/6
		55		4,8	3,0	16,5	1,9			2,8	3,7		sL-uL
B_t	(S)B_t	72	-	5,6	3,5	33,3	4,1	<0,1	n.b.	3,1	4,2	Kohär	7,5YR
		89		7,0	4,4	70,8	7,8			3,6	4,7		4-5/4-6
		95		5,0	3,1	24,7	1,5			2,8	4,2		lS-sL
B_v	(S)B_v, B_{tv}	106	-	5,9	3,7	44,4	2,4	<0,1	n.b.	3,4	4,7	Kohär	7,5YR-10YR
		115		6,7	4,2	100,0	3,9			3,9	5,3		4-5/6
		120		5,0	3,1	31,0	1,1			2,8	4,3		lS-sL
(S)B_vC	B_vC	130	-	6,9	4,3	51,6	1,3	<0,1	n.b.	3,5	5,2	Kohär	7,5YR-10YR
		140		8,6	5,4	100,0	1,6			4,3	6,1		4-6/6

Bodentab.26: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Galio odorati-Fagetum festucetosum, Deschampsia cespitosa-Variante (Polytrichum formosum-Subvariante)
Bodentyp: pseudovergleyte Parabraunerde (teilw. geringe Kornpodsoligkeit)
Anzahl der Profilaufnahmen: 7

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L		1,0		3,1	20,8	37,2	487,8	14,2	26,2	3,0	3,3		
		1,6	-	3,7	24,6	44,1	495,3	16,7	30,2	3,4	3,8		
		2,0		4,3	28,8	52,0	502,7	19,2	34,3	3,7	4,3		
O_f		2,0		1,7	11,2	23,0	446,5	16,0	21,6	2,5	2,8		
		2,1	mitt.-	3,0	19,7	32,5	466,9	19,0	25,0	3,0	3,4		
		2,5	stark	3,7	24,8	37,0	495,1	22,6	29,1	3,3	3,9		
O_h		1,0		0,2	1,2	1,6	359,6	14,8	19,7	2,2	2,5		
		1,1	schw.-	1,2	8,0	11,2	403,7	17,7	23,1	2,5	2,9		
		2,0	mitt.	2,4	16,0	22,2	445,3	21,3	25,0	2,8	3,3		
A_h	teilw. mit	5		0,1	0,1	0,5	23,3	1,3	17,2	2,3	2,6		S
	Bleich-	12	schw.	1,7	1,3	17,6	66,2	3,0	21,1	2,7	3,1	Krümel	5YR-7,5YR
	körnern	19		3,3	2,5	59,5	96,5	4,4	24,3	3,1	3,7		3/2-3
A_{hl}		36		0,0	0,0	0,0	3,9	0,1	23,4	2,9	3,5		uS-lS
		45	-	2,2	1,6	35,1	10,3	0,3	30,4	3,3	4,0	Fpoly	7,5YR-10YR
		70		4,2	3,0	52,6	18,0	0,6	37,1	3,5	4,3		4-5/6
(S)B_t	B_t,B_{tv}	57		2,4	1,5	20,3	2,3			2,7	3,6		lU-sL
		69	-	5,1	3,2	64,2	4,4	<0,2	n.b.	3,2	4,1	Kohär	7,5YR-10YR
		73		10,2	6,4	100,0	8,3			3,5	4,7		4-5/4-8
(S)B_v		105		0,2	0,1	4,0	1,8			2,8	3,9		ssL-sL
		112	-	5,9	3,7	57,3	1,8	<0,2	n.b.	3,5	4,9	Kohär	7,5YR-10YR
		122		10,2	6,4	100,0	1,8			4,2	5,5		5/4-6
SB_vC	(S)B_vC	130		1,3	0,8	38,1	1,5			3,0	4,6		sU-sL
		139	-	9,3	5,8	75,8	1,9	<0,2	n.b.	4,0	5,5	Kohär	7,5YR-10YR
		150		15,5	9,7	100,0	2,3			5,3	6,6		5-7/4-6

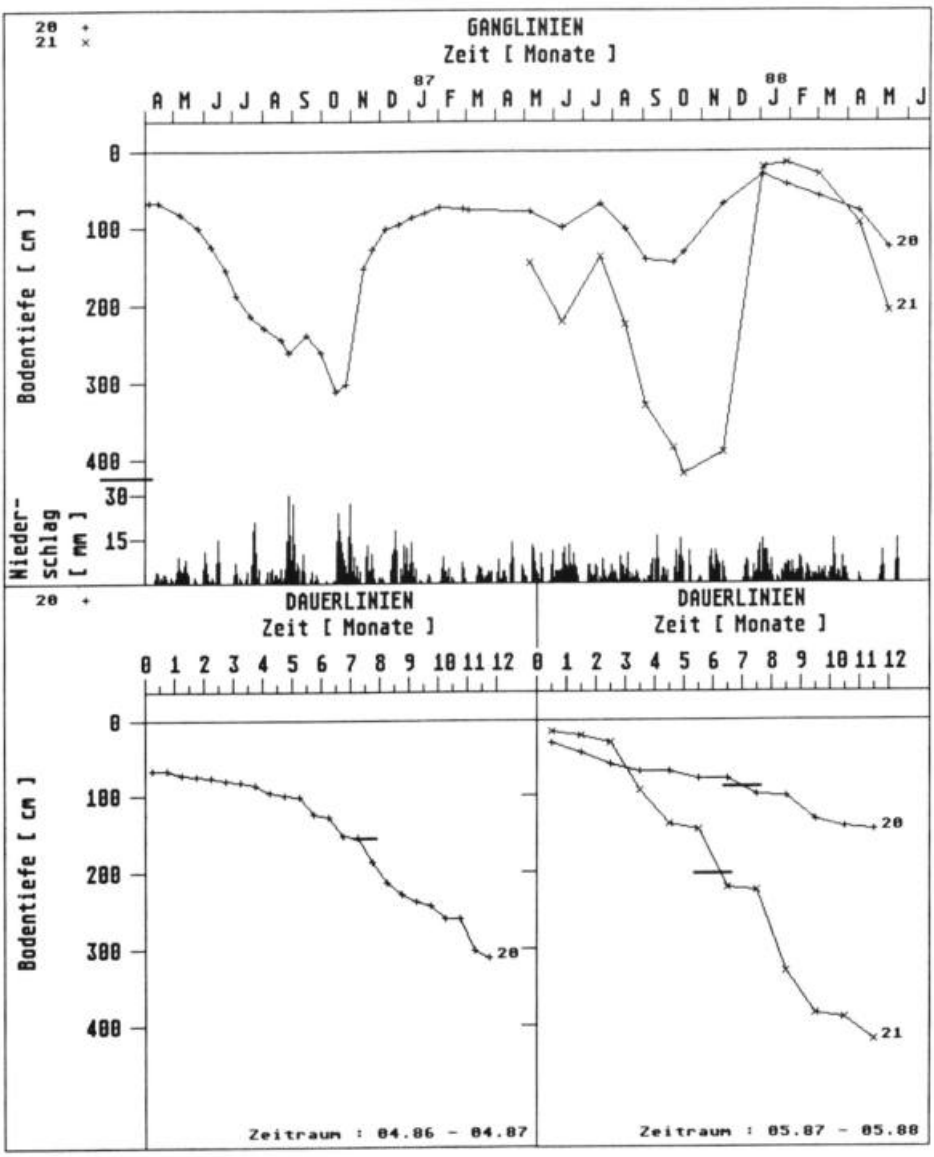


Abb.56: Hydrologische Kennzeichnung von Standorten des Galio odorati-Fagetum festucetosum (Kurven Nr.20 u. 21); oberer Abb.teil Ganglinien, unterer Abb.teil Dauerlinien (weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.2.)

ausschließlich Kapillarwasser den Wasserbedarf der Vegetation zu decken vermag. Aufgrund günstiger Gefügeform und Korngrößenverteilung der aus Geschiebelehmen entstandenen Böden wird ein Großteil des Bodenwassers (bis zu 50 % in lehmig-schluffigen Böden) zwischen pF-Werten von 1,8 und 4,2 gehalten. Bemerkenswert rasch kann sich im Spätherbst nach Laubwurf und Niederschlägen ein Wiederanstieg der Grundwasseroberfläche vollziehen. So wurde das Grundwasserniveau im betrachteten Beispiel (Kurve Nr.21) innerhalb von zwei Wochen von etwa 4 auf 0,2 m unter Flur angehoben.

Als Sonderstandorte der Polytrichum-Subvariante waren in der Altmoräne pseudovergleyte Rostbraunerden mit der Horizontfolge O_L-O_f-O_h-A_h-A_hB_v-(S)Bv-(S)B_vC nachweisbar (Bodentab.27). Obwohl sie aus reinem oder schluffigem Sand (Flugsand oder Fließerde) bestehen, treten infolge höherer Lagerungsdichten in Profiltiefen um 7 dm Stauwassermerkmale auf, so daß Sippen der Deschampsia-Gruppe eine für ihre Entwicklung noch ausreichende Bodenfeuchte vorfinden (wie das Beispiel zeigt, können Arten dieser Gruppe - zumindest für das Untersuchungsgebiet - daher nicht als Lehmzeiger gewertet werden). Obgleich Bodenart und Profildifferenzierung von den oben beschriebenen Parabraunerden abweichen, stimmen beide Böden in Chemismus und Aufbau des Humuskörpers weitgehend überein (vgl. Bodentab.27) .

Auf vergleichbaren, allerdings nicht stauwasserbeeinflußten Böden treten Bestände der Typischen Variante auf (Tab.17, lfd. Nr.113-118). Sie kommen ausschließlich auf sandigen, teils schwach kiesigen Absätzen der Endmoräne vor (Geschiebesande, fluvioglazigene Absätze; vgl. Abb.55 und VON GLAHN 1969:75) und sind bis zu Tiefen um 15 dm gut drainiert (ohne Stauwassermerkmale), entbehren also Arten der Deschampsia-Gruppe. Bezeichnender Bodentyp ist eine Rostbraunerde mit der Horizontfolge O_L-O_f-O_h-A_h-A_hB_v-B_v-B_vC (vgl. Bodentab.28). Ihr Auflagehumus weist eine den Parabraunerde-Standorten der Deschampsia-Variante vergleichbare Horizontierung auf (Typischer Moder), wobei Feinwurzeln überwiegend im O_f auftreten. Bei pH(H_2O)-Werten von 3,4 und C/N-Quotienten um 20 ist der A_h nur noch schwach durchwurzelt. Der vorherrschenden Bodenart (S-uS) gemäß besitzt er - wie die übrigen Mineralhorizonte - ein Einzelkorngefüge. Nur 2 von 7 Profilen ließen ganz vereinzelt Bleichkörner erkennen. Bis zu einer Tiefe um 5 dm treten im B_v geringe Humusmengen auf (C_{org}-Gehalt um 15 mg/g), die hauptsächlich durch Vermengungs- und nur zu einem vernachlässigbar geringen Anteil durch Illuvialprozesse eingebracht wurden (als Horizontbezeichnung daher A_hB_v; nur bei kornpodsoligem A_h sind Hüllen im oberen Teil des B_v erkennbar; vgl. VON GLAHN 1969:77). In etwa 8-9 dm Profiltiefe leitet der B_v abrupt oder allmählich in das C-Material über (im letzeren Fall als B_vC).

Nur wenige Rostbraunerden des Jungdiluviums tragen heute noch naturnahe Wälder. Der weitaus größte Anteil solcher Böden unterliegt entweder landwirtschaftlicher Nutzung oder wurde mit Nadelhölzern aufgeforstet (z.B. Hüttener oder Duvenstedter Berge). Dementsprechend wenige

Bodentab.27: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Galio odorati-Fagetum festucetosum, Deschampsia cespitosa-Variante (Polytrichum formosum-Subvariante)
Bodentyp: pseudovergleyte Rostbraunerde (geringe Kornpodsoligkeit)
Anzahl der Profilaufnahmen: 1

Horizont	Modif.	Mächgt./ Tiefe	DW	S-Wert (mval/	S-Wert (mval/	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n	pH (H2O)	Gefüge	Boden-art
O_L		2,0	-										
O_f		4,0	mitt.					- n.b. -					
O_h		1,0	mitt.										
A_h	mit Bleich-körnern	6	schw.	1,4	1,1	15,5	37,4	2,0	18,7	2,8	3,3	Krümel	S
A_hB_v		69	-	5,0	3,6	44,4	9,8	0,4	24,0	3,3	3,8	Einzk	uS
(S)B_v		99	-	5,0	3,6	60,0	1,7	0,1	n.b.	3,1	4,1	Einzk	uS
(S)B_vC		130	-	3,1	2,2	100,0	0,6	0,1	n.b.	4,2	4,9	Einzk	S

Bodentab.28: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Galio odorati-Fagetum festucetosum, Typ. Variante (Typische u. Polytrichum formosum-Subvariante)
Bodentyp: Rostbraunerde (unter Polytr.-Subvar. mit geringer Kornpodsoligkeit)
Anzahl der Profilaufnahmen: 7

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L		1,0 2,1 2,5	-										
O_f		1,0 2,1 2,5	stark					- n.b. -					
O_h		1,0 1,1 1,5	mitt.										
A_h	teilw. mit Bleich-körnern	10 12 14	schw.	3,5 4,1 5,2	2,7 3,2 4,0	13,0 19,8 27,5	41,6 69,3 97,3	2,3 3,4 5,3	16,3 20,2 23,5	2,8 3,0 3,0	3,3 3,4 3,5	Einzk	S-uS 5YR-7,5YR 2,5-3/2
A_hB_v		36 47 58	-	0,3 4,3 6,7	0,2 3,0 4,8	2,7 32,5 87,8	7,5 15,5 24,3	0,2 0,6 1,0	16,7 29,4 48,4	3,1 3,5 4,1	3,6 4,0 4,4	Einzk	S-uS 7,5YR 4-5/4-6
B_v		74 84 100	-	0,0 4,1 6,3	0,0 2,9 4,5	0,0 33,9 100,0	1,6 3,7 7,5	0,1 0,1 0,3	6,8 16,4 25,9	3,3 3,8 4,4	3,9 4,3 4,7	Einzk	S-uS 7,5YR-10YR 5-6/6
B_vC		100 129 150	-	1,3 4,7 8,0	0,9 3,3 5,7	13,0 42,4 100,0	1,1 2,3 4,2	<0,1	n.b.	2,9 3,7 4,4	4,1 4,7 6,0	Einzk	S-uS 7,5YR-10YR 5-6/4-6

Aufnahmen belegen die Vegetationszusammensetzung der für solche Standorte typischen Waldschwingel-Waldmeister-Buchenwälder. Wie Tabelle 17 andeutet, ließen sich (analog zur Deschampsia-Variante) zwei Subvarianten unterscheiden (lfd. Nr.113-115 u. 116-118), die geringe Trophieunterschiede zum Ausdruck bringen. Aufgrund des begrenzten Aufnahmematerials unterblieb in Tabelle 17 diese Unterteilung.

In trophischer Hinsicht lassen sich die Böden jener Waldmeister-Buchenwälder als Fagion-Grenzstandorte auffassen, deren Bodenvegetation eine größere Anzahl azidophytischer Sippen enthält (Polytrichum formosum, Maianthemum bifolium, Avenella flexuosa, Frangula alnus, Carex pilulifera, Agrostis tenuis) und somit floristisch bereits schwachen Quercetalia-Charakter zeigt. Soziologisch gehören sie zur Subassoziation von Polytrichum formosum (Tab.17, lfd. Nr. 119-147).

Synonym finden häufig auch die Namen Galio odorati-Fagetum maianthemetosum (SISSINGH 1970:248, VON GLAHN in prep.) und Galio odorati-Fagetum luzuletosum (DIERSCHKE 1989a:140) Verwendung. Im Gesamtareal der Subassoziation erweist sich aber lediglich Polytrichum formosum als stete Differentialart. Demgegenüber kennzeichnen Luzula luzuloides und Maianthemum bifolium entsprechende Bestände nur im Mittelgebirgs- beziehungsweise nordwestdeutschen Raum. Erstere sollte überregional daher als orographische (und lokal als standörtliche) Differentialart gewertet werden. Maianthemum bifolium greift unter subkontinentalem Klima auch auf Waldmeister-Buchenwälder nährstoffreicher Standorte über, verliert dort also ihren Charakter als azidophytische Art.

Da zu Standorten der oben beschriebenen Festuca-Wälder weitgehend vergleichbare Substratverhältnisse bestehen (Para- und Rostbraunerden aus Lehm bzw. Sand), kann die betrachtete Subassoziation ganz entsprechend gegliedert werden. Für (staufeuchte) Parabraunerden sind wiederum Sippen der Deschampsia-Gruppe (Deschampsia-Variante) bezeichnend, wobei Circaea lutetiana, Carex sylvatica und Carex remota trophiebedingt nur noch vereinzelt auftreten. Diese Bestände sind im Untersuchungsgebiet in der Jung- und Altmoräne verbreitet (vgl. Abb.55). Kennzeichnende Humusform ihrer schwach pseudovergleyten Parabraunerden ist ein Typischer Moder, dessen Mächtigkeit etwa 4-5 cm mißt. Im feinwurzelreichen O_h erreicht er mit Werten um 20 das engste C/N-Verhältnis (gegenüber 25 bzw. 26 in den angrenzenden Horizonten). Der Humifizierungshorizont liegt einem etwa 8 cm mächtigen A_h auf, der teilweise (bei 4 von 8 untersuchten Profilen) Bleichkörner aufweist und damit einer beginnenden Podsolierung unterliegt. Sein Krümelgefüge ist infolge eines wenig aktiven Edaphons instabil. Im gesamten (Fein-) Wurzelraum bestehen pH(H_2O)-Werte zwischen 3,2 und 3,5 (Mittelwerte zwischen A_h und O_f), so daß ein Basenangebot von 3,1 mval/100 ccm nicht überschritten wird. Die Basensättigung schwankt innerhalb dieser Horizonte zwischen 20 und 40 % (Mittelwerte). Profildifferenzierung und analytische Kennzeichnung der betrachteten Parabraunerden gehen aus Bodentabelle 29 hervor.

Vegetationsökologisch ähnlich können Phäno-Parabraunerden beurteilt werden, die gleichfalls unter Beständen der Deschampsia-Variante nachgewiesen und aus einem Waldgebiet der

Altmoräne durch 3 Profilaufnahmen belegt wurden (Bodentab.30). Ihr Solum zeigt einen geologischen Schichtenwechsel, der durch Sandauflagerungen (z.B. Fließerden, Flugsand) über Moränenlehm entstanden ist. Dadurch ergibt sich morphologisch ein mit "echten" Parabraunerden vergleichbares Profilbild: Unter den Humushorizonten (im vorliegenden Fall mit der Humusform Typischer Moder) schließt ein schluffig-sandiger Profilabschnitt an, der bereits primär tonfrei war und demzufolge als "Phäno-A_l" bezeichnet werden kann. Er liegt dem geologisch älteren II(S)B_tC aus sandigem Lehm auf. Den B_t-Horizonten von Parabraunerden vergleichbar, fungiert er als wasserstauender Körper. Eine vergleichsweise mächtige Deckschicht aus Sand (im vorliegenden Beispiel um 8 dm) sowie ein meist scharfer Übergang von sandigem zu lehmigem Substrat verraten, daß die beobachteten Tongehaltsunterschiede nicht pedogenetisch, sondern geologisch bedingt sind.

Erreicht die durch Bodenfließen oder Aufwehung entstandene Deckschicht aus Sand einige Meter Mächtigkeit, so sind Rostbraunerden entwickelt, die von Beständen der Typischen Variante besiedelt werden (Tab.17, lfd. Nr.142-147). Im Gegensatz zur Deschampsia-Variante kommt sie ausschließlich in der Altmoräne vor (vgl. Abb.55). Das Profilbild der Böden zeigt einen zu Rostbraunerden der Typischen Variante des Galio odorati-Fagetum festucetosum vergleichbaren Aufbau. Im folgenden seien daher nur wesentliche Charakteristika herausgestellt. Innerhalb der Humushorizonte (Humusform Typischer Moder) weisen O_f und O_h ähnliche Feinwurzeldichten auf. Ihre C/N-Quotienten zeigen, daß in beiden Horizonten offensichtlich ähnliche N-Nachlieferungsraten bestehen (Mittelwerte im O_f und O_h 22,5 bzw. 22,2). Profilabwärts nimmt die Feinwurzeldichte rasch ab, so daß im A_h - trotz relativ enger C/N-Verhältnisse (um 17,5) - nur noch wenig Feinwurzeln nachweisbar sind. Bereits geringe Eluvialprozesse (Bleichkörner in allen A_h-Horizonten) vermögen hier die Nährstoffverfügbarkeit soweit herabzusetzten, daß der A_h als Wurzelraum nur noch wenig attraktiv ist. Eine bodenchemische Kennzeichnung der betrachteten Rostbraunerden gibt Bodentabelle 31.

- Synökologischer Vergleich

Um standörtliche Charakteristika einzelner Untereinheiten besser vergleichen zu können, werden in Abbildung 57 neben Humusprofilen bodenchemische Eigenschaften humushorizont- und vegetationstypenspezifisch dargestellt.

Vergleichsweise günstige Trophieverhältnisse bestehen an Standorten der Ranunculus-Ausbildung, deren feinwurzelreicher A_h die engsten C/N- (17,5) und höchsten S-Werte aufweist (um 5,2 mval/100 ccm). Ihr guter Bodenzustand findet profilmorphologisch in geringmächtigen Auflagen sowie bis in 14 cm Tiefe entwickelte A_h-Horizonte Ausdruck (Humusform F-Mull). Deutlich ungünstigere Trophiebedingungen kennzeichnen die Böden der Typischen

Bodentab.29: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Galio odorati-Fagetum polytrichetosum, Deschampsia cespitosa-Variante
Bodentyp: pseudovergleyte Parabraunerde (teilw. geringe Kornpodsoligkeit)
Anzahl der Profilaufnahmen: 8

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L		1,0		3,1	20,8	33,8	470,6	13,9	26,4	2,9	3,4		
		1,1	-	4,1	27,3	42,2	486,7	16,7	29,6	3,4	3,9		
		1,5		5,0	33,0	50,3	501,9	18,4	35,1	3,8	4,1		
O_f		1,0		2,0	13,2	30,5	343,9	14,2	19,8	2,6	3,1		
		1,8	mitt.	3,1	20,4	38,6	421,2	17,3	24,6	3,0	3,5		
		2,0		4,6	30,8	69,4	474,7	21,1	28,6	3,6	4,1		
O_h		1,0		1,0	6,8	10,4	227,0	9,4	18,2	2,3	2,6		
		1,2	stark	1,8	11,9	22,4	308,5	15,1	20,7	2,8	3,2		
		2,5		2,3	15,4	31,9	372,6	17,5	24,2	3,3	3,9		
A_h	teilw. mit	5		0,4	0,3	3,6	29,0	0,9	18,1	2,6	3,0		S-uS
	Bleich-	8	schw.	2,6	2,0	20,0	42,2	1,6	26,2	2,7	3,2	Krümel	5YR-7,5YR
	körnern	11		4,4	3,4	47,9	65,2	2,3	33,7	3,0	3,5		2,5-3/2
A_{hl}		39		0,0	0,0	0,0	11,3	0,4	14,5	2,9	3,6		uS-lS
		45	-	2,6	1,9	26,2	16,4	0,6	28,5	3,1	3,8	Fpoly	2,5YR-7,5YR
		59		6,4	4,6	90,2	21,5	1,0	41,4	3,6	4,1		3-4/2-6
(S)B_t	B_{tv}, B_t	56		3,8	2,4	29,8				2,9	3,6		lS-sT
		71	-	6,4	4,0	48,8	2,7	<0,1	n.b.	3,2	4,1	Kohär	5YR-10YR
		91		11,2	7,0	95,9				3,4	4,4		5/6-8
(S)B_v	B_v	90		2,7	1,7	23,3				2,9	4,1		uS-sT
		102	-	6,7	4,2	63,0	2,5	<0,1	n.b.	3,5	5,2	Kohär	7,5YR-10YR
		110		15,5	9,7	100,0				4,5	6,1		5/6
(S)B_vC	SB_vC	130		0,8	0,5	11,1				3,1	4,0		lS-sL
		141	-	8,2	5,1	71,9	1,9	<0,1	n.b.	3,8	5,3	Kohär	7,5YR-10YR
		150		15,5	9,7	100,0				4,8	6,5		5/4-6

Bodentab.30: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes (weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Galio odorati-Fagetum polytrichetosum, Deschampsia cespitosa-Variante
Bodentyp: Phäno-Parabraunerde (geringe Kornpodsoligkeit)
Anzahl der Profilaufnahmen: 3

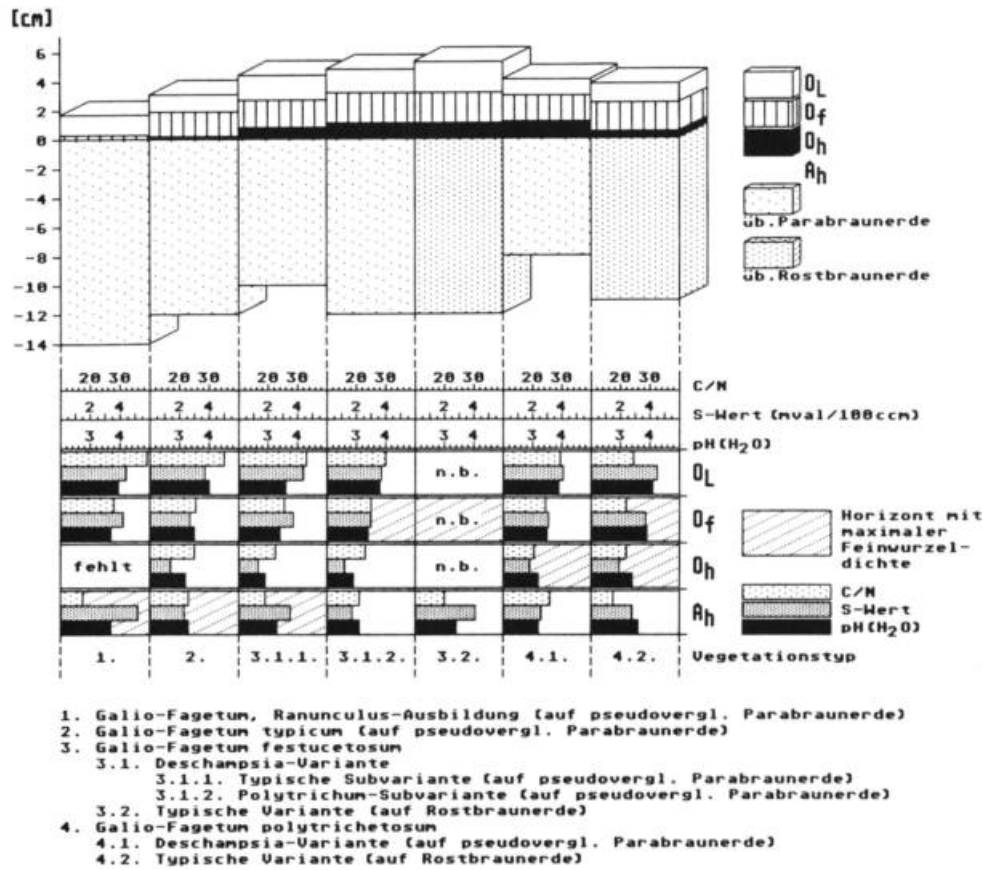
Horizont	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Boden-art
O_L	1,7	-										
O_f	2,0	mitt.					- n.b. -					
$O_{h_{mit}}$	1,0	stark										
A_h Bleich-körnern	12	schw.	3,6	2,8	25,1	50,3	3,0	17,2	2,9	3,3	Krümel	S-uS
Phä.-A_{hl}	50	-	4,9	3,5	44,5	14,0	0,6	25,4	3,4	3,8	Einzk	uS
Phäno-A_l	78	-	6,3	4,5	77,0	4,5	<0,2	n.b.	4,0	4,3	Einzk	uS
II(S)B_tC	128	-	9,5	5,9	65,1	2,4	<0,2	n.b.	3,2	4,4	Kohär	sL

Bodentab.31: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Galio odorati-Fagetum polytrichetosum, Typische Variante
Bodentyp: Rostbraunerde (geringe Kornpodsoligkeit)
Anzahl der Profilaufnahmen: 4

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L		1,0		4,0	26,8	47,2	380,0	17,8	21,3	3,5	3,9		
		1,3	-	4,5	30,1	49,2	436,8	19,0	22,9	3,6	4,1		
		1,5		5,0	33,4	51,2	493,6	20,1	24,6	3,7	4,2		
O_f		2,0		3,4	22,6	39,4				3,3	3,8		
		2,0	stark	3,7	24,7	40,8	438,8	19,5	22,5	3,3	3,9		
		2,0		4,0	26,8	42,1				3,3	3,9		
O_h		0,0-1,0	mitt.	1,9	12,4	20,7	365,7	16,5	22,2	2,8	3,4		
A_h		9		0,0	0,0	0,0	33,9	2,0	17,0	2,8	3,4		S
		11	schw.	2,8	2,1	28,4	42,3	2,4	17,5	3,0	3,6	Einzk	5YR-7,5YR
		14		4,3	3,3	44,0	50,8	2,8	18,0	3,5	4,0		3-4/2
A_hB_v		53		2,8	2,0	42,3	10,0	0,4	22,3	3,3	3,8		S
		58	-	3,6	2,6	70,6	11,0	0,4	27,9	3,4	4,2	Einzk	5YR-7,5YR
		63		5,6	4,0	100,0	12,0	0,5	33,4	3,7	4,6		3-4/4-6
B_v	(S)B_v	78		3,6	2,6	69,4	1,4			3,5	4,7		S
		85	-	4,8	3,4	84,9	1,5	<0,2	n.b.	4,1	4,8	Einzk	7,5YR-10YR
		92		6,0	4,3	100,0	1,6			4,5	4,8		6/6-8
(S)B_vC	B_vC	120		3,9	2,8	44,7	0,8			3,0	4,6		S
		125	-	4,9	3,5	74,4	0,9	<0,2	n.b.	3,9	4,9	Einzk	10YR
		130		6,0	4,3	100,0	1,0			4,6	5,1		6-7/4

Subassoziation, deren A_h S-Werte um 2,3 mval/100 ccm und C/N-Quotienten um 23 erreicht. Die Mächtigkeit der Auflagen beträgt etwa 3 cm, die Humusform wechselt zum Mullartigen Moder.



1. Galio-Fagetum, Ranunculus-Ausbildung (auf pseudovergl. Parabraunerde)
2. Galio-Fagetum typicum (auf pseudovergl. Parabraunerde)
3. Galio-Fagetum festucetosum
   - 3.1. Deschampsia-Variante
     - 3.1.1. Typische Subvariante (auf pseudovergl. Parabraunerde)
     - 3.1.2. Polytrichum-Subvariante (auf pseudovergl. Parabraunerde)
   - 3.2. Typische Variante (auf Rostbraunerde)
4. Galio-Fagetum polytrichetosum
   - 4.1. Deschampsia-Variante (auf pseudovergl. Parabraunerde)
   - 4.2. Typische Variante (auf Rostbraunerde)

Abb.57: Mächtigkeiten (oberer Abb.teil) und bodenökologische Charakteristika (unterer Abb.teil) der Humushorizonte an Standorten verschiedener Untereinheiten des Galio odorati-Fagetum (weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.1.)

Morphologisch wohl auffälligstes Kennzeichen der von Waldschwingel-Waldmeister-Buchenwäldern besiedelten Böden ist die Mächtigkeit der Auflagen-, insbesondere der Fermentationshorizonte (Abb.57, Typ 3.), die - wie bereits oben dargelegt - nicht nur infolge geringer Mineralisationsraten, sondern auch durch allochthonen Laubeintrag entstanden. Mit Ausnahme der Typischen Subvariante (Typ 3.1.1.) konzentrieren sich Feinwurzeln überwiegend im O_f, der zugleich Lebensraum einer die Entwicklung des Waldschwingels fördernden

Bodenflora ist. Es wundert daher nicht, daß LÖTSCHERT (1963:198f) bei vergleichenden Untersuchungen in Böden baltischer Perlgras-Buchenwälder in der Rhizosphäre des Waldschwingels maximale CO_2-Abgaberaten (als Ausdruck hoher Bodenatmung) feststellen konnte. Der Humuszustand von Rost- und Parabraunerden unterscheidet sich dabei nur unwesentlich.

Ein vergleichsweise niedriges Basenangebot (S-Werte im O_h um 1,8 bzw. 1,9 mval/100 ccm) finden Pflanzen an Standorten der Polytrichum-Subassoziation. Die Verteilung der Feinwurzeln (überwiegend im O_h) scheint hier Gesetzmäßigkeiten zu genügen, die nach BOGNER (1966:79ff) und GÖTTSCHE (1972:23,63f) auch für Moderauflagen von Hainsimsen-Buchenwäldern Gültigkeit haben (vgl. auch Kap.5.3.2.1.). Danach ist die Feinwurzelverteilung im Humusprofil eines Moders weniger von der Basen- als von der N-Versorgung abhängig, so daß in den betrachteten Horizonten hohe Wurzeldichten mit engen C/N-Verhältnissen korrelieren (mit Ausnahme des A_h in Vegetationtyp 4.2.). Weniger stark versauert sind Standorte der Typischen Variante (pH-Werte bei 3,9, 3,4 und 3,6 im O_f, O_h bzw. A_h; Vegetationstyp 4.2.), da hier vergleichsweise hohe Basensättigungswerte und - so im A_h - niedrige Austauschkapazitäten bestehen (mithin in wässriger Lösung absolut weniger Protonen dissoziieren).

Nicht nur im Norddeutschen Tiefland, sondern auch im Mittelgebirgsraum sind Waldmeister-Buchenwälder überwiegend mit Braun- und Parabraunerden assoziiert (vgl. SCAMONI 1960:153, HARTMANN und JAHN 1967:187ff, 425ff, PASSARGE und HOFMANN 1968:103, DIERSCHKE 1985:506, GÖNNERT 1989:21ff). Abhängig von geologischen Verhältnissen finden sich allerdings recht unterschiedliche Ausgangsgesteine (z.B. Geschiebelehm und -sand, Löß, Basalt, Grauwacke, Schiefer, Diabas, Buntsandstein u.a.), so daß Bodenformen gebietsspezifisch variieren. In einem überregionalen Vergleich wird deutlich, daß Bestände des Untersuchungsgebietes unter vergleichsweise ungünstigen Trophiebedingungen gedeihen. Dies verdeutlicht einerseits ein Vergleich der pH-Werte, die im Oberboden von Waldmeister-Buchenwald-Standorten des Untersuchungsgebietes ausschließlich im "Aluminium-Puffer-Bereich" liegen (nach ULRICH 1981a:294 pH(H_2O)-Werte zwischen 4,2 und 2,8). In vergleichbaren Beständen des Norddeutschen Tieflands fanden demgegenüber SCAMONI (1960:154, südbaltische Jungmoräne) und GÖNNERT (1989:65ff, Niedersachsen) pH-Werte, die dem - vegetationsökologisch wesentlich günstiger einzuschätzenden - "Austauscher-Pufferbereich" zuzuordnen sind (pH(H_2O)-Werte zwischen 5,0 und 4,2). Andererseits kommen die (an Standorten der Festuca- und Polytrichum-Subassoziation) gefundenen C/N-Quotienten zum Teil einem Grenzwert nahe, oberhalb dessen Mineralstickstoff quantitativ von Boden-Mikroorganismen verbraucht werden kann (sog. "Stickstoff-Sperre"; nach EVERS (1967:76) bei C/N-Werten um 25; vgl. auch ZÖTTL (1961:179)). Die von GÖNNERT (1989:96) in Perlgras-Buchenwäldern Niedersachsens ermittelten C/N-Werte betrugen im Auflagenhorizont 21, im oberen Mineralboden 12-15. Sie unterschreiten damit noch die für Böden der Ranunculus-

Ausbildung charakteristischen Eckwerte. Inwieweit lokal-klimatische oder anthropogene Faktoren für die beobachteten Gebietsunterschiede verantwortlich sind, läßt sich sicher nur aufgrund langfristiger sowie detaillierterer Bodenuntersuchungen (z.B. Monitoring-Programmen) aufschlüsseln.

- Synchorologische Aspekte

Einen deutlichen Wandel ihrer Artengarnitur zeigen Waldmeister-Buchenwälder Mitteleuropas in einem west-östlichen Ozeanitätsgefälle. Er ist nur schwach ausgeprägt längs eines - überwiegend in Nord-Süd-Richtung verlaufenden - thermischen Gradienten. Dies sei anhand einer synoptischen Tabelle (Nr.18) gezeigt, in der jede Spalte beispielhaft vegetationsgeographische Charakteristika einzelner Gebiete widerspiegelt. Im Vergleich werden überwiegend Bestände des baltischen Jungmoränengebietes berücksichtigt.

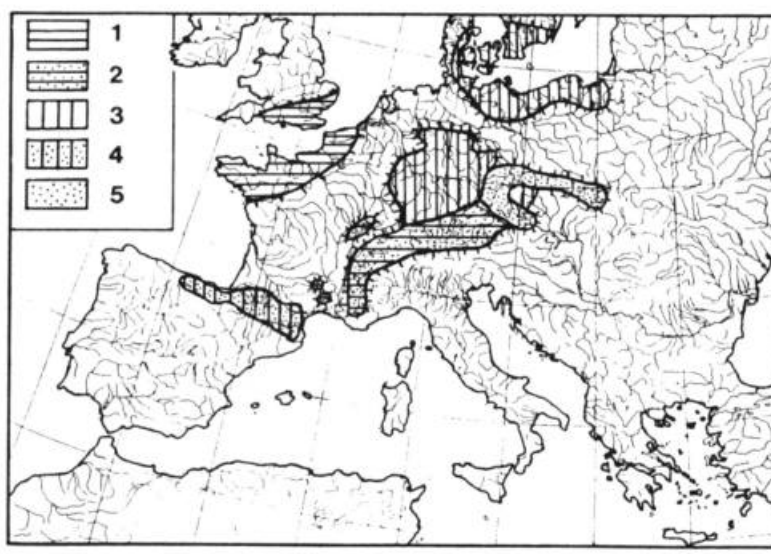


Abb.58:Verbreitung der zu verschiedenen Unterverbänden des Fagion gehörenden Buchenwälder in Mittel- und Westeuropa (1: Endymio-Fagenion, 2: Lonicero alpigenae-Fagenion, 3: Galio odorati-Fagenion, 4: Scillo-Fagenion, 5: Übergangstypen der Westkarpaten, Sudeten und des Böhmerwaldes; nach DIERSCHKE 1990, etwas verändert)

Floristisch gut abgrenzen lassen sich Waldmeister-Buchenwälder eu-atlantischer Klimate (z.B. Nordwestfrankreich, Tab.18, Spalte 1). Kennzeichnend treten dort (u.a.) Euphorbia amygdaloides, Scilla non-scripta und Ruscus aculeatus auf, die DIERSCHKE (1990:4 und Tab.1) als Differentialarten eines Fagion-Unterverbandes ("Endymio-Fagenion") mit nordwest-

europäischem Verbreitungsschwerpunkt wertet (vgl. Abb.58). Stet sind ferner atlantisch-subatlantische Arten (Ilex aquifolium, Rubus fruticosus agg., Lonicera periclymenum, Hedera helix), die östlich bis in Waldmeister-Buchenwälder der west- und südwestbaltischen Jungmoräne übergreifen. Besonders häufig treten sie dort in der schleswigschen Jung- und Altmoräne auf (Tab.18, Sp.2) - ein Indiz für das vergleichsweise atlantische Klima dieses Raumes (vgl. Kap. 2.4., "Atlantischer Klimakeil"). Im mittleren, zunehmend im nördlichen Jütland sowie in Nordwestmecklenburg und -brandenburg werden die genannten Sippen seltener, so daß - vom Untersuchungsgebiet aus betrachtet - in nördlicher wie südöstlicher Richtung ein Ozeanitätsgefälle besteht.

Synchorologisch erweist sich Südwestbrandenburg (Prignitz) als ein Übergangsraum (vgl. PASSARGE 1966a, in Tab.18, Sp.6, 9 u. 13), in dem Waldmeister-Buchenwälder - abhängig von lokal-klimatischen und edaphischen Verhältnissen (z.B. Exposition, Bodenfeuchte) subatlantische (Lonicera periclymenum, Hedera helix; Tab.18, Sp.6) wie gemäßigt-kontinentale Sippen (Hepatica nobilis, Lathyrus vernus, Carex digitata, Melica nutans; Tab.18, Sp.13) aufweisen können. In dieser Hinsicht ähnelt ihre vegetationsgeographische Differenzierung weitgehend jener der Waldgersten-Buchenwälder (vgl. Kap.5.1.2.2., Tab.12 u. 15). Am östlichen und südöstlichen Arealrand des Galio odorati-Fagenion (vgl. Abb.58) treten (u.a.) Vicia sylvatica, Calamagrostis arundinacea und Festuca heterophylla zur Gruppe gemäßigt-kontinental verbreiteter Differentialarten hinzu. Diese Gruppe ist gleichfalls - mehr oder minder vollständig - kennzeichnend für Waldmeister-Buchenwälder Südostnorwegens (Sp.14) und Südostschwedens (vgl. MARKGRAF 1927).

In der Baumschicht werden unter subkontinentalem Klima Quercus petraea und Tilia cordata gefördert. Mit mittleren Stetigkeiten treten sie dementsprechend in Beständen Ostmecklenburgs und -brandenburgs auf. Wie Tabelle 18 erkennen läßt, fällt Quercus robur in diesem Raum weitgehend oder vollständig aus.

Innerhalb eines thermischen Gradienten verändert sich das Artengefüge nur wenig. So weisen Waldmeister-Buchenwälder Südskandinaviens nur wenige Vertreter des borealen Geoelements auf (Equisetum pratense und Picea abies). Diese kommen zugleich mit nur geringer Stetigkeit und Deckung vor (vgl. KIELLAND-LUND 1981:238, Tab.54). Ein kleiner Teil dort verbreiteter Sippen findet zudem - aufgrund ähnlicher Klimabedingungen - ein Vorkommenspendant im deutschen Mittelgebirgsraum (z.B. Dentaria bulbifera). Der Gruppe orographischer Differentialarten (submontane bis montane Stufe) gehören ferner Polygonatum verticillatum, Prenanthes purpurea und seltener auch Senecio fuchsii an (vgl. HARTMANN und JAHN 1967:Tab.IVa und IXb, BOHN 1981:1118ff, Tab.8, Th. MÜLLER 1989:151ff). Bezeichnend für mäßig saure Standorte der Waldmeister-Buchenwälder des Mittelgebirges ist Luzula luzuloides (Galio odorati-Fagetum luzuletosum, DIERSCHKE 1985:511, 1989a:140).

Tab. 18

Geographische Differenzierung des Galio odorati-Fagetum (gekürzte Stetigkeitstabelle)

	Spalte Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Zahl der Aufnahmen		23	147	21	10	46	7	35	7	7	10	7	18	5	14	20	6
	Mittlere Artenzahl		22	24	25	21	20	19	12	11	17	19	22	26	17	17	28	24
	Fagus sylvatica	B	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
		St	II	III	V	V	V	V	IV	III	V	V	V	V	V	V	V	V
		K		V														
	Carpinus betulus	B-K	IV	II	.	I	II	I	.	.	I	II	I	II	I	+	III	.
	Quercus robur	B-K	II	IV	II	II	II	IV	+	II	I	V	IV	.	II	.	.	.
Δ3	Quercus petraea	B-K	II	r	.	.	.	.	+	.	.	II	IV	III	II	.	III	V
	Tilia cordata	B-K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	II	III	.
Δ1	Euphorbia amygdaloides		III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Scilla non-scripta		III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Ruscus aculeatus		II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Δ2	Ilex aquifolium		IV	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Rubus fruticosus agg.		V	IV	I	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
	Lonicera periclymenum		IV	III	I	II	I	IV	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Hedera helix (St,K)		V	II	II	I	II	I	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Mnium hornum		.	IV	II	IV	II	.	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.
Δ3	Hepatica nobilis		.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	II	II	III	IV	III	II
	Vicia sylvatica		.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	II	.	+	II	.
	Lathyrus vernus		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	II	I	.
	Carex digitata		.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	+	IV	III	+	II
	Melica nutans		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	II	II	.	V
	Calamagrostis arundinacea		.	.	.	.	.	.	I	I	.	.	.	.	.	.	III	V
	Festuca heterophylla		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	V
VC+OC	Melica uniflora		IV	V	IV	III	IV	II	V	II	I	V	V	V	.	.	V	II
	Galium odoratum		III	IV	V	V	V	V	IV	IV	V	V	V	V	V	V	V	V
	Viola reichenb. (*et riv.)		*IV	II	V	IV	V	V	V	V	V	V	V	V	V	.	III	V
	Atrichum undulatum		II	III	IV	V	V	I	+	II	I	V	V	III	IV	I	IV	.
	Lamiastrum galeobdolon		III	V	II	II	IV	III	.	.	.	V	III	V	.	.	V	II
	Dryopteris filix-mas		III	II	+	III	+	I	.	.	.	II	I	III	I	V	II	II
	Carex sylvatica		IV	II	II	I	III	.	I	.	.	II	II	III	.	.	II	.
	Scrophularia nodosa		+	I	II	.	+	III	+	.	.	II	.	V	II	.	III	.
	Circaea lutetiana		I	II	II	.	II	.	.	.	.	III	.	V	.	.	I	.
	Festuca altissima		.	II	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	V	.	.
	Ranunculus ficaria		I	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.
KC	Anemone nemorosa		IV	V	II	V	V	V	V	V	V	IV	V	IV	.	V	V	V
	Milium effusum		IV	V	V	V	V	V	IV	V	V	V	V	V	V	.	V	IV
	Stellaria holostea		II	V	V	III	IV	IV	IV	III	V	IV	III	.	IV	.	.	.
	Polygonatum multiflorum		II	IV	II	II	III	II	II	II	III	II	I	I	.	+	+	.
	Athyrium filix-femina		+	IV	II	.	II	.	I	I	III	V	III	V	II	II	III	.
Sonstige	Oxalis acetosella		III	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	IV	IV	V	II
	Rubus idaeus		.	IV	V	.	.	.	.	.	.	I	I	V	.	II	IV	.
	Urtica dioica		r	II	+	.	II	.	+	.	.	II	.	V	.	.	II	v
	Deschampsia cespitosa		I	V	IV	IV	V	III	II	III	IV	II	II	III	.	.	I	.

Herkunft der Aufnahmen:
1) Durin et al. 1967, Endymio-Fagetum typicum, West- und Nordwestfrankreich
2) Vorl. Arbeit, Galio odorati-Fagetum, nördliches Schleswig-Holstein
3) Sissingh 1970, Melico-Fagetum, Dänemark
4) Passarge 1960, Melico-Fagetum polytrichetosum, Nordwestmecklenburg
5) Passarge 1960, Melico-Fagetum typicum, Nordwestmecklenburg
6) Passarge 1966a, Melico-Fagetum, Prignitz (nordwestliche Mark Brandenburg)
7) Passarge 1966b, Melico-Fagetum, mittleres Jütland,
8) Passarge 1966b, Melico-Fagetum, nördliches Jütland
9) Passarge 1966a, Melico-Fagetum, Prignitz (nordwestliche Mark Brandenburg)
10) Passarge 1959, Melico-Fagetum typicum, Dargun (Ostmecklenburg)
11) Passarge 1959, Melico-Fagetum polytrichetosum, Dargun (Ostmecklenburg)
12) Hofmann 1965, Melico-Fagetum (Typische Untergesellschaft), östliche Uckermark
13) Passarge 1966a, Melico-Fagetum, Prignitz (nordwestliche Mark Brandenburg)
14) Kielland-Lund 1981, Dentario bulbiferae-Fagetum, Südostnorwegen
15) Hofmann 1965, Melico-Fagetum (Polytrichum-Untergesellschaft), östliche Uckermark
16) Passarge und Hofmann 1968, Lathyro-Asperulo-Fagetum (Melica nutans-Regionale), Südostmecklenburg

5.1.2.4. Quercus robur-Carpinus betulus-Gesellschaft

Nur selten kommen im Untersuchungsgebiet auf potentiellen Fagion-Standorten Wälder vor, in deren Baumschicht Quercus robur oder Carpinus betulus dominieren. Demgegenüber tritt Fagus im Oberstand zurück oder fehlt ganz. Für alle Bestände (Tab.19) ließ sich nachweisen, daß sie aus Niederwäldern oder Stieleichen-Hainbuchenpflanzungen hervorgegangen sind.

Betrachtet man den Schichtenaufbau dieser Wälder, so läßt sich leicht feststellen, daß ihr aktuelles Gehölzartengefüge nicht fortbestehen dürfte (heutige Bewirtschaftungsverhältnisse vorausgesetzt). Weder Hainbuche noch Stieleiche treten mit nennenswerter Stetigkeit in der Krautschicht auf; in der Strauchschicht fehlen beide Arten sogar ganz. Sie verjüngen sich also ausgesprochen schlecht. Ein bevorstehender, natürlich ablaufender Umbau zu Buchenwäldern wird besonders augenfällig, wenn man die hohe Präsenz von Fagus in Kraut-, Strauch- und B2-Schicht berücksichtigt. Ist die Buche bis ins obere Kronendach vorgedrungen, so verschlechtern sich zunehmend die Lichtverhältnisse für ihre Konkurrenten.

Die in Tabelle 19 zusammengestellten Vegetationsaufnahmen dokumentieren beispielhaft, welcher Entwicklung künstlich begründete oder durch Niederwaldwirtschaft entstandene Eichen-Hainbuchenwälder im Untersuchungsgebiet unterliegen. Sie scheint gleichermaßen auch für andere Gebiete der Norddeutschen Tiefebene und vergleichbare Bestände des Mittelgebirgsraumes charakteristisch zu sein (KRAUSE 1972:67, DIERSCHKE 1986:301f). Unter dem Einfluß eines subatlantisch-sommerfeuchten Klimas fehlt in Nordwestdeutschland eine Trockengrenze der Buche, es sei denn, daß Waldwuchs überhaupt nicht mehr möglich ist (vgl. DIERSCHKE 1986:300). Selbst auf bodenfrischen bis -feuchten Standorten (Fagion-Alno-Ulmion-Übergangsbereich) erweist sich die Buche im Untersuchungsgebiet als erstaunlich konkurrenzfähig. Der von KLÖTZLI (1968:27, Abb.2) in der Schweiz auf grundwasserbeeinflußten Standorten beobachtete "Buchensprung" (Grenze von buchenfreien- zu buchenfähigen Standorten) ist im Untersuchungsgebiet deutlich in Richtung zunehmender

Tab. 19

Quercus robur-Carpinus betulus-Gesellschaft

	Laufende Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	
	Aufnahme-Nr.		586	703	710	711	566	644	667	690	
	Waldgebiet-Nr.		86	177	179	179	141	164	22	175	
	Geest/Östl. Hügelland		G	G	G	G	H	H	H	H	
	Aufnahmemonat		5	7	7	7	5	6	6	6	$\bar{x}$
	Inkl.(°)/Expos.							1S			
	Deckung B1 (%)		90	90	80	80	80	85	80	75	83
	Deckung B2 (%)		5	3	5	4	10	7	25	60	15
	Deckung St (%)		5	5	<1	<1	10	<1	1	0	3
	Deckung K (%)		60	80	85	80	70	95	75	80	78
	Deckung Krypt.(%)		<1	1	<1	<1	1	<1	<1	0	<1
	Fläche (m^2)		400	100	96	96	225	96	150	144	163
	Artenzahl		18	22	24	18	23	26	23	17	21
	Carpinus betulus	B1	4.4	5.4	4.5	4.4	4.4	3.4	.	.	IV
		B2	+.1	+.1	+.1	+.1	.	2a1	.	.	IV
		K	.	.	.	.	.	+.1	.	.	I
	Quercus robur	B1	3.4	2a1	3.4	2a1	+.1	3.4	4.5	4.5	V
		K	.	.	1.1	+.1	.	+.1	.	.	II
	Acer pseudo-platanus	B2	.	.	.	.	.	+.1	.	.	I
		St	.	.	.	.	.	.	+.1	.	I
		K	+.1	1.1	.	.	.	+.1	1.1	1.1	IV
	Fagus sylvatica	B1	.	.	.	2b1	3.4	2b3	2a1	1.3	III
		B2	+.1	+.1	.	+.1	2a3	.	4.4	4.5	IV
		St	+.1	1.1	+.1	+.1	+.1	.	+.1	.	IV
		K	1.1	+.1	1.1	1.1	1.1	1.1	+.1	1.1	V
	Fraxinus excelsior	K	.	+.1	r.1	.	r.1	1.1	.	+.1	IV
VC	Melica uniflora		.	.	.	.	2m3	2a4	1.2	1.2	III
OC	Lamiastrum galeobdolon		2m1	2a3	2m1	2m3	.	2a3	2m1	2m1	V
	Sambucus nigra (St,K)		.	.	.	.	+.1	1.1	1.1	1.1	III
	Gagea spathacea		2m1	.	.	.	.	2m3	.	.	II
	Impatiens noli-tangere		.	.	.	.	.	1.1	.	+.1	II
	Atrichum undulatum		.	2m3	.	.	.	.	2m3	.	II
	Stellaria nemorum		.	.	.	.	.	r.1	.	.	I
	Viola reichenbachiana		.	+.2	.	.	.	.	.	.	I
	Carex remota		.	.	.	.	+.2	.	.	.	I
KC	Stellaria holostea		2m3	2m3	3.4	2m3	2m4	2a4	2m3	2m3	V
	Milium effusum		2b4	2m2	2m3	2m2	3.4	2a4	2b3	2m2	V
	Anemone nemorosa		2a3	v	v	v	3.4	4.5	2a3	v	V
	Polygonatum multiflorum		1.1	1.3	1.3	1.3	2m3	1.3	1.3	1.3	V
	Athyrium filix-femina		.	1.1	+.2	.	.	1.2	.	2a2	III
	Hedera helix (St,K)		1.1	.	1.1	.	.	.	2m1	.	II
	Convallaria majalis		.	.	2b4	2m3	.	.	2m3	.	II
	Maianthemum bifolium		.	.	.	1.1	.	.	1.2	1.2	II
	Moehringia trinerva		.	.	.	.	2m3	1.3	.	.	II
	Corylus avellana (St,K)		.	.	r.1	.	.	.	.	.	I
	Ilex aquifolium		.	.	.	.	1.3	.	.	.	I
	Poa nemoralis		.	.	.	.	.	1.2	.	.	I
Sonstige	Oxalis acetosella		3.4	4.5	2b3	4.5	2a3	2m3	3.4	4.5	V
	Deschampsia cespitosa		1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	.	V
	Galeopsis bifida et tetrahit		.	+.1	+.1	r.1	.	+.1	+.1	1.1	IV
	Rubus idaeus (K)		.	.	1.1	1.1	1.1	+.1	1.1	+.1	IV
	Mnium hornum		2m2	2m3	2m2	2m2	.	.	2m3	.	III
	Dryopteris austriaca		1.2	1.2	1.2	.	+.2	.	1.2	.	III
	Lonicera periclymenum		+.1	.	1.1	1.1	1.1	.	1.1	.	III
	Rubus fruticosus agg.		+.1	.	r.1	+.1	.	r.1	1.1	.	III
	Sorbus aucuparia (K)		+.1	1.1	1.1	1.1	.	.	.	.	III
	Luzula pilosa		.	1.2	.	.	1.1	.	1.1	.	II
	Dicranella heteromalla		.	.	.	.	2m3	1.2	.	.	II
	Brachythecium rutabulum		.	.	.	.	2m2	.	.	.	I
	Isothecium myosuroides		.	2m2	.	.	.	.	.	.	I
	Polytrichum formosum		.	2m3	.	.	.	.	.	.	I
	Eurhynchium stokesii		.	.	+.2	.	.	.	.	.	I
	Frangula alnus (K)		.	.	r.1	.	.	.	.	.	I
	Juncus effusus		.	.	.	.	1.2	.	.	.	I
	Silene dioica		.	.	.	.	2m3	.	.	.	I
	Poa trivialis		.	.	.	.	.	1.3	.	.	I
	Galium aparine		.	.	.	.	.	r.1°	.	.	I

Bodenfeuchte verschoben (vgl. Abb.59). Fagus toleriert hier also vergleichsweise hohe Einstauraten. Auf Mullgleyen ist sie - wie Vegetationsaufnahmen der Crepis paludosa-Fraxinus excelsior-Gesellschaft belegen (vgl. Tab.10) - zumindest im Unterstand mit hoher Stetigkeit und Deckung vertreten. Nicht von Eichen- und Hainbuchen, sondern von Rotbuchen und Eschen aufgebaute Wälder kennzeichnen somit floristisch und standörtlich den Übergang vom Fagion zum Alno-Ulmion (vgl. "Fraxino-Fagetum" bei PASSARGE 1959:21 und SCAMONI 1960:145). Ökogrammen (im Sinne von ELLENBERG 1978:106), die einen für das Untersuchungsgebiet gültigen "Säure-/Feuchtigkeitsbereich" entsprechender Verbände darstellen, fehlt demzufolge ein im trockenen wie feuchten Flügel des Fagion auftretender "Carpinion-Bereich" (vgl. Kap.5.1.1.2.).

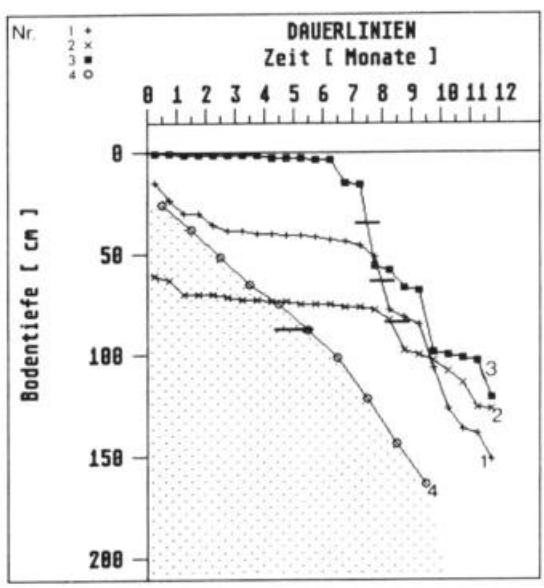


Abb.59: Nach Untersuchungen von KLÖTZLI (1968) sind Waldböden in der Schweiz buchenfähig, wenn ein gewisser Vernässungsgrad des Bodens - in der Abbildung durch die Dauerlinie Nr.4 beschrieben - nicht überschritten wird (punktierter Bereich: buchenfähige Standorte, nicht punktierter Bereich: buchenfreie Standorte). Diese Einschätzung gilt für Waldstandorte Schleswig-Holsteins nicht. Die Dauerlinien Nr.1-3 kennzeichnen die Grundwasserverhältnisse solcher Untersuchungsflächen, auf denen die Buche vorherrschende oder doch zu wesentlichen Teilen am Bestandesaufbau beteiligte Baumart ist (Niederschlagsverhältnisse für Normaljahre zugrundegelegt; Nr.1: Hordelymo-Fagetum geo-typicum, Nr.2: Hordelymo-Fagetum, Lathyrus vernus-Subass.-Gruppe, Nr.3: Crepis-Fraxinus-Gesellschaft)

Nicht nur die breite Standortsamplitude der Buche erklärt die Seltenheit Stieleichen-Hainbuchen-dominierter Bestände im Untersuchungsgebiet. Sie mag zugleich nutzungsgeschichtliche Ursachen haben. Wie bereits in Kapitel 3.2.5. dargelegt wurde, entstanden mit Wirkung der Verkoppelungsgesetze zwei in Bewirtschaftung und Eigentumsverhältnissen unterscheidbare Waldtypen. Die in bäuerlichem Besitz befindlichen "Bondenhölzungen" wurden nahezu ausnahmslos als Niederwälder genutzt. Hier haben Hainbuchen und Eichen zweifellos eine Förderung erfahren. Der weitaus größte Teil dieser (bäuerlichen) Hölzungen wurde aber - zur Vergrößerung der Agrarfläche - bis zum Ende des 19. Jahrhunderts gerodet und existiert heute daher nicht mehr (vgl. Abb.13 u. 14). Landesherrliche Wälder wurden mit Wirkung der Verkoppelungsgesetze eingefriedet und als "Hochwald" bewirtschaftet. Bereits zum Zeitpunkt der Einfriedung dürften sie relativ Hainbuchen-arm gewesen sein, da Carpinus als "Weichholz" (Harthölzer waren nur Buche, Eiche und Esche) unter noch bestehenden "Weichholzgerechtsamen" bevorzugt eingeschlagen wurde. Auch in Hochwäldern galt Hainbuche als minderwertige und demzufolge nicht förderungswürdige Baumart (vgl. Kap. 3.3.). Dieser Einschätzung entsprechend wurde sie zugunsten von Buche, Esche und Stieleiche zurückgedrängt.

Die synsystematische Einschätzung Stieleichen-Hainbuchen-dominierter Wälder des Untersuchungsgebietes ist problematisch. Versteht man das Carpinion im Sinne von W. und A. MATUSZKIEWICZ (1985:473f) als überwiegend subkontinental verbreiteten Vegetationstyp (mit extrazonalen Vorkommen innerhalb des Fagion-Gebietes), so liegt Schleswig-Holstein außerhalb des natürlichen Carpinion-Areals (vgl. auch NEUHÄUSL 1981:541, Abb.1). Die mitteleuropäischen Hauptvorkommen dieser Wälder liegen demgemäß in Teilen Ostdeutschlands, der Tschechoslowakei und Polens (W. und A. MATUSZKIEWICZ 1985:474). Eichen-Hainbuchenwälder bilden beispielsweise in Polen mit einem Flächenanteil von etwa 42 % (W. und A. MATUSZKIEWICZ 1985:474) die vorherrschende Einheit der potentiellen natürlichen Vegetation.

Keine der in den untersuchten Beständen vorkommenden Sippen kann als Assoziations- oder Verbandskennart betrachtet werden (vgl. ZACHARIAS 1994:176). Stellaria holostea erweist sich - wie eine Synopsis schleswig-holsteinischer Waldgesellschaften zeigt (Tabelle 29) - als Klassenkennart der Querco-Fagetea. Die für das Carpinion des östlichen Mitteleuropa kennzeichnenden Sippen (Galium sylvaticum, Galium schultesii, Isopyrum thalictroides, Ranunculus cassubicus, Tilia cordata; vgl. W. und A. MATUSZKIEWICZ 1985:475, Tab.1) fehlen den betreffenden Beständen des Landesteils Schleswig (ebenso in Holstein; vgl. VON GLAHN i.p.). Ihr synsystematischer Rang läßt sich damit nicht festlegen. Aufgrund der Präsenz von Kenntaxa ranghöherer Einheiten können Eichen-Hainbuchen-dominierte Wälder des Untersuchungsgebietes als Quercus robur-Carpinus betulus-Gesellschaft den Fagetalia angeschlossen werden. Diese Einschätzung trägt zugleich der nutzungsgeschichtlich erklärbaren Hemerobie der Bestände Rechnung.

5.2. Artenarme Buchenwaldgesellschaften der Altmoräne

(Synonyma: Oxalis-Milium-Buchenwald Hesmer und Schröder 1963, Flattergras-Buchenwald Burrichter und Wittig 1977, Oxalido-Fagetum v. Glahn 1981)

- Allgemeine Beschreibung

Über Vegetationszusammensetzung und Standortsbedingungen artenarmer Buchenwaldgesellschaften der Norddeutschen Tiefebene geben mehrere Monographien bereits umfassend Auskunft (TRAUTMANN 1972, TRAUTMANN et al. 1973, BURRICHTER und WITTIG 1977, JAHN 1979:354ff, KRAUSE und SCHRÖDER 1979:82ff, VON GLAHN 1981). Kennzeichnend für diese Wälder sind ihre durch die Vorherrschaft der Buche bedingte Physiognomie sowie eine von mesotraphenten Arten aufgebaute Krautschicht, in der insbesondere Milium effusum und Oxalis acetosella hohe Stetigkeit und Deckung erlangen. Neben Fagus wurden beide Arten daher häufig als namensgebende Sippen gewählt (vgl. Liste der Synonyma).

Der Baumschicht sind - meist nur stammweise - Stieleichen oder Hainbuchen beigemischt. Auf den betrachteten Standorten werden sie (unter natürlichen Konkurrenzbedingungen) ganz oder weitgehend von Fagus verdrängt (vgl. KRAUSE und SCHRÖDER 1979:82, VON GLAHN 1981:59, 67), unter forstlichen Gesichtspunkten aber oftmals gefördert (vgl. Tab.20, lfd. Nr. 5, 22 u.24). Der Unterstand (B2- und Strauchschicht) ist lückig (mittlere Deckung unter 7 %) und wird überwiegend von Buchenjungwuchs gebildet. Sorbus aucuparia - als Jungpflanze in fast allen Beständen vertreten - erreicht nur in lichten Beständen (z.B. bei höherem Eichenanteil) Strauchhöhe. Gleiches gilt für die selteneren Sippen Sambucus nigra, Frangula alnus, Ilex aquifolium, Corylus avellana und Crataegus laevigata agg.. Rubus idaeus und Rubus fruticosus agg., die kaum einem Bestand fehlen, treten ausschließlich als niedrigwüchsige Pflanzen mit geringer Deckung auf. Blütenbildungen lassen sich in der Regel nicht beobachten (vgl. BURRICHTER und WITTIG 1977:378).

Die Krautschicht ist artenarm. Neben Milium, Oxalis und Anemone treten stet, aber mit geringerer Deckung Stellaria holostea, Polygonatum multiflorum, Convallaria majalis und Hedera helix auf. Unter den Frische- beziehungsweise Lehmbodenzeigern sind Deschampsia cespitosa und Athyrium filix-femina häufig. In der Krautschicht ist zudem eine üppige Verjüngung von Fagus auffällig. Im Gegensatz zur Buche erreichen die nicht minder häufigen Sämlinge der Stieleiche nur selten Strauchhöhe. Sie verkümmern bereits nach wenigen Jahren infolge Lichtmangels oder durch Wildverbiß. Moose finden im Flattergras-Buchenwald nur schlechte Wuchsbedingungen. Ihr Vorkommen ist - wie in allen Fagion-Gesellschaften - an Störstellen gebunden, wo durch Wild oder bodenwühlende Tiere der Mineralkörper von organischen Auflagen befreit wurde. Dort können Mnium hornum und Dicranella heteromalla wenige Quadratzentimeter große Polster bilden.

In Schleswig-Holstein kommen Flattergras-Buchenwälder nur in der Altmoräne vor (vgl. Abb.60). Ein Vergleich ihres Verbreitungsbildes mit Bodenkarten zeigt, daß sich Wuchsorte in trophisch günstigeren Altmoränenbereichen häufen. Die Gesellschaft ist dort überwiegend an Parabraunerden gebunden, deren Entwicklungszustand allenfalls ein Stadium der Kornpodsoligkeit erreicht hat (Eluvialhorizonte fehlen). Der standörtlichen Situation entsprechend finden sich als häufige Kontaktgesellschaften Buchen-Eichen- und Waldmeister-Buchenwälder.

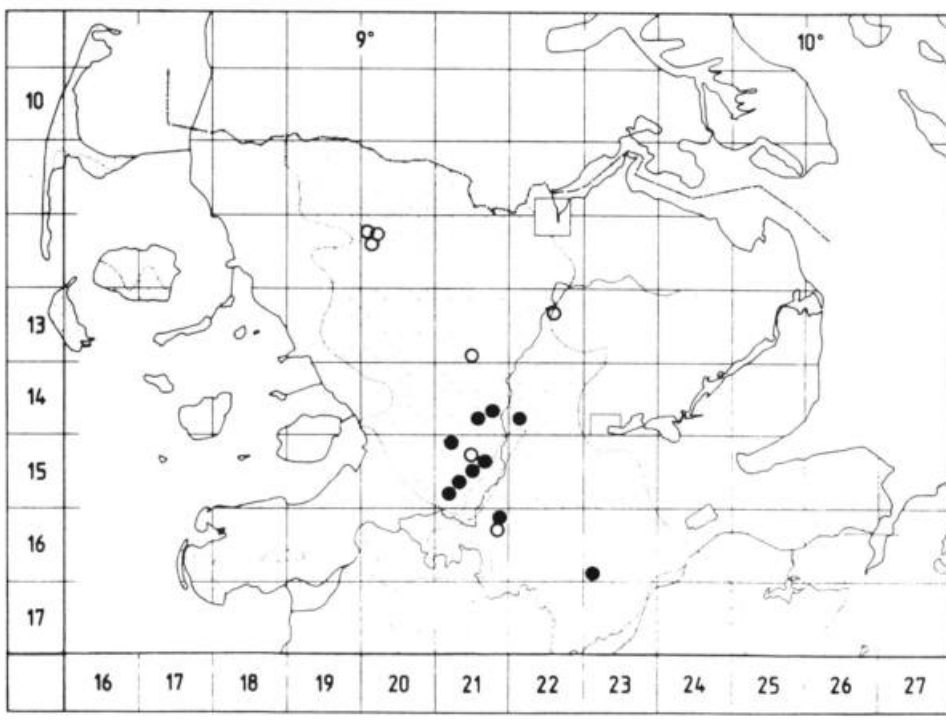


Abb.60: Bestandesvorkommen der
● Fagetalia-Basalgesellschaft
○ Quercetalia-Basalgesellschaft

Die zwischen Fagetalia- und Quercetalia-Standorten vermittelnde Trophiesituation bedingt, daß das Artengefüge der Flattergras-Buchenwälder sensibel auf forstliche Eingriffe reagiert. Eine stärkere Lichtung des (aufgrund der Buchendominanz) in naturnahen Beständen geschlossenen Kronendachs begünstigt Quercetalia-Arten, die aus angrenzenden Buchen-Eichenwäldern einwandern. Ebenso können Gehölze wie Sorbus aucuparia und Frangula alnus Fuß fassen, wenn forstliche Maßnahmen auf eine Eicheförderung zielen. Aufnahme Nr.5 der Tabelle 20 mag hierfür als Beispiel dienen (in diesem Bestand konnte sich Sorbus aucuparia sogar in der B2-

Schicht etablieren). Gleichfalls werden an windexponierten Standorten (z.B. Moränenkuppen oder Waldränder) Sippen der Quercetalia begünstigt (vgl. HESMER und SCHRÖDER 1963).

- Synsystematische Probleme

Die Mehrzahl der in der Krautschicht auftretenden Sippen kann als Klassenkennarten der Querco-Fagetea gewertet werden (Milium effusum, Anemone nemorosa, Stellaria holostea, Polygonatum multiflorum, Hedera helix, Convallaria majalis, Athyrium filix-femina). Sippen, mit deren Hilfe eine deduktive Zuordnung auf Verbandsniveau möglich wäre, fehlen den Beständen (weder Kennarten des Fagion, des Luzulo-Fagion, noch des Quercion robori-petraeae sind vorhanden). Entsprechend der vorhandenen Fagetalia- und Quercetalia-Arten nehmen Flattergras-Buchenwälder eine zwischen den genannten Ordnungen vermittelnde Stellung ein (BURRICHTER und WITTIG 1977:380, JAHN 1979:355, KRAUSE und SCHRÖDER 1979:83, VON GLAHN 1981:66). Unterschiedliche Vorschläge zur synsystematischen Wertung versuchen dem Rechnung zu tragen. BURRICHTER und WITTIG (1977:380) befürworten einen Anschluß an das (Eu-) Fagion, räumen aber ein, daß Teile der Bestände zugleich auch Buchen-Eichenwäldern und damit dem Quercion zugeordnet werden können. VON GLAHN (1981:72) wertet "Sauerklee-Buchenwälder" als eigene Assoziation ("Oxalido-Fagetum"), die er einem neuen Unterverband ("Milio-Fagenion") des Fagion anschließt. Beiden Vorschlägen ist gemein, daß eine Fagion-Zuordnung aufgrund der in Flattergras-Buchenwäldern bestehenden Buchendominanz vorgenommen wird (BURRICHTER und WITTIG 1977:380, VON GLAHN 1981:71). Sie bleibt wenig zufriedenstellend, zumal die genannten Autoren an anderer Stelle einen Anschluß Fagus-dominierter Bestände an das Quercion robori-petraeae akzeptieren (BURRICHTER und WITTIG 1977:379, VON GLAHN 1981:58). Fagus selbst kann allenfalls als Klassen-, nicht aber als Fagion-Kennart gewertet werden (vgl. Kap. 5.2.1.). JAHN (1979:355f) schlägt eine Eingliederung der Flattergras-Buchenwälder in ein dadurch erweitertes Deschampsio-Fagetum (=Carici piluliferae-Fagetum) vor, das innerhalb eines eigenen Verbandes ("Carici piluliferae-Fagion") zu den Quercetalia robori-petraeae zu stellen wäre. Weder Assoziation noch Verband wären dabei aber durch eigene Kennnarten charakterisiert.

Problem einer Zuordnung bleibt, daß auf nährstoffreichen Standorten Fagetalia-Arten (z.B. Lamiastrum galeobdolon) auftreten, während auf basen- oder kolloidärmeren Böden in der Feldschicht Quercetalia-Arten überwiegen. Diese zwischen Fagetalia- und Quercetalia-Gesellschaften bestehende "Zwitterstellung" der Flattergras-Buchenwälder veranschaulichen besonders gut synoptische Tabellen bei VON GLAHN (1981:68f, Tab. 2) und BURRICHTER und WITTIG (1977, Tab. 2). Hier wurden - zum floristischen Vergleich - Flattergras-Buchenwäldern einerseits Fagion-, andererseits Luzulo-Fagion- beziehungsweise Quercion-Gesellschaften gegenübergestellt.

Am Beispiel der Flattergras-Buchenwälder wird deutlich, welche Probleme gliederungsformal auftreten, versucht man die zwischen Syntaxa höherer Rangstufen (floristisch) vermittelnden Bestände als eigene Vegetationstypen abzugrenzen. Konsequenter scheint daher, deren synsystematische Wertung an dem von KOPECKY und HEJNY (1971, 1973, 1974, 1978a) aufgezeigten und im Rahmen vorliegender Arbeit modifizierten Klassifikationsverfahren zu orientieren (vgl. Kap. 4.1.2.10.). Danach lassen sich Flattergras-Buchenwälder folgenden Einheiten zuordnen: Bestände, in denen Ordnungskenn- oder -trennarten der Fagetalia vorhanden sind, werden als Fagetalia-Basalgesellschaft bezeichnet. Analog gehören Bestände mit Quercetaliakenn- oder -trennarten zur Quercetalia-Basalgesellschaft. In floristischen Grenzsituationen, bei denen Aufnahmen Kenn- oder Trennarten beider Ordnungen aufweisen, kann eine Zuordnung nur pragmatischen Gesichtspunkten folgen (bspw. aufgrund von Deckungs- oder Häufigkeitsanteilen einer jeweiligen Artengruppe). Vorteil dieser Klassifikationsweise ist, daß eine Trennung von Fagetalia- und Quercetalia-Beständen (bzw. -Gesellschaften) methodologisch nachvollziehbar bleibt. Eine "Verwässerung" der Ordnungsgrenze durch Zusammenlegen und Anschluß dieser Typen an eine der beiden Ordnungen wird vermieden. Sie wäre zudem floristisch für jeweils einen Teil der Bestände nicht begründbar.

- Fagetalia-Basalgesellschaft

In Beständen der Fagetalia-Basalgesellschaft tritt - als kennzeichnende Sippe - stet und mit mittlerer bis geringer Deckung Lamiastrum galeobdolon auf. Vegetationsaufnahmen zur Gesellschaft wurden in Tabelle 20 so angeordnet, daß - von links nach rechts gelesen - floristisch wie standörtlich eine zunehmende Annäherung an Quercetalia-Bestände besteht.

Die Gesellschaft ist im Untersuchungsgebiet überwiegend an schwach pseudovergleyte Parabraunerden gebunden, die profilmorphologisch durch die Horizontfolge O_L-O_f(-O_h)-A_h-A_{hl}-(S)B_t-(S)B_v-(S)B_vC gekennzeichnet sind (vgl. Bodentab.32). Organische Auflagen sind im Mittel etwa 4 cm mächtig, ein Befund, der sich gut mit VON GLAHNs Beobachtungen (1981:63) deckt. Ein Humifizierungshorizont ist in aller Regel nur schwach entwickelt. Profilabwärts schließt ein etwa 12 cm mächtiger A_h an, dessen Sandkörner zu einem wenig stabilen Krümelgefüge aggregiert sind. Sofern vorhanden, ist der O_h stark, der O_f mittel bis stark von Feinwurzeln durchsetzt. Der A_h ist auffallend feinwurzelarm (bis -frei). Die geschilderte Differenzierung der Humushorizonte entspricht einem Mullartigen bis Typischen Moder. Bezeichnenderweise sind C/N-Verhältnisse im intensiv durchwurzelten O_h am engsten (im Mittel 22,9) und nehmen im O_f und A_h Werte um 23,7 beziehungsweise 29,2 an. Geringe Basensättigung (meist unter 20 %) und niedrige S- und pH-Werte (vgl. Bodentab.32) indizieren eine bereits fortgeschrittene Oberbodenversauerung. Im unteren A_h-Bereich deuten vereinzelte Bleichkörner eine beginnende Podsolierung an. Da Auswaschungsprozesse allenfalls ein Stadium der Kornpodsoligkeit erreicht

Bodentab.32: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Fagetalia-Basalgesellschaft
Bodentyp: schwach kornpodsolige Parabraunerde
Anzahl der Profilaufnahmen: 3

Horizont	Modif./Überg.	Mächgt./Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/100ccm)	S-Wert (mval/100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
		1,0		3,6	24,0	46,9	480,2	16,5	27,3	3,2	3,5		
O_L		1,3	-	4,2	28,3	48,4	485,6	17,2	28,3	3,4	3,7		
		2,0		4,8	32,0	50,0	491,8	17,6	29,9	3,6	4,0		
		2,0		1,6	10,4	15,6	405,7	15,7	21,4	2,9	3,2		
O_f		2,2	mitt.-	2,7	17,9	29,1	456,9	19,5	23,7	3,0	3,4		
		2,5	stark	3,5	23,2	36,2	484,6	22,4	25,8	3,2	3,6		
		0,0		1,4	9,6	16,4	329,2	13,2	20,7	2,4	2,7		
O_h		0,3	stark	1,6	10,8	17,8	382,0	16,9	22,9	2,5	2,9		
		1,0		2,0	13,2	19,0	431,5	20,9	24,9	2,6	3,0		
	mit	6		0,4	0,3	3,9	40,9	1,3	20,8	2,5	2,9		S
A_h	Bleich-	12	fehl.-	2,1	1,6	14,2	127,0	4,0	29,2	2,5	3,0	Krûm	5YR-7,5YR
	körnern	15	schwach	3,8	2,9	28,2	282,9	7,9	35,8	2,6	3,1		3/2
		38		0,0	0,0	0,0	13,3	0,3	44,3	2,9	3,4		lS
A_{hl}		48	-	2,1	1,5	18,8	16,9	0,3	52,2	3,1	3,6	Fpoly	5YR-7,5YR
		57		4,3	3,1	36,9	20,5	0,3	60,1	3,3	3,9		3-6/3-6
		60		2,4	1,5	27,7				3,2	3,9		sL
B_t	$(S)B_t$	78	-	3,7	2,3	37,3	<4,0	<0,2	n.b.	3,3	4,0	Kohär	7,5YR-10YR
		97		4,6	2,9	50,0				3,5	4,1		5/6
		104		4,0	2,5	26,9				2,9	3,9		sL
$(S)B_v$		107	-	4,3	2,7	28,8	<4,0	<0,1	n.b.	3,4	4,4	Kohär	7,5YR-10YR
		110		4,6	2,9	30,9				4,3	5,2		5/6
		130		5,0	3,1	35,6				2,8	4,3		sL
$(S)B_vC$	SB_vC	137	-	5,7	3,6	51,3	<4,0	<0,1	n.b.	3,3	4,9	Kohär	7,5YR-10YR
		140		6,1	3,8	65,5				4,1	5,5		5/6-8

haben, ist ein Eluvialhorizont (A_{eh}) nicht entwickelt. Im Solum hebt sich der A_l als helles, etwa 3 bis 4 dm mächtiges Band ab. Er besteht aus lehmigem Sand und weist ein Feinpolyedergefüge auf. B_t-, B_v- und B_vC-Horizonte zeigen höhere Lagerungsdichten und im bodenfeuchten Zustand ein Kohärentgefüge. Sie sind in der Regel schwach pseudovergleyt (bis 5 % Rostflecken).

Wie die Tonanreicherungshorizonte schleswig-holsteinischer Parabraunerden neigen auch westfälische Lößlehmstandorte zur Stauwasserbildung. Bodenfrischezeiger (Deschampsia cespitosa, Athyrium filix-femina) sind daher nicht nur in Schleswig-Holstein, sondern auch andernorts charakterische Elemente im Artengefüge der Flattergras-Buchenwälder (vgl. VON GLAHN 1981:60f, BURRICHTER und WITTIG 1977:378). Lediglich im niedersächsischen Altmoränengebiet fand VON GLAHN (1981:63ff) abweichende Verhältnisse. Entsprechende Bestände treten dort u.a. auf etwa 10 dm mächtigen "Decksand"-Schichten auf, die der Autor pedogenetisch als mächtige Lessivierungshorizonte interpretiert. Aufgrund ihrer günstigen Drainung fallen dort die genannten Frischezeiger aus.

Bodentab.33: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes (weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Fagetalia-Basalgesellschaft
Bodentyp: schwach kornpodsolige Phäno-Parabraunerde
Anzahl der Profilaufnahmen: 1

Horizont Modif.	Mächgt./ Tiefe	DW	S-Wert (mval/	S-Wert (mval/	BS (%)	pH (0,1n	pH (H2O)	Gefüge	Boden-art
O_L	2,0	-	3,9	26,0	46,4	3,4	3,7		
O_f	2,0	mitt.	0,9	6,0	12,8	2,7	3,0		
O_h	<1,0	stark	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		
A_h mit Bleich-körnern	12	-	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	Krûmel	S
Phä.-A_{hl}	51	-	1,1	0,8	17,8	3,2	3,7	Einzk	S
Phäno-A_l	89	-	3,4	2,4	61,5	4,4	5,8	Einzk	S
II(S)B_tC	120	-	5,8	3,6	94,7	4,2	5,5	Kohär	sL

Als Substrat für Flattergras-Buchenwälder des Untersuchungsgebietes sind Parabraunerden standörtlich, nicht aber pedogenetisch "Phäno-Parabraunerden" vergleichbar (Bodentab.33). Ihr Solum weist eine mehrere Dezimeter mächtige Deckschicht aus Sand auf, die abrupt in einen lehmigen Horizont übergeht. Profilmorphologisch besteht somit eine Horizontfolge, die jener von Parabraunerden ähnelt (A_l-B_t). Sie ist in aller Regel aber nicht pedogenetisch, sondern geologisch bedingt und durch Flottsandauflagerungen über lehmigen Untergrund erklärbar (vgl. auch Kap.5.3.2.1.). Der sandige Profilabschnitt kann dementsprechend als "Phäno-Al", der lehmige Untergrund als "IIB_t" bezeichnet werden (vgl. VON GLAHN 1981:63).

Eine eindeutige Klärung dieser Bodenverhältnisse bleibt letztlich genaueren bodenkundlichen Untersuchungen vorbehalten und bedarf detaillierterer Analysen (insbes. der Korngrößen).

Die Humusform der untersuchten Phäno-Parabraunerden ist mit jener der oben beschriebenen Parabraunerden vergleichbar; ihre S-, pH- und Basensättigungswerte liegen zum Teil aber nahe oder sogar unterhalb der bei Parabraunerden gefundenen Minimalwerte. Ein geringerer

Kolloidgehalt der sandigen Deckschicht führt offensichtlich zur Verschlechterung des Basenangebotes, findet aber nicht zwangsläufig in abweichenden Vegetationsverhältnissen Ausdruck.

- Quercetalia-Basalgesellschaft

In Beständen der Quercetalia-Basalgesellschaft fehlen Fagetalia-Arten weitgehend. Statt ihrer weist die Krautschicht azidotolerante Sippen auf, die soziologisch einen Anschluß an die genannte Ordnung rechtfertigen. Weitere (floristische) Unterschiede zur Fagetalia-Basalgesellschaft bestehen nicht.

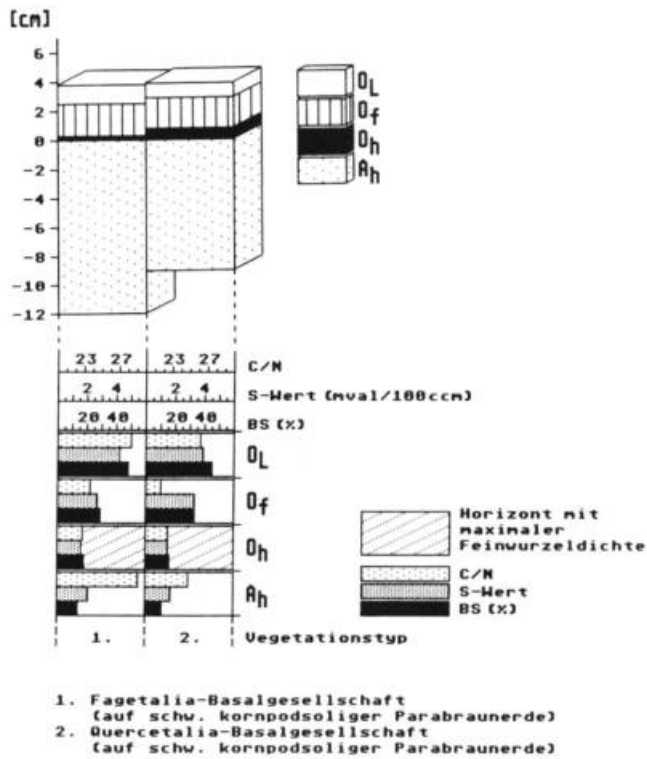


Abb.61: Mächtigkeiten (oberer Abb.teil) und bodenökologische Charakteristika (unterer Abb.teil) der Humushorizonte an Standorten der Fagetalia- und Quercetalia-Basalgesellschaft (weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.1.)

Bodentab.34: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Quercetalia-Basalgesellschaft
Bodentyp: schwach kornpodsolige Parabraunerde
Anzahl der Profilaufnahmen: 4

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
		1,0		2,7	18,0	31,5	490,8	18,6	25,6	3,3	3,6		
O_L		1,0	-	3,9	25,7	45,3	498,7	19,1	26,1	3,6	4,0		
		1,0		4,3	28,8	53,0	506,7	19,8	26,8	3,8	4,3		
		2,0		2,5	16,6	21,7	440,6	19,4	19,6	2,6	3,1		
O_f		2,1	mitt.-	3,3	21,7	32,5	448,3	20,9	21,6	2,9	3,4		
		2,5	stark	4,7	31,2	39,4	455,4	23,3	23,1	3,2	3,7		
		0,0		1,1	7,6	12,6	287,4	12,6	21,7	2,3	2,6		
O_h		0,8	stark	1,5	10,3	15,8	362,6	16,3	22,4	2,5	2,9		
		1,0		2,2	14,4	22,8	462,2	21,3	22,9	2,7	3,1		
	mit	6		1,3	1,0	7,0	40,6	1,8	22,6	2,4	2,9		S
A_h	Bleich-	9	-	1,7	1,3	10,7	55,2	2,2	24,9	2,5	3,0	Krümel	5YR-7,5YR
	körnern	11		2,2	1,7	13,9	69,0	2,6	26,4	2,7	3,2		3/2
		48		0,0	0,0	0,0	16,0	0,4	33,1	2,7	3,2		S-lS
A_{hl}		53	-	2,3	1,6	22,4	47,0	1,4	36,1	2,9	3,6	Fpoly	5YR-7,5YR
		65		4,6	3,3	42,9	77,9	2,4	39,1	3,3	4,0		3-5/3-6
		60		1,9	1,2	20,0				3,1	4,0		lS-sL
(S)B_t	B_{tv}	77	-	4,3	2,7	39,5	7,2	0,3	25,6	3,4	4,2	Kohär	7,5YR-10YR
		88		6,9	4,3	55,8				3,6	4,3		4-5/6
		96		0,5	0,3	10,0				2,9	3,5		uS-S/lS-sL
(S)B_v		105	-	5,7	3,6	36,0	2,0	<0,1	n.b.	3,2	4,2	Einzk/	7,5YR-10YR
		112		13,3	8,3	58,5				3,5	4,8	Kohär	5/4-6
		130		0,0	0,0	0,0				3,3	4,1		S/lS-sL
(S)B_vC	SB_vC	135	-	2,4	1,5	41,5	0,8	0,0	n.b.	3,4	4,7	Einzk/	7,5YR-10YR
		140		5,8	3,6	66,7				3,5	5,1	Kohär	5-7/4-8

Die Standortsverhältnisse ähneln noch weitgehend jenen der Fagetalia-Basalgesellschaft. Wie vier Profilaufnahmen zeigen, treten als charakteristische Pedokomplexe schwach pseudovergleyte Parabraunerden auf (Beschreibung des Profilaufbaus vgl. oben). Ihre organischen Auflagen erreichen im Durchschnitt Mächtigkeiten um 5 cm, wobei O_f und O_h besonders intensiv durchwurzelt werden. Die C/N-Verhältnisse dieser Horizonte schwanken zwischen 19,6 und 22,9, ihre pH(H_2O)-Werte zwischen 2,6 und 3,7. Eine Zusammenstellung aller Analysenwerte gibt Bodentabelle 34.

- Synökologischer Vergleich

Um Standortsbedingungen beider Gesellschaften vergleichen zu können, ist in Abbildung 61 neben der Humushorizont-Differenzierung eine Auswahl bodenchemischer Parameter in Abhängigkeit von Profiltiefe und Vegetationstyp dargestellt. Eine Zunahme azidotoleranter Sippen läßt an Standorten der Quercetalia-Basalgesellschaft ungünstigere Trophiebedingungen erwarten. Sie finden profilmorphologisch in einer intensiveren Akkumulation humifizierter Streureste Ausdruck, der eine Mächtigkeitsabnahme des A_h gegenübersteht. Ganz entsprechend lassen sich Ergebnisse bodenchemischer Analysen interpretieren. Böden der Quercetalia-Basalgesellschaft zeigen in den Hauptwurzelhorizonten tendenziell niedrigere S- und Basensättigungswerte. Da die C/N-Quotienten der verglichenen Böden relativ gut übereinstimmen, ist anzunehmen, daß floristische Merkmale beider Gesellschaften weniger Unterschiede im Stickstoff- als vielmehr im Basenangebot zum Ausdruck bringen.

- Synchorologische Aspekte

Allen Flattergras-Buchenwäldern des Norddeutschen Tieflands ist ein Grundstock mesotraphenter Sippen gemein, die wesentlichen Anteil am Aufbau der Bodenvegetation haben. Zu ihnen gehören Milium effusum, Oxalis acetosella und Anemone nemorosa (vgl. Tab.21).

Einem Ozeanitätsgefälle entsprechend treten gebietsspezifisch Sippen auf, die als geographische Differentialarten gewertet werden können. Unter subozeanisch-subkontinentalem Klima kommen im nordostdeutschen Flachland (Ost-Mecklenburg und Brandenburg, Tab.21, Sp.10-12) Bestände vor, denen atlantisch-subatlantische Arten fehlen (so z.B. Hedera helix, Ilex aquifolium, Dryopteris dilatata). Als Pendant zu diesen weisen sie Sippen gemäßigt-kontinentaler Verbreitung auf (Calamagrostis arundinacea, Carex digitata, Festuca heterophylla und mit geringer Stetigkeit Melica nutans).

Tab. 21

Geographische Differenzierung artenarmer Buchenwaldgesellschaften (Flattergras-/Sauerklee-Buchenwälder, gekürzte Stetigkeitstabelle)

	Spalte Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Anzahl der Aufnahmen		10	8	15	7	10	5	15	12	8	32	11	35
	Mittlere Artenzahl		18	17	21	22	28	19	22	23		14	18	15
	Fagus sylvatica	B	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
		St	II	IV	III	.	III	I	II	+	III	V	V	V
		K	III	V	IV	V	IV	V	IV	III	V	?	?	?
	Quercus robur	B	II	I	III	IV	V	II	V	V	IV	+	.	+
		K	II	.	III	I	III	I	IV	II	V	?	?	?
△1	Hedera helix (St,K)		IV	V	IV	III	V	V	III	V	.	+	.	.
	Ilex aquifolium		I	II	+	I	III	II	+	.	.	.	.	.
	Mnium hornum		II	V	IV	III	V	IV	V	IV	II	.	I	+
	Rubus fruticosus agg.		V	III	V	V	V	III	III	IV	IV	.	.	.
	Dryopteris dilatata		I	V	II	III	II	II	III	IV	I	.	.	.
△2	Lonicera periclymenum		.	.	V	III	V	IV	IV	IV	.	.	I	.
	Frangula alnus (St,K)		.	.	I	.	II	II	I	III	.	.	+	+
△3	Stellaria holostea		.	.	+	IV	V	III	V	V	.	+	I	+
△4	Calamagrostis arundinacea		.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	III	I
	Carex digitata		.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	+	IV
	Festuca heterophylla		.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	+	I
	Melica nutans		.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	+	II
D der Fagetalia-BG														
	Lamiastrum galeobdolon		V	V	.	V	.	.	V	.	.	.	.	.
D der Quercetalia-BG														
	Maianthemum bifolium		.	.	III	IV	V	V	II	V	.	V	V	IV
	Polytrichum formosum		.	.	II	.	V	.	I	IV	I	V	V	IV
	Carex pilulifera		.	.	III	.	II	II	I	I	II	IV	V	V
	Avenella flexuosa		.	.	.	.	V	V	I	IV	.	IV	II	V
KC	Milium effusum		V	V	V	V	V	V	V	V	IV	V	V	IV
	Anemone nemorosa		IV	IV	IV	V	V	V	V	V	II	IV	V	IV
	Polygonatum multiflorum		V	I	II	IV	V	IV	V	V	.	.	.	(d)
	Convallaria majalis		.	.	I	.	II	III	III	V	I	III	V	II
	Athyrium filix-femina		V	V	V	V	V	.	II	I	V	.	.	.
	Poa nemoralis		III	III	IV	II	II	.	.	.	III	III	IV	V
Sonstige	Oxalis acetosella		V	V	V	V	V	V	V	V	IV	V	III	V
	Sorbus aucuparia (St,K)		.	.	III	IV	V	V	V	V	IV	III	V	III
	Deschampsia cespitosa		IV	III	IV	III	V	.	V	V	.	.	(d)	(d)
	Dicranella heteromalla		.	II	III	V	V	V	IV	V	II	II	+	II
	Rubus idaeus		I	IV	+	IV	V	III	IV	V	II	+	II	I
	Luzula pilosa		II	IV	III	III	III	III	III	IV	IV	V	V	V
	Dryopteris carthusiana		IV	II	IV	.	.	I	II	III	IV	II	I	I
	Hypnum cupressiforme		.	+	.	III	I	III	II	I	.	I	+	.

Herkunft der Aufnahmen:

1)-3) Burrichter und Wittig 1977, Flattergras-Buchenwald, Westfalen
4)-6) von Glahn 1981, Oxalido-Fagetum, Niedersachsen und Holstein
7)-8) vorliegende Arbeit, Fagetalia- und Quercetalia-Basalgesellschaft, nördliches Schleswig-Holste
9) Rückert und Wittig 1984, Flattergras-Buchenwald, Spessart
10) Passarge und Hofmann 1968, Calamagrostio-Maianthemo-Fagetum (Melica nutans-Regionale), Ostbrandenburg und Ostmecklenburg
11) Passarge und Hofmann 1968, Centro-Maianthemo-Fagetum (Melica nutans-Regionale)
12) Passarge und Hofmann 1968, Centro-Maianthemo-Fagetum (Melica nutans-Regionale, Carex digitata-Rasse)

Synchorologisch nehmen Flattergras-Buchenwälder des Spessart eine vermittelnde Stellung ein. Ihnen fehlt einerseits die Gruppe gemäßigt-kontinentaler Arten; andererseits treten die für Bestände Nordwestdeutschlands bezeichnenden Sippen nur teilweise und mit geringer Stetigkeit auf (vgl. Mnium hornum, Rubus fruticosus agg., Dryopteris dilatata). Die von RÜCKERT und WITTIG (1984) im Spessart durchgeführten Untersuchungen (vgl. auch BOHN 1981:114) widerlegen indessen die Vermutung, daß Flattergras-Buchenwälder nur außerhalb des Luzulo-Fagion-Areals auftreten (vgl. BURRICHTER und WITTIG 1977:380, VON GLAHN 1981:70).

In Westfalen bleiben Lonicera periclymenum und Frangula alnus auf ärmere Standorte (Quercetalia-Basalgesellschaft) begrenzt. Kennzeichnend für niedersächsische und schleswig-holsteinische Bestände ist eine hohe Präsenz von Stellaria holostea. Sie fehlt Flattergras-Buchenwäldern Westfalens, Mecklenburgs und Brandenburgs.

5.3. Ordnung Quercetalia robori-petraeae Tx.1937

In der Ordnung Quercetalia robori-petraeae werden Buchen- und Eichenmischwälder bodensaurer, nährstoffarmer Standorte zusammengefaßt. Quercetalia-Gesellschaften sind im Vergleich zu übrigen Laubwaldgesellschaften Mitteleuropas artenarm. In der Feldschicht dominieren meist genügsame, säuretolerante Gräser und Zwergsträucher, neben denen - mit zunehmendem Eichenanteil und dem Zurückweichen von Schatthölzern - etliche Moosarten zur Entwicklung kommen.

Betrachtet man in Mitteleuropa jene Gebiete, in denen Quercetalia-Gesellschaften potentiell weit verbreitet wären, so läßt sich leicht ein Verbreitungsschwerpunkt im Altdiluvium Nordwestdeutschlands erkennen. In Schleswig-Holstein treten Buchen-Eichenwälder als spezifische Einheit des Sander- und Altmoränengebietes auf.

Bis heute ist die soziologische Stellung der Quercetalia (als eigene Klasse Quercetea robori-petraeae Br.-Bl. et Tx.1943 oder als Ordnung innerhalb der Querco-Fagetea) Gegenstand synsytematischer Diskussion (vgl. MOOR 1960:283, OBERDORFER et al. 1967:53, MULLER 1982:304, WELSS 1985:44, POTT 1992:362, WILMANNS 1993:408). Befürworter einer eigenen Klasse (VANDEN BERGHEN 1957:19, HARTMANN und JAHN 1967, NEUHÄUSL und NEUHÄUSLOVA 1967, WESTHOFF und DEN HELD 1975, MOOR 1976, ELLENBERG 1978, PASSARGE 1978, DINTER 1982) betonen in erster Linie, daß nur wenige floristische Gemeinsamkeiten die Ordnungen Quercetalia und Fagetalia verbinden. Dies trifft insbesondere für Bestände zu, die auf nährstoffärmsten Standorten (z.B. Quarzsanden) stocken und oftmals sehr artenarm sind. Doch auf Böden mit höherem Kolloidanteil und in Gebieten subozeanisch-subkontinentaler Klimate greifen Vertreter der Fagetalia und Quercetalia pubescenti-petraeae Br.-

Bl.1931 regelmäßig und teilweise mit hoher Deckung auf Quercetalia robori-petraeae-Gesellschaften über (vgl. MULLER 1982:302ff und Tab.22). Ein Zusammenschluß der genannten Ordnungen (zu einer Klasse) würde mit Hilfe der dann (zusätzlich) als Klassenkennarten zu wertenden Sippen (u.a. auch der drei wichtigen Gehölzarten Fagus, Quercus robur und Quercus petraea) eine bessere Kennzeichnung einzelner Einheiten erlauben. Zudem fände der Formationsbegriff des europäischen sommergrünen Laubwaldes "ein soziologisch breiteres Fundament" (OBERDORFER et al. 1967:53). Etliche, überwiegend in jüngerer Zeit erschienene Arbeiten haben diesen Gliederungsvorschlag aufgegriffen (vgl. RIVAS-MARTINEZ 1974, TOMBAL 1974:306, KIELLAND-LUND 1981, MULLER 1982, WELSS 1985, OBERDORFER 1987, DIERSSEN et al. 1988, SCHUHWERK 1988, AUGUSTIN 1991:74, OBERDORFER et al. 1992:81ff, WILMANNS 1993:408ff). Er ist auch für eine Zuordnung der in Schleswig-Holstein vorkommenden Quercetalia-Gesellschaften zweckmäßig und floristisch begründbar.

5.3.1. Zur Gliederung der Ordnung Quercetalia robori-petraeae

Um Quercetalia-Gesellschaften des Untersuchungsgebietes unter syntaxonomischen, -systematischen und -chorologischen Gesichtspunkten betrachten zu können, wurde aus Literaturquellen eine Übersichtstabelle zur Ordnung Quercetalia erstellt (Tab.22). Ausgewertet wurden überwiegend Monographien des nordwest- und mitteleuropäischen Raumes.

Zur inhaltlichen Umgrenzung der Ordnung soll zunächst die soziologische Stellung "bodensauerer Buchenwälder" (Luzulo-Fagion und "Avenella-Buchenwälder", vgl. OBERDORFER 1984) diskutiert werden, die im Rahmen vegetationskundlicher Untersuchungen lange Zeit nur wenig Interesse fanden (vgl. ELLENBERG 1978:160f, OBERDORFER 1984:257). Zwei Gründe waren dafür maßgeblich: Einerseits erlauben die in der Feldschicht vorherrschenden "Säurezeiger" keine befriedigende Kennzeichnung der Bestände, da diese zugleich auch in anderen azidophilen Gesellschaften auftreten und demzufolge nicht als Kennarten gewertet werden können. Andererseits wurden bodensaure Buchenwälder zumindest tieferer Lagen als Kunstprodukte angesehen. Es bestand die Ansicht, daß die Buche in diesen Wäldern durch forstliche Maßnahmen zur Dominanz gebracht wurde und eine ungestörte Sukzession zur (Rück-) Entwicklung von Birken-Eichenwäldern führe (vgl. z.B. Wi. CHRISTIANSEN 1925:230, 1926:320). Eine Vielzahl vegetationsgeschichtlicher wie -ökologischer Untersuchungen haben später die Natürlichkeit bodensaurer Buchenwälder belegt (vgl. HESMER 1932, 1936) und darüber hinaus gezeigt, daß gerade viele der als natürlich erachteten Eichen-Hainbuchenwälder unter naturnaher oder ausbleibender Nutzung in Buchen-Hochwälder übergingen (OBERDORFER 1984:257).

Damit zeigt sich, daß zwischen bodensauren Buchen- und Eichenwäldern neben floristischen auch enge syndynamische Beziehungen bestehen. In vielen Beständen können - abhängig von

standörtlichen und nutzungsgeschichtlichen Faktoren - Fagus sylvatica, Quercus robur und Quercus petraea gleichermaßen am Aufbau beteiligt sein. Floristische Unterschiede zwischen Buchen- und Eichen-dominierten Beständen verlieren sich daher in dem Maße, mit dem sich Schatt- und Lichtholzarten in der Baumschicht mischen. In submontanen Ausbildungen des Luzulo-Fagetum kann neben der Buche bereits Traubeneiche vertreten oder sogar dominante Baumart sein (vgl. bspw. SCHLÜTER 1959:454, Tab.4 und SCHUHWERK 1988). In der Krautschicht finden sich demzufolge "Eichenbegleiter" (Quercion robori-petraeae-Arten, z.B. Melampyrum pratense), so daß entsprechende Bestände (heute überwiegend zum Luzulo-Fagetum gestellt) von manchen Autoren aufgrund eines von reinen Buchenwäldern abweichenden Artengefüges auch als eigenständige Assoziation gewertet wurden (Luzulo-Querco-Fagetum sensu HARTMANN 1953, Melampyro-Fagetum sensu OBERDORFER 1957). Die geschilderten syndynamischen wie floristischen Beziehungen legen nahe, bodensaure Buchenwälder (Luzulo-Fagion, "Avenella-Buchenwälder") der Ordnung Quercetalia anzuschließen. Eine Vorherrschaft der Buche ist dabei als Gliederungskriterium unbrauchbar, da sie selbst in Quercion-Gesellschaften hohe Deckungsanteile erlangt (vgl. SISSINGH 1974:366; Tab.22). Tabelle 22 verdeutlicht, welche Sippen (OC und DO Quercetalia) bodensaure Buchenwälder und Quercion-Gesellschaften verbinden (u.a. Vaccinium myrtillus, Avenella flexuosa, Polytrichum formosum, Carex pilulifera, Dicranum scoparium, Veronica officinalis, Agrostis tenuis). Eine solche Fassung der Ordnung würde zugleich ihrem Anschluß an die Querco-Fagetea Rechnung tragen (vgl. WELSS 1985:44 und DIERSSEN et al. 1988:107). Ganz entsprechende Gliederungen finden sich unter anderem bei VANDEN BERGHEN (1953), DOING (1962, 1974), RAMEAU und ROYER (1974), KIELLAND-LUND (1981) und SCHUHWERK (1988).

Schwach gekennzeichnet bleibt nach wie vor das Luzulo-Fagion. Einzige und als "hold" einzustufende Verbandskennart ist Luzula luzuloides, da diese zugleich in Quercion-Gesellschaften höhere Stetigkeiten aufweisen kann. Gegenüber dem Quercion läßt sich das Luzulo-Fagion negativ (Ausfall der "Eichenbegleiter") abgrenzen. Es bleibt zu prüfen, inwieweit innerhalb der Quercetalia die in der montanen Stufe vorkommenden Nadelhölzer Picea abies und Abies alba als zusätzliche Differentialarten des Luzulo-Fagion dienen können. Mit ihrer Hilfe wäre es möglich, auch solche Vegetationsaufnahmen dem Luzulo-Fagion zuzuordnen, denen Luzula luzuloides fehlt.

Fassung und Gliederung des Verbandes Quercion robori-petraeae sind derzeit verworren. Einerseits bestehen recht unterschiedliche, auf syngeographischen Kriterien beruhende Gliederungsvorschläge (vgl. bei FUKAREK 1961, NEUHÄUSL und NEUHÄUSLOVA 1967:7f, OBERDORFER et al. 1967:53f, GLAVAC und KRAUSE 1969:95, H.D. KNAPP 1979:297ff, OBERDORFER 1984:265, 1987:464), andererseits erschweren zahlreiche (oftmals als Synonyma bzw. Homonyma anzusehende) Assoziationsnamen eine Übersicht (vgl. GLAVAC und KRAUSE 1969:92, 96, SCHUHWERK 1988).

Die folgende Liste mag eine Auswahl der verwirrenden Fülle häufig verwendeter Gesellschaftsnamen geben, die vollständig oder teilweise dem Quercion robori-petraeae angehörende Vegetationstypen bezeichnen:

Luzulo-Quercetum petraeae (Hilitzer 1932) Pass.1953 em. Neuhäusl et Neuhäuslova 1967, Luzulo-Quercetum petraeae Knapp 1948 em. Oberd.1950, Querco roboris-Betuletum Tx.(1930) 1937, Querco petraeae-Betuletum Tx.1937, Violo-Quercetum petraeae Pass.1956, Violo-Quercetum Oberd.1957, Fago-Quercetum petraeae Tx.1955, Vaccinio vitis-idaeae-Quercetum Oberd.1957, Molinio arundinaceae-Quercetum Neuhäusl et Neuhäuslova 1967, Genisto tinctoriae-Quercetum petraeae Klika 1932, Calamagrostio arundinaceae-Quercetum petraeae Scam.1961, Deschampsio-Fagetum Pass.1956, Luzulo-Querco-Fagetum Hartm.1953, Melampyro-Quercetum Pass. et Hofm.1968, Molinio caeruleae-Quercetum Pass. et Hofm.1968, Periclymeno-Fagetum Pass.(1956) 1957, Holco-Quercetum robori-petraeae Lemee 1937.

Eine auf syngeographischen Kriterien fußende Auftrennung des Quercion robori-petraeae schlagen NEUHÄUSL und NEUHÄUSLOVA-NOVOTNA (1967:7f, auf Verbandsniveau) sowie OBERDORFER (1987:464, auf Unterverbandsniveau) vor. Demgemäß ließen sich zwei Einheiten unterscheiden, eine mit atlantisch-subatlantischem (Quercion roboris Tx.1930 im Sinne von NEUHÄUSL und NEUHÄUSLOVA-NOVOTNA bzw. Quercenion roboris (Tx.1930) Riv. Mart.1974 im Sinne von OBERDORFER) sowie eine mit subkontinentalem Verbreitungsschwerpunkt (Genisto germanicae-Quercion sensu NEUHÄUSL und NEUHÄUSLOVA-NOVOTNA bzw. Genisto tinctoriae-Quercenion sensu OBERDORFER). Wie Untersuchungen von SCHUHWERK (1988) zeigen, greifen aber etliche der von NEUHÄUSL und NEUHÄUSLOVA-NOVOTNA genannten Verbandskenn- und Trennarten (des Genisto germanicae-Quercion) in das Quercion roboris-Areal über und kennzeichnen dort thermophile Einheiten der Traubeneichen(misch)wälder (so z.B. Genista germanica, Silene nutans, Platanthera bifolia und Hieracium racemosum; vgl. Tab.22). Gleichermaßen können subatlantische Arten östlich in vergleichbaren Beständen auftreten, wenn wechselfeuchte bis -frische Standortsverhältnisse die Wirkung klimatischer Rahmenbedingungen auf die Vegetationsentwicklung (zumindest teilweise) kompensieren (vgl. Kap. 5.3.2.2.1.). Die genannten Sippen sind dementsprechend auch als Differentialarten von Unterverbänden unbrauchbar. Als Trennarten östlicher Einheiten blieben lediglich Pinus sylvestris und Calamagrostis arundinacea (bedingt auch Molinia arundinacea) übrig, so daß in Tabelle 22 einer geographischen Differenzierung unterhalb des Assoziationsranges (z.B. als Gebietsvikarianten) der Vorzug gegeben wurde.

Im Quercion robori-petraeae führt OBERDORFER (1987:464) als dritten Unterverband das Ilici-Fagenion (Br.-Bl.1967) Tx.1979 em. Oberd.1984 an. Auch dieser Unterverband ist nach dem in Tabelle 22 zusammengestellten Aufnahmematerial floristisch nur unzureichend gekennzeichnet. Die von BRAUN-BLANQUET (1967:98 u. Tab. 31) genannten Kennarten des Ilici-Fagion (bzw. Ilici-Fagenion: Luzula forsteri, Arenaria montana) treten in seinem Aufnahmematerial nur spärlich auf oder fehlen sogar ganz (vgl. Tab.32: Saxifrago hirsutae-Fagetum). Ebenso weisen Tabellen von DURIN et al. 1967 (Tab.II: Ilici-Fagetum vaccinietosum und Ilici-Fagetum luzuletosum) keine Sippen auf, die als Trenn- oder Kennartenarten gewertet werden könnten. Euatlantiker wie Scilla non-scripta haben nur geringe Stetigkeit oder bleiben auf basenreichere Standorte beschränkt. Auch nach OBERDORFER (1984:263) kann das Ilici-Fagenion "allein durch die Vorherrschaft der Rotbuche und die damit verbundene Reduzierung der Quercetalia robori-pertaeae-Arten gekennzeichnet" werden. In Tabelle 22 wurden demzufolge Aufnahmen des Ilici-Fagetum (von BRAUN-BLANQUET 1967 und DURIN et al. 1967) - entsprechend ihrer Ausstattung mit Trenn- oder Kennarten ranghöherer Syntaxa - als "ranglose" Gesellschaft (im Quercion robori-petraeae) gewertet oder der Basalgesellschaft der Ordnung angeschlossen.

Eine Vielzahl verschiedener Assoziationsnamen wurde während der vergangenen Jahrzehnte zur Benennung der im nordwestmitteleuropäischen Raum vorkommenden Buchen-Eichen- und Eichenwälder verwendet. Wie groß Abgrenzungsprobleme zwischen den dabei unterschiedenen Einheiten waren (und sind), wird besonders deutlich, wenn man sich die fortwährende Neufassung und Umbenennung einzelner Syntaxa vor Augen führt.

Bereits in den 20er Jahren wurden bodensaure Eichenmischwälder in Frankreich vegetationskundlich untersucht (ALLORGE 1922:377, GAUME 1924:161ff, 199ff, 1925a:42ff, 1925b:395ff, MALCUIT 1929). In Norddeutschland studierte erstmals TÜXEN (1930) Aufbau und Verbreitung dieser Waldgesellschaften. Er unterschied dabei zwei Assoziationen, das "Querceto-Betuletum" und das "Querceto-Ilicetum" (zur standörtlichen Kennzeichnung Ilex-reicher Wälder vgl. POTT 1990:502ff). Im "Querceto-Betuletum" vereinigt erhielten später beide Assoziationen den Rang von Subassoziations-Gruppen (TÜXEN 1937:128ff). Die Quercus robur-Subassoziations-Gruppe bezeichnete er als "Querceto roboris-Betuletum" (=Querceto-Betuletum sensu TÜXEN 1930), die Quercus sessiliflora-Subassoziations-Gruppe als "Querceto sessiliflorae-Betuletum" (=Querceto-Ilicetum sensu TÜXEN 1930). Der Name "Querceto-Ilicetum" wurde von TÜXEN später nicht mehr verwandt, obwohl floristische Zusammensetzung als auch die für beide Einheiten benannten Kenn- und Trennartengruppen weitgehend gleich waren (vgl. TÜXEN 1930:67 und 1937:131ff). Die von TÜXEN (1937:129ff) im Betulo-Quercetum petraeae angeführten Subassoziationen wurden später von anderen Autoren verschiedenen - neu aufgestellten - Assoziationen zugeordnet (das B.-Q. luzuletosum bei R. KNAPP (1948b:61) als "Luzulo-Quercetum" (entspricht nicht dem Luzulo-Quercetum sensu HILITZER 1932, vgl. unten), das B.-Q. violetosum bei PASSARGE (1956:55ff) und OBERDORFER (1957:354ff) als "Violo-Quercetum"). Entsprechend der auf kolloid- oder silikatreicheren Standorten von Natur aus bestehenden Buchendominanz wurde das Betulo-Quercetum petraeae von TÜXEN (1955) in "Fago-Quercetum petraeae" umbenannt. Dieser Assoziation schloß der Autor zugleich Luzula luzuloides-reiche Eichenwälder als Fago-Quercetum luzuletosum an. Für bodensaure Buchenwälder im Bereich der baltischen Jungmoräne, in denen die Eichenarten zugunsten der Buche noch stärker zurücktreten, wählte PASSARGE (1956:47ff) die Bezeichnung "Deschampsio-Fagetum" (vgl. auch SOO 1962). Sie wurde später von PASSARGE (1957:68) durch den Namen "Periclymeno-Fagetum" ersetzt.

Fortwährende Neufassung und Umbenennung veranschaulichen, welche Abgrenzungsprobleme zwischen den oben genannten Syntaxa bestehen. Häufig werden als Differentialarten des Fago-Quercetum petraeae gegenüber dem Betulo-Quercetum roboris (u.a.) Oxalis acetosella, Convallaria majalis, Teucrium scorodonia, Quercus petraea und Fagus sylvatica angeführt (vgl. TÜXEN 1937:130f, 1969:Tab.16, ELLENBERG 1978:257, VON GLAHN i.prep.). Doch auch Stieleiche kann in Beständen vorherrschen, in denen die oben genannten Sippen reichlich vorkommen, und umgekehrt Traubeneiche zur Dominanz gelangen, wenn diese Begleitarten fehlen (vgl. OLSSON 1974:264, SOUGNEZ 1974:Tab.21, ELLENBERG 1978:258; Tab.22 vorl. Arb.). Ebenso ist die Buche stet und teilweise mit hohen Deckungswerten im Betulo-Quercetum roboris vertreten (vgl. Tab.22 sowie TÜXEN 1937:128; Fagus weist dort eine Stetigkeit von 55 % auf).

Da die betrachteten Einheiten (Fago-Quercetum typicum Tx.1955, Violo-Quercetum petraeae Pass.1956, Violo-Quercetum Oberd.1957, Betulo-Quercetum roboris Tx.(1930) 1937) somit keine ihnen eigenen Kenntaxa aufweisen, werden sie im Rahmen vorliegender Arbeit als eine Assoziation betrachtet (vgl. entsprechende Anregungen bzw. Gliederungen bei OBERDORFER

1968:137, 1987:462, SISSINGH 1974:363ff). Ihr gehören zugleich collin-submontane Ausbildungen entsprechender Syntaxa an (Betulo-Quercetum petraeae Tx.1937 bzw. Fago-Quercetum luzuletosum Tx.1955; vgl. OBERDORFER et al. 1967:54, TÜXEN 1974:312, WELSS 1985:46). Als Name der Assoziation hat im Sinne des Code (BARKMANN et al. 1986:168) "Betulo-Quercetum (Gaume 1924) Tx.1937" Priorität, wenngleich "Fago-Quercetum" als nomen conservandum weitaus geeigneter wäre. Die Kenn- und Trennartengarnitur der Gesellschaft geht aus Tabelle 22 hervor.

Auf flachgründigen (Hang-) Standorten der Mittelgebirge und im ostmitteleuropäischen Raum wird das Betulo-Quercetum durch das Luzulo-Quercetum und - dort unter zunehmend ungünstigeren Trophiebedingungen - durch das Vaccinio vitis-idaeae-Quercetum ersetzt (zum Ostgrenzenverlauf des Betulo-Quercetum-Areals vgl. Kap.5.3.2.2.; den ostmitteleuropäischen Raum berücksichtigende Übersichten vgl. MATUSZKIEWICZ 1955, KROTOSKA 1977, BRZEG et al. 1989). In der vorliegenden Gliederung (Tab.22) wird das Luzulo-Quercetum im Sinne von NEUHÄUSL und NEUHÄUSLOVA-NOVOTNA (1967) verstanden, umfaßt also das Calamagrostio arundinaceae-Quercetum (sensu SCAMONI 1961, vgl. auch HARTMANN 1934:273ff, KROTOSKA 1977) des nordostdeutschen Flachlandes sowie das an sommerwarme (meist südexponierte) Standorte gebundene Genisto tinctoriae-Quercetum (sensu KLIKA 1932; in Tab.22 als Subassoziation gewertet).

Das Luzulo-Quercetum wurde erstmals von HILITZER (1932) als "Quercus petraea-Luzula luzuloides-Assoziation" gültig beschrieben. Spätere Emendationen erfolgten durch PASSARGE 1953:182ff sowie NEUHÄUSL und NEUHÄUSLOVA-NOVOTNA 1967), so daß der Name "Luzulo-Quercetum Hilitzer 1932 em. Neuh. et Neuh.-Nov." Priorität hat.

Die geographische, orographische und standörtliche Gliederung der Gesellschaft ist aus Tabelle 22 ersichtlich. Im Sinne der in Kapitel 4.1.2.11. genannten Definition kann das Luzulo-Quercetum als "Rumpfassoziation" des Quercion robori-petraeae angesehen werden.

Am Bestandesaufbau des Vaccinio vitis-idaeae-Quercetum (=Pino-Quercetum sensu REINHOLD 1944) ist Pinus sylvestris regelmäßig beteiligt. Als Kenntaxon der Gesellschaft kann - innerhalb des Quercion robori-petraeae-Areals - Vaccinium vitis-idaea gewertet werden, die in entsprechenden Wäldern infolge der mit Kiefernadeln angereicherten Streu günstige Keimungsbedingungen findet und demzufolge häufig vertreten ist.

Alle übrigen Vegetationstypen der Quercetalia, die sich lediglich mittels Trenn- oder Kennarten ranghöherer Syntaxa definieren lassen, wurden in Tabelle 22 als Basalgesellschaft beziehungsweise Gesellschaft ohne synsystematischen Rang aufgefaßt. Zur Vergleichbarkeit und besseren Übersicht ist in Abbildung 62 die in Tabelle 22 gezeigte Gliederung des Betulo- und Luzulo-Quercetum vereinfacht (unter Angabe der wichtigsten Trennarten und Synonyme) wiedergegeben.

Gliederung nach vorliegender Tabelle (Tab.22):

Betulo-Quercetum (Gaume 1924) Tx.1937		Luzulo-Quercetum Hilitzer 1932 em. Neuh. et Neuh.-Nov. 1967			
Kenn- und Trennarten: Pteridium aquilinum, Holcus mollis, Hypericum pulchrum, Trientalis europaea, Dicranum undulatum u.a. Geogr. D-Arten: Lonicera periclymenum, Hedera helix, Ilex aquifolium, Oxalis acetosella, Dryopteris dilatata u.a.		Kenn- und Trennarten: als "Zentralassoziation" VC+DV des Quercion robori-petraeae: Melampyrum pratense, Anthoxanthum odoratum, Hieracium lachenalii, Hieracium laevigatum, Lathyrus montanus u.a.			
milietosum d-Arten: Milium effusum, Anemone nemorosa, Polygonatum multiflorum	typicum ohne Trennarten	genistetosum d-Arten: Genista tinctoria, Genista germanica, Platanthera bifolia, Viscaria vulgaris u.a.		typicum ohne Trennarten	
nur in West-Europa bzw. im westlichen Mitteleuropa		d(geogr.): Teucrium scorodonia, Sarothamnus scoparius u.a.	d(geogr.) Pinus sylv., Calamagrostis arundinacea	d(geogr.) Teucrium scorodonia, Sarothamnus scoparius u.a.	d(geogr.) Pinus sylv., Calamagrostis arundinacea
Höhenstufengliederung mit Luzula luzuloides (nach dem "Prinzip der mehrdimensionalen Gliederung")		Höhenstufengliederung mit Luzula luzuloides (nach dem "Prinzip der mehrdimensionalen Gliederung")			

Gliederung nach OBERDORFER 1987 und 1992:
Trennung "westl." und "östl." Eichenmischewälder auf Unterverbandsebene:
Quercenion robori-petraeae Riv.Mart.1974 — Genisto tinct.-Quercenion (Neuh. et Neuh.-Nov.1967) Oberd.1987

Holco-Quercetum robori-petraeae Lemee 1937: Eichenmischwälder der Tieflagen Betulo-Quercetum petraeae Tx.1937: Eichenmischwälder der Mittelgebirge (mit Luzula luz.)	n. Oberd. zum Bet.-Quercetum petraeae	Genisto-Quercetum Klika 1932	n. Oberd. zum Bet.-Quercetum petraeae	Calamagrostio-Quercetum Hartm.1934

Synonyme:

Das Betulo-Quercetum im hier verstandenen Sinne umfaßt das -Betulo-Quercetum roboris Tx.1930 -Betulo-Quercetum petraeae Tx.1937 (=Ilici-Quercetum Tx.1930) -Fago-Quercetum petraeae Tx.1955 -Violo-Quercetum Oberd.1957 p.p. -Luzulo-Quercetum sensu Knapp 1948 p.p.	Bet.-Quercetum pertraeae p.p., Antherico-Quercetum sensu Glavac u. Krause 1969	Genisto-Quercetum	Bet.-Quercetum petraeae p.p.	Luzulo-Quercetum sensu Pass.1953, Calamagrostio-Quercetum sensu Hartm.1934 oder Scam.1961

Abb.62: Kenn- und Trennartengruppen im Betulo-Quercetum und Luzulo-Quercetum gemäß Tabelle 22 und OBERDORFER (1987 und 1992)

5.3.2. Verband Quercion robori-petraeae Br.-Bl.1932

5.3.2.1. Avenella flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft

(Synonyma: Deschampsio-Fagetum Pass.1956 p.p., Periclymeno-Fagetum Pass.1957 p.p., Carici piluliferae-Fagetum Pass. et Hof.1968 p.p., einige Untereinheiten dieser Gesellschaften können dem Betulo-Quercetum angeschlossen werden (vgl. z.B. PASSARGE und HOFMANN 1968:166f, Tab. 27; SCAMONI 1960:192, Tab. 42) und entsprechen daher nur teilweise der hier beschriebenen Avenella flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft; Maianthemo-Fagetum Pass.1959 p.p., Trientali-Fagetum Tx.1960 p.p., Mnio-Fagetum (Pass.1966) em. Pass. et Hof.1968 p.p., Luzulo pilosae-Fagetum W. & A. Matusz.1973, einige Untereinheiten dieser Gesellschaften gehören teilweise zum "ärmeren Flügel" des Fagion (vgl. z.B. PASSARGE 1960:523, Tab. 24) oder lassen sich als Fagetalia- beziehungsweise Quercetalia-Basalgesellschaften werten (vgl. Kap.5.2.); sie entsprechen daher nur zum Teil der Avenella flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft.)

- Allgemeine Beschreibung

In der Jungmoräne Schleswig-Holsteins tritt eine Buchenwald-Gesellschaft auf, deren Bodenvegetation von jener der Fagion-Gesellschaften auffallend abweicht. Sie wurde von PASSARGE (1958:389) nach der in der Feldschicht vorherrschenden Drahtschmiele treffend als "Drahtschmielen-Buchenwald" bezeichnet (vgl. auch SCHRETZENMAYR 1967). Einziges Merkmal, das diese Wälder mit den auf günstigeren Standorten wachsenden Waldgersten- und Waldmeister-Buchenwäldern verbindet, ist eine durch die Vorherrschaft der Buche bedingte Physiognomie. In Drahtschmielen-Buchenwäldern bildet Fagus ein zu über 80 % geschlossenes Kronendach (B1-Schicht). Ihre Deckung im Unterstand (B2-Schicht) ist meist wesentlich geringer und überschreitet selten 10 %. Der Baumschicht kann zusätzlich Quercus robur beigemischt sein. Die Stieleiche erreicht aber nie hohe Deckungswerte und gelangt allenfalls durch forstliche Förderung zur Dominanz (vgl. Tab.23, lfd. Nr.34 und 36). Die Strauchschicht der Drahtschmielen-Buchenwälder ist artenarm. Sie besteht überwiegend aus Buchenjungwuchs und wird selten durch Sorbus aucuparia ergänzt. Quercus fehlt in der Strauchschicht. In der Bodenvegetation dominieren azidotolerante Arten; Fagetalia-Arten fallen weitgehend aus (vgl. Beschreibung der Untereinheiten). Bezeichnend ist ein dichter Rasen von Avenella flexuosa, der nicht selten über 50 % der Aufnahmefläche einnimmt und somit den Aspekt der Bodenvegetation prägt (vgl. PASSARGE 1958:389, W. u. A. MATUSZKIEWICZ 1973). Häufige Begleiter der Drahtschmiele sind Maianthemum bifolium, Carex pilulifera, Polytrichum formosum und Agrostis tenuis. Drahtschmielen-Buchenwälder sind relativ artenarm; wie Tabelle 23 zeigt, schwankt ihre mittlere Gesamtartenzahl zwischen 26 und 30.

Der betrachteten Waldgesellschaft fehlen eigene Kennarten. Gegenüber Buchen-Eichenwäldern (Kap. 3.2.2.) kann sie mittels mehrerer Differentialarten abgegrenzt werden (u.a. Luzula campestris agg., Hieracium laevigatum, Hieracium lachenalii und Hieracium sabaudum, zusätzlich Poa nemoralis, Phyteuma spicatum und Festuca altissima; vgl. Tab.29).

Zur Vegetationsaufnahme wurden zunächst Kleinarten von Luzula campestris agg. (Luzula campestris und Luzula multiflora) unterschieden. Es zeigte sich, daß in Drahtschmielen-Buchenwäldern zwar beide Kleinarten auftreten können, Luzula multiflora an Häufigkeit aber weit überwiegt. Eine sorgfältige Differenzierung beider Kleinarten scheint bei schlechtwüchsigen oder nicht blühenden Individuen indessen nur dann möglich, wenn als Unterscheidungsmerkmal das Vorhandensein oder Fehlen unterirdischer Ausläufer berücksichtigt wird. Um ein damit verbundenes Ausgraben der Individuen zu vermeiden, wurde auf eine konsequente Bestimmung der Kleinarten verzichtet.

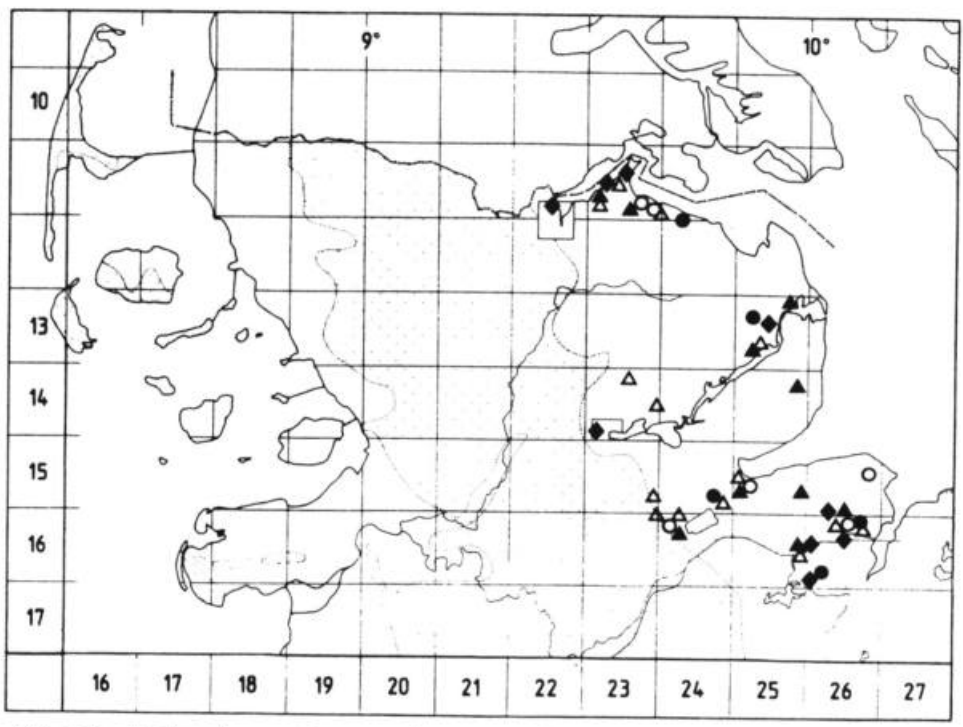


Abb.63: Bestandesvorkommen der Avenella-Fagus-Gesellschaft
● Galium odoratum-Ausbildung, Deschampsia cesp.-Variante
○ Galium odoratum-Ausbildung, Typische Variante
▲ Typische Ausbildung, Deschampsia cesp.-Variante
△ Typische Ausbildung, Typische Variante
◆ Leucobryum glaucum-Ausbildung

Umgekehrt fehlen Drahtschmielen-Buchenwäldern Kenntaxa des Betulo-Quercetum (vgl. Tab.23). Stet vorkommende Quercion-Kenn- und -Trennarten (außer den genannten Hieracien Melampyrum pratense, Solidago virgaurea, Anthoxanthum odoratum und Festuca ovina agg.) rechtfertigen eine Zuordnung zum Quercion robori-petraeae. Zur gleichen synsystematischen Einschätzung gelangt PASSARGE (1956:41ff, 1957:68, 1959:3), der die Gesellschaft u.a. in Mecklenburg untersuchte (vgl. ferner Quercetalia-Übersichtstabelle 22).

Gliederungsformal gerechtfertigt wäre, die betrachtete Gesellschaft auch als Untereinheit einer Basalgesellschaft aufzufassen. Aufgrund ihrer scheinbar für die Jungmoräne Dänemarks, Schleswig-Holsteins und Mecklenburgs spezifischen Artenverbindung und Standortsbedingungen (vgl. "synchorologische Aspekte") ist es im Rahmen einer lokale Aspekte berücksichtigenden Gliederung zweckmäßiger, nicht von einer Basal-, sondern "ranglosen" Gesellschaft zu sprechen.

Wie eingangs erwähnt, ist die Avenella flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft in Schleswig-Holstein nur in der Jungmoräne verbreitet (vgl. Abb.63). Zu den natürlichen Standorten dieser Gesellschaft gehören einerseits Kuppen und Luv-Seiten von Hängen (besonders in der Endmoräne, z.B. Hüttener Berge), die infolge einer Laubverwehung mehr oder weniger stark ausgehagert sind. Andererseits ist sie auf basenarmen Ausgangsgesteinen (z.B. Geschiebesand, Binnensander) entwickelt, aus denen im Zuge der Bodengenese in relativ kurzer Zeit podsolige Böden hervorgingen. Vergleichbare Wuchsorte beschrieb PASSARGE (1960:525) aus der Jungmoräne Mecklenburgs.

Eine Verinselung der Waldgebiete als Folge der Agrarreform im 18. Jahrhundert hat besonders im Landesteil Schleswig zur (anthropogenen) Vergrößerung des Drahtschmielen-Buchenwald-Areals geführt. Die meisten Wälder weisen an der Westseite Verhagerungssäume auf, die den Waldrand bandartig begleiten und als Folge einer "Rand-Ausblasung" (TÜXEN 1986:11) entstanden. Diese Aushagerungsflächen gehören typologisch zum Drahtschmielen-Buchenwald.

Die skizzierten Standortsverhältnisse bedingen, daß Drahtschmielen-Buchenwälder des Untersuchungsgebietes ein für Fageten untypisches Lichtklima genießen. Nicht nur in Waldrandlage, sondern auch auf natürlichen Standorten in Hangbereichen verbessert sich der Lichtzutritt zum Waldinnern, da sich in Hanglage bei stufiger (treppenartiger) Anordnung der Bäume am Hang das sonst schattende Kronendach der Buche öffnet. In der Bodenvegetation der Drahtschmielen-Buchenwälder treten demzufolge lichtliebende Sippen auf. Zu ihnen gehören neben den bereits erwähnten Habichtskräutern verschiedene Gräser (Anthoxanthum odoratum, Festuca ovina agg., Agrostis tenuis, Holcus mollis) und Kräuter wie Veronica officinalis und Galium harcynicum.

Wie ein Vorkommensschwerpunkt im Endmoränenbereich vermuten läßt, besiedeln Drahtschmielen-Buchenwälder auch aus geomorphologischer Sicht Sonderstandorte, für die oftmals ein kleinräumiges Mosaik verschiedener Pedokomplexe bezeichnend ist. Im Untersuchungsgebiet treten Bestände auf Braunerden, Parabraunerden und "Phäno"-Parabraunerden mit unterschiedlichem Podsolierungsgrad sowie selten auch auf Podsolen auf. Abhängig vom Nährstoffangebot der Böden zeigt die Buche sehr unterschiedliche Wuchsleistung. In Aushagerungungssäumen der Waldränder findet sie (edaphisch) ähnliche Wuchsbedingungen wie im Fagion, sofern ihre Standorte nur oberflächennah versauert oder kolloidverarmt sind. Meist in 15 bis 25 dm Tiefe kann sich Fagus basenreicheres Material (Geschiebemergel) erschließen. Der hohe Lehmgehalt der Böden gewährleistet zudem eine ausreichende

Wasserversorgung. Demgegenüber stehen bei mächtigen Deckschichten aus Sand (z.B. über drei Meter mächtige Geschiebesand- und Binnensander-Decken) den selten tiefer als drei Meter wurzelnden Buchen (MAYER 1984:86) nur wenig Nähstoffe zu Verfügung. Auf diesen gut drainierten Standorten sind sie zudem dürregefährdet. Schlechte Wuchsbilder, wie sie auch von PASSARGE (1958:389, 1960:525) in Schleswig-Holstein und Mecklenburg beobachtet wurden, sind dann nicht selten.

Viele potentielle Standorte der Gesellschaft wurden während der vergangenen Jahrzehnte mit Fichten oder anderen - forstökonomisch scheinbar rentableren - Nadelhölzern aufgeforstet (bspw. im Gebiet der Hüttener, Duvenstedter und Fröruper Berge; vgl. auch SCAMONI 1960:172). Auf eine forstliche Förderung der Stieleiche wurde bereits hingewiesen. Im Vergleich zu Nadelholz- ist der Anteil an Eichen-Forsten allerdings verschwindend gering. Die geringe Konkurrenzkraft der Stieleiche auf Standorten der Avenella-Fagus Gesellschaft wird deutlich, wenn man die Verjüngungsfreudigkeit der miteinander konkurrierenden Gehölzarten betrachtet. In 51 aufgenommenen Beständen wurde Stieleiche nur ein einziges Mal in der Strauchschicht (Tab.23, lfd. Nr.28) und nie in der B2-Schicht beobachtet, obwohl ihre Sämlinge mit durchschnittlich 53 % in der Feldschicht vorhanden waren. Fagus dagegen ist im Drahtschmielen-Buchenwald in jeder Altersklasse vertreten.

Ein Anbau standortsfremder Gehölzarten führt zu einer deutlichen Veränderung des Artengefüges. Wird Stieleiche gefördert, so sind besonders Sorbus aucuparia und Frangula alnus im Unterstand begünstigt. Wie Aufnahmen der Tabelle 23 zeigen (lfd. Nr.34 u.36), kann sich Eberesche unter dem lichten Schirm der Eichen sogar in der B2-Schicht behaupten. In der Bodenvegetation werden vor allem Pteridium aquilinum, Trientalis europaea und Holcus mollis gefördert. Dieser in der Vergangenheit Wäldern des Flachlandes widerfahrene Bestockungswandel (bodensaurer Buchen- in Buchen-Eichenwälder) findet ein Pendant in der Degradation montan verbreiteter Hainsimsen-Buchenwälder. Ihr meist durch Waldweide und Niederwaldwirtschaft herbeigeführter Umbau zu Hainsimsen-Eichenwäldern (Luzulo-Quercetum sensu R. KNAPP 1948b) wurde unter anderem von SEIBERT (1966), ELLENBERG (1978:164), WILMANNS et al. (1979) und SCHUHWERK (1988) beschrieben. Noch drastischer wirkt sich ein Anbau von Nadelhölzern aus: Hierbei nimmt die Gesamtartenzahl in dem Maße ab, in dem der Deckungsanteil der Koniferen in der Baumschicht steigt.

Syndynamische Prozesse lassen sich im Drahtschmielen-Buchenwald auf durch Windwurf freigestellten Flächen beobachten. In der Regel bilden Sorbus aucuparia und Betula pendula bereits nach wenigen Jahren ein Vorwaldstadium, in dem auch Rubus fruticosus agg., Rubus idaeus und Frangula alnus beteiligt sein können. Eine Entstehung dieser Vorwälder wird auf Standorten der Avenella-Fagus-Gesellschaft durch eine Massenentfaltung von Schlagflur-Arten nicht oder nur wenig verzögert. Sofern der Samendruck der Buche ausreicht und

Keimungsbedingungen günstig sind (ausreichende Bodenfeuchtigkeit), kann Fagus bereits wenige Jahrzehnte alte Vorwaldstadien wiederbesiedeln.

Innnerhalb der Gesellschaft können drei Untereinheiten unterschieden werden, die an Standorte unterschiedlicher Nährstoffversorgung gebunden sind.

- Untereinheiten der Gesellschaft

Bestände der Ausbildung von Galium odoratum genießen ein vergleichsweise günstiges Nährstoffangebot. Sie sind bezeichnend für Verhagerungssäume der Waldränder und fehlen auf stärker entbasten Böden (der Binnensander oder Endmoränen). Die Breite der Aushagerungszonen schwankt in der Regel zwischen 10 und 50 m. Ist der Waldmantel von einem als Windschutz wirkenden Gebüschsaum umgeben, kann die Wirkung von Auswehungsprozessen auf nur wenige Meter breite Bereiche begrenzt sein oder eine Aushagerungszone ganz fehlen. Da die vom Wind weggeführte Fallaubmenge vom Waldrand zum -innern hin kontinuierlich abnimmt, variiert auch die Intensität einer Bodenaushagerung. Bestände der Galium-Ausbildung sind demzufolge weniger an der Waldperipherie als vielmehr in den bereits zum Waldinnern vermittelnden Übergangsbereichen entwickelt. Sie haben dort häufig Kontakt zum Galio odorati-Fagetum, aus denen Waldmeister und Perlgras in die Avenella-Fagus-Gesellschaft übergreifen. Die genannten Sippen zeigen dort aber nicht das von Fagion-Standorten bekannte Wuchsbild, sondern treten vereinzelt oder in kleinen Gruppen auf.

Im Untersuchungsgebiet tritt die Galium-Ausbildung unter verschiedenen Bodenverhältnissen auf. Sie ist überwiegend an podsolige Parabraunerden gebunden (HÄRDTLE 1989a:27, Tab.1b), seltener aber auch auf schwach podsoligen Phäno-Parabraunerden sowie Rostbraunerden anzutreffen. Nur die zuletzt genannten Bodentypen wurden durch jeweils eine Profilaufnahme belegt (Bodentab.35 u. 36). Auf allen Böden herrscht als Humusform Typischer Moder, kleinräumig auch Rohhumusartiger Moder vor (vgl. PASSARGE 1960:525). Vom Humusprofil nehmen organische Auflagen etwa 5-6 cm ein. Während die Mächtigkeiten der Förna von Laubverlagerung beeinflußt werden, bleiben jene der Fermentations- und Humifizierungshorizonte relativ konstant (um 2-2,5 cm). Nur 5-12 cm des anschließenden Mineralkörpers sind humusreich, da organische Auflagen nur schwach eingearbeitet werden. Da gebleichte Quarzkörner einen Podsolierungsbeginn anzeigen, kann er als A_{eh}-Horizont angesprochen werden (vgl. REHFUESS 1981:23). Eine Betrachtung des Profilquerschnitts zeigt, daß sich die Hauptmasse der Feinwurzeln in der Auflage und dort überwiegend im O_h konzentriert. Wie Untersuchungen von BENNERT (1973:119) belegen, ist im Moder die Mineralstickstoffnachlieferung gerade im O_f und O_h besonders hoch und sinkt im Mineralboden mit zunehmender Tiefe ab. In den betrachteten Böden weisen demzufolge Humifi-

Bodentab.35: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Avenella flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft, Galium odoratum.-Ausb. (Typ. Variante)
Bodentyp: kornpodsolige Rostbraunerde
Anzahl der Profilaufnahmen: 1

Horizont	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Bo.art
O_L	1,5	-	3,2	21,0	43,4	460,2	15,1	30,4	3,9	4,5		
O_f	2,5	mitt.	3,1	20,5	38,7	422,8	16,8	25,1	3,4	4,0		
$O_{h_{mit}}$	2,0	stark	2,3	15,3	30,2	298,7	15,2	19,7	3,3	3,8		
A_h Bleich-körnern	9	schw.	3,9	3,0	26,8	44,6	2,4	18,7	3,2	3,6	Krümel	S-uS
A_hB_v	14	-	4,9	3,5	37,6	18,3	0,8	22,9	3,2	3,7	Fpoly.	S-uS
B_v	93	-	6,7	4,8	87,3	3,0	0,1	n.b.	4,5	4,9	Einzk	S
B_vC	140	-	7,4	5,3	80,3	1,6	0,1	n.b.	4,1	5,3	Einzk	S

Bodentab.36: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Avenella flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft, Galium od.-Ausb. (Desch.cesp.-Variante)
Bodentyp: kornpodsolige Phäno-Parabraunerde
Anzahl der Profilaufnahmen: 1

Horizont	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Bo.art
O_L	1,0	-										
O_f	2,0	mitt.					- n.b. -					
$O_{h_{mit}}$	2,0	stark										
A_h Bleich-körnern	5	schw.	1,3	1,0	7,5	67,2	3,3	20,4	3,0	3,5	Krümel	uS
Phä.-A_{hl}	49	-	0,8	0,6	6,3	13,2	0,7	17,9	3,0	3,7	Fpoly.	uS
Phäno-A_l	70	-	1,0	0,7	7,2	9,8	0,4	28,1	2,9	3,7	Einzk	uS
IISB_vC	130	-	4,5	2,8	38,4	3,1	0,3	11,9	3,0	4,5	Kohär	sT

zierungshorizonte die engsten C/N-Verhältnisse auf. Sie liegen dort bei 20 gegenüber 21 und 25 im O_f beziehungsweise A_{eh}. Besonders die Stickstoffnachlieferung mag also entscheidend die Verteilung der Feinwurzeln im Boden beeinflussen (vgl. auch BOGNER 1966:79ff, GÖTTSCHE 1972:23, 63f, ELLENBERG 1978:180f). In einem bodensauren Buchenwald (Luzulo-Fagetum) des Solling ermittelte GÖTTSCHE (1972:64, Tab. 19) das Gewicht der Feinwurzeln in jeweils 100 ccm der oberen Horizonte. Es betrug (während des Frühjahrs) im O_f 261 mg, im O_h 151 mg und im A_{eh} nur noch 17 mg (Werte gerundet). Trotz vergleichsweise niedriger pH-Werte liegt die Stickstoffversorgung von Moderbuchenwäldern etwa in derselben Größenordnung wie jene von Buchenwaldgesellschaften basenreicher Standorte. In einem Moderbuchenwald der Ardennen konnten VAN PRAAG et al. (1974:141) ein jährliches Mineralstickstoffangebot von 107 kg/ha nachweisen (vgl. RUNGE 1974:209, 217:112 kg/ha und Jahr und CLAUSNITZER 1983:60ff). Allerdings liegt der Nitrifikationsgrad (nach BÜCKING (1972:385) das Maß der Umwandlung von Ammonium zu Nitrat (in %)) auf Standorten bodensaurer Buchenwälder weit unter dem der Eu-Fagenion-Standorte. Nach RUNGE (1974:227) erreicht er im O_f-Horizont von Moder-Buchenwäldern Werte zwischen 0 und 19 % und kann im O_h auf 76 % ansteigen (Jahresdurchschnitt). In Mull-Buchenwäldern beträgt er dagegen nahezu immer 100 % (ELLENBERG 1978:183). Ursache der geringen Nitrifikationsrate sind niedrige Boden-pH-Werte, bei denen eine Tätigkeit chemoautotropher Bakterien (als Hauptnitrifikanten, z.B. Nitrosomonas und Nitrobakter) gehemmt wird (WEBER und GAINEY 1962:141ff). Die Überlegenheit überwiegend Ammoniumstickstoff-verwertender Pflanzen auf stark sauren Böden wird damit verständlich. Selbst wenn das NH_4-Angebot im Boden den pflanzlichen Bedarf übersteigt, können in stark saurem Milieu nur solche Arten zur Entwicklung kommen, die für ihr Wachstum NO_3-N nicht unbedingt benötigen (BENNERT 1973:125). Zu ihnen gehören nach BOGNER (1966:42ff, 51) unter anderen Avenella flexuosa, Vaccinium myrtillus und Calluna vulgaris. Wie der Autor feststellen konnte, wird das Sproßwachstum dieser Arten bei reiner Nitraternährung sogar gehemmt, da ihnen das zur NO_3-Verwertung notwendige Enzym Nitratreduktase fehlt (LEE et al. 1975:156). Bei Avenella scheint zumindest das Wurzelwachstum durch ein zusätzliches NO_3-Angebot günstig beeinflußt zu werden (BOGNER 1966:79f). Führt man sich die von RUNGE (1974:227) im O_h von Moder-Buchenwäldern ermittelten und gegenüber dem Fermentationshorizont erhöhten Nitrifikationsraten vor Augen (76 % gegenüber 0-19 %), so wird eine starke Durchwurzelung der Humufizierungshorizonte umso verständlicher (vgl. Abb.66). In den untersuchten Profilen dürfte ein Großteil der im O_h vorgefundenen Feinwurzeln - wie zudem die eingangs beschriebenen Deckungsverhältnisse in der Krautschicht erwarten lassen - von Avenella flexuosa stammen. Die Änderung der S-Werte mit zunehmender Bodentiefe zeigt, daß eine Verteilung der Feinwurzelmasse durch das Angebot an Basen nur wenig beeinflußt wird. Im Solum treten die niedrigsten pH-Werte in der Regel im A_{eh} auf (3,5-3,6), während sie in den Auflagen auf 3,8 (O_h), 4,0 (O_f) und im O_L-Horizont bis 4,5 ansteigen (Werte für Rostbraunerde).

Von insgesamt zwölf Profilaufnahmen (in Drahtschmielen-Buchenwäldern) wurden Phäno-Parabraunerden nur einmal nachgewiesen, obgleich dieser Bodentyp einen charakteristischen Pedokomplex der Jung-, insbesondere der Endmoräne darstellt. Die im Solum besonders auffällige Differenzierung der Tongehalte ist nicht wie bei "echten" Parabraunerden pedogenetisch entstanden, sondern vielmehr als Schichtung jüngerer Decksande über älteres und tonreiches Material (z.B. Geschiebelehm oder -mergel) zu interpretieren. Der aus schluffigem Sand bestehende "Phäno-A_l" weist ein Einzelkorngefüge auf. Er reicht in eine (für pedogenetisch entstandene A_l-Horizonte untypische) Tiefe von 70 cm. Hier besteht ein scharfer Übergang zum "$IISB_vC$"-Horizont mit Kohärentgefüge. Bezeichnend ist, daß trotz bodentypologischer Unterschiede der unter Beständen der Galium-Ausbildung aufgenommenen Profile (Phäno-Parabraunerde, Rostbraunerde, Parabraunerde) auffallende Übereinstimmungen in wichtigen bodenchemischen Parametern (S-Wert, pH, Basensättigung, C/N) bestehen. Sie erklären ein weitgehend identisches Artengefüge der Bodenvegetation, wobei - abhängig von bodenphysikalischen Parametern - die Wuchsleistung von Fagus sylvatica variabel sein kann. Bonitätsunterschiede werden besonders augenfällig, wenn kleinräumig die oben beschriebenen Vielschichtböden mit teils mächtigen (kolloidarmen) Sanddecken und Parabraunerden mit günstigem Bodenzustand wechseln. Basen können dabei in einer nur durch Baumwurzeln aufschließbaren Bodentiefe lokalisiert, der Feldschicht also nicht zugänglich sein. Auf solchen Standorten lassen sich oftmals Artengefüge der Feldschicht und Wuchsleistungen der Baumschicht vegetationsökologisch nicht gleichsinnig interpretieren.

Wuchsleistung oder Bonität der Baumschicht bleiben im Rahmen einer synsystematischen Wertung von Vegetationseinheiten unberücksichtigt. In konvetionell sortierten Vegetationstabellen bleiben daher solche Bestandesunterschiede verborgen. Sie könnten nur dann als Kriterien einer Sortierung herangezogen und damit zur Typologisierung verwendet werden, wenn ökologische oder speziell bodenkundliche Parameter neben rein floristischen Aspekten Eingang in synsystematisches Arbeiten fänden. Ein Problem bleibt die nachvollziehbare Definition solcher Kriterien; ihr Gewinn läge in einer praxisbezogeneren Auswertbarkeit pflanzensoziologischer Einheiten.

Häufig wirken die bei Parabraunerden in Tiefen um 4-5 dm anstehenden B_t-Horizonte als Stauwasserkörper, da hohe Lagerungsdichten und Grobporenarmut ein nur langsames Versickern von Niederschlagswasser erlauben. Die zeitweilig bestehende Anoxizität führt in diesen Horizonten zu einer charakteristischen Marmorierung ($\underline{S}B_tC$ bzw. $\underline{(S)}B_t$). Auf sandigen und demzufolge besser drainierten Böden fehlen Rostflecken. Reicht die Stauwirkung des nur langsam versickernden Niederschlagswassers bis in den Wurzelhorizont der Feldschicht, können Frischezeiger wie Deschampsia cespitosa, Juncus effusus und Athyrium filix-femina zur Entwicklung kommen. In der Galium-Ausbildung können dementsprechend zwei Varianten unterschieden werden, die unterschiedliche Bedingungen der Wasserversorgung anzeigen (Deschampsia cespitosa-Variante (auf Parabraun- oder Phäno-Parabraunerden) und Typische Variante (auf Rostbraunerden)).

Häufigste und in Flächenausdehnung vorherrschende Einheit der Avenella-Fagus-Gesellschaft ist die Typische Ausbildung. Auch sie kennzeichnet Aushagerungssäume der Wälder und ist - von der Waldperipherie aus betrachtet - häufig der Galium-Ausbildung vorgelagert. Infolgedessen sind ihre Standorte Auswehungsprozessen tendenziell stärker ausgesetzt. Sie kommt zudem in der Endmoräne vor und ist großflächig im Gebiet der Hüttener und Duvenstedter Berge sowie auf Moränenzügen bei Holtsee und Fleckeby verbreitet (vgl. Abb.63).

Bestände der Typischen Ausbildung wurden im Untersuchungsgebiet auf schwach podsoligen Rost- und Parabraunerden nachgewiesen (vgl. Bodentab.37 u. 38). Innerhalb der Profile weisen - Standorten der Galium-Ausbildung vergleichbar - die O_h-Horizonte das engste C/N-Verhältnis auf. Sie erreichen dort Werte um 25 und steigen im O_f und A_{eh} auf etwa 26, in der Förna auf etwa 31 an (Werte für Parabraunerde). Mit Werten zwischen 3,2 und 3,6 weist der A_{eh} die niedrigsten pH(H_2O)-Werte auf. Vergleichbare Ergebnisse fand PASSARGE (1957:69, 1959:54, Tab. 23) in Beständen des Havellandes und Ost-Mecklenburgs (3,6 im A_{eh} einer Milium effusum-Ausbildung). Im Hauptwurzelhorizont (O_h) streuen die pH(H_2O)-Werte stärker und schwanken in der Parabraunerde zwischen 2,7 und 4,4 (Mittelwert 3,4). Kationen-Austauscherplätze sind in diesem Horizont nur zu 12 % (Parabraunerde) beziehungsweise 6 % (Rostbraunerde) mit Basen gesättigt.

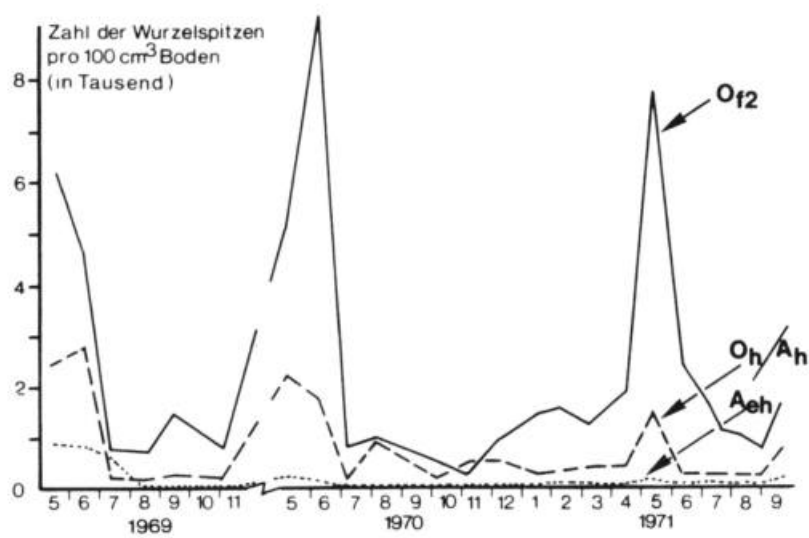


Abb.64: Schwankungen der Durchwurzelungsintensität im Laufe von drei Jahren in den Humushorizonten eines Moder-Buchenwaldes (Luzulo-Fagetum) im Solling (nach GÖTTSCHE 1972)

Bodentab.37: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes (weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Avenella flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft, Typische Ausbildung (Typ. Variante)
Bodentyp: schwach podsolige Rostbraunerde
Anzahl der Profilaufnahmen: 2

Horizont	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Boden-art
O_L	1,0	-										
O_f	3,0	schw.					- n.b. -					
O_h	2,0	stark										
$A_{(e)h}$	5	schw.	1,6	1,2	5,7	132,1	6,1	21,5	2,7	3,2	Krûmel	S
B_iA_{hl}	33	-	1,4	1,0	10,4	23,0	0,7	32,8	2,9	3,5	Fpoly	S
B_iA_l	63	-	1,0	0,7	10,3	11,1	0,2	n.b.	3,6	4,0	Einzk	S
B_v	94	-	0,0	0,0	0,0	2,3	0,1	n.b.	3,6	4,6	Einzk	S
C	130	-	1,4	1,0	62,0	2,8	0,2	n.b.	4,0	5,4	Einzk	S

Bodentab.38: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes (weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Avenella flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft, Typische Ausbildung (Desch.cesp.-Variante)
Bodentyp: schwach podsolige Parabraunerde
Anzahl der Profilaufnahmen: 4

Horizont	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L	0,0					418,2	14,5	26,3				
	0,6	-	2,7	18,0	36,0	461,9	15,2	30,6	3,6	4,2		
	1,5					505,5	15,9	35,0				
O_f	1,0		1,9	12,4	22,6	423,8	15,9	25,1	2,6	3,3		
	1,6	schw.-	2,8	18,5	31,9	438,5	16,6	26,5	3,1	3,6		
	2,0	stark	3,4	22,6	40,1	454,7	17,3	28,6	3,4	3,9		
O_h	2,0		0,9	6,0	7,9	254,1	10,1	24,2	2,2	2,7		
	2,3	stark	1,7	11,6	22,7	341,5	13,5	25,3	2,6	3,4		
	3,0		2,9	19,2	36,2	381,1	15,5	26,6	2,8	4,4		
$A_{(e)h}$	4		0,7	0,5	3,6	40,4	1,4	25,1	2,6	3,0		S
	8	schw.-	2,0	1,6	12,4	53,3	2,0	26,1	2,8	3,3	Krümel	5YR-7,5YR
	11	stark	3,1	2,4	21,6	78,5	2,0	28,2	2,9	3,6		2,5-3/2
B_iA_hl	10		2,8	2,0	25,7	18,6	0,9	21,4	2,7	3,5		uS-lS
	11	-	3,4	2,5	26,0	22,8	1,0	22,0	2,9	3,6	Fpoly	5YR
	12		4,1	2,9	26,3	27,0	1,2	22,9	3,1	3,7		4/3
B_iA_l	38		1,7	1,2	13,5	11,9	0,2	18,5	3,0	3,4		S-lS
	43	-	2,6	1,8	22,0	12,5	0,5	29,4	3,0	3,6	kl Agg	7,5YR-10YR
	49		3,1	2,2	32,8	13,2	0,7	51,7	3,0	3,8		5/6
$(S)B_t$	71		1,9	1,2	10,2	4,3			3,0	3,8		sL
	84	-	3,7	2,3	44,6	5,3	<0,2	n.b.	3,4	4,2	Kohär	7,5Y5-10YR
	95		6,9	4,3	100,0	6,2			3,9	4,6		4-6/6
$(S)B_v$	100		3,2	2,0	24,4				2,7	4,3		lS-sL
	111	-	5,4	3,4	63,7	<4,0	<0,2	n.b.	3,1	4,4	Kohär	7,5YR-10YR
	118		8,8	5,5	100,0				3,7	4,7		n.b.
$(S)B_vC$	120		1,9	1,2	80,5				3,5	4,9		lS-sL
	140	-	52,1	32,6	94,3	<4,0	<0,2	n.b.	4,6	6,1	Kohär	7,5YR-10YR
	150		192,0	120,0	100,0				6,3	7,4		n.b.

Die durch Laubverwehung induzierte Oberbodenverhagerung ist in Beständen der Typischen Ausbildung besonders deutlich: eine Streulage kann ganz fehlen oder an anderer Stelle bis zu 3 cm mächtig sein. Besonders in windberuhigten Zonen wie kleinen Geländemulden oder bei höherwüchsiger Bodenvegetation (z.B. Vaccinium myrtillus-Herden) wird Fallaub abgelagert und akkumuliert. Eine Förna kann dann sogar mehrere Dezimeter mächtig sein. S-, Basensättigungs- und C/N-Werte zeigen, wie wichtig organische Auflagen für den Nährstoffhaushalt des Drahtschmielen-Buchenwaldes sind. Während Humifizierungshorizonte als Orte der Stickstoffmineralisation betrachtet werden müssen, dienen O_f und O_L als wichtige Quellen der Basennachlieferung. Nicht nur der Krautschicht dienen diese Auflagen als Nährstoffreservoir. Im O_f eines Rohhumus zählte MEYER (1967:287) etwa 45600 Buchenwurzelspitzen pro 100 ccm Humus. Eine hohe Konzentration von Buchenwurzelspitzen - besonders im O_f - bestätigen auch Untersuchungen von GROSSKOPF (1950:8ff,16) und GÖTTSCHE (1972:22ff). Beobachtungen von GÖTTSCHE demonstrieren gleichzeitig die jahreszeitliche Schwankung der Durchwurzelungsintensität (vgl. Abb.64). Die Zahl lebender Wurzelspitzen ist in der Regel im Frühjahr (Laubaustrieb) am größten. Im Monat Mai fand GÖTTSCHE (1972:33) im O_f einer podsoligen Braunerde (unter Luzulo-Fagetum) bis zu 9000 lebende Buchenwurzelspitzen, im O_h etwa 2200 und im A_{eh} nur noch um 250 (pro 100 ccm). Auf tiefgründig entbasten Böden entwickeln sich daher Baum- und Krautschicht zu starken Nährstoffkonkurrenten. Konzentrieren sich Nährstoffreserven (wie bei den betrachteten Moder-Buchenwäldern) überwiegend in den Auflagehorizonten, so kann Laubauswehung eine rasche Oberbodenversauerung bewirken. Wie oben gezeigt, werden vor allem durch Baumwurzeln Nährstoffe einer nur geringmächtigen Schicht (O_f- und O_h-Horizonte) entzogen, diese im Falle einer Laubverwehung entsprechenden Standorten aber nicht wieder zugeführt. ELLENBERG (1978:169) vergleicht daher die Aushagerungswirkung von Laubverwehung mit jener des früher in Wäldern üblichen "Streurechens". Einen hohen Nährstoffentzug durch diese Form der Waldbewirtschaftung bestätigen Untersuchungen von MITSCHERLICH (1955:193ff) und ONNO (1969:210ff).

Den oben beschriebenen Bodentypen entsprechen zwei Varianten: Auf Parabraunerden, deren B_t-Horizonte schwach pseudovergleyt sind ((S)B_t), finden sich Bestände der Deschampsia cespitosa-Variante, auf Rostbraunerden aus Sand oder schluffigem Sand jene der Typischen Variante. Letztere können dann auf Parabraunerden vorkommen, wenn deren B_t infolge geringer Toneinlagerung nur schwach verdichtet und damit wasserdurchlässiger ist (bspw. B_{tv}- oder B_{vt}-Horizonte; solche Bodenverhältnisse wurden zwar bei Bohrstockeinschlägen nachgewiesen, aber nicht durch Profilaufnahmen belegt). Unterschiede im Wasserhaushalt beider Varianten werden aus den in Abbildung 65 gezeigten Gang- und Dauerlinien deutlich. Auffällig ist, daß die Ganglinien beider Typen einen - um einen bestimmten Betrag verschobenen - parallelen Verlauf zeigen. Die Verschiebung ist in trockenen Jahren (1986) deutlicher ausgeprägt und scheint während niederschlagsreicher Perioden (1987) eher nivelliert. Ihre Dauerlinien zeigen, daß in niederschlagsarmen Jahren Standorte der Typischen Variante einer stärkeren Austrocknung

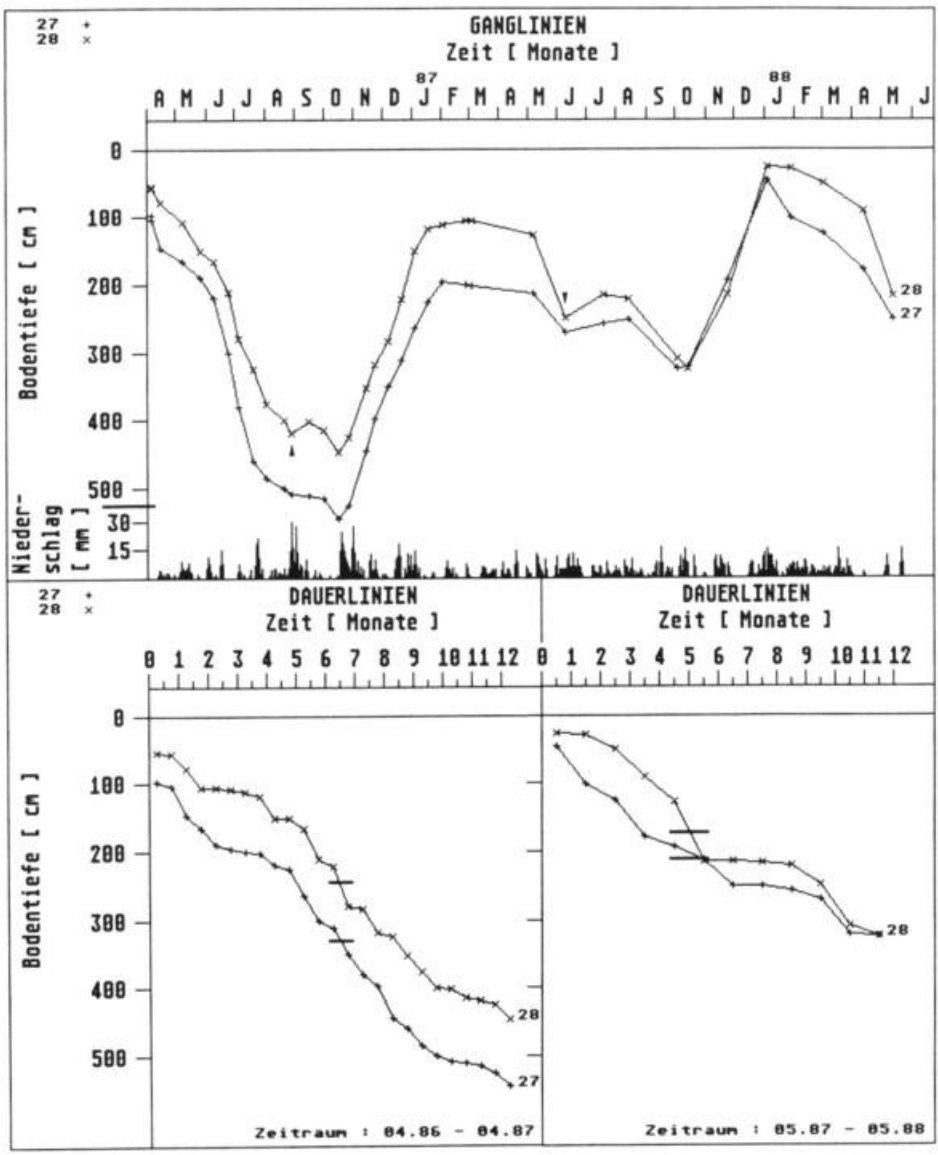


Abb.65: Hydrologische Kennzeichnung von Standorten der Avenella-Fagus-Gesellschaft (Typische Ausbildung, Typische Variante (Nr.27) und Deschampsia cespitosa-Variante (Nr.28); oberer Abb.teil Ganglinien, unterer Abb.teil Dauerlinien (weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.2.)

unterliegen. Umgekehrt läßt sich für Parabraunerden eine raschere Wiederbefeuchtung (oder -vernässung) nach Niederschlägen beobachten, die besonders im August 1986 und Juni 1987 zu einem sprunghaften Anstieg der Grundwasseroberfläche führen (vgl. Pfeile in Abb.65). Der Ganglinienverlauf wird maßgeblich von der Periodizität des Laubaustriebs und Laubwurfs gesteuert: der Grundwasserspiegel fällt - sofern nicht durch stärkere Niederschläge kompensiert - mit Beginn der Vegetationsperiode kontinuierlich ab (auf dem Standort der Typischen Variante 1986 bis zu 550 cm u.Fl.) und steigt erst nach dem Laubwurf im Oktober wieder an (Wintermaximum im Januar/Februar). Das Ausmaß der Sommerdepression ist niederschlagsabhängig. Ein Vergleich beider Meßjahre läßt erkennen, wie stark Grundwasserstand-Mittelwerte (fetter Querbalken in Dauerlinien) in Abhängigkeit von Witterungsverhältnissen schwanken.

Es muß in diesem Zusammenhang berücksichtigt werden, daß über kurze Beobachtungszeiträume errechnete Mittelwerte (z.B. wenige Jahre) nur einem relativen Vergleich dienen können und diese als Absolutwerte allenfalls bei Mittelwertsbildungen über Dekaden Aussagekraft haben.

Auf extrem windoffenen Standorten siedeln Bestände der Leucobryum glaucum-Ausbildung. Hier wird Fallaub meist vollständig weggetragen, so daß Streulagen nur kleinflächig oder gar nicht entwickelt sind. Eine Aushagerung des Oberbodens ist so weit fortgeschritten, daß selbst mäßig anspruchsvolle Sippen wie Milium effusum, Anemone nemorosa und Polygonatum multiflorum ausfallen (vgl. Tab.23, lfd.Nr.39-51). Da eine Förna fehlt, finden Moose günstige Entwicklungsbedingungen. Bezeichnend sind Leucobryum glaucum, Dicranum scoparium und Plagiothecium undulatum. Stet und teilweise in größeren Polstern treten zudem Polytrichum formosum, Mnium hornum und Dicranella heteromalla auf. Die Deckung der Kryptogamen erreicht durchschnittlich 25 %, in einigen Beständen sogar 70 % (vgl Tab.23, Lfd. Nr.42; im Vergleich zu max. 10 % in der Typ. Ausb.). Die von Moosen geprägte Physiognomie der Bodenvegetation veranlaßte mehrere Autoren, solche Bestände als eigene Gesellschaft beziehungsweise Assoziation aufzufassen (Dicranum majus-Buchenwald, JESCHKE 1964:39ff; Leucobryo-Fagetum, HOFMANN 1965:159, SCAMONI 1975, Tab.15/3; Leucobryum-Fagus-Gesellschaft, PASSARGE 1966b:516ff; Dicrano-Fagetum, PASSARGE und HOFMANN 1968:169f; Polytrichum-Fagus-Gesellschaft, PASSARGE 1984, Tab.1). Übereinstimmend treten in den Gesellschaftsbeschreibungen (bzw. Vegetationstabellen) der genannten Autoren als häufigste und zugleich dominante Moosarten Leucobryum glaucum, Dicranum scoparium und Polytrichum formosum auf.

Die Leucobryum-Ausbildung des Drahtschmielen-Buchenwaldes zeigt im Untersuchungsgebiet ein der Typischen Ausbildung vergleichbares Verbreitungsbild, ist aber wesentlich seltener und nur kleinflächig entwickelt. Die geringe Ausdehnung dieser Aushagerungszonen mag auch in der mittleren Flächengröße der Vegetationsaufnahmen zum Ausdruck kommen (63 m^2 gegenüber 100 m^2 in übrigen Ausbildungen der Gesllschaft). Ein großer Teil der Bestände wurde an mehr oder weniger stark geneigten und oft westexponierten Hängen aufgenommen (vgl.

Bodentab.39: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Avenella flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft, Leucobryum glaucum-Ausbildung
Bodentyp: podsolige Parabraunerde
Anzahl der Profilaufnahmen: 3

Horizont Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Boden-art
	0,0											
O_L	0,5	-	3,1	20,8	53,6	497,5	19,8	25,1	3,6	4,2		
	1,5											
	2,0		1,2	8,0	13,6	449,1	15,1	27,3	2,6	3,1		
O_f	2,0	fehl.-	1,7	11,6	18,6	459,3	16,2	28,5	2,7	3,2		
	2,0	schw.	2,3	15,2	23,6	469,6	17,2	29,7	2,8	3,3		
	1,5		0,6	4,0	6,9	325,8	12,3	24,4	2,1	2,7		
O_h	1,8	stark	0,6	4,3	7,3	351,9	13,9	25,5	2,1	2,7		
	2,0		0,7	4,5	7,8	378,0	15,5	26,6	2,1	2,7		
	1		0,4	0,3	2,7	84,9	3,3	18,3	2,3	2,7		
A_{eh} od. A_{he} <3cm	3	fehl.-	1,7	1,3	7,2	93,0	4,2	23,2	2,5	3,0	Krümel/	S-uS
	6	schw.	2,7	2,1	12,1	108,0	5,9	26,0	2,8	3,4	Einzk	
	8		0,0	0,0	0,0	25,9	1,0	19,1	2,4	2,7		
B_sA_{hl}	10	-	0,7	0,5	3,5	30,9	1,5	21,9	2,7	3,2	Fpoly	uS-lS
	12		1,4	1,0	5,8	35,5	1,7	25,7	3,0	3,7		
	39		0,4	0,3	8,9	7,1	0,1	26,0	3,1	3,5		
B_sA_l	51	-	2,1	1,5	21,3	16,1	0,4	38,4	3,3	3,7	kl Agg	uS-lS
	65		4,1	2,9	42,0	30,0	0,6	50,9	3,8	4,0		
	61		3,8	2,4	19,4	1,1			3,1	4,0		
B_t B_{tv}	83	-	7,3	4,5	53,6	2,8	<0,1	n.b.	3,4	4,5	Kohär	lS-sL
	110		9,9	6,2	100,0	5,1			3,6	5,2		
	100		5,0	3,1	56,7				3,1	4,3		
B_v	102	-	5,5	3,5	65,3	<4,0	<0,2	n.b.	3,3	4,4	Kohär	lS-sL
	105		6,1	3,8	73,8				3,4	4,4		
	150		0,5	0,3	13,0				2,9	3,6		
(S)B_vC SB_vC	150	-	3,8	2,4	56,5	<4,0	<0,2	n.b.	3,2	4,2	Kohär	lS-sL
	150		7,2	4,5	100,0				3,4	4,8		

Inklinationswerte im Tabellenkopf), wo aufgrund der treppenartigen Anordnung der Bäume im Hangbereich eine besonders windoffene Bestandesstruktur besteht. Vergleichbare Standortsbeschreibungen geben JESCHKE (1964:42), HOFMANN (1965:159), PASSARGE (1966b:516), PASSARGE und HOFMANN (1968:168) und H.D. KNAPP (1987:51).

Bodentab.40: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes (weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Avenella flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft, Leuc. gl.-Ausb.
Bodentyp: Pseudogley-Podsol-Parabraunerde
Anzahl der Profilaufnahmen: 2

Horizont	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Bodenart
O_L	1,0	-	3,5	23,5	63,1	3,4	3,7		
O_f	2,5	-	3,1	20,6	37,4	2,9	3,3		
O_h	3,0	-	0,2	1,3	57,2	2,3	2,7		
A_{eh}	3	-	0,8	0,6	4,7	2,3	2,6	Einzk	S
A_{he}	6	-	0,7	0,5	8,1	2,5	2,9	Einzk	uS
B_sA_l	51	-	1,7	1,2	10,1	2,8	3,1	kl Agg	uS-lU
SB_t	82	-	6,7	4,2	33,5	3,1	3,7	Kohär	lU
SC	140	-	4,5	2,8	43,0	3,4	5,1	Kohär	lU

Als bezeichnende Bodentypen der Ausbildung treten im Untersuchungsgebiet podsolige und Podsol-Parabraunerden, selten auch Parabraunerde-Podsole mit bis zu 15 cm mächtigen A_e-Horizonten auf (bspw. im Staatsforst "Tiergarten"/Schleswig). Bodenchemische Charakteristika der genannten Bodentypen gehen aus den Bodentabellen 39 und 40 hervor. Kennzeichnend sind extrem niedrige pH- und S-Werte im Oberboden. pH(H_2O)-Werte betragen im Hauptwurzelhorizont (O_h) um 2,7, im A_{eh}- beziehungsweise A_{he}-Horizont um 3,0. Das Basenangebot ist im O_h mit 0,6 mval/100 ccm entsprechend gering. C/N-Verhältnisse der organischen Auflagen schwanken zwischen 24 und 30 (Werte für podsolige Parabraunerde). Das Edaphon der Humushorizonte ist arten- und individuenarm. Geringmächtige A_{eh}-Horizonte (im Mittel 3 cm) lassen auf nur schwache Bioturbationsraten rückschließen.

Bestände der Leucobryum-Ausbildung lassen keine deutlichen Unterschiede im Wasserhaushalt erkennen (vgl. PASSARGE 1966b:516). Nur in drei Aufnahmen (Tab.23, lfd. Nr.39-41) sind Deschampsia cespitosa oder Juncus effusus, zugleich aber auch nur eine der kennzeichnenden Moosarten (Leucobryum glaucum oder Dicranum scoparium) vorhanden, und diese nur mit vergleichsweise geringer Deckung. Ihr Arteninventar vermittelt somit bereits zu Beständen der Typischen Ausbildung. In allen übrigen Aufnahmen fehlen Feuchtezeiger. Zwei Faktoren mögen ihr Ausfallen erklären. Einerseits kann in Hanglage Niederschlagswasser rasch abfließen, somit

also nur zu einem geringen Teil im Boden versickern. Andererseits verläuft ein Versickerungsvorgang ohnehin nur verzögert, da gerade Böden mit geringer biologischer Aktivität verdichtet sind (TÜXEN 1986:14) und Grobporen zur Aufnahme des Niederschlagswassers fehlen (z.B. Regenwurmgänge). Messungen von GONSCHORREK (1977:122) belegen, daß Niederschlagswasser auf den betrachteten Standorten etwa 25mal langsamer versickert als auf Böden mit gut entwickelter Bodenfauna. Im Solum der podsoligen und Podsol-Parabraunerden treten dementsprechend Pseudogley-Merkmale erst in einer Bodentiefe von einem Meter auf ((S)B_vC-Horizont).

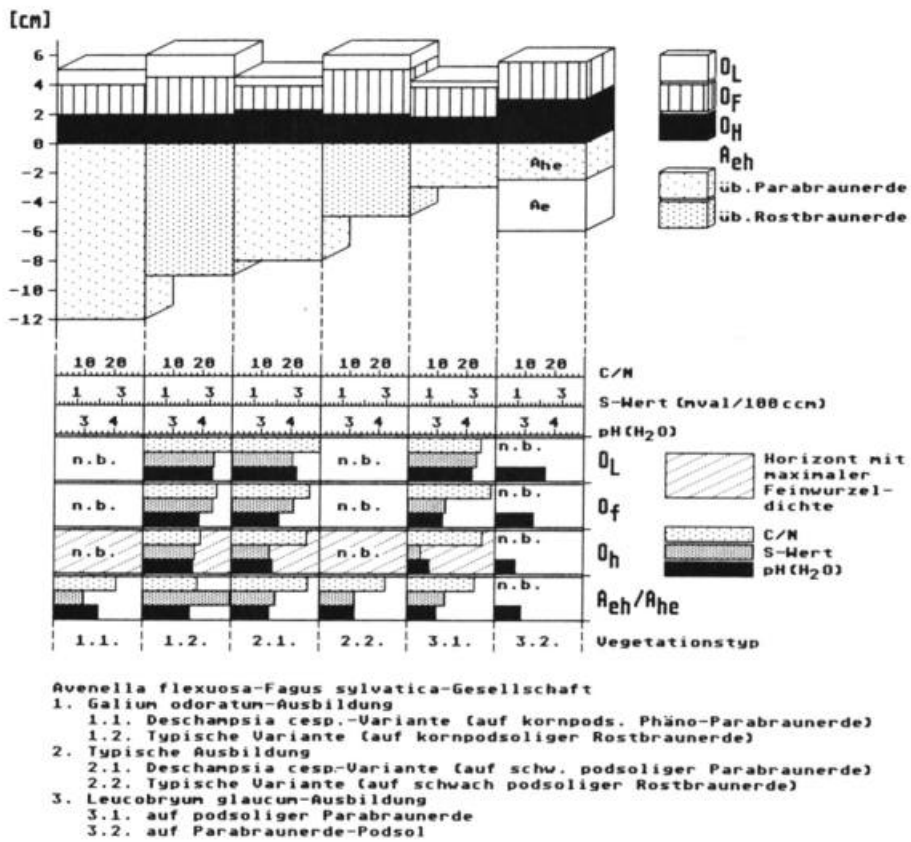
- Synökologischer Vergleich

Abbildung 66 veranschaulicht Standortsunterschiede der oben beschriebenen Einheiten der Drahtschmielen-Buchenwälder. Dargestellt sind Mächtigkeiten der Humushorizonte (oberer Abb.teil) sowie eine Änderung bodenchemischer Parameter (C/N, S-Wert, pH(H_2O) in Abhängigkeit von Profiltiefe und Vegetationstyp (unterer Abb.teil)).

Der dargestellten Anordnung entspricht - von links nach rechts gelesen - ein abnehmender Trophiegrad der Böden. Auffällig ist die Mächtigkeitsabnahme der A_{eh}- (bzw. A_{he}-) Horizonte, die auf zunehmend langsamer ablaufende Zersetzungs- wie Bioturbationsprozesse rückschließen läßt. Unter gleichen Vegetationstypen zeigen die Rostbraunerden (aus S oder uS) gegenüber Parabraunerden (aus sL oder lS) geringmächtigere A_{eh}- und mächtigere Auflagenhorizonte (vgl. Abb.66, Profil 1.1. und 1.2. bzw. 2.1. und 2.2.). Eine Humuszersetzung kann auf Rostbraunerden infolge der Austrocknungsempfindlichkeit sandiger Böden stärker gehemmt sein (ALEXANDER 1961:231ff, ELLENBERG 1978:169; ELLENBERG et al. 1986:217, 279f), wobei windoffene Strukturen der Bestände einer Austrocknung der Oberböden zusätzlich Vorschub leisten. Aus dem gleichen Grund werden solche Böden auch von einer - den Ab- und Umbau organischer Substanzen maßgeblich beeinflussenden - Lumbricidenfauna gemieden (vgl. ZUCK 1952: 120ff, 125). Mit der Intensität einer Laubverlagerung schwankt die Mächtigkeit der Förna. Sie ist auf Böden der Galium-Ausbildung vergleichsweise gut und in Beständen der Leucobryum-Ausbildung nur noch geringmächtig. Parabraunerde-Podsolen extrem windoffener Standorte fehlt eine Streulage meist ganz. Während auf Standorten der Galium-Ausbildung Typischer Moder als Humusform überwiegt (vgl. PASSARGE 1960:524), ist auf jenen der Leucobryum-Ausbildung Rohhumusartiger Moder vorherrschende Humusform.

In Böden der betrachteten Einheiten weisen vergleichbare Horizonte nur geringe Unterschiede im C/N-Verhältnis auf. In der dargestellten Reihenfolge ist aber eine deutliche Abnahme der S- und pH-Werte erkennbar. Damit ist ein Hinweis gegeben, daß sich Standorte der betrachteten Ausbildungen weniger in ihrer Stickstoff- als in ihrer Basenversorgung unterscheiden. In gleicher

Weise lassen sich die Basensättigungswerte interpretieren (vgl. Tab. zur bodenchem. Kennzeichnung). Sie sind in Böden der Leucobryum-Ausbildung am niedrigsten und erreichen dort (innerhalb der verglichenen Humushorizonte) im A_{eh} mit Mittelwerten um 7 % ein Minimum. Diese Analysen zeigen, daß eine Auswehung von Fallaub in erster Linie bodenversauernd wirkt (vgl. CELINSKI und WIKA 1977:105, 111).



Avenella flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft
1. Galium odoratum-Ausbildung
   1.1. Deschampsia cesp.-Variante (auf kornpods. Phäno-Parabraunerde)
   1.2. Typische Variante (auf kornpodsoliger Rostbraunerde)
2. Typische Ausbildung
   2.1. Deschampsia cesp-Variante (auf schw. podsoliger Parabraunerde)
   2.2. Typische Variante (auf schwach podsoliger Rostbraunerde)
3. Leucobryum glaucum-Ausbildung
   3.1. auf podsoliger Parabraunerde
   3.2. auf Parabraunerde-Podsol

Abb.66: Mächtigkeiten (oberer Abb.teil) und bodenökologische Charakteristika (unterer Abb.teil) der Humushorizonte an Standorten verschiedener Untereinheiten der Avenella-Fagus-Gesellschaft (weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.1.)

- Synchorologische Aspekte

Da die betrachteten Drahtschmielen-Buchenwälder des Untersuchungsgebietes nahezu ausschließlich Sonderstandorte besiedeln (vgl. Allg. Beschreibung), ist ein Vergleich unter synchorologischen Aspekten nur bedingt möglich. Den besonderen Lichtbedingungen entsprechend weisen sie ein Artengefüge auf (Hieracium-Arten, Solidago virgaurea, Galium harcynicum, Anthoxanthum odoratum u.a.), das für Buchenwälder eher untypisch ist. Der folgende Vergleich umfaßt demzufolge bodensaure Buchenwaldgesellschaften, in denen Avenella hohe Deckungsanteile aufweist. Überschneidungen mit der in Kapitel 5.2. beschriebenen Quercetalia-Basalgesellschaft sind daher möglich.

Bodensaure Buchenwälder mit einer zur Avenella flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft ähnlichen Artenzusammensetzung wurden aus dem gesamten nord- und westeuropäischen Raum beschrieben. Das mit Abstand umfassendste Datenmaterial liegt für das Gebiet des nordostdeutschen pleistozänen Tieflandes vor. Dort wurde die Gesellschaft von PASSARGE im Havelland (1957:68ff, Tab.12, S.72), in Ostmecklenburg (1959:50ff, Tab.22, S.52f), in Nordwestmecklenburg (1960:522ff, Tab.24, S.523 und Tab.25, S.525) und in der Prignitz (NW-Brandenburg, 1966a:491f, Tab.4) untersucht (Gesamtüberblick für das Gebiet des nordostdeutschen Flachlandes vgl. PASSARGE und HOFMANN 1968:112ff und 160ff). Wie die Monographien zeigen, weicht die Vegetationszusammensetzung bodensaurer Buchenwälder dieser Gebiete - bis teilweise auf die oben genannten Charakteristika - nur wenig von jener schleswig-holsteinischer Bestände ab. Die in PASSARGEs Aufnahmen vorkommenden Arten mit subatlantischem Verbreitungsschwerpunkt (Lonicera periclymenum, Dryopteris austriaca und Mnium hornum) sind auch in schleswig-holsteinischen Drahtschmielen-Buchenwäldern häufig und ein Indiz für vergleichbare klimatische Wuchsbedingungen (vgl. PASSARGE 1957:71). Im südöstlichen Mecklenburg sowie in Gebieten mit gemäßigt-subkontinentalem Klima fehlen Drahtschmielen-Buchenwäldern die genannten Arten. An ihrer Stelle können in der Feldschicht Calamagrostis arundinacea und - auf nicht zu stark entbasten Böden - Melica nutans auftreten (vgl. PASSARGE 1957:73ff, Tab. 13; PASSARGE und HOFMANN 1968:161, KIELLAND-LUND 1981:205, Tab. 45). Bodensaure Buchenwälder dieser Gebiete wurden von PASSARGE auch als Myrtillus-Fagus-Gesellschaft (1957:69ff) und von HOFMANN (1965:158) sowie SCAMONI et al. (1963:178;) als Pino-Fagetum bezeichnet (bei SCAMONI et al. als Untereinheit des Petraeo-Fagetum). Auf Standorten mit mächtiger Humusauflage kann unter subkontinentalen Klimabedingungen eine Buchenverjüngung gehemmt sein, da besonders in niederschlagsarmen Sommermonaten Wurzeln von Buchenkeimlingen in den dann austrocknenden Auflagen verdorren (ELLENBERG 1978:164f). Buchenjungwuchs wird umsoweniger aufkommen, je mächtiger der Auflagenhorizont ist und damit Keimlingswurzeln am raschen Erschließen des Mineralbodens gehindert werden. Infolgedessen nimmt die Konkurrenzkraft der gegenüber solchen Standortsbedingungen unempfindlicheren Gehölze wie Traubeneiche und Kiefer zu (neben der

Spätfrostempfindlichkeit der Buche als zusätzlichem Faktor). Im Pino-Fagetum können deshalb diese Arten neben Fagus bereits wesentlichen Anteil am Aufbau der Baumschicht haben (vgl. PASSARGE 1957:73ff, Tab. 13, 1966a:491f, Tab. 4). Mit dem dadurch verbesserten Lichtklima können sich bereits Lichtzeiger etablieren, die für das Betulo- beziehungsweise Luzulo-Quercetum (sensu HILITZER 1932) charakteristisch sind. Ein Anschluß solcher Bestände an die genannten Eichenwaldgesellschaften ist daher naheliegend.

Aus dem skandinavischen Raum wurden bodensaure Buchenwälder von LINDGREN (Südwestschweden, 1970:406ff) und KIELLAND-LUND (SO-Norwegen, 1981:201ff) beschrieben. Sie sind in Südschweden hauptsächlich in Südost-Smaland, Blekinge und Nord-Skane verbreitet. Auf der Linie Västervik-Jönköping-Vänersborg erreicht die Buche bereits ihre nördliche Verbreitungsgrenze. In Schweden wie auch Norwegen treten die für hiesige Wälder bezeichnenden Habichtskräuter nicht oder nur mit geringer Stetigkeit auf. In südostnorwegischen Drahtschmielen-Buchenwäldern kennzeichnet Melampyrum sylvaticum boreale Klimabedingungen. Auffällig ist zugleich die hohe Stetigkeit von Carex digitata (St. 60 %) und das Auftreten von Melica nutans (St. 20 %). Diese Arten deuten auf gemäßigt-kontinentale Klimaverhältnisse im Untersuchungsgebiet von KIELLAND-LUND hin. Während in Skandinavien Carex digitata auch in Vaccinio-Piceetea-Gesellschaften übergreift, bleiben ihre Vorkommen im nordwestdeutschen Raum auf kalk- oder zumindest basenreiche Standorte begrenzt. In südskandinavischen Drahtschmielen-Buchenwäldern ist mitunter Trientalis europaea häufig (vgl. PASSARGE und HOFMAN 1968:120), so daß manche Autoren diese Wälder als Trientali-Fagetum Tx.1960 bezeichnen. Wie Tabelle 22 (Übersichtstabelle zur Ordnung Quercetalia) zeigt, fehlen dieser Gesellschaft Quercion-Arten, so daß sie - entsprechend der auftretenden Kenntaxa ranghöherer Einheiten - der Quercetalia-Basalgesellschaft angeschlossen werden können.

Die Vegetationszusammensetzung der im atlantisch-subatlantischen Klimabereich wachsenden Drahtschmielen-Buchenwälder wurde bereits in Kapitel 5.2.1. beschrieben. DURIN et al. (1967, Tab. 2) und BRAUN-BLANQUET (1967:98ff und Tab. 31) haben entsprechende Wälder in Nordwest-Frankreich beziehungsweise Nord-Spanien untersucht und als Ilici-Fagetum bezeichnet. Wie Vegetationstabellen der genannten Autoren zeigen, sind Arten mit atlantisch-subatlantischem Verbreitungsschwerpunkt (Lonicera periclymenum, Herdera helix, Ilex aquifolium) in Beständen der Ilici-Fageten nicht wesentlich häufiger als in Drahtschmielen-Buchenwäldern des Untersuchungsgebietes (vgl. Tab.22). Zusätzliche "Atlantiker" sind selten oder fehlen. Allerdings weisen einige der von DURIN et al. (1967; Tab. II, Ilici-Fagetum vaccinietosum und Ilici-Fagetum luzuletosum) mitgeteilten Aufnahmen eine hohe Präsenz von Pteridium aquilinum (St. IV-V), Holcus mollis (St. I-V) und Quercus petraea (in B1 St. III-V) auf, repräsentieren also Bestände des Betulo-Quercetum. Den von BRAUN-BLANQUET (1967) untersuchten Beständen fehlen Quercion-Arten. In Tabelle 22 wurden sie daher der Quercetalia-Basalgesellschaft

angeschlossen. Eine Zusammenstellung bodensaurer Buchenwaldgesellschaften des nordwestdeutschen Pleistozän gibt JAHN (1979:354ff). Die von der Autorin als Drahtschmielen- oder Pillenseggen-(Eichen-) Buchenwald bezeichnete Gesellschaft läßt sich - anhand auftretender Quercetalia- (Kenn- und Trenn-) Arten - gleichermaßen einer (Ordnungs-) Basalgesellschaft anschließen (vgl. hierzu Kap.5.2.). Pteridium aquilinum- und Molinia caerulea-reiche Untereinheiten der Tabelle von JAHN (Spalten 4 u. 5) vermitteln bereits zum Betulo-Quercetum (vgl. Diskussionsbeitrag von TÜXEN, 1979:363).

In der Jungmoränenlandschaft Dänemarks treten Drahtschmielen-Buchenwälder unter ähnlichen Standortsbedingungen auf, wie sie auch für schleswig-holsteinische Bestände bezeichnend sind (Hang- oder Kuppenlage in Moränenregionen mit stark bewegtem Relief; vgl. PASSARGE 1958:389ff, 1966b:508ff, 516ff). Ganz entsprechend weisen sie lichtliebende Sippen auf (Luzula campestris agg., Hieracium laevigatum, Hieracium sylvaticum, Solidago virgaurea), die in Beständen mehr oder weniger ebener Geländelage weitgehend ausfallen (vgl. PASSARGE 1966b:508ff, Tab. 2).

Wie ein orographischer Vergleich zeigt, finden die im planaren, diluvialen Flachland Norddeutschlands verbreiteten Drahtschmielen-Buchenwälder in den Luzulo-Fageten der montan-submontanen Lagen ein Pendant. Als einzige bezeichnende und im Flachland fehlende Sippe weisen sie Luzula luzuloides auf (vgl. Quercetalia-Übersichtstabelle 22). Damit ergeben sich auch in syndynamischer Hinsicht zwei Parallelen: einer Degradation (z.B. durch Niederwaldwirtschaft) von Luzulo-Fageten zu Luzulo-Querceten (sensu R. KNAPP 1948b) entspricht die Devastierung der Avenella flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft zum Betulo-Quercetum (vgl. Kapitel 5.2.1.). Auch eine standörtliche Untergliederung beider Gesellschaften zeigt Parallelen. Aus Süd-Niedersachsen beschreibt DIERSCHKE (1985:505) ein Luzulo-Fagetum leucobryetosum, das als "extreme Aushagerungsform" auf "Kuppen, Kanten und Hangrippen oder an windexponierten Waldrändern" auftritt und somit floristisch wie standörtlich der Leucobryum glaucum-Ausbildung des Drahtschmielen-Buchenwaldes vergleichbar ist. Übergangsbereiche zum Galio odorati-Fagetum mit bereits "günstigeren Wuchsbedingungen" werden vom Luzulo-Fagetum galietosum odorati eingenommen (DIERSCHKE 1985:505). Sie entsprechen der Galium odoratum-Ausbildung der Avenella-Fagus-Gesellschaft.

Synchorologische Betrachtungen zeigen, daß sich neben geographischer Breite und Höhenstufen die Ozeanität des Klimas nur wenig im Artengefüge bodensaurer Buchenwälder ausprägt. Vertreter des ozeanisch-subozeanischen Elements (Hedera helix, Ilex aquifolium, Lonicera periclymenum, Dryopteris austriaca, Mnium hornum) fehlen zwar im Osten ganz, sind aber auch in westlich verbreiteten Buchenwäldern nur mehr oder weniger regelmäßig vertreten (vgl. ELLENBERG 1978:167). Zusätzliche "Atlantiker" treten unter euozeanischen Klimabedingungen nicht oder nur sporadisch auf. Für schleswig-holsteinische (und teilweise auch in Dänemark wie

Nordwestmecklenburg vorkommende) Drahtschmielen-Buchenwälder sind lichtliebende (Quercion-) Arten bezeichnend, die charakteristische Standortsverhältnisse der Bestände (als "Hangwald-" oder "Waldsaumgesellschaft") widerspiegeln.

5.3.2.2. Betulo-Quercetum (Gaume 1924) Tx.1937

(Synonyma: Aus bereits in Kap.5.2.1. dargelegten Gründen ist die Assoziation hier weit gefaßt. Sie vereinigt die Einheiten Betulo-Quercetum roboris Tx.1930, Fago-Quercetum petraeae Tx.1955 (Betulo-Quercetum petraeae Tx.1937 p.p.), Violo-Quercetum Oberd.1957. und Luzulo-Quercetum (sensu Knapp 1948, non Hilitzer 1932 em. Neuhäusl et Neuhäuslova-Novotna 1967).)

Auf nährstoffarmen und stets podsolierten Böden der Niederen und Hohen Geest sind Buchen-Eichenwälder verbreitet. Wie ein Blick auf Bodenkarten erkennen läßt, ist diese Waldgesellschaft im Geestbereich des Landesteils Schleswig vorherrschende Einheit der potentiellen natürlichen Vegetation. Ihr potentieller Flächenanteil dürfte dort bei etwa 60 % liegen. Die aktuelle Ausdehnung der Buchen-Eichenwälder fällt allerdings weit bescheidener aus. Im Landesteil Schleswig wird ihre heutige Ausdehnung nur noch etwa 1-3 % ihres potentiellen Areals betragen. Große Teile der Standorte wurden in Nadelholz-, insbesondere Kiefernforsten überführt oder unterliegen derzeit landwirtschaftlicher Nutzung. Entsprechende Flächen sind damit nicht nur als Standorte der Buchen-Eichenwälder, sondern gleichsam für deren heute stark gefährdete Ersatzgesellschaften wie Calluna-Heiden- oder Silbergrasfluren verloren. Energische und gleichermaßen fragwürdige Aufforstungsprogramme mit Nadelhölzern (z.B. Aufforstungsprogramm Nord) haben zudem die Flächenbilanzen zuungunsten schutzwürdiger und landschaftsspezifischer Vegetationstypen verschoben. Heideflächen wurden in ökologisch wertlose Nadelholzforste umgewandelt, eine Chance zur Begründung naturnaher Wälder gleichermaßen vertan. Besonders der Forstwirtschaft obliegt es, durch wirksame Schutz- und Pflegeprogramme heute nur noch kleinflächig erhaltene, naturnahe Bestände langfristig zu sichern (zur aktuellen Verbreitung der zum Betulo-Quercetum gehörenden Hoch- und Niederwälder vgl. Abb. 72 u. 73). Einrichtung von Waldreservaten, naturnahe Waldbewirtschaftung sowie allmählicher Bestandesumbau unter Förderung standortstypischer Gehölzarten sind dazu notwendige Beiträge.

Eichenmischwälder unterlagen in Schleswig-Holstein während der vergangenen Jahrhunderte unterschiedlichen Bewirtschaftungsmodi. Baumartengefüge und Physiognomie heutiger Bestände weichen daher - abhängig von Art und Intensität der Nutzung - vom natürlichen Waldbild mehr oder weniger stark ab. Besonders augenfällig ist der Nutzungseinfluß in Niederwäldern, den sogenannten "Kratts". Im Vergleich zu naturnahen Hochwäldern zeigen sie physiognomisch wie floristisch auffallende Unterschiede. Von der folgenden Beschreibung bleiben krattartig bewirtschaftete Bestände ausgenommen, um deren Eigenart sowie damit verbundene

syndynamische und naturschutzrelevante Fragen gesondert erörtern zu können (s. Kap.5.3.2.2.2.).

5.3.2.2.1. Hochwälder (Typische Nutzungsform)

- Allgemeine Beschreibung

Die Baumschicht des Betulo-Quercetum setzt sich - mit unterschiedlichen Deckungsanteilen - aus Fagus sylvatica, Quercus robur und Quercus petraea zusammen. In der Regel ist der Kronenschlußgrad bei Buchendominanz am höchsten (0,8-0,95) und fällt mit wachsendem Eichenanteil kontinuierlich ab (bis 0,6). Ein hoher Eichenanteil verbessert daher das Lichtklima im Bestandesinnnern.

Der natürliche Deckungsanteil einer jeweiligen Baumart schwankt in Abhängigkeit von standörtlichen Verhältnissen. In der Regel wird die Buche auf weniger stark podsolierten, etwas kolloidreicheren Böden vorherrschen oder sogar einzige Baumart sein (vgl. HESMER und SCHRÖDER 1963:23,28f, WOLTER u. DIERSCHKE 1975:207, ELLENBERG 1978:255ff, TAUX 1981:339, DINTER 1982:67). Im nordwestdeutschen Altmoränengebiet läßt sich dies anhand pollenanalytischer Untersuchungen belegen (FIRBAS 1952:156f, 172f, HESMER und SCHRÖDER 1963:28f). In heute vorhandenen Beständen kann die natürliche Konkurrenzkraft einer Baumart - in gewissen Grenzen - über ihre Fähigkeit zur Naturverjüngung und damit über ihre Häufigkeit in einzelnen Bestandesschichten (K- bis B-Schicht) beurteilt werden. In Buchen-Eichenwäldern des Untersuchungsgebietes tritt Fagus in allen Schichten vergleichsweise stet auf (bis zu 50 % und darüber). Selbst auf Standorten mit Orterde- oder Ortsteinhorizonten kann sie höhere Deckungsanteile als die konkurrierenden Eichenarten erlangen (vgl. Tab.24, lfd. Nr.31). Auch auf ungünstigsten Böden wie Gley-Podsolen fehlt die Buche nicht vollständig (vgl. Darstellung in Beschreibung der Untereinheiten). Unter natürlichen Wuchsbedingungen und bei einem für das Untersuchungsgebiet charakteristischen Klima wird Fagus daher auch auf stark podsolierten und zudem grundwasserbeeinflußten Standorten eine gewisse Rolle am Bestandesaufbau spielen. Wesentlich ist, daß die Konkurrenzkraft der Buche weniger durch ungünstige Trophiebedingungen als vielmehr durch Grund- oder Stauwassereinfluß geschwächt wird. So postulieren HESMER und SCHRÖDER (1963:23) aufgrund forsthistorischer Untersuchungen im niedersächsischen Tiefland, daß "das Verhältnis Buche/Eiche ... weniger von Bodenart, Bodenreaktion und Nährstoffgehalt als vielmehr von der Bodennässe (abhängig) ist". Auch im Untersuchungsgebiet weicht die Buche nur bei starkem Grund- oder Stauwassereinfluß zurück (vgl. Deckungsverhältnisse in Molinia - und Typischen Varianten der Tab.24). Ein Ausfall der Buche auf nicht vernäßten Böden (bspw. lfd. Nr.5-9 in Tab.24) ist demzufolge auf forstlichen Einfluß zurückzuführen. Die häufig geäußerte Annahme, daß Bestände des Betulo-

Quercetum weitgehend buchenfrei seien, dürfte in Bezug auf naturnahe Wälder daher nur für Extremstandorte Gültigkeit haben (beispielsweise Gley-Podsole mit ganzjährig hochanstehendem Grundwasser).

In der Regel wird mit zunehmender Bodennässe Quercus robur begünstigt, während Quercus petraea im Flachland eher trockenere (SCAMONI 1969:268) sowie etwas kolloid- und silikatreichere Böden (ELLENBERG 1978:257) bevorzugt. Betrachtet man Dominanz- und Häufigkeitsverhältnisse der beiden Eichenarten, so trifft diese ökologische Einschätzung für das Untersuchungsgebiet nur bedingt zu. Beide Arten können in der Baumschicht verschiedener Untereinheiten des Betulo-Quercetum vorherrschen oder auch mit gleichen Deckungswerten nebeneinander vertreten sein (tendenziell tritt Quercus robur nur auf feuchten bis nassen Standorten stärker hervor). Auch aus der Verjüngungsfreudigkeit der Eichenarten unter verschiedenen Standortsbedingungen lassen sich die oben skizzierten ökologischen Präferenzen kaum bestätigen. Ihr Anteil am Bestandesaufbau scheint daher nicht nur durch den Standort selbst, sondern auch forstlich beeinflußt zu sein. Für eine standörtlich interpretierbare Gliederung der Buchen-Eichenwälder sind daher Quercus robur und Quercus petraea - zumindest für das Untersuchungsgebiet - nicht geeignet (vgl. auch ELLENBERG 1978:258).

Unter gegebenen Standortsbedingungen bleibt eine Einschätzung der von Natur aus vorgegebenen Deckungsanteile von Buche, Stiel- und Traubeneiche spekulativ (vgl. WILMANNS 1978:307). Waldweide, Niederholzwirtschaft, Streuentnahme und forstliche Nutzung haben die natürliche Baumartenzusammensetzung während der vergangenen Jahrhunderte so stark verändert, daß heute selbst bei sorgfältiger vegetationsgeschichtlicher Analyse im Einzelfall eine Beurteilung ihres Natürlichkeitsgrades nur näherungsweise möglich ist. Naturwaldreservate können hier aufgrund langfristiger Beobachtungsmöglichkeiten detailliertere Erkenntnisse liefern.

Neben den genannten Hölzern können in der Baumschicht der Buchen-Eichenwälder Betula pubescens, Betula pendula und Populus tremula auftreten. Sowohl Birken als auch Zitterpappel haben aber - ihrem Charakter als Pioniergehölze entsprechend - lediglich in Vorwaldstadien oder auf durch Windwurf freigestellten Flächen größeren Anteil am Bestandesaufbau (vgl. TRAUTMANN et al. 1973:18, ELLENBERG 1978:252f, KRAUSE und SCHRÖDER 1979:41). Sie können sich dort aufgrund ihrer mit dem Wind leicht verfrachtbaren Samen schneller ansiedeln als die schwerfrüchtigen Eichen und Buchen. In Altholzbeständen fallen sie infolge ihres geringen Alters oder - besonders in Buchen-dominierten Beständen - bei zunehmender Beschattung aus. Ein höherer Eichenanteil begünstigt Sorbus aucuparia und Frangula alnus. Sorbus (seltener auch Frangula) kann dann bis in die B2-Schicht emporwachsen. Unter vorherrschender Buche bleiben beide Arten in der Regel auf die Strauch- und Krautschicht begrenzt.

Wie Tabelle 24 erkennen läßt, spielen weitere Gehölzarten in der Baumschicht eine nur untergeordnete Rolle (z.B. Carpinus betulus und Acer pseudo-platanus). In der Strauchschicht werden Sorbus und Frangula - neben den sich verjüngenden Baumarten - von Rubus fruticosus agg., Rubus idaeus und Lonicera periclymenum, seltener auch von Hedera helix und Ilex aquifolium (vgl. hierzu POTT 1990:502ff) begleitet.

In der Krautschicht dominieren lichtliebende, säuretolerante Arten. Sie decken - mit zunehmendem Eichenanteil durch ein lichteres Kronendach begünstigt - meist 70-90 % der Bodenoberfläche. In Stetigkeit und Deckung ist Avenella flexuosa vorherrschend. Häufige Begleiter und zugleich bezeichnend für die Ordnung Quercetalia sind Maianthemum bifolium, Polytrichum formosum, Carex pilulifera, Melampyrum pratense, Agrostis tenuis und Anthoxanthum odoratum. In Schleswig-Holstein ist das Betulo-Quercetum durch mehrere Kenn- und Trennarten gekennzeichnet und mit Hilfe dieser auch gut gegenüber bodensauren Buchenwäldern (Avenella flexuosa- Fagus sylvatica-Gesellschaft, vgl. Kap.5.3.2.1.) abgrenzbar. Zu ihnen gehören Trientalis europaea, Dicranum scoparium, Pteridium aquilinum, Holcus mollis, Vaccinium myrtillus, Plagiothecium undulatum und Leucobryum glaucum (die beiden zuletztgenannten Arten greifen im Untersuchungsgebiet in Drahtschmielen-Buchenwälder über). Innerhalb des Quercion - Areals verhalten sich Vaccinium myrtillus und Dicranum scoparium lediglich wie Ordnungskenn- und Trennarten. Wie Tabelle 22 zeigt, können Pteridium aquilinum und Holcus mollis als Kennarten der Assoziation aufgefaßt werden (vgl. auch PASSARGE 1957:54, ELLENBERG 1978:255, DINTER 1982:68). In Schleswig-Holstein greift Holcus mollis allerdings auf Bestände der Avenella flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft über und ist lokal somit nur eine schwache Charakterart des Betulo-Quercetum. Unter günstigen Lichtverhältnissen kann Pteridium den Aspekt der Krautschicht prägen. Als häufigste Klassenkennarten treten Stellaria holostea und Convallaria majalis, als Differentialarten nährstoffreicher Untereinheiten Milium effusum, Anemone nemorosa und Polygonatum multiflorum auf. Weitere stete Begleiter der Bodenvegetation sind Lonicera periclymenum, Oxalis acetosella, Dryopteris dilatata, Dryopteris carthusiana und Luzula pilosa.

Im Vergleich zum Fagion ist in Buchen-Eichenwäldern die Bodendeckung der Kryptogamen etwa 2-3mal so hoch (im Mittel 2-5 %) und ungleich artenreicher. Wie Tabelle 24 zeigt, weisen zehn Moosarten in mindestens einer der im Gebiet unterscheidbaren Varianten eine Stetigkeit von III auf. In 78 untersuchten Beständen ließen sich insgesamt 35 Moos- und 8 Flechtenarten nachweisen (epiphytische Arten nicht berücksichtigt). Die mittlere Gesamtartenzahl der Buchen-Eichenwälder ist mit 26-30 etwa denen der Waldmeister- und Drahtschmielen-Buchenwälder vergleichbar.

Auf der Hohen und Niederen Geest besiedeln Buchen-Eichenwälder Standorte mit unterschiedlichem Podsolierungs- und Vernässungsgrad. Die häufigsten Bodentypen sind Podsol-

Parabraunerden beziehungsweise -Braunerden, Parabraunerde- beziehungsweise Braunerde-Podsole und Gley-Podsole (ausführliche Beschreibung vgl. unten). Die zuerst genannten Bodentypen sind hauptsächlich auf der Hohen Geest, Gley-Podsole dagegen überwiegend im Sanderbereich entwickelt. Für die Altmoräne ist ein kleinflächiges Bodentypen-Mosaik bezeichnend. Podsole grenzen dort an nährstoffreiche Gleye oder Pseudogleye mit Übergängen im Meterbereich. Dementsprechend abrupt wechselt das Artengefüge unter Waldbestockung. Buchen-Eichenwälder haben unmittelbaren Kontakt zu Beständen des Alno-Ulmion oder Fagion. Ein aus vegetationskundlicher Sicht verblüffendes Mosaik Säure- (Molinia caerulea, Carex nigra, Avenella flexuosa) und Basen-zeigender Arten (Allium ursinum, Stachys sylvatica, Mercurialis perennis) führt den krassen Wechsel der Trophieverhältnisse besonders deutlich vor Augen. Er läßt sich teils geomorphologisch, teils pedogenetisch erklären.

Saaleeiszeitliche Sedimente wurden periglazial durch Solifluktions- und Kryoturbationsprozesse in verschiedener Weise umgelagert oder miteinander vermengt. In Aufschlüssen sind die dadurch entstandenen Schichtenstörungen anhand deutlicher Verwulstungen mit sack- oder kesselartigen Bildungen erkennbar (fossile Strukturböden der schleswig-holsteinischen Altmoränenlandschaft, vgl. ZÖLITZ 1989:Nr.17). In ihnen kann Bodenmaterial, das zu verschiedenen Zeiten abgelagert und bereits pedogenetisch verändert wurde (daher oft mit unterschiedlichen Korngrößen und Silikatgehalten), unmittelbar aneinanderstoßen und oberflächennah die geschilderten, kleinräumig wechselnden Trophieverhältnisse bewirken. Sandkessel oder -mulden, die von zwei aufwärtsgerichteten Geschiebemauern umfaßt werden, sind häufige geomorphologische Strukturen der Altmoräne.

Pedogenetisch entstehen Trophieunterschiede dann, wenn unter dem Einfluß basenreichen Grundwassers, der bei quelligen oder sickerfeuchten Verhältnissen nur lokal besteht, Entkalkungs- beziehungsweise Versauerungsprozesse im Pedon unterschiedliche Tiefen erreicht haben. Kleine Geländemulden, die bandartig weite Teile der Altmoräne durchziehen, können unter dem Einfluß carbonatreichen Grund- oder Sickerwassers von Allium ursinum besiedelt werden, während auf den unmittelbar angrenzenden Muldenkanten und Geländerücken die erwähnten Säurezeiger zur Entwicklung kommen. Ein solches Standorts- und Artenmosaik läßt sich nicht durch Vegetationsaufnahmen, sondern lediglich durch großmaßstäbige Vegetationskarten beschreiben.

Wesentlich homogenere Standortsverhältnisse bestehen im Sanderbereich. Hier wären zumindest potentiell Buchen-Eichenwälder großflächig auf Podsolen beziehungsweise Gley-Podsolen entwickelt. Aktuell erreicht die Ausdehnung einzelner Bestände im Sander nur selten eine Größe von 5 ha. Die heute aus struktureller und floristischer Sicht noch am besten erhaltenen Buchen-Eichenwälder finden sich daher auf Altmoränenrücken bei Bergenhusen, Schwabstedt, Ostenfeld, Immenstedt und Pobüll.

Im Betulo-Quercetum lassen sich zwei auf Trophiestufen begründete Subassoziationen unterscheiden (Betulo-Quercetum milietosum und typicum; vgl. WOLTER und DIERSCHKE 1975:208, TAUX 1981:342f, DINTER 1982:68). Untereinheiten, die Feuchtigkeitsunterschiede zum Ausdruck bringen, wurden - um gliederungsformal konsequent zu bleiben - als Varianten innerhalb der genannten Subassoziationen gewertet (vgl. Betulo-Quercetum molinietosum bei SCAMONI 1954b:242ff, PASSARGE 1957:55, TÜXEN 1969:Tab.16, SEEWALD 1977:Tab.9).

- Untereinheiten der Gesellschaften

Innerhalb der von Buchen-Eichenwald-Standorten auftretenden Trophiespanne ist die Subassoziation von Milium effusum unter vergleichsweise günstigen Nährstoffverhältnissen entwickelt (Tab.24, lfd. Nr.1-29). Differentialarten der Subassoziation sind Milium effusum, Anemone nemorosa und Polygonatum multiflorum. Unter natürlichen Konkurrenzverhältnissen würde im Flattergras-Buchen-Eichenwald Fagus vorherrschen. Diesen Dominanzverhältnissen entsprechend wurden für Bestände dieser Einheit oftmals auch die Namen Deschampsio-Fagetum (p.p., PASSARGE 1956:47ff), Carici piluliferae-Fagetum (p.p., PASSARGE und HOFMANN 1968:164f, JAHN 1979:355) oder Querco-Fagetum (ELLENBERG 1978:258) gebraucht. Ein Teil der aufgenommenen Bestände weist erwartungsgemäß eine forstlich stärker beeinflußte Baumartenzusammensetzung auf (Tab.24, z.B. lfd. Nr.5-9, 16, 20). In ihnen wurden die Eichenarten (meist durch Pflanzung) gefördert. Entsprechend dem Buchen/Eichen-Verhältnis der Baumschicht variieren Artengefüge und Dominanzverhältnisse in der Bodenvegetation. Quercion-Arten (Pteridium aquilinum, Holcus mollis, Melampyrum pratense, Anthoxanthum odoratum) werden bei höherem Eichenanteil gefördert.

An Standorten der Typischen Variante unterschreitet der Grundwasserspiegel ganzjährig über 10 dm unter Flur. Im Solum treten Hydromorphiemerkmale daher nicht oder allenfalls in anlehmigen Horizonten größerer Tiefe auf (ab unter 10 dm u.Fl.). In der Feldschicht fehlen Frischezeiger. Molinia caerulea kann - bei höherem Eichenanteil durch Licht begünstigt - in kleinen Horsten mit Deckungswerten unter 5 % (+ und 1) auftreten.

Im Untersuchungsgebiet sind Bestände der Typischen Variante auf Parabraunerde-Podsolen, Braunerde-Podsolen, Podsol-Braunerden (Rostbraunerden), seltener auch auf Podsol-Parabraunerden entwickelt. Allen Böden ist eine organische Auflage gemein, die aus einer O_L-, O_f- und O_h-Lage besteht und einem über 4 cm mächtigen Eluvialhorizont aufliegt. Demgemäß sind keine "podsoligen" Böden, sondern vielmehr Podsole (zumindest als Subtypen) entwickelt (vgl. ARBEITSKREIS BODENSYSTEMATIK 1985:37, 39 und ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE 1982:220f). A_e-Horizonte sind nicht oder nur andeutungsweise ausgebildet. Nur 6 der insgesamt 16 untersuchten Profile zeigten im Auswaschungshorizont Farbwerte (Value) über 4 und Farbwert/Farbtiefen-Quotienten von 2,5 (vgl. Munsell-Werte in entspr. Bodentabellen), wiesen also bereits eine für A_e-Horizonte charakteristische Bleichung auf. Ein A_h ist nur teilweise entwickelt und stets geringmächtiger als 2 cm.

Die untersuchten Parabraunerde-Podsole sind durch die Horizontfolge O_L-O_f-O_h-(A_h-)$A_{eh/he}$-$B_{(s)h}$-$B_{(h)s}$-A_l-B_tC gekennzeichnet.

Unter Beständen der Typischen Variante können zudem Podsol-Parabraunerden auftreten (HÄRDTLE 1989a:42); diese wurden aber nicht durch Profilaufnahmen belegt. Ein Teil der im

Rahmen vorliegender Arbeit aufgenommenen Bodenprofile vermittelt - bei fehlendem B_h und geringmächtigem Podsol-Solum (A_{eh} und B_s zusammen 21 cm) - bodentypologisch zwischen Parabraunerde-Podsolen und Podsol-Parabraunerden.

Ihre Auflage ist etwa 7-8 cm mächtig, wobei Fermentationshorizonte 2-4 und Humifizierungshorizonte 1-6 cm messen. Die O_f-Lage ist in der Regel feinwurzelreich, die O_h-Lage nur noch schwach von Feinwurzeln durchsetzt. Die Humusform entspricht - bei A_{eh}- beziehungsweise A_{he}-Mächtigkeiten zwischen 4 und 9 cm - einem Rohhumusartigen Moder. Im Solum weist der Hauptwurzelhorizont (O_f) die engsten C/N-Verhältnisse auf (um 19). Sie erhöhen sich im $A_{eh/he}$ auf etwa 24, im $B_{(h)s}$ auf Werte um 28. Die S-Werte betragen im O_f durchschnittlich 1,6 mval/100 ccm. Einen Überblick über alle bodenchemischen Analysenergebnisse gibt Bodentabelle 41.

Illuvialhorizonte der Parabraunerde-Podsole differenzieren sich in der Regel in einen höher liegenden $B_{(s)h}$- und einen daran angrenzenden $B_{(h)s}$-Horizont. Sie erreichen im Mittel Tiefen bis 45 cm (überwiegend Humusstoffanreicherung) beziehungsweise 60 cm (überwiegend Sesquioxidanreicherung). Kennzeichnend ist eine - durch Sesquioxidanreicherung entstandene - orangerote Färbung dieser Profilabschnitte. Ihr Farbton (Hue) ist im Vergleich zu angrenzenden Horizonten über eine Stufe roter (2,5YR-5YR). Der $B_{(s)h}$ weist gegenüber dem $B_{(h)s}$ einen mindestens um den Faktor 2 erhöhten C_{org}-Gehalt auf (25,4 mg/g gegenüber 11,4 mg/g). In allen Profilen waren die B-Horizonte nicht oder nur schwach verfestigt. Eine Bildung der betrachteten Podsole verlief im Gebiet stets über Parabraunerden als Vorstadium, so daß eine Anreicherung von Eisen-Humus-Komplexen im A_l stattfand. Unterhalb der B-Horizonte kann dementsprechend ein Rest des ehemaligen A_l vorhanden sein, der von Einwaschungsprozessen nicht betroffen war. Er reicht im Mittel bis in Tiefen um 74 cm, ist also noch etwa 14 cm mächtig. Der unterhalb anschließende B_t ist meist nicht als kompakter Horizont ausgebildet, sondern in Form dünner Bänder im C-Material aufgelöst ($B_{bt}C$). Deren Mächtigkeit schwankt zwischen 1 und 5 cm. Als Bodentyp liegt somit ein Bänder-Parabraunerde-Podsol vor. B_{bt}-Bereiche können Merkmale einer schwachen Pseudovergleyung aufweisen (unter 5 % der Fläche mit Hydromorphiemerkmalen: ((S)$B_{bt}C$). Bänder-Parabraunerde-Podsole treten im Untersuchungsgebiet ausschließlich in der Altmoräne auf.

Parabraunerden unterschiedlichen Podsolierungsgrades, deren B_t in mehr oder weniger waagerecht verlaufenden Tonbändern aufgelöst ist, wurden aus dem norddeutschen Pleistozän wiederholt beschrieben (vgl. TÜXEN 1930:63, TÜXEN und DIEMONT 1937:79ff, ELLENBERG 1978:259). Eine Entstehung bandförmig aufgelöster B_t-Horizonte wird begünstigt, wenn der aus dem A_l abwärts verlagerte Ton in sandiges Substrat eingewaschen wird (REHFUESS 1981:60, KUNTZE et al. 1983:298). In carbonatfreien Sanden sind vermutlich Luftpolster am Aufbau der Tonbänder beteiligt, an denen sich mit der Bodenlösung wandernde Tonteilchen stauen (ELLENBERG 1978:259).

Neben Bänder-Parabraunerde-Podsolen sind für die betrachtete Einheit Podsol-Braunerden bezeichnend (die allerdings überwiegend unter Niederwäldern nachgewiesen wurden, vgl. Kap. 5.3.2.2.2.). Im Gebiet entstanden sie aus saaleeiszeitlichen und nicht ganz silikatarmen

Bodentab.41: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Betulo-Quercetum milietosum, Typische Variante
Bodentyp: Parabraunerde-Podsol (mit Übergängen zur Podsol-Parabraunerde)
Anzahl der Profilaufnahmen: 7

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
		1,0		4,0	26,8	36,2	484,6	21,0	19,6	3,0	3,3		
O_L		1,4	-	4,0	26,8	37,5	492,7	22,8	21,7	3,2	3,6		
		2,0		4,0	26,8	38,7	500,7	24,7	23,9	3,4	3,8		
		2,0		1,4	9,0	16,2	340,2	18,2	17,3	2,6	2,9		
O_f		3,1	stark	1,6	10,8	20,4	404,0	21,2	19,0	2,9	3,4		
		4,0		2,0	13,0	25,3	479,0	23,5	22,0	3,2	3,7		
		1,0		0,5	3,0	6,2	96,4	4,7	18,2	2,2	2,6		
O_h		4,6	schw.	0,6	3,8	13,8	236,1	11,2	20,9	2,5	3,0		
		10,0		0,8	5,1	18,3	413,0	18,4	23,7	2,6	3,2		
		4		0,0	0,0	0,0	9,6	0,3	14,5	2,6	3,2		S-uS
A_{eh}	A_{he}	7	fehl.-	2,0	1,5	37,3	45,3	2,2	24,3	2,8	3,4	Einzk	5YR-7,5YR
		10	schw.	3,5	2,7	83,3	145,8	5,6	34,0	3,0	3,6		4-5/2
	Bsh,	31		0,0	0,0	0,0	10,2	0,1	20,4	2,9	3,5		S-uS
B_h	fehlt	45	-	4,3	2,7	41,2	25,4	1,0	25,6	3,1	3,6	Hüllen	2,5YR-7,5Y
	teilw.	56		6,4	4,0	60,0	49,5	1,9	30,9	3,3	3,7		3-4/2-3
	teilw.	21		4,6	2,9	40,8	5,0	0,1	10,9	3,1	3,6		S-uS
B_{hs}	feste	60	-	9,3	5,8	64,5	11,4	0,5	28,0	3,6	4,0	Hüllen	2,5YR-5YR
	Orterde	78		16,5	10,3	98,6	16,3	1,5	45,3	4,2	4,5		3-5/4-8
		123		3,8	2,4	47,1	1,4			2,7	3,8		lS-sT/S-lS
(S)B_tC	B_tC,	130	-	6,1	3,8	76,4	1,8	<0,2	n.b.	3,1	4,2	Kohär/	7,5YR-10YR
	SB_tC	137		8,6	5,4	97,7	2,3			3,6	4,7	Einzk	5-8/2-6

Geschiebe- oder Flugsanden. Da das Substrat als Fließerde zum Teil mehrmals umgelagert wurde, können Körnung und Mineralbestand in gewissen Grenzen variieren. In Koinzidenz zum Ausgangsmaterial der Bodenbildung sind Podsol-Braunerden häufig an Mittel- und Unterhängen der Altmoränenrücken sowie im weichseleiszeitlichen Endmoränen-Sander-Übergangsbereich entwickelt. Ihr Profil weist die Horizontfolge O_L-O_f-O_h-(A_h-)$A_{eh/he}$-$B_{(h)sv}$-B_v-C auf (vgl. Bodentab.42). Die Mächtigkeit der Auflagen beträgt im Mittel 6-7 cm, die der A_{eh}- beziehungsweise A_{he}-Horizonte 4-5 cm (podsolige Braunerden ($A_{eh/he}$-Mächtigkeiten unter 3cm) wurden unter Flattergras-Buchen-Eichenwäldern nicht nachgewiesen). Als Humusform ist ein Rohhumusartiger Moder ausgebildet. Der an die Eluvialhorizonte anschließende B_v ist deutlich mit Sesquioxiden angereichert (B_{sv}) und im Farbton überwiegend eine halbe Stufe roter (meist 5YR) als angrenzende Horizonte. Er weist ein Hüllengefüge auf, das aber in keinem der untersuchten Profile zu Orterde verfestigt war. In etwa 60 cm Tiefe schließt ein B_v-Horizont mit Einzelkorngefüge an, der ab 90 cm u.Fl. in einen B_vC-, seltener in einen deutlich heller abgesetzten C-Horizont übergeht.

Unter dem kühl-humiden Klima Schleswig-Holsteins bilden Podsol-Braunerden meist nur Zwischenstadien einer Bodenentwicklung, die langfristig zu Podsolen führt. In dieser Entwicklungsreihe können als weitere Zwischenstadien Braunerde-Podsole auftreten. Ihre zeitliche Dauer ist u.a. vom Silikatgehalt des Ausgangsgesteins abhängig.

Braunerde-Podsole treten in Schleswig-Holstein in der Altmoräne und - mitunter großflächig - im Sander auf. Ihr Solum zeigt die Horizontfolge O_L-O_f-O_h-A_{eh}/A_{he}-$B_{(s)h}$-$B_{(h)s}$-B_v-B_vC/C (vgl. Bodentab.43). Da sie aus reinem Sand bestehen, weist der gesamte Mineralkörper - mit Ausnahme der Illuvialhorizonte - ein Einzelkorngefüge auf. Im Vergleich zu Podsol-Braunerden sind ihre Eluvialhorizonte mächtiger entwickelt (im Mittel 9 cm), ihre B-Horizonte intensiver mit Sesquioxiden angereichert (Munsell-Farbwert 2,5YR) und zum Teil schwach verfestigt (Orterde). Eine fortgeschrittene Podsolierung findet zugleich in tendenziell niedrigeren S-, pH- und Basensättigungswerten Ausdruck (vgl. Bodentab.43).

Im Gegensatz zu Standorten der Typischen Variante unterliegen jene der Molinia caerulea-Variante Stauwassereinfluß. Die dadurch (zeitweilig) erhöhte Bodenfeuchte fördert in der Krautschicht Molinia caerulea, Carex nigra, Juncus effusus, Deschampsia cespitosa und Lysimachia vulgaris (Tab.24, lfd. Nr.21-29). Zwei Bodentypen sind bezeichnend für Bestände der Molinia-Variante: Pseudogley-Parabraunerde-Podsole, die aus Lehmböden hervorgingen und nur in der Altmoräne vorkommen sowie Pseudogley-Podsole aus Sand (im Sander und Altmoränengebiet). Solche Bodenverhältnisse (Stauwassereinfluß bei nicht zu starker Podsolierung des Oberbodens) sind selten und meist nur kleinflächig gegeben. Bestände der Molinia-Variante des Betulo-Quercetum milietosum sind dementsprechend in der Altmoräne wie im Sander rar.

Bodentab.42: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Betulo-Quercetum milietosum, Typische Variante
Bodentyp: Podsol-Braunerde
Anzahl der Profilaufnahmen: 5

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L		1,0 1,1 1,5	-	2,4	16,0	20,0	507,1	21,0	24,1	3,1	3,6		
O_f		2,0 3,4 6,0	stark	0,7 1,2 1,7	4,8 7,9 11,0	12,7 13,9 15,2	490,9 491,5 492,0	21,7 22,4 23,1	21,3 22,0 22,6	2,5 2,6 2,6	3,0 3,2 3,3		
O_h		1,5 2,1 3,0	schw.	0,8	5,2	8,4	252,9	9,7	26,1	2,0	2,5		
$A_{eh/he}$	A_{eh}	4 5 6	fehl.- schw.	0,0 0,9 1,8	0,0 0,7 1,4	0,0 32,0 100,0	14,4 29,3 54,6	0,7 1,2 2,5	20,6 25,5 32,5	2,3 2,8 2,9	2,7 3,4 3,6	Einzk	S 5YR-7,5YR 3-6/2
B_{sv}		58 62 65	-	0,0 2,2 4,3	0,0 1,6 3,1	0,0 72,8 100,0	5,2 7,4 9,0	0,1 0,2 0,3	24,7 33,7 42,0	3,3 3,8 4,2	3,8 4,1 4,5	Hüllen	S 5YR(-7,5YR) 3-5/3-6
B_v		88 93 105	-	1,4 2,8 3,9	1,0 2,0 2,8	43,5 88,7 100,0	1,5 2,0 3,0	<0,1	n.b.	3,3 4,2 4,6	4,4 4,6 5,0	Einzk	S (7,5YR-)10YR 5-6/6-8
B_vC	C	130 137 145	-	1,5 2,7 4,3	1,1 1,9 3,1	62,5 92,5 100,0	0,8 1,4 1,9	<0,1	n.b.	3,9 4,3 4,6	4,1 4,5 4,7	Einzk	S 10YR 6/4-8

Bodentab.43: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes (weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Betulo-Quercetum milietosum, Typische Variante
Bodentyp: Braunerde-Podsol
Anzahl der Profilaufnahmen: 4

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L		1,0		2,9	19,2	39,6	3,5	3,8		
		1,8	-	3,8	25,3	51,6	3,5	3,9		
		2,0		4,3	28,8	68,6	3,6	3,9		
O_f		3,0		1,3	8,8	12,2	2,6	2,9		
		3,5	stark	1,7	11,5	29,7	2,8	3,1		
		4,5		2,2	14,4	56,9	3,0	3,3		
O_h		1,0		0,2	1,2	1,8	2,2	2,6		
		1,6	schw.-	0,5	3,7	5,9	2,3	2,7		
		2,0	stark	0,9	6,2	9,0	2,4	2,8		
$A_{eh/he}$		7		0,0	0,0	0,0	2,4	2,7		S
		9	fehl.-	0,1	0,1	0,9	2,6	2,9	Einzk	7,5YR
		12	schw.	0,4	0,3	3,6	2,6	3,0		3-4/2
B_{sh}	fehlt	33		0,0	0,0	0,0	2,6	2,9		S
		40	-	0,8	0,5	6,3	2,8	3,1	Hüllen	2,5YR
	teilw.	47		1,6	1,0	12,5	2,9	3,3		3/2
B_{hs}		52		1,6	1,0	25,6	3,1	3,3		S
	teilw.	61	-	5,2	3,3	34,4	3,3	3,5	Hüllen	2,5YR-5YR
	Orterde	69		8,3	5,2	45,6	3,4	3,7		3-4/4-6
B_v		95		1,4	1,0	33,3	3,8	4,3		S
		103	-	3,2	2,3	62,5	4,0	4,7	Einzk	7,5YR
		109		6,7	4,8	89,5	4,1	5,0		5-6/6-8
B_vC/C		120		1,1	0,8	57,4	3,8	4,3		S
		138	-	2,2	1,6	84,4	4,2	4,8	Einzk	10YR
		150		4,3	3,1	100,0	5,0	5,9		6-7/4

Pseudogley-Parabraunerde-Podsole weisen die Horizontfolge O_L-O_f-O_h-A_{eh}/A_{he}-$B_{(s)h}$-$B_{(h)s}$-A_l-SB_tC auf (vgl. Bodentab.44). Infolge zeitweiliger Oberbodenvernässung ist die Mineralisation der organischen Auflagen gehemmt. Besonders gut ausgebildet ist der O_h-Horizont (im Mittel über 6 cm), so daß die Mächtigkeit der dem Mineralkörper aufliegenden Schichten auf etwa 11 cm anwächst. Der bis in etwa 16 cm Tiefe reichende Eluvialhorizont verrät, daß ein bereits relativ breiter Abschnitt des Mineralkörpers von Auswaschungsprozessen betroffen ist. Die Humusform entspricht einem Rohhumus, der hier - charakteristisch für stau- oder grundwasserbeeinflußte Böden - in einer feinhumusreichen Ausbildungsform vorliegt (Mächtigkeit des O_h 4-10 cm). Im Solum nimmt der B-Horizont etwa 6 dm ein. Er ist deutlich orangerot gefärbt (2,5YR) und kann im tieferliegenden, humusärmeren Abschnitt (B_s) zu Orterde verfestigt sein. Ein meist nur schmaler A_l weist darauf hin, daß eine ehemals vorhandene Parabraunerde sekundär podsolierte. Im sandigen C-Material ist der aus dem A_l stammende Ton in mehr oder minder mächtigen Tonbändern abgelagert ($B_{bt}C$). Der Bodenart entsprechend (sL bzw. S) ändert sich das Gefüge: während die Tonbänder (bei feuchtem Zustand) ein Kohärentgefüge aufweisen, sind die Sandkörner des C-Materials nicht oder allenfalls schwach aggregiert. Im C-Horizont treten zudem - besonders stark in anlehmigen Abschnitten - Pseudogley-Merkmale auf ($SB_{bt}C$).

Ein diesen Böden ähnelndes Profilbild weist der aus Sand bestehende, in einem Waldgebiet der Altmoräne (Waldgebiet Nr.59) erbohrte Pseudogley-Podsol auf (vgl. Bodentab.45). Im Gegensatz zum oben beschriebenen Pseudogley-Parabraunerde-Podsol haben in diesem Boden Lessivierungsprozesse nicht stattgefunden. Der bis in 67 cm Tiefe reichende und in der unteren Hälfte verfestigte Illuvialhorizont grenzt daher an einen SC mit Einzelkorngefüge. Solche Böden sind im Gebiet vermutlich aus Braunerden silikatarmer Sander hervorgegangen, die sekundär podsolierten und infolge hoher Lagerungsdichten zu Stauwasserbildung neigen.

Noch nicht völlig geklärt ist die Bedeutung der Podsol-B-Horizonte für den Bodenwasserhaushalt (REHFUESS 1981:76). HARTGE (1964:5, Abb.1; 10ff) rechnet damit, daß in ungeschichteten Sanden die an sich zu erwartende Einlagerungsverdichtungen im B_{hs} durch die Bildung neuer Grobporen (Wurzel- und Tiergänge) überkompensiert werden kann. Nach seinen Beobachtungen wirken deshalb Orterde- und Ortsteinhorizonte aufgrund hoher Grobporenanteile kaum als Staukörper. Demgegenüber steht die Erfahrung, daß beispielsweise bei Hangpodsolen aus Buntsandstein im Schwarzwald das Hangwasser bevorzugt über dem B_{hs} abzieht (REHFUESS 1981:76). Ebenso werden in der Systematik der Böden der BRD Podsole mit Staunässemerkmalen infolge von Eisenoxidverkittung als eigenständige Bodentypen ("Staupodsole") gewertet (ARBEITSKREIS BODENSYSTEMATIK 1985:41). Subtypen wie Ortsteinstaupodsole können entstehen, wenn die Verdichtung des Ortstein soweit fortgeschritten ist, daß neue Grobporen infolge fehlenden Wurzelwachstums und fehlender Tiertätigkeit nicht mehr gebildet werden. Eine weitere Einlagerung von Sesquioxiden oder Eisenhumuskomplexen führt dann zu einer fortschreitenden Verkleinerung des Porenvolumens und damit zur Abnahme der an der Wasserversickerung hauptsächlich beteiligten Grobporen (vgl. HARDTGE 1964:11). Für eine Bewertung der wasserstauenden Wirkung von Podsol-B-Horizonten scheint daher in erster Linie der Grad der Eisenoxidverkittung beziehungsweise der Horizontverfestigung wesentlich zu sein.

Bodentab.44: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Betulo-Quercetum milietosum, Molinia caerulea-Variante
Bodentyp: Pseudogley-Parabraunerde-Podsol
Anzahl der Profilaufnahmen: 3

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
		1,0		3,6	24,0	42,9				3,3	3,6		
O_L		1,7	-	4,0	26,4	48,9	471,4	17,3	27,2	3,4	3,7		
		2,0		4,3	28,8	55,0				3,4	3,8		
		2,0		0,9	6,0	9,9				2,2	2,6		
O_f		2,7	stark	1,2	8,3	12,5	489,6	22,5	21,8	2,3	2,7		
		3,0		1,6	10,6	15,0				2,3	2,8		
		5,0		0,1	0,4	0,8	157,8	8,7	18,2	2,1	2,6		
O_h		6,3	schw.	0,3	2,0	7,6	232,0	10,8	21,0	2,3	2,8		
		7,0		0,5	3,6	15,9	306,3	12,9	23,8	2,6	3,2		
		10		0,0	0,0	0,0	10,5	0,1	22,0	2,8	3,3		S
A_{he}	$A_{eh/he}$	16	-	0,9	0,7	10,3	23,8	0,9	22,0	3,0	3,5	Einzk	5YR-7,5YR
		20		2,6	2,0	30,8	37,1	1,7	22,0	3,1	3,6		4-6/2
		36		0,8	0,5	8,6				2,9	3,4		uS-S
B_h	B_{sh}	46	-	3,1	1,9	27,2	37,4	1,8	21,3	3,1	3,5	Hüllen	2,5YR-5YR
		58		5,8	3,6	51,4				3,2	3,7		3/2
	teilw.	70		5,3	3,3	27,5	8,7	0,1		3,0	3,3		uS-S
B_{hs}	feste	78	-	6,3	3,9	50,2	9,4	0,2	33,4	3,4	3,7	Hüllen	2,5YR-5YR
	Orterde	82		7,2	4,5	83,3	10,0	0,3		3,8	4,2		3-4/2-4
		120		2,7	1,7	21,5	1,6			3,0	3,6		sL/lS-S
SB_tC		123	-	5,1	3,2	50,9	1,6	<0,1	n.b.	3,2	4,0	Kohär/	7.5YR-10YR
		130		6,4	4,0	76,9	1,6			3,4	4,3	Einzk	5-7/2-3

Auf stark podsolierten, nährstoffärmsten Böden fallen in Buchen-Eichenwäldern mesotraphente Arten wie Anemone nemorosa, Milium effusum und Polygonatum multiflorum aus. Solche Bestände gehören zum Betulo-Quercetum typicum (Tab.24, lfd. Nr.30-78). Wie ein Stetigkeitsvergleich einzelner Arten zeigt, treten im Betulo-Quercetum typicum anspruchslose Moosarten wie Dicranum scoparium, Plagiothecium undulatum, Polytrichum formosum und Leucobryum glaucum stärker hervor. Sie weisen hier nicht nur eine höhere Deckung, sondern auch auffallend höhere Stetigkeiten auf. Gleichfalls werden bezeichnende Arten der Gesellschaft (insbes. Pteridium aquilinum und Vaccinium myrtillus) im Vergleich zu Beständen des Betulo-Quercetum milietosum häufiger. Ursache dieses in Moos- und Krautschicht veränderten Artengefüges ist, daß einerseits der natürliche Deckungsanteil der Buche (nicht ihre Stetigkeit!) aufgrund ungünstiger Trophiebedingungen zugunsten der Eichen abnimmt und sich damit das Lichtklima für (lichtliebende) Quercion-Arten verbessert. Andererseits treten in der Krautschicht mesotraphente Sippen zurück (z.B. neben den genannten Differentialarten (Anemone, Milium und Polygonatum) auch Rubus fruticosus agg., Rubus idaeus, Oxalis acetosella u.a.), so daß die als "Ernährungsspezialisten" anzusehenden Quercion-Arten (Schmarotzer, Symbiose mit Mykorrhiza-Pilzen, Ammonium-Pflanzen) auf nährstoffärmsten Standorten auch relativ begünstigt werden.

Bodentab.45: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes (weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Betulo-Quercetum milietosum, Molinia caerulea-Variante
Bodentyp: (Pseudogley-) Podsol
Anzahl der Profilaufnahmen: 1

Horizont	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Bodenart
O_L	2,0	-	3,7	24,8	55,4	3,4	3,6		
O_f	3,0	stark	1,5	9,6	19,0	2,5	3,0		
O_h	7,0	schw.	0,1	0,4	0,4	2,2	2,6		
$A_{eh/he}$	10	-	0,7	0,5	9,1	2,7	3,2		S
B_{sh}	48	-	0,5	0,3	3,6	2,9	3,2	Hüllen	S
B_{hs} feste Orterde	87	-	4,7	2,6	32,9	3,3	3,8	Hüllen	S
S	120	-	8,0	5,7	70,4	3,8	4,3	Einzk	S

Ganz entsprechend zur Milium-Subassoziation lassen sich innerhalb der Typischen Subassoziation zwei Varianten unterscheiden, die unterschiedliche Wasserstufen kennzeichnen. Bestände der Typischen Variante wachsen auf Böden, die weder Grund- noch Stauwassereinfluß unterliegen. Ihr Solum ist dementsprechend bis zu Tiefen um 15 dm frei von Hydromorphiemerkmalen (in allen Meßbrunnen (insgesamt 5) lag der Grundwasserspiegel ganzjährig tiefer als 1 m u.Fl.).

Bodentab.46: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Betulo-Quercetum typicum, Typische Variante
Bodentyp: Braunerde-Podsol (mit Übergängen zum Eisen-Humus-Podsol)
Anzahl der Profilaufnahmen: 6

Horizont	Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H_2O)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
		1,0		1,4	9,6	33,3				3,1	3,4		
O_L		1,7	-	2,9	19,1	40,2				3,3	3,6		
		2,0		3,6	24,0	56,7				3,4	3,8		
		2,0		0,6	4,0	7,7	453,7	19,2	21,1	2,2	2,7		
O_f		3,1	stark	1,8	11,9	20,4	474,2	20,3	23,5	2,6	3,0		
		4,0		2,9	19,2	35,6	494,6	21,5	25,8	2,8	3,3		
		1,0		0,0	0,0	0,0				2,0	2,5		
O_h		2,8	schw.	0,2	1,6	3,4	298,4	13,9	21,5	2,1	2,6		
		6,0		0,6	4,0	7,3				2,3	2,8		
		6								2,5	2,8		S
$A_{eh/he}$		9	-	0,0	0,0	0,0		- n.b. -		2,7	3,2	Einzk	5YR-7,5YR
		11								3,3	4,1		5-6/2
		41								2,8	3,1		S
B_{sh}		51	-	0,0	0,0	0,0		- n.b. -		3,0	3,3	Hüllen	2,5YR-5YR
		69								3,2	3,4		3-5/4-6
		63		5,4	3,4	37,9				3,3	3,5		S
B_{hs}	fehlt	104	-	5,6	3,5	38,5		- n.b. -		3,3	3,6	Hüllen	2,5YR-5YR
	teilw.	145		5,8	3,6	39,1				3,3	3,7		4/6
		89		0,4	0,3	25,0				3,4	3,7		S
B_v	fehlt	100	-	2,7	2,0	40,5		- n.b. -		3,5	3,9	Einzk	7,5YR-10YR
	teilw.	118		5,0	3,6	62,1				3,7	4,1		5-6/4-8
		130		0,0	0,0	0,0				3,0	3,6		S
B_vC C,(S)B_vC		145	-	2,2	1,6	64,6		- n.b. -		3,4	3,9	Einzk	(7,5YR-)10YR
		180		5,0	3,6	100,0				3,7	4,5		6-7/3-6

Bezeichnende Bodentypen dieser Einheit sind Braunerde- und Parabraunerde-Podsole. Die zu Eisen-Humus-Podsolen überleitenden Braunerde-Podsole (B_v geringmächtig bis fehlend) treten überwiegend im Sandergebiet auf und bestehen aus reinem Sand. Ihr Solum setzt sich aus 7-8 cm mächtigen Auflagen (O_L-O_f-O_h) sowie den Mineralhorizonten $A_{(eh)he}$, B_{sh}, B_{hs}, B_v und B_vC/C zusammen (B_{hs} und B_v treten nicht in allen Profilen auf; vgl. Bodentab.46). Vorherrschende Humusform ist Rohhumus. Der $A_{(eh)he}$ ist im Mittel 9 cm mächtig. S-Werte und Basensättigung liegen hier nahe Null, die pH(H_2O)-Werte bei 3,2. Dem ungünstigen Nährstoffangebot entsprechend ist der Eluvialhorizont frei von Feinwurzeln. Der daran angrenzende B_{sh} weist Munsell-Farbwerte zwischen 2,5YR und 5YR auf. Ein B_{hs} kann zu Ortstein verfestigt sein (oft fehlt dann ein B_v, so daß als Bodentyp ein Eisen-Humus-Podsol vorliegt). Mit 10-25 cm ist der B_v- der betrachteten Braunerde-Podsole vergleichsweise geringmächtig, so daß eine Sesquioxidanreicherung bereis in größerer Profiltiefe stattfindet. In etwa 1 m Tiefe leitet er allmählich (als B_vC) oder scharf in das C-Material über.

Mächtigkeiten von B_h- und B_s-Horizonten sind durch einmalige Bohrstockeinschläge nicht immer genau erfaßbar. Wie ergrabene Profilwände zeigen, ist ein geschlossener Eluvialhorizont oft nur 10-30 cm mächtig, kann aber profilabwärts mehrere Dezimeter tief in sogenannte Ortsteintöpfe oder -zapfen ausgebuchtet sein. Diese entstehen entweder aufgrund einer bevorzugt in gröberem Substrat und im Bereich alter Wurzelröhren schnelleren Sickerwasserbewegung, oder aber durch eine zusätzliche Mobilisierung von Oxiden in der Umgebung von Wurzeln, die Säuren exudieren (vgl. REHFUESS 1981:71). Infolgedessen können durch Bohrstockuntersuchungen B_h- und B_s-Mächtigkeiten nur näherungsweise bestimmt werden. Auf eine getrennte Darstellung von Braunerde- und Eisen-Humus-Podsolen wurde daher verzichtet.

Parabraunerde-Podsole wurden für Bestände der Typischen Variante nur durch eine Profilaufnahme belegt. Sie sind bezeichnend für das Gebiet der Altmoräne, fehlen also im Sanderbereich. Ihre Profildifferenzierung und bodenchemische Kennzeichnung sind aus Bodentabelle 47 ersichtlich (vgl. ferner die bereits oben gegebene Beschreibung).

Unter ungünstigsten Trophiebedingungen bei gleichzeitig bestehendem Stau- oder Grundwassereinfluß ist die Molinia caerulea-Variante des Betulo-Quercetum typicum entwickelt. In der Feldschicht herrschen oftmals Horste des Pfeifengrases vor. Als Vernässungszeiger treten zur Molinia-Gruppe Torfmoose hinzu (Sphagnum palustre, Sphagnum fimbriatum, Sphagnum fallax). Fagus weist in dieser Einheit noch mittlere Stetigkeiten auf (um 50 %), ist aber - wie ihre Kronenbilder erkennen lassen - in Wüchsigkeit und Konkurrenzkraft geschwächt. In der Baumschicht wird sie in dem Maße von den Eichen verdrängt, in welchem der Vernässungsgrad der Böden steigt. Das besonders im Winterhalbjahr hochanstehende Grundwasser führt zur Ausbildung flacher Wurzelteller und damit zu einer zusätzlichen Gefährdung durch Windwurf. Nur extreme Vernässung dürfte aber unter natürlichen Konkurrenzbedingungen zum völligen Ausfall der Buche führen.

Bodentab.47: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Betulo-Quercetum typicum, Typische Variante
Bodentyp: Parabraunerde-Podsol
Anzahl der Profilaufnahmen: 1

Horizont	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Boden-art
O_L	1,0	-					- n.b. -					
O_f	3,0	stark	2,2	14,6	29,4	453,7	21,5	21,1	3,4	3,9		
O_h	1,0	schw.					- n.b. -					
A_{he}	8	-	3,5	2,7	26,2	34,9	1,6	22,5	2,8	3,3		S
B_{hs} feste Ort-erde	53	-	9,7	5,4	66,7	9,8	0,4	25,2	3,7	4,0	Hüllen	S
B_tC	120	-	9,6	6,0	71,4	2,0	0,2	9,2	3,6	4,3	Kohär/ Einzk	sL/S

Im Untersuchungsgebiet wurde dieser Buchen-Eichenwald-Typ ausschließlich auf Gley-Podsolen nachgewiesen. Weist der Oxidationshorizont noch höhere Lehmanteile auf, so können unter Stauwassereinfluß auch Pseudogley-Gley-Podsole auftreten. Das Podsol-Solum der Böden ist im Mittel etwa 80 cm mächtig und damit für das Profilbild prägend.

Gley-Podsole sind charakteristische Böden des Sandergebietes, können aber auch kleinflächig in der Altmoräne entwickelt sein. Ihr Profil weist die Horizontfolge O_L-O_f-O_h-A_{he}/A_e-$B_{(s)h}$-$B_{(h)s}$-G_o-G_r auf (vgl. Bodentab.48). Unter den Humushorizonten tritt der O_h mit Mächtigkeiten zwischen 6 und 22 cm besonders hervor und nimmt durchschnittlich die Hälfte der um 2 dm mächtigen Auflagen ein. Dies verdeutlicht, wie sich in saurem Milieu durch Vernässung die Lebensbedingungen mineralisierender Organismen zusätzlich verschlechtern (Verdunstungskälte, spätere Erwärmung im Frühjahr, Sauerstoffarmut). Feinwurzeln finden sich nur im O_f, selten und dann stets mit geringer Dichte auch im O_h. Die C/N-Verhältnisse schwanken zwischen 20 und 32 bei pH($H_2$0)-Werten um oder unter 3. Im angrenzenden Eluvialhorizont lassen sich meist ein A_{he} und A_e unterscheiden. Ein oberer und flacher Abschnitt (A_{he}) enthält durch Infiltration aus der Auflage herbeigeführte Humusmengen und ist schwarzgrau gefärbt. Profilabwärts nehmen Humusanteile jedoch rasch ab. Im aschgrauen A_e liegt der Gehalt an organischer Substanz stets unter 10 mg/g (gegenüber Mittelwerten um 30 mg/g im A_{he}). Value-Werte um 6 (und darüber) sowie Chroma-Werte um 2 sind kennzeichnend für diesen Profilbereich. Auffallend mächtig ist der - meist in $B_{(s)h}$ und $B_{(h)s}$ gegliederte - Illuvialhorizont, der bis in Bodentiefen um 8 dm, selten auch bis über einen Meter Tiefe reicht. Eine intensive Einlagerung organischer Stoffe - besonders ausgeprägt im B_h - äußert sich in hohen C_{org}-Gehalten, die im Extremfall Werte von 78 mg/g erreichen. Dies verdeutlicht, daß in den betrachteten Böden (neben anderen Nährstoffen) ein großer Teil der Stickstoffvorräte in Auflagen und B_h-Horizonten lokalisiert ist. Unterhalb des $B_{(h)s}$ weisen Hydromorphiemerkmale auf Grundwassereinfluß hin. Bei schwach anlehmigem G_o lassen sich zudem intravertierte Eisenverlagerungen erkennen. Diese Horizonte wirken aufgrund ihrer geringen bis mittleren Wasserdurchlässigkeit als Stauwassersohle (S_dG_o, vgl. ARBEITSKREIS BODENSYSTEMATIK 1985:61).

Da Gley-Podsole und Pseudogley-Gley-Podsole ökologisch weitgehend gleich beurteilt werden können, wurde auf eine getrennte Darstellung dieser Bodentypen verzichtet. In Bodentab.48 sind deshalb bodenökologische Kenngrößen beider Bodentypen zusammengefaßt.

Grundwasserverhältnisse an Standorten der Molinia-Variante verdeutlichen die in den Abbildungen 67 und 68 gezeigten Gang- und Dauerlinien.

Die dafür notwendigen Messungen wurden in vier verschiedenen Grundwasserbrunnen durchgeführt. Da Gang- und Dauerlinienkurven einen weitgehend gleichen Verlauf haben, sind - der besseren Lesbarkeit halber - nur jeweils zwei Kurven pro Diagramm eingezeichnet. Der Meßzeitraum in einem Brunnen (Nr.30) erstreckte sich lediglich über einen Zeitraum von Mai 1987 bis Mai 1988.

Bodentab.48: Bodenchemische Kennzeichnung des betrachteten Waldstandortes
(weitere Erläuterungen im Text)

Vegetationstyp: Betulo-Quercetum typicum, Molinia caerulea-Variante
Bodentyp: Gley-Podsol
Anzahl der Profilaufnahmen: 10

Horizont Modif. /Überg.	Mächgt./ Tiefe (bis...cm)	DW	S-Wert (mval/ 100ccm)	S-Wert (mval/ 100g)	BS (%)	org. C (mg/g)	Ges.-N (mg/g)	C/N	pH (0,1n KCl)	pH (H2O)	Gefüge	Bo.art Hue Val/Chr
O_L	1,0		2,3	15,2	25,7				3,1	3,6		
	1,5	-	3,4	22,8	34,4		- n.b. -		3,3	3,6		
	2,0		4,7	31,2	46,4				3,4	3,6		
O_f	1,0		1,2	8,0	8,9	465,2	22,5	20,6	2,1	2,5		
	4,8	stark	1,7	11,0	14,2	487,1	23,5	20,7	2,5	2,9		
	7,0		3,0	20,0	22,3	508,0	24,4	20,8	2,9	3,5		
O_h	6,0		0,0	0,0	0,0	87,6	2,7	18,3	2,0	2,6		
	13,2	fehl.-	0,4	3,0	11,7	137,2	6,4	23,5	2,3	2,9		
	22,0	mittel	1,1	7,2	22,3	215,3	11,7	32,0	2,8	3,4		
A_{he} $A_{eh/he'}$	8		0,0	0,0	0,0	10,4	0,3	28,0	2,7	3,2		S
	12	-	1,8	1,4	21,6	30,4	0,8	44,5	3,1	3,6	Einzk	5YR-10YR
fehlt teilw.	22		3,9	3,0	71,4	57,8	1,6	74,8	3,4	3,9		2,5-7/2-3
A_e	8		0,4	0,3	75,8	1,8	0,1	19,9	3,2	3,7		S
fehlt	13	-	1,9	1,6	95,2	4,3	0,1	38,5	3,6	4,2	Einzk	7,5YR(-10YR)
teilw.	16		3,6	3,0	100,0	9,8	0,2	61,1	3,9	4,4		6-7/2-3
B_h $B_{sh'}$	35		0,0	0,0	0,0	9,2	0,2	19,3	2,8	3,4		S
	59	-	3,1	1,9	37,9	39,3	1,6	43,0	3,3	4,0	Hüllen	10R-5YR
fehlt teilw.	78		7,2	4,5	100,0	78,4	4,1	57,3	3,7	4,9		2,5-4/1-3
Bh_s $B_{s'}$	55		3,2	2,0	19,2	0,3	0,0	35,5	3,2	3,6		S
	81	-	6,7	4,2	59,5	9,0	0,2	39,1	3,7	4,3	Hüllen	2,5YR-5YR
fehlt teilw.	129		10,7	6,7	100,0	25,2	0,7	42,6	4,2	5,2		2,5-5/2-6
S_dG_o G_o od.	92		1,9	1,2	40,0	0,6	0,1	4,3	3,3	4,6		sL-S/S
	130	-	7,3	4,5	76,6	2,2	0,1	4,3	4,2	5,4	Kohär-/	7,5YR-10YR
IIG_o	200		14,4	9,0	100,0	3,8	0,4	4,3	5,2	6,3	Einzk	5/6-8

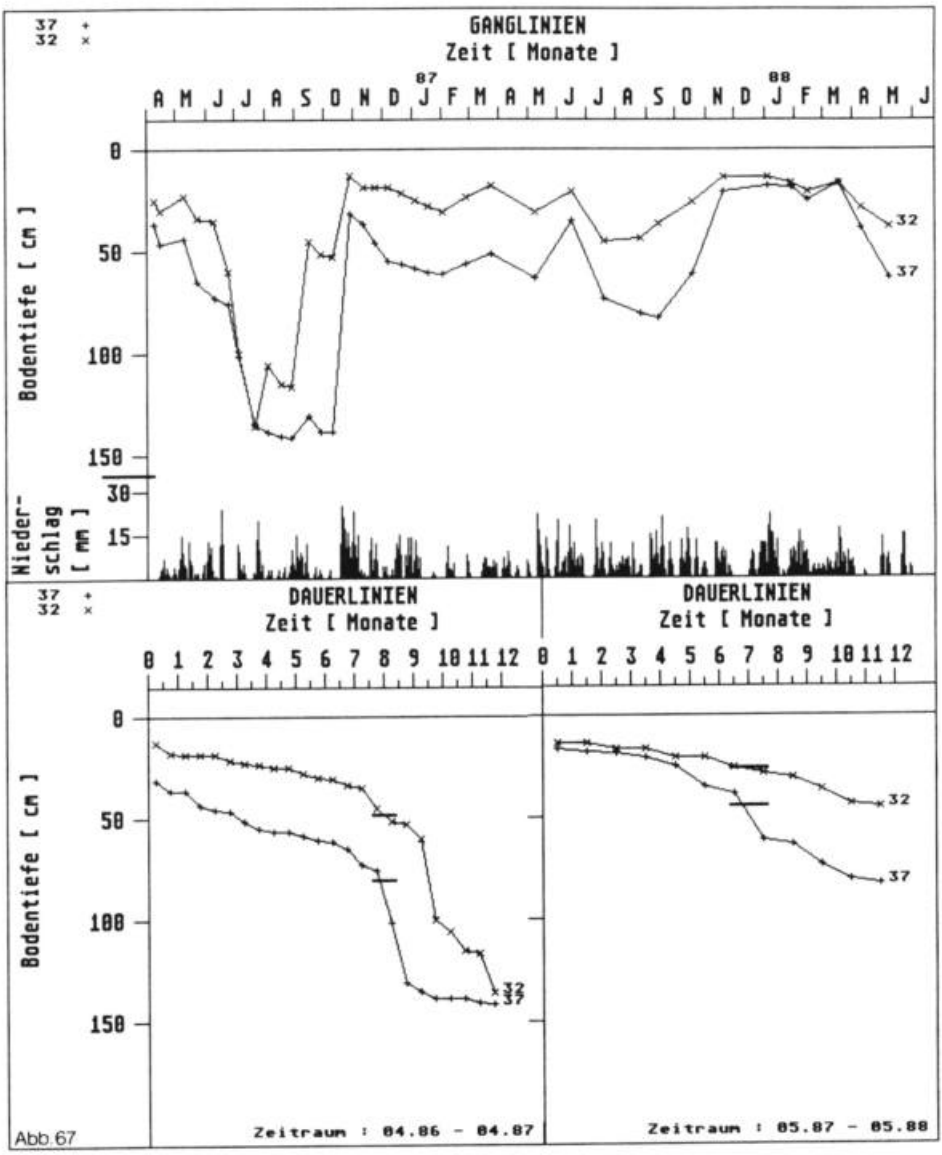


Abb.67

Abb.67 u. 68: Hydrologische Kennzeichnung von Standorten des Betulo-Quercetum typicum (Molinia caerulea-Variante; Kurven Nr.29, 30, 32 u. 37); oberer Abb.teil Ganglinien, unterer Abb.teil Dauerlinien (weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.2.)

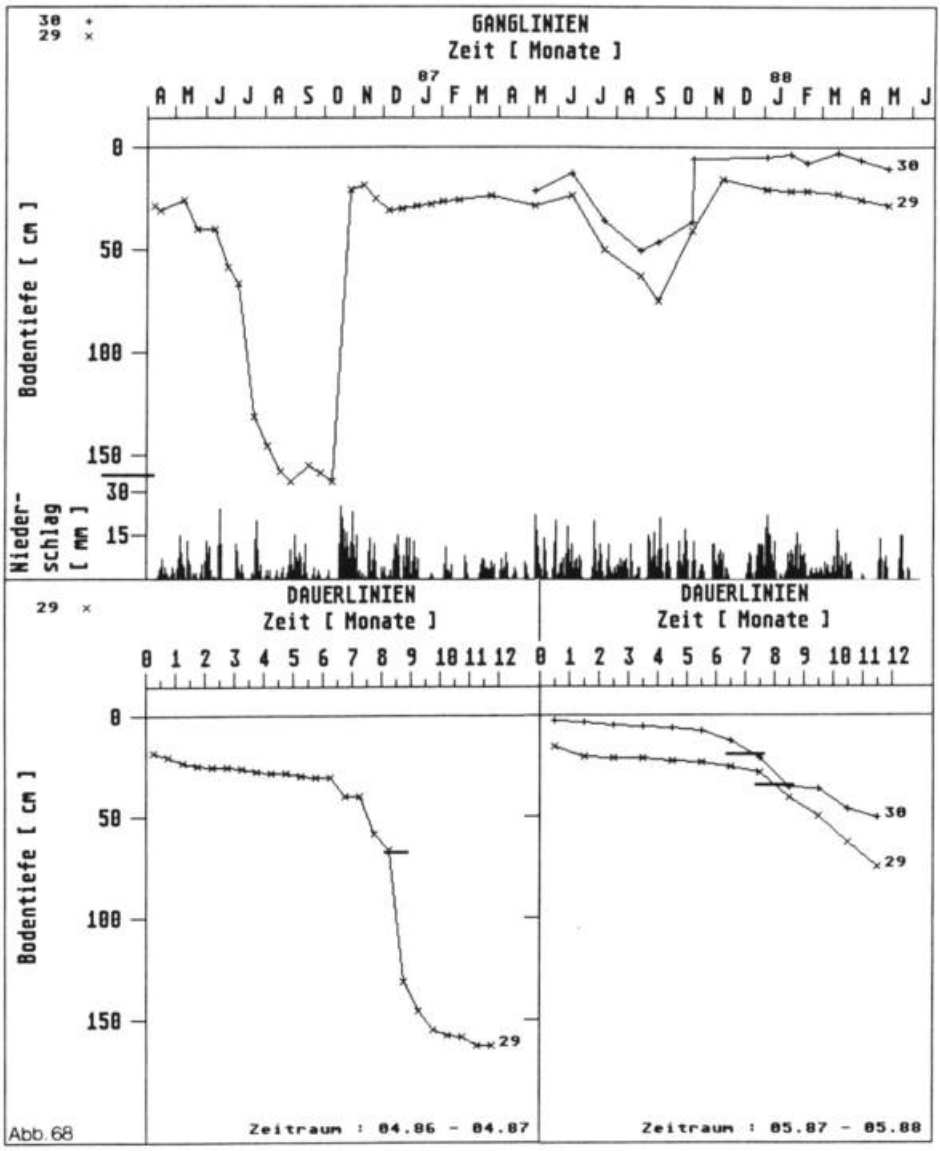

30 +
29 ×
GANGLINIEN
Zeit [Monate]
87
88
A M J J A S O N D J F M A M J J A S O N D J F M A M J
0
50
100
150
Bodentiefe [cm]
30
29
Wieder-
schlag
[mm]
30
15
DAUERLINIEN
Zeit [Monate]
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Bodentiefe [cm]
Zeitraum : 04.86 - 04.87
Zeitraum : 05.87 - 05.88

Abb.68

Im Winterhalbjahr steigt das Grundwasser - abhängig von meteorologischen und lokalen edaphischen Verhältnissen - auf etwa 10-25 cm unter Flur an. Die Einstaudauer, während der ein solches Grundwasserniveau besteht, kann in niederschlagsreichen Jahren (z.B. Meßzeitraum 5/87-5/88) 6 bis 8 Monate betragen (vgl. Dauerlinien). Selbst in niederschlagsärmeren Perioden (Meßzeitraum 4/86-4/87) umfaßt sie noch eine Zeitspanne von 3 bis 4 Monaten. Für Fagus scheinen damit physiologische Toleranzgrenzen erreicht (Anoxizität des Solums). Auf drei der mit Meßbrunnen versehenen Standorte war die Buche in der B1-Schicht nicht, in den übrigen Schichten nur mit Deckungsanteilen unter 5 % vertreten. Nur in einem Bestand (Standort von Meßbrunnen Nr.30) konnte sich ein etwa 80-jähriges Individuum in der oberen Baumschicht behaupten. Da alle Flächen naturnah bewirtschaftet werden (Naturverjüngung, einzelstammweise Nutzung), scheint ein nutzungsbedingter Ausfall der Buche in diesen Beständen unwahrscheinlich.

Nach Untersuchungen von KLÖTZLI (1968:27, Abb.2) wird die Vitalität von Fagus auf kolloidreichen Böden bereits dann beeinträchtigt, wenn der Grundwasserspiegel mehr als 3 Monate lang 50 cm oder weniger von der Bodenoberfläche entfernt bleibt. Verantwortlich dafür ist ein sich über dem Grundwasserspiegel ausbildender Kapillarsaum, der als wasserdurchtränkte und daher luftarme Zone mehrere Dezimeter Mächtigkeit erreichen kann. In Sandböden dagegen (so auch in den betrachteten Gley-Podsolen) steigt Grundwasser allenfalls wenige Zentimeter kapillar auf.

Im Sommerhalbjahr sinkt der Grundwasserspiegel - bei vergleichsweise geringen Niederschlagsmengen - auf 14 bis 16 dm unter Flur ab. Der Oxidationshorizont ist dann belüftet, liegt also auch außerhalb des kapillaren Grundwassersaumes. Hohe Niederschläge im Sommerhalbjahr können jedoch ein "Trockenfallen" des G_O verhindern, wie der Ganglinienverlauf im 2. Meßjahr zeigt (Maximaldepression bei 8 dm u.Fl.).

Die winterlichen Höchst- und spätsommerlichen Tiefststände des Grundwassers stellen sich in vergleichsweise kurzen Zeiträumen (wenige Wochen) ein, da Depression und Anstieg in erster Linie durch den Wasserverbrauch der Vegetation und damit durch Laubtrieb und -wurf der Hauptholzarten bestimmt werden (bei den Eichenarten etwa Mitte Juni bzw. Mitte Oktober). Die Lage extremer Grundwasserstände wird demgegenüber durch meteorologische Verhältnisse beeinflußt. Die Dauerlinien zeigen dementsprechend zwei relativ flach verlaufende Kurvenabschnitte (Grundwasserniveau im Sommer bzw. Winter), welche über steile Kurvenbereiche verbunden sind (Absinken und Ansteigen des Grundwassers während der Zeit des Laubtriebs- und Laubwurfs). Ein weitgehend paralleler Verlauf der Ganglinien belegt, daß der Grundwasserspiegel in allen Böden ähnlich sensibel auf Niederschläge reagiert, mithin also hydrologisch wirksame Bodeneigenschaften an allen Standorten vergleichbar sind.

- Synökologischer Vergleich

Um Wuchsbedingungen verschiedener Einheiten des Betulo-Quercetum vergleichen zu können, wurden in Abbildung 69 Humushorizont-Mächtigkeiten verschiedener Böden (oberer Abb.teil) sowie eine Auswahl bodenchemischer Analysenwerte (Mittelwertsangaben, unterer Abb.teil) dargestellt. Berücksichtigt wurden lediglich die häufigsten und demzufolge kennzeichnendsten Standortstypen des Betulo-Quercetum.

Mächtig entwickelt sind die organischen Auflagen auf stau- oder grundwasserbeeinflußten Standorten (Molinia-Varianten beider Subassoziationen). In ihnen treten besonders die Humifizierungshorizonte deutlich hervor, die im Vergleich zu trockeneren Böden die doppelte bis vierfache Mächtigkeit erreichen. Anoxizität und niedrige Bodentemperaturen (Verdunstungskälte, verspätet einsetzende Erwärmung im Frühjahr) hemmen eine Mineralisation der organischen Substanz. Dementsprechend mächtig sind die durch Eluvialprozesse gebleichten Horizonte entwickelt (im Mittel 13 bzw. 16 cm). Dennoch ist in feinhumusreichen Rohhumusdecken das Mineralstickstoffangebot vergleichsweise günstig (REHFUESS 1981:73f). Für diese Einschätzung spricht, daß mit wachsendem Stau- oder Grundwassereinfluß in den feinwurzelreichen O_f- und O_h-Horizonten keine deutliche Änderung der C/N-Verhältnisse einhergeht (sie betragen dort 20-26). Relativ niedrige Werte finden sich lediglich in den Auflagen von Parabraunerde-Podsolen (19-21), auf denen Bestände des Betulo-Quercetum milietosum (typische Variante) stocken. Sehr weite C/N-Quotienten weisen Eluvialhorizonte der Gley-Podsole auf (um 44), die infolge einer intensiven Umlagerung organischer Stoffe stark N-verarmt sind (um 0,1 mg/g). Mit 1,6 mg/g sind die N-Gehalte der $B_{(s)h}$-Horizonte dieser Böden dementsprechend hoch.

In allen Profilen sind C/N-Quotienten stets in den feinwurzelreichen Auflagehorizonten am niedrigsten. Die Lage der Feinwurzeln indiziert somit die Orte maximaler Mineralstickstoffnachlieferung, ein Befund, der sich mit Messungen in Moderauflagen von Standorten der Drahtschmielen- und Waldmeister-Buchenwäldern deckt (vgl. Kap. 5.3.2.1. bzw. 5.1.2.3.). Selbst im Humifizierungshorizont lassen sich - bei niedrigen S-, pH- und Basensättigungswerten - vergleichsweise hohe Feinwurzeldichten beobachten.

Vergleicht man Standorte beider Subassoziationen im Hinblick auf C/N- und S-Werte, so zeigen diese nur geringe Unterschiede. Auf trockeneren Böden lassen sich mit dem Vorkommen mesotraphenter Arten (Milium effusum, Anemone nemorosa, Polygonatum multiflorum) tendenziell höhere pH- und Basensättigungswerte nachweisen (im O_f: $pH(H_2O)$ von 3,1-3,4 gegenüber 2,9-3,0 bzw. BS von 14-30 % gegenüber 14-20 %). Diese Unterschiede können aber nur teilweise ein Ausfallen beziehungsweise Vorhandensein der genannten Sippen erklären, zumal diese - zwar mit geringer Deckung und geschwächter Vitalität - auch auf Pseudogley-Parabraunerde-Podsolen bei $pH(H_2O)$-Werten um 2,7 und einer Basensättigung um 13 %

gedeihen (Betulo-Quercetum milietosum, Molinia-Variante). Eine standörtliche Interpretation der beobachteten Vegetationsunterschiede (zwischen beiden Subassoziationen) wird erst bei einer Betrachtung des gesamten Podsol-Solums plausibel.

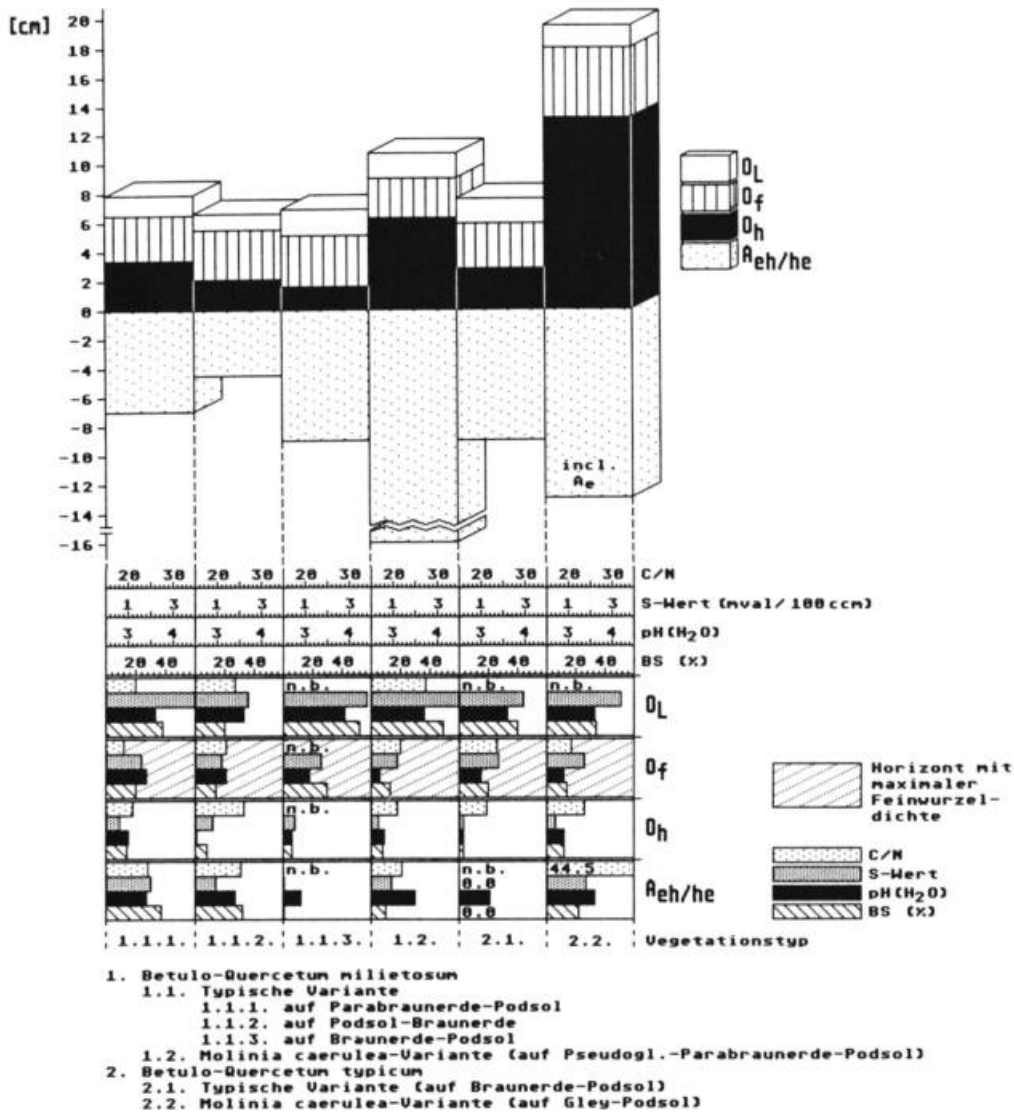


Abb.69: Mächtigkeiten (oberer Abb.teil) und bodenökologische Charakteristika (unterer Abb.teil) der Humushorizonte an Standorten verschiedener Untereinheiten des Betulo-Quercetum (weitere Erläuterungen im Text und in Kap.4.5.1.)

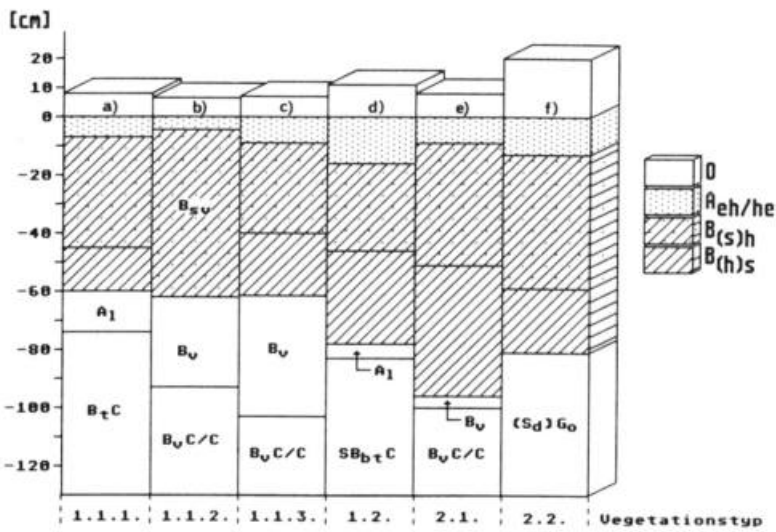
Aus Abbildung 70 ist ersichtlich, wie sich die Mächtigkeit des Podsol-Solums in Böden verschiedener Einheiten des Betulo-Quercetum ändert (Reihenfolge der Typen wie in Abb.69). Es zeigt sich, daß Böden unter Beständen der Milium-Subassoziation in der Regel schwächer podsoliert sind. Hier erreicht das Podsol-Solum ($A_{eh}/_{he}+B_h+B_s$) Mächtigkeiten um 60 cm, auf Grenzstandorten auch bis zu 78 cm. Demgegenüber weisen Standorte des Betulo-Quercetum typicum Eluvialhorizonte auf, die in 81 beziehungsweise 96 cm Tiefe (Mittelwerte) reichen (zum statistischen Vergleich s. Kap. 7.2.). Für Podsole aus sandigen Sedimenten ist bekannt, daß insbesondere Phosphor ein Mangelfaktor der Pflanzenernährung werden kann (REHFUESS 1981:74). Da mit zunehmendem Podsolierungsgrad die Menge verlagerter Nährstoffe ansteigt (neben P u.a. auch Cu, Fe, Mn und Mo), kann ihre geringe Verfügbarkeit an Standorten des Betulo-Quercetum typicum wuchslimitierend wirken und mithin zum Ausfall nicht ganz anspruchsloser Sippen führen. In den B-Horizonten der Podsole werden Phosphor-Verbindungen meist als Eisen-, Aluminium- oder organische Phosphate gefällt und okkludiert. Die in Ortstein gespeicherten P-Vorräte sind somit nicht mehr pflanzenverfügbar.

Da die Bodenkonzentrationen der genannten Nährstoffe nicht im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen ermittelt wurden, lassen sich die zwischen Sandorten beider Subassoziationen bestehenden Trophieunterschiede nicht im Hinblick auf diese Nährstoffe quantifizieren.

Entsprechend zur Mächtigkeitszunahme des Podsol-Solums treten in den Profilen die für Boden-Subtypen kennzeichnenden Horizonte (B_v, A_l) stärker zurück. Wie Abbildung 70 zeigt, sind in Braunerde-Podsolen unter Beständen des Betulo-Quercetum typicum (Typische Variante, Profil e)) B_v-Horizonte nur noch als schmales Band vorhanden. Diese Böden leiten damit zu Eisen-Humus-Podsolen über. Demgegenüber weist der B_v in Braunerde-Podsolen unter Beständen des Betulo-Quercetum milietosum (Profile b) u. c)) noch Mächtigkeiten von 3 bis 4 dm auf. Der für Braunerden diagnostisch wichtige Horizont tritt im Profil dieser Böden also noch deutlich hervor. Seine mit fortschreitender Podsolierung einhergehende Mächtigkeitsabnahme findet ein Pendant in der A_l-Entwicklung von Parabraunerde-Podsolen. Während die Profile unter Beständen des Betulo-Quercetum milietosum (Typische Variante, Profil a)) noch A_l-Mächtigkeiten um 15 cm aufweisen, ist an Grenzstandorten dieser Subassoziation (Molinia-Variante auf Pseudogley-Parabraunerde-Podsolen, Profil d)) der Lessivierungshorizont nur noch als schmales Band erkennbar.

Im gesamten Norddeutschen Flachland sind Böden unterschiedlichen Podsolierungsgrades charakteristische Standorte der Buchen-Eichenwälder (Podsole als Haupt- oder- Subtypen; vgl. z.B. TÜXEN und DIEMONT 1937:79, BUCHWALD 1951:42ff, SCAMONI 1954b:243ff, PASSARGE 1956:45ff, 1957:55f, 1966b:482, HORST 1964:26ff, WOLTER und DIERSCHKE 1975:207, KRAUSE und SCHRÖDER 1979:44f, 51ff). In der Regel weist der Oberboden pH(H_2O)-Werte unter 3,7 auf, eine Basensättigung von 20 % wird selten überschritten; die Mächtigkeit der Humuslagen schwankt - abhängig von der Oberbodenfeuchte - zwischen 5 und 20 Zentimeter, ihre C/N-Werte liegen häufig zwischen 20 und 30 (vgl. Untersuchungen von

PASSARGE 1957:55f,1962:230, HOFMANN 1963:375, WOLTER und DIERSCHKE 1975:207, DINTER 1982:70f, GÖNNERT 1989:66f,95f). Ein überregionaler Vergleich zeigt, daß für einen Teil der Bestände im Untersuchungsgebiet (Molinia-Var. der Typ. Subass.) besonders extreme Standortsbedingungen charakteristisch sind, die nirgendwo sonst im Norddeutschen Tiefland anzutreffen sind. In den Humushorizonten dieser Böden sinken pH(H_2O)-Werte bis auf 2,5 ab, und C/N-Quotienten erreichen im oberen Mineralboden Werte von über 40. Dementsprechend mächtig sind ihre Podsol-Horizonte, die im Solum durchschnittlich 8 bis 10 dm, in Extremfällen sogar über 14 dm einnehmen. Unter Buchen-Eichenwäldern wurden vergleichbar mächtige Podsol-Horizonte andernorts bisher nicht beschrieben.



1. Betulo-Quercetum milietosum
   1.1. Typische Variante
      1.1.1. auf Parabraunerde-Podsol
      1.1.2. auf Podsol-Braunerde
      1.1.3. auf Braunerde-Podsol
   1.2. Molinia caerulea-Variante (auf Pseudogl.-Parabraunerde-Podsol)
2. Betulo-Quercetum typicum
   2.1. Typische Variante (auf Braunerde-Podsol)
   2.2. Molinia caerulea-Variante (auf Gley-Podsol)

Abb.70: Profilmorphologische Kennzeichnung der Standorte verschiedener Untereinheiten des Betulo-Quercetum (weitere Erläuterungen im Text)

- Synchorologische Aspekte

Das Verbreitungsgebiet bodensaurer Buchen-Eichenwälder liegt im atlantischen und subatlantischen Nordwesteuropa. Kerngebiet mitteleuropäischer Vorkommen bildet das nordwestdeutsche, altdiluviale Flachland. Umfassendere Beschreibungen aus diesem Gebiet wurden erstmals von TÜXEN (1930, 1937) und HARTMANN (1930, 1933, 1934) vorgelegt und später durch Arbeiten von BUCHWALD (1951), LOHMEYER (1951), TÜXEN (1969), ELLENBERG (1971), WOLTER und DIERSCHKE (1975) und TAUX (1981) ergänzt.

Im östlichen Mitteleuropa wird das Betulo-Quercetum durch das Luzulo-Quercetum (sensu Hilitzer 1932 em. Neuh. et Neuh.-Nov.1967) ersetzt. Floristische Unterschiede beider Gesellschaften (Ausfall westlicher, das Betulo-Quercetum kennzeichnender Arten) gehen aus Tabelle 22 hervor und wurden bereits in Kapitel 5.3.1. erläutert. Die östliche Arealgrenze des Betulo-Quercetum verläuft im Mittelgebirge (vgl. SCHUHWERK 1988) etwa in nord-südlicher Richtung über Harz, Westrand des Thüringer Waldes, Rhön und Steigerwald. Von dort aus führt sie in Südostrichtung zum Westrand des Oberpfälzer und Bayerischen Waldes bis zur Wachau. Thüringer Wald, Frankenwald, Oberpfälzer und Bayerischer Wald liegen damit bereits östlich dieser Arealgrenze (vgl. Abb.71). Im nordostdeutschen Flachland kann das Betulo-Quercetum - unter dem maritimen Einfluß der Ostsee - weiter östlich vordringen. Die Ostgrenze verläuft hier (vom Harz ausgehend in nordöstlicher Richtung) durch die Altmark, in deren Südostteil subatlantische Arten wie Lonicera periclymenum und Galium harcynicum (beide D-Arten des Betulo-Quercetum) ausfallen (PASSARGE 1962:225). Im Märkischen Bereich weisen Eichen-Mischwälder bereits eine für das Luzulo-Quercetum charakteristische Artenzusammensetzung auf (von PASSARGE (1962:225) als Pyrolo- beziehungsweise Calamagrostido-Quercetum bezeichnet). Auch im Havelland lassen sich zwei Teilgebiete unterscheiden, in denen Vertreter eines "westlichen" beziehungsweise "östlichen" Florenelements vorkommen. Während Eichenwälder im westlichen und nordwestlichen Havelland durch Arten wie Pteridium aquilinum, Dryopteris carthusiana, Lonicera periclymenum und Mnium hornum gekennzeichnet sind (vgl. PASSARGE 1957:76f, Tab.13a), treten im östlichen Teil des Havellandes Calamagrostis arundinacea, Vaccinium vitis-idaea sowie Tilia cordata auf. Die zuerst genannte Artengruppe fällt hier aus (vgl. PASSARGE 1957:69, Abb.7, S.115, Abb.9, S.119, Abb.13, S.125). Als "östliche Vorposten" können Bestände des Betulo-Quercetum im Fläming gewertet werden (vgl. PASSARGE 1956:55ff), die hier infolge eines günstigen (subatlantisch getönten) Lokalklimas Entwicklungsmöglichkeiten finden (vgl. H.D. KNAPP 1987, Karte 1 im Anhang). Buchen-Eichenwälder der Prignitz liegen bereits im Betulo-Quercetum-Areal (PASSARGE 1966a:480ff, Tab.1; 484ff, Tab.2). Im Gebiet der Uckermark fehlen bodensaure Buchen-Eichenwälder. Sie sind hier allenfalls kleinflächig und im Osten des Gebietes entwickelt. Untersuchungen von HOFMANN (1965) zeigen, daß sich die dort vorhandenen Bestände dem Luzulo-Quercetum zuordnen lassen. Calamagrostis arundinacea und Vaccinium vitis-idaea treten mit Stetigkeiten von

II bis IV auf, westliche Sippen wie Lonicera periclymenum, Hedera helix, Ilex aquifolium, Holcus mollis und Pteridium aquilinum fallen weitgehend aus. Die östliche Arealgrenze des Betulo-Quercetum muß dementsprechend nordwestlich der Uckermark verlaufen.

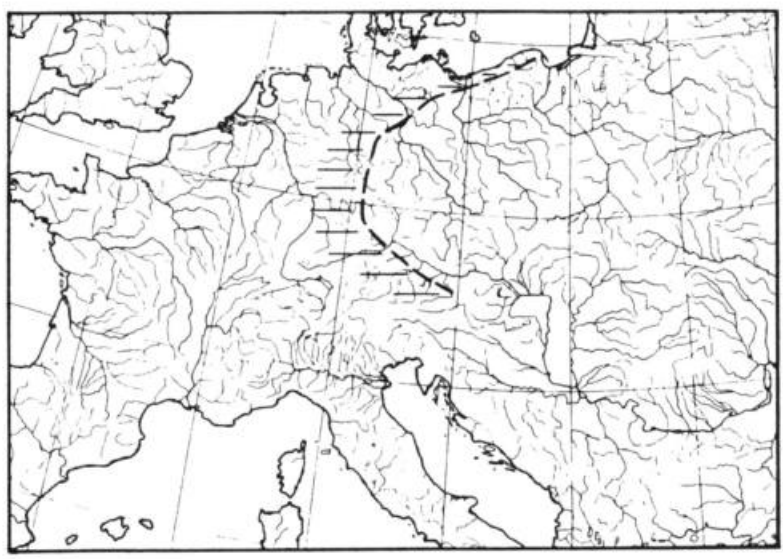


Abb.71:Östliche Arealgrenze des Betulo-Quercetum in Mitteleuropa

Unter dem Einfluß eines maritim getönten Klimas können an der polnischen Ostseeküste Bestände beziehungsweise bezeichnende Sippen des Betulo-Quercetum bis zur Danziger Bucht vordringen (vgl. HUECK 1929/1930:150f, 1936:28f und PIOTROWSKA 1966:46ff). Die östliche Arealgrenze lehnt sich hier an den Verlauf der Küstenlinie an, so daß ein schmales, bandförmiges und nach Osten auskeilendes Areal entsteht.

In Abbildung 71 ist der oben beschriebene Verlauf der östlichen Arealgrenze idealisiert als Linie dargestellt. Genaugenommen kennzeichnet sie aber lediglich die Lage eines mehr oder minder breiten Areals, innerhalb dessen bodensaure Eichen-Mischwälder westlicher und östlicher Prägung floristisch verarmen oder sich die jeweils charakteristischen Florenelemente mischen. Beispielsweise ist das Betulo-Quercetum potentiell noch im Gebiet der Vorder- und Kuppenrhön vertreten. Es fehlt aber bereits die in Beständen Nordwestdeutschlands häufig vorkommende Ilex aquifolium (vgl. BOHN 1981:50f).

Genaue Arealgrenzen einer Gesellschaft sind zudem dann schwer darstellbar, wenn Untereinheiten dieser Gesellschaft ein voneinander abweichendes Verbreitungsbild zeigen. So können Molinia caerulea-Ausbildungen westlicher Buchen-Eichenwälder vereinzelt auch östlich der oben beschriebenen Arealgrenze vorkommen, wenn hohe Bodenfeuchte die Entwicklungsbedingungen subozeanischer Arten verbessert. Beispielsweise dringen Buchen-Eichenwälder westlicher Prägung auf trockenen Standorten nur bis West-Mecklenburg und West-Brandenburg vor, während Ausbildungen mit Molinia caerulea auch noch in Ost-Brandenburg

Tab. 25

Geographische/orographische Differenzierung des Betulo-Quercetum (gekürzte Stetigkeitstabelle)

	Spalte Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Zahl der Aufnahmen		54	66	14	34	12	12	6	6	15	8	6	13	6	8	81	12
	Fagus sylvatica	B (bzw. B-K)	IV	IV	III	III	V	III	IV	IV	III	IV	IV	V	V	V	IV	V
		St	III	III	II	I				IV				V	V	V	.	
		K	IV	IV	IV	IV				II				V	III	IV	III	
	Quercus robur	B (bzw. B-K)	IV	V	V	V	V	V	V	V	II	IV	.	I	.	.	III	IV
		St	.	.	+	+				.				.	.	.	.	
		K	IV	V	V	IV				.				.	.	II	.	
	Quercus petraea	B (bzw. B-K)	III	IV	.	.	I	I	II	IV	V	V	V	IV	V	III	IV	III
		St	.	.	.	.				IV				II	II	.	.	
		K	II	III	.	.				II				III	II	III	.	
Δ1	Trientalis europaea		V	V	IV	IV	.	.	.	.	I	II	.	.	.	.	.	.
Δ2	Corydalis claviculata		.	.	III	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Δ3	Teucrium scorodonia		.	.	.	.	V	V	IV	IV	III	III	V	.	.	.	.	.
	Castanea sativa		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	II	I	I	.	.
d	Luzula luzuloides		.	.	.	.	I	II	III	V	V	V	V	.	.	.	V	.
AC	Pteridium aquilinum		IV	V	III	IV	.	IV	I	IV	II	V	II	V	IV	V	III	III
	Holcus mollis		III	III	I	III	V	V	IV	III	III	IV	.	.	I	V	IV	+
DA gegen	Luzulo-Quercetum (westl. Arten)																	
	Hedera helix (St,K)		IV	III	III	III	II	II	.	.	.	II	IV	V	V	V	+	I
	Ilex aquifolium (St,K)		III	III	II	II	.	.	.	IV	.	II	V	IV	IV	V	.	IV
	Oxalis acetosella		V	V	IV	V	I	I	II	I	III	III	I	+	III	V	III	I
	Mnium hornum		V	V	V	III	.	.	.	.	.	III	.	+	IV	.	II	IV
	Dryopteris carthusiana		IV	IV	III	IV	II	IV	III	.	.	.	.	.	III	II	III	II
	Lonicera periclymenum		V	V	IV	III	II	IV	II	.	III	IV	III	I	I	.	II	I
OC+DO	Vaccinium myrtillus		III	IV	V	II	II	I	.	IV	IV	V	III	V	IV	V	V	II
	Avenella flexuosa		V	V	V	III	IV	V	V	V	V	II	V	IV	III	V	V	IV
	Polytrichum formosum		IV	V	III	I	IV	V	V	IV	IV	V	IV	IV	IV	V	IV	.
	Carex pilulifera		IV	IV	.	+	V	IV	II	II	.	II	.	III	I	III	II	II
	Melampyrum pratense		II	II	+	.	II	I	II	.	IV	IV	IV	.	.	I	II	+
	Frangula alnus (B,St,K)		IV	IV	I	II	.	IV	III	V	II	V	.	III	I	.	III	II

Herkunft der Aufnahmen:

1) Dierßen et al. 1988, Violo-Quercetum milietosum, Schleswig-Holstein
2) Dierßen et al. 1988, Violo-Quercetum typicum, Schleswig-Holstein
3) Taux 1981, Fago-Quercetum molinietosum, Nordwestniedersachsen
4) Taux 1981, Fago-Quercetum milietosum, Nordwestniedersachsen
5) Oberdorfer 1957, Violo-Quercetum (rein), Rheintalflächen Rastatt/Bruchsal
6) Oberdorfer 1957, Violo-Quercetum pteridietosum, Rheintalflächen Rastatt/Bruchsal
7) Oberdorfer 1957, Violo-Quercetum, nördl. Rheintalrasse, Heidelberg, Frankfurt
8) Roisin 1962, Luzulo-Quercetum typicum und dryopteridetosum, Ardennen
9) Tüxen 1937, Querceto sessiliflorae-Betuletum (mitteleorop. Variante), Nordwestdeutschland
10) Tüxen 1937, Querceto sessiliflorae-Betuletum molinietosum, Nordwestdeutschland
11) Oberdorfer 1957, Quercetum luzuletosum, Schwarzwald, Vogesen
12)-14) Durin et al. 1967, Ilici-Fagetum (versch. Ausbildungen), West- und Nordwestfrankreich
15) Dierschke 1985, Luzulo-Quercetum, südl. Niedersachsen
16) Dinter 1982, Fago-Quercetum typicum, Niederrheinische Sandplatte

(Havelland, Spreewald) nachzuweisen sind (vgl. Tab. bei PASSARGE und HOFMANN 1968:Tab.29, S.172ff, Tab.31, S.180ff und PASSARGE 1956:58, 1957:69, FUKAREK 1961:150).

Tabelle 25 zeigt die geographische und orographische Differenzierung des Betulo-Quercetum im westlichen Mitteleuropa. Um nur auffällige und gleichermaßen kennzeichnende Vegetationsunterschiede herauszustellen, gibt jede Tabellenspalte anhand eines repräsentativen Beispiels die für ein bestimmtes Gebiet spezifische Vegetationszusammensetzung wieder.

Im Norden des betrachteten Areals tritt in Buchen-Eichen-Wäldern Trientalis europaea als boreales Element auf. Diese Art ist kennzeichnend für Bestände in Südwestschweden (vgl. OLSSON 1974:266), Nord-Mecklenburg (vgl. PASSARGE und HOFMANN 1968:186ff, Tab.32 und FUKARAK 1961:147), Schleswig-Holstein, Nordwest-Niedersachsen (vgl. Tab.25, Sp.1-4) und Nordost-Holland (SISSINGH 1974, Tab.1).

Unter (eu-)atlantischen Klimaverhältnissen kann in Buchen-Eichenwäldern küstennaher Gebiete (Nordsee westlich der Elbe, Atlantik) Corydalis claviculata auftreten, sofern entsprechende Bestände ein günstiges Lichtklima aufweisen (vgl. Beschreibungen aus Nordwest-Niedersachsen (Tab.25, Sp.3-4) und Nordost-Holland (DOING 1962:38)).

Im Vergleich zu Nordwestdeutschland nimmt die Anzahl eu-atlantischer Sippen in Buchen-Eichenwäldern Nordwest-Frankreichs nicht zu (vgl. DURIN et. al. 1967:Tab 11, CLEMENT et. al. 1974, Tab.6, RAMEAU und ROYER 1974:Tab.4). Allerdings weisen Wälder dort subatlantisch-submediterrane Elemente auf. Zu diesen gehören Ruscus aculeatus und Taxus baccata sowie die mit geringerer Stetigkeit und Deckung auftretenden Sippen Mespilus germanica und Luzula forsteri. Der Gruppe subatlantisch-submediterraner Arten gehören ferner Teucrium scorodonia und Castanea sativa an, die gleichermaßen Buchen-Eichenwälder West- und Südwest-Deutschlands kennzeichnen (südwestliches Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland, westliches Baden-Württemberg; vgl. Tab.25, Sp.5-11).

Für Bestände colliner-submontaner Lagen ist Luzula luzuloides charakteristisch (vgl. VANDEN BERGHEN 1953:254f, Tab.9; FUKARAK 1961:148, PASSARGE und HOFMANN 1968:175, 184 und Tab.25, Sp.8-11). In der Baumschicht tritt - im Gegensatz zum Flachland - Quercus petraea stärker hervor (vgl. PASSARGE und HOFMANN 1968:171, 174, 176, 183). Eine hohe Luftfeuchtigkeit begünstigt Luzula sylvatica und Blechnum spicant.

5.3.2.2.2. Niederwälder (Galium harcynicum-Nutzungsform)

- Allgemeine Beschreibung

Im Untersuchungsgebiet weist nur ein Teil bodensaurer Eichenmischwälder eine vergleichsweise naturnahe Bestandesstruktur auf. Viele Bestände lassen am Wuchs und Artengefüge der Baumschicht Auswirkungen ehemaliger Weide- und Niederwaldnutzung erkennen. Solche Waldnutzungsformen waren besonders im Landesteil Schleswig verbreitet (vgl. Wi. CHRISTIANSEN 1925:231) und haben dort - im Verlauf von Jahrhunderten - zur Entstehung

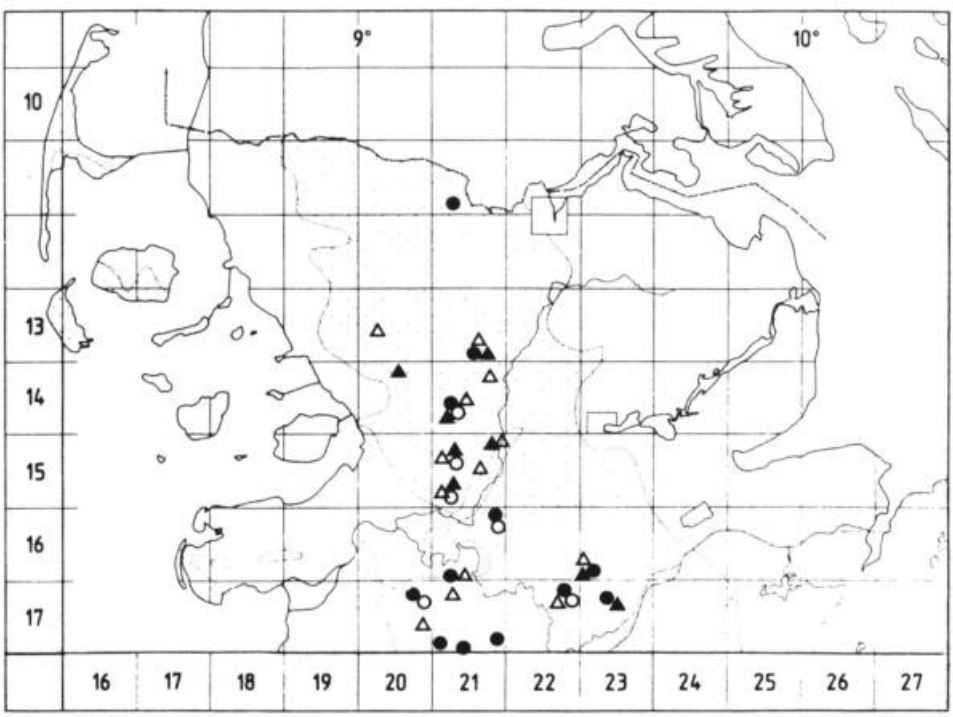


Abb.72: Bestandesvorkommen des Betulo-Quercetum (Hochwälder)
● Milium effusum-Subassoziation, Typische Variante
○ Milium effusum-Subassoziation, Molinia caerulea-Variante
▲ Typische Subassoziation, Typische Variante
△ Typische Subassoziation, Molinia caerulea-Variante

ausgedehnter Niederwaldflächen (Kratts) geführt. Zum Schutz der floristisch wie kulturhistorisch bedeutsamen Bestände wird versucht, auf einem Teil heute unter Naturschutz stehender Flächen frühere Formen der Krattbewirtschaftung zu imitieren. Der übrige Teil entwickelte oder

entwickelt sich gegenwärtig zu Hochwäldern zurück (zur aktuellen Verbreitung der zum Betulo-Quercetum gehörenden Hoch- und Niederwälder vgl. Abb. 72 u. 73).

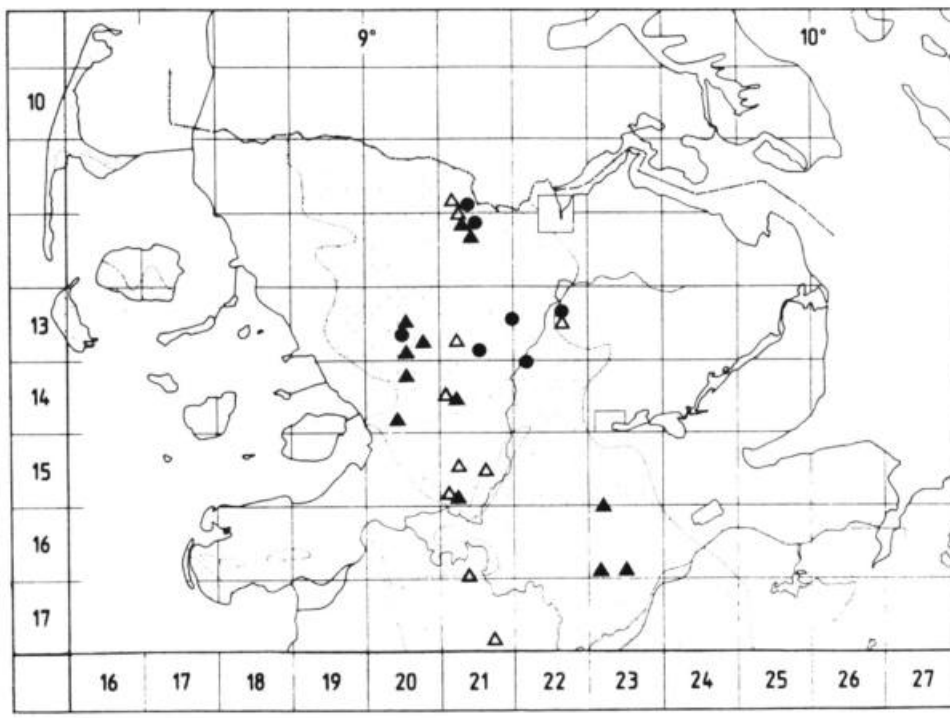


Abb.73: Bestandesvorkommen des Betulo-Quercetum (Niederwälder)
● Milium effusum-Subassoziation
▲ Typische Subassoziation, Typische Variante
△ Typische Subassoziation, Molinia caerulea-Variante

Noch vor 25 Jahren konnte Wi. CHRISTIANSEN (1925:229) in Schleswig-Holstein etwa 50 Kratts mit einer Gesamtfläche von 350 ha nachweisen, von denen 16 mit 116 ha Fläche allein im Kreis Husum lagen (Wi.CHRISTIANSEN, 1924:43). Noch zu Beginn dieses Jahrhunderts nahm ihre Zahl zugunsten einer Vergrößerung der Agrarfläche stetig ab (A. CHRISTIANSEN, 1912:201, EMEIS 1925). Die wenigen heute noch erhaltenen Bestände bereiten Pflegeprobleme. Einerseits haben sich bislang praktizierte Schutzkonzepte als verbesserungswürdig erwiesen, andererseits wurden aufgrund einer Verinselung der ohnehin kleinflächigen "Kratts" kritische Populationsgrößen vieler schutzwürdiger Sippen bereits unterschritten (vgl. DIERSSEN und HÖPER 1984:65f).

Ein floristischer wie struktureller Umbau nicht oder nurmehr hochwaldartig bewirtschafteter Bestände verläuft kontinuierlich. In Tabelle 26 wurden daher Aufnahmen solcher Bestände zusammengestellt, in denen sich eine (aktuelle oder ehemalige) Niederwaldnutzung auch heute noch floristisch abzeichnet. Sie umfaßt zudem Aufnahmen solcher Flächen, in denen eine bestimmte forstliche Nutzung (z.B. Eichenanbau) zu einem krattähnlichen Artengefüge führte.

Die Artenverbindung allein gibt daher nicht in jedem Fall eindeutige Hinweise auf die Nutzungsgeschichte eines Bestandes.

Die in Schleswig-Holstein praktizierte Niederwaldwirtschaft kann als einfachste Form einer planmäßigen Holznutzung betrachtet werden. In zehn bis fünfundzwanzigjährigem Turnus (maximal auch in Abständen von 40 Jahren; vgl. HAASE 1974:122, ELLENBERG 1978:49, DIERSSEN und HÖPER 1984:57) wurden die Hölzer zum Zweck der Brennstoff-, Bauholz- oder Lohegewinnung abgeschlagen ("auf den Stock gesetzt"). Dieser kurzfristige Umtriebszyklus war erforderlich, um die Regenerationsfähigkeit der Stubben zu erhalten. Stammhöhen von über drei Meter sind in Niederwäldern daher selten (Wi. CHRISTIANSEN 1924:43). Krüppeliger oder krummschäftiger Baumwuchs sind Folgen dieser Bewirtschaftungsform.

Die mit einer Abholzung bewirkte Verlichtung der Flächen begünstigt eine Vegetationsentwicklung, deren Bild sich jährlich ändert und vom Dominanzwechsel bestimmter Arten geprägt ist. In der wieder zum hiebreifen Buschwald führenden Sukzession können drei Stadien unterschieden werden (vgl. DIERSSEN und HÖPER 1984:53ff). Die für einzelne Stadien charakteristischen Vegetationsverhältnisse sind aus Tabelle 27 ersichtlich. Nach Abholzen der Bäume können sich Schlagflurgesellschaften (Senecioni-Epilobietum) etablieren, die allerdings kurzlebig und meist nur fragmentarisch entwickelt sind. Sie werden relativ rasch von Molinia caerulea und Pteridium aquilinum verdrängt. Beide Arten können jeweils dominant oder auch mit ähnlichen Deckungswerten auftreten, wobei Molinia auf grund- oder stauwasserbeeinflußten Standorten begünstigt ist (Tab.27, Sp.1-2). Häufige Begleiter, die im Vergleich zum Buschwaldstadium mit nur wenig veränderter Stetigkeit auftreten, sind Avenella flexuosa und Trientalis europaea. Im weiteren Verlauf der Sukzession werden Molinia- und Pteridium-Herden von Dominanzbeständen des Faulbaums abgelöst (Tab.27, Sp.5-11). Mitunter bildet Frangula bei Höhen von einem bis zwei Metern und Deckungswerten um 70 % ein so dichtes Gestrüpp, daß Arten der Feldschicht unter Lichtmangel nur noch kümmerlich wachsen oder bisweilen ganz ausfallen. Die Krautschicht deckt dann nur noch um 5 % der Bodenoberfläche und ihre Artenzahl ist mit fünf bis zehn vergleichsweise niedrig. Dichte Frangula-Bestände können ein Aufkommen der Eichen verzögern. Ein Faulbaum-Stadium kann daher relativ langlebig sein (einige Jahre). In der Regel kann sich Quercus aber in einer Zeitspanne von drei bis fünf Jahren wiederbehaupten und damit ein neues Buschwaldstadium einleiten (Tab.27, Sp.12-15).

Die zeitliche Dauer der drei skizzierten Stadien ist mitunter recht verschieden und von Populationsgrößen der zur Fazies-Bildung neigenden Arten abhängig. In Kratts ohne nennenswerte Deckungsanteile von Pteridium aquilinum, Molinia caerulea und Frangula alnus können sich die Eichen nach Holzeinschlag ungehindert und daher relativ rasch entwickeln. Zwischenstadien, die sich durch die Vorherrschaft einer der genannten Arten auszeichnen, sind dann zeitlich verkürzt oder fehlen.

Tab. 27

Stadien der Vegetationsentwicklung in Kratts

1. Molinia-Pteridium-Stadium
2. Frangula alnus-Stadium
3. Übergänge zum Eichenbuschwald

			1.				2.							3.			
	Laufende Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Aufnahme-Nr.								768	769	770	771	767	623	624	620	621
	Waldgebiet-Nr.		RK	RK	RK	RK	RK	RK	188	188	188	188	188	194	194	194	194
	Deckung der Phanerogamen (%)		100	100	100	90	100	90	90	95	95	80	60	80	80	75	60
	Deckung Krypt.(%)		0	<1	0	0	40	0	2	0	0	0	1	10	<1	<1	<1
	Fläche (m^2)								100	100	64	64	225	144	144	100	100
	Artenzahl		10	13	8	12	16	9	13	11	7	10	28	27	29	31	27
d1	Molinia caerulea		3.4	3.4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	1.2	.
	Pteridium aquilinum		2.3	3.4	5.5	4	1.2	1.2	r.1	.	+.1	+.1	.	r.1	1.3	1.3	1.3
d2	Frangula alnus	St	1.2	2.3	1.1	1	4.4	4.5	4.5	3.3	2b3	3.3	4.4	3.4	2a4	2a3	2b3
		K					.	.	+.1	+.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
d3	Quercus robur	B1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.4	5.5	4.5	4.5
		B2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+.1	.	+.1
		St	.	.	.	.	.	.	3.3	2a2	.	4.5	.	+.1	.	.	.
		K	+	.	.	.	2.3	2.2	+.1	.	.	.	.	1.1	+.1	.	1.1
	Quercus petraea	B1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.4	.	.	.	.
		St	.	.	.	.	.	.	+.1	3.4	5.5	.	.	.	.	.	.
		K	.	+.2	.	.	+	+	.	.	1.1	.	1.1	.	.	.	.
	Sorbus aucuparia	B2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+.1
		St	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a3	2a3	+.1	1.1
		K	.	.	.	.	+	1.2	.	.	.	r.1	+.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	Populus tremula	K	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	+.1	.
AC+DA, VC+DV	Trientalis europaea		2.2	2.2	1.2	2m	1.2	2m	.	1.1	1.1	2m1	2m1	2m1	2m1	2m3	2m1
	Holcus mollis		.	.	.	.	.	.	1.1	2m3	.	2m3	2m3	2m3	2b4	2a4	2a4
	Galium harcynicum		2.3	.	.	1	+	.	.	.	.	.	1.3	2m3	2m3	.	2m3
	Melampyrum pratense		1.1	.	.	.	.	.	.	+.1	r.1	.	1.1	.	1.3	2m3	1.1
	Dicranum scoparium		.	+.2	.	.	1.2	.	2m2	.	.	.	2m3	.	.	.	2m2
	Lathyrus montanus		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r.1	1.1	r.1
	Pleurozium schreberi		.	.	.	.	2.2	.	.	.	.	.	.	2m3	.	.	.
	Scleropodium purum		.	.	.	.	.	.	+.1	.	.	.	.	2a3	.	.	.
	Anthoxanthum odoratum		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	1.2	.
	Vaccinium myrtillus		.	.	.	1	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
OC+DO	Avenella flexuosa		3.3	2.2	2.3	2b	3.4	.	2m3	2m3	2m3	2b3	3.4	4.5	2a3	2b4	2a3
	Maianthemum bifolium		.	+.2	.	1.3	1.2	.	2m3	.	.	2m1	2m1	2m3	1.1	1.3	2m3
	Carex pilulifera		1.2	.	.	1	+	.	.	.	.	+.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	Agrostis tenuis		.	.	.	1.3	.	.	.	.	.	.	1.3	2m2	1.2	1.2	2m2
KC	Convallaria majalis		.	.	2.2	2a	2.2	1.2	1.1	1.1	.	.	.	1.2	1.2	2m3	.
	Anemone nemorosa		.	.	.	.	.	.	v	v	v	.	v	2m3	2m3	2a4	2m3
	Stellaria holostea		.	.	.	.	.	.	.	1.3	.	1.3	1.3	2m1	.	+.1	2m3
	Polygonatum multiflorum		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+.1	.	+.1	1.3	1.3
	Viola riviniana		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	+.2	.
Sonstige	Lonicera periclymenum (St,K)		.	.	2.2	.	+.2	1.2	.	.	.	.	+.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	Hypnum cupressiforme		.	1.2	.	.	1.2	1.2	.	.	.	.	2m2	2m3	.	2m2	2m2
	Rubus idaeus (St,K)		.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+.1	1.1	1.1
	Luzula pilosa		.	.	.	.	.	.	1.2	+.2	+.2	.	1.2	.	.	.	.
	Plagiothecium curvifolium		.	.	.	.	.	.	2m3	.	.	.	2m2	.	.	2m3	2m3
	Rubus fruticosus agg. (St,K)		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+.1	+.1	1.1	1.1
	Dryopteris dilatata		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	1.2	.	+.2
	Dicranella heteromalla		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m2	.	2m3	.	2m3
	Prunus serotina (St,K)		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r.1	+.1	.	1.1
	Galeopsis bifida et tetrahit		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+.1	.	+.1	.	.
	Brachythecium rutabulum		.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m2	.	.
	Dryopteris carthusiana		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	1.2
	Poa pratensis agg.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	1.2	.	.

Zusätzlich vorkommende Arten:

(Lfd. Nr.1-6 aus DIERSSEN u. HÖPER 1984, Tab.4, lfd. Nr.1,2,6,7,19,20; RK=Reher Kratt)

Acer pseudo-platanus (K) 13/r.1
Betula pubescens (K) 2/+.2
Calamagrostis arundinacea 11/1.2
Epilobium angustifolium 11/1.1
Hedera helix (St,K) 11/1.1
Hieracium lachenalii 14/+.2
Isothecium myosuroides 15/2m2
Lophocolea heterophylla 14/2m2
Luzula campestris agg. 12/+.2
Milium effusum 11/1.2
Mnium hornum 14/2m3
Picea abies (St,K) 11/r.1
Plagiothecium sylvaticum 12/2m2
Populus tremula (St) 12/+.1
Rhytidiadelphus squarrosus 12/2m2
Solidago virgaurea 14/+.2
Sorbus aria (K) 14/+.1

- Vegetation und syntaxonomische Gliederung der Niederwälder

Die Vegetationszusammensetzung der (ehemals oder aktuell) durch Niederwaldwirtschaft beeinflußten bodensauren Eichenmischwälder zeigt im Vergleich zu jener der Hochwälder charakteristische Unterschiede. In der Baumschicht ist nahezu immer Stieleiche vorherrschend (vgl. Wi. CHRISTIANSEN 1924:44, 1931:536, EMEIS 1925:272), die aufgrund der oft über Jahrhunderte andauernden Krattbewirtschaftung gegenüber anderen Gehölzarten gefördert wurde. Das meist nur zu 50-75 % schließende Kronendach gewährleistet ein günstiges Lichtklima im Bestandesinnern, welches sich zudem durch den späten Laubaustrieb der Eichen verbessert. Traubeneiche ist nur selten vertreten; Hainbuche und Buche fehlen fast immer (vgl. Wi. CHRISTIANSEN, 1924:44, 1925:230, 1931:536; Ausnahmen sind Bestände der Waldgebiete Nr.153 und Nr.190; sie sind vermutlich die einzigen ehemals niederwaldartig bewirtschafteten Buchenwälder des Untersuchungsgebietes (Tab.26, lfd. Nr.1-9); vgl. hierzu auch VERBÜCHELN und SCHNEIDER 1990). Im Vergleich zu Hochwäldern fällt auf, daß Populus tremula zumindest in der Feldschicht relativ hohe Stetigkeiten erreicht. Ihre leicht mit dem Wind verfrachtbaren Samen finden in Kratts offensichtlich günstige Keimungsbedingungen. Wie Beschreibungen von A. CHRISTIANSEN (1912:199) und Wi. CHRISTIANSEN (1924:44, 1925:232f, 1931:536) belegen, kann Zitterpappel in der Strauch- und Baumschicht noch bewirtschafteter Kratts nicht ganz selten gewesen sein. Ihre Fähigkeit zum Stockausschlag und günstige Lichtverhältnisse haben ihr ein Überdauern in Kratts ermöglicht. Mit Aufgabe der Niederwaldwirtschaft wird Populus wieder verdrängt. In den meisten Niederwäldern ist eine Strauchschicht entwickelt, die aus Quercus robur, Sorbus aucuparia und Frangula alnus besteht. Während in Kratts ihr Deckungsanteil mit dem oben skizzierten Bewirtschaftungsturnus schwankt, entsteht nach Nutzungsaufgabe innerhalb weniger Jahre ein für Hochwälder charakteristisches Vegetationsbild.

Für die Bodenvegetation der Niederwälder ist eine Fülle lichtliebender Arten kennzeichnend, die Hochwäldern fehlt (vgl. Tab.26). Zu ihnen gehören unter anderen Galium harcynicum, Anthoxanthum odoratum, Calamagrostis arundinacea, Solidago virgaurea und Lathyrus montanus sowie Moose wie Scleropodium purum und Pleurozium schreberi. Entsprechend dem im Methodenteil (Kap.4.1.2.9.) erläuterten "Prinzip einer mehrdimensionalen Vegetationsgliederung" wird dieser Vegetationstyp als Galium harcynicum-Nutzungsform des Betulo-Quercetum bezeichnet. Bei zunehmender Beschattung infolge ausbleibender Niederwaldbewirtschaftung sind die genannten Arten nur kurze Zeit überlebensfähig. In Hochwäldern werden sie daher bald in Waldrandbereiche und -säume abgedrängt, wo ihnen seitlich einfallendes Licht noch gute Entwicklungsbedingungen gewährleistet. Im Bestandesinnern indizieren sie eine oftmals nutzungsbedingte Verlichtung des Kronendaches. Die übrige Begleitflora der Kratts oder ehemals krattartig bewirtschafteter Bestände ist jener der Hochwälder des Betulo-Quercetum vergleichbar. Ganz entsprechend dazu lassen sich Niederwaldbestände des Betulo-Quercetum gliedern (vgl. Tab.24 und 26). Bezeichnenderweise treten Bestände der

Milium-Subassoziation aber nur auf trockenen Böden auf, so daß sich der betrachtete Vegetationstyp als monotypische Einheit erweist (zur Erläuterung vgl. Beschreibung der Standortsverhältnisse).

Lediglich in zwei der 48 untersuchten Bestände treten neben Arten der Milium-Gruppe Frischezeiger auf (Tab.26, lfd. Nr.35 und 36), die aber aufgrund ihrer Seltenheit nicht als eigene Variante abgegrenzt wurden.

Niederwälder oder Niederwaldreste finden sich heute nur noch in der Altmoräne. Diese Verteilung ist darauf zurückzuführen, daß von einer stets fortschreitenden Agrarflächenvergrößerung zunächst nur Niederungs- und erst später auch Altmoränenbereiche betroffen waren. Niederwälder überzogen demzufolge wie "grüne Kappen" die seicht gewölbten Altmoränenrücken, so daß ihr Erscheinungsbild oftmals mit "uhrglasartigen Wölbungen" in der Geestlandschaft verglichen wurde (EMEIS 1925:265 und Wi. CHRISTIANSEN 1924:43, 1925:230). Bodenverhältnisse unter Kratts zeigen daher nicht jene Variabilität, wie sie für die in der Hohen Geest und im Sander vorkommenden Hochwälder des Betulo-Quercetum bezeichnend ist. Eigentümlicherweise scheint eine frühere Niederwaldbewirtschaftung zudem nur in jenen Bereichen der Altmoräne verbreitet gewesen zu sein, die aus sandigen oder kiesig-sandigen Substraten bestehen. Darauf weisen viele frühere und auch vorliegende in Niederwäldern durchgeführte Bodenuntersuchungen hin (vgl. EMEIS 1925:265, Wi. CHRISTIANSEN 1931:534, ZÖLITZ 1989, Nr.27 sowie Bodentabellen in Kap.5.3.2.2.1.). Dem sandigen Ausgangsmaterial entsprechend treten als Bodentypen Podsol-Braunerden und Braunerde-Podsole, auf grundwasserbeeinflußten Standorten auch Gley-Podsole auf.

Horizontfolgen und bodenchemische Charakteristika der genannten Bodentypen wurden bereits in Kapitel 5.3.2.2.1. erläutert.

Verständlich wird damit, daß die auf staufeuchten Böden vorkommende Molinia-Variante des Betulo-Quercetum milietosum in Kratts nur selten anzutreffen ist. Die meisten Sandböden sind gut drainiert und neigen allenfalls bei hoher Lagerungsdichte (z.B. Ortsteinhorizonte) zu Stauwasserbildung.

Im Untersuchungsgebiet sind die meisten Niederwälder als Primärwaldreste anzusehen (vgl. EMEIS 1925:271, ZÖLITZ 1989:Nr.27). Zwar unterlagen sie einer mehr oder weniger starken Devastierung durch Waldweide und Niederwaldnutzung; ihre Standorte dürften aber nie völlig waldfrei beziehungsweise ackerbaulich genutzt gewesen sein. Während sich aus gleichem Substrat in der näheren Umgebung vieler Kratts als Folge einer Verheidung Typische Podsole mit Ortsteinhorizonten entwickelt haben, liefen unter dem Schutz einer stets vorhandenen Waldbedeckung Podsolierungsprozesse langsamer ab. Viele der unter Kratts anzutreffenden Böden sind deshalb weniger stark podsoliert (Podsole häufig nur als Subtypen; vgl. EMEIS 1925:265, ZÖLITZ 1989:Nr.27 sowie Bodentab.42 und Abb.70). Ortsteinbildung läßt sich - sofern Primärwaldreste vorhanden sind und Grundwassereinfluß fehlt - nie beobachten.

- Zum Wandel der Krattflora und Perspektiven ihres Schutzes

In Schleswig-Holstein bieten Niederwälder verschiedenen Licht- und wärmeliebenden Sippen Sekundär- oder Refugialstandorte. Noch vor etwa 65 Jahren waren nach EMEIS (1925:277) und Wi. CHRISTIANSEN (1925:232) für Kratts Arten wie Thesium ebracteatum, Genista tinctoria und anglica, Anthericum liliago und ramosum, Dianthus superbus, Geranium sanguineum, Carex montana, Serratula tinctoria, Ranunculus polyanthemos, Melampyrum cristatum und Polygonatum odoratum charakteristisch.

Floristisch ähnelten die Bestände damit einer westlichen Ausbildung des Luzulo-Quercetum (sensu Hilitzer 1932, vgl. Tab.22), das gegenüber dem Betulo-Quercetum thermophile Arten subozeanisch-subkontinentaler Verbreitung aufweist (vgl. auch EMEIS 1925:279f).

Den genannten Autoren zufolge galten viele dieser Arten aber bereits damals als Raritäten. Floristische Seltenheiten in heute noch vorhandenen Kratts (ohne Berücksichtigung der häufig mit Niederwäldern verzahnten Heideflächen) sind Serratula tinctoria, Calamagrostis arundinacea, Carex montana und Polygonatum odoratum. Nur die drei zuletzt genannten Arten konnten auch in Beständen des Untersuchungsgebietes nachgewiesen werden (Calamagrostis arundinacea: Wallsbüll und Staatsforst Schleswig südlich Eggebek, Carex montana: Staatsforst Schleswig westlich Norstedt, Polygonatum odoratum: NSG Schirlbusch (vgl. LÜTKE TWENHÖVEN 1988)).

Das Lichtklima in Kratts wird entscheidend durch ihre (nutzungsbedingte) Bestandesstruktur beeinflußt. Ändert sich die Krattnutzung, so unterliegt auch die Artenzusammensetzung einem qualitativen und quantitativen Wandel. Krattspezifische Sippen werden zurückgedrängt, wenn sich das für sie notwendige Lichtangebot verschlechtert. Die in Tabelle 26 genannten Differentialarten ehemals oder aktuell niederwaldartig genutzter Bestände (d-Arten der Galium harcynicum-Nutzungsform) erweisen sich dabei als unterschiedlich beschattungstolerant. Ihre Beschattungstoleranz nimmt entsprechend der in Abbildung 74 gezeigten Skala von links nach rechts zu:

Zum Verständnis dieser Einschätzung muß berücksichtigt werden, daß sich mit günstigem Lichtklima gleichzeitig auch thermische Verhältnisse verbessern, mithin also thermophile Arten der Kratts lichtbedürftig sind.

Eine durch Nutzungsaufgabe herbeigeführte Verschlechterung der Lichtverhältnisse wird - dieser Einschätzung gemäß - zum sukzessiven Ausfall der betrachteten Sippen in der oben genannten Reihenfolge führen. In heute nicht mehr bewirtschafteten Niederwäldern sind Calamagrostis arundinacea, Carex montana und Polygonatum odoratum daher am stärksten gefährdet.

Zum Schutz der krattspezifischen Flora wird in manchen unter Naturschutz stehenden Beständen eine Krattbewirtschaftung imitiert (z.B. Reher Kratt). Vergleichsuntersuchungen belegen aber,

daß trotz pflegender Eingriffe ein Schutz krattspezifischer Sippen derzeit nicht oder nur teilweise effektiv ist. Im Reher Kratt - dem ausgedehntesten und vom Artenbestand her wohl wertvollsten Eichenniederwald Schleswig-Holsteins - sind während der vergangenen Jahrzehnte etwa 30 % der als schutzwürdig erachteten und ehemals für das Gebiet typischen Sippen bei späteren Vergleichskartierungen nicht mehr wiedergefunden worden (DIERSSEN und HÖPER 1984:64). Zudem ist bei einigen Arten - so nicht nur im Reher Kratt - die Bestandesentwicklung rückläufig.

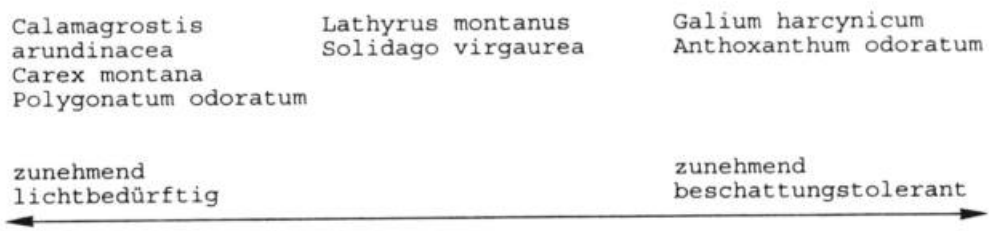


Abb.74: Beschattungstoleranz verschiedener Arten, die für aktuell oder ehemals niederwaldartig genutzte Bestände bezeichnend sind

Dieser Artenwandel steht nicht nur mit einer im Vergleich zu früher veränderten Krattbewirtschaftung in Zusammenhang. Bereits vor ihrer Unterschutzstellung wiesen viele Gebiets- und damit auch Populationsgrößen eine Dimension auf, die unter der für einen effizienten Schutz erforderlichen Minimalgröße lag. Die räumliche Isolation der Kratts unterbindet zudem einen natürlichen Genaustausch mit Populationen anderer Gebiete (Verinselungseffekt, vgl. DIERSSEN und HÖPER 1984:66).

Ein Teil der Bestände leidet unter allochthonem Nährstoffeintrag aus angrenzenden Agrarflächen. Bei vergleichsweise niedrigen pH-Werten werden mit erhöhter Stickstoffzufuhr vor allem Rubi (Rubus idaeus und Rubus fruticosus agg.) gefördert. Da diese Arten zur Fazies-Bildung neigen (vgl. deren Verhalten in entwässerten Erlenbrüchern nach Torfzersetzung), verschlechtern sich in erster Linie Wuchsbedingungen für lichtliebende, krattypische Sippen. Eine Ausdehnung von Rubus-Herden läßt sich derzeit in Eichenkratts bei Wallsbüll und im NSG Lundtop (beide Kreis Schleswig-Flensburg) beobachten.

Ein auf effektiveren Artenschutz in Niederwäldern zielender Maßnahmenkatalog wird in Kapitel 6.1.2.4. vorgestellt.

6. Naturschutzaspekte

6.1. Gefährdungs-, Entwicklungs- und Schutzmöglichkeiten naturnaher Wälder im Untersuchungsgebiet

6.1.1. Ansprüche des Naturschutzes an eine moderne Forstwirtschaft

Mehr denn je sieht sich forstliches Handeln heute mit verschiedenen Vorstellungen und Forderungen zur Waldnutzung konfrontiert. Das Landeswaldgesetz schreibt demgemäß die "multifunktionale Bedeutung" von Wäldern fest (vgl. §1 Landeswaldgesetz zur "Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion des Waldes" sowie ZUNDEL 1990:299ff). Folgender Abschnitt versucht - unter Berücksichtigung aller Waldfunktionen - Ansprüche des Naturschutzes an forstliches Handeln zu präzisieren.

Bereits im Rahmen einer "naturnahen Forstwirtschaft" lassen sich wesentliche Ziele des Naturschutzes miterfüllen. Im folgenden seien daher die wichtigsten Grundsätze naturnaher Forstwirtschaft aufgezeigt (in Anlehnung an FRIEDRICHSDORF 1989 sowie H.D. KNAPP und JESCHKE 1991:40, vgl. auch WILMANNS und KRATOCHWIL 1983:66ff, SAGL 1992, THOMASIUS 1992, 1994):

- Ausschließliche Verwendung standortsgerechter Baumarten oder Baumartenmischungen (d.h. Arten der potentiellen natürlichen Vegetation).

- Keine Kahlschlag- oder Großflächenwirtschaft.

- Möglichst hoher Anteil an alten, starken Bäumen; Nutzung nach Zieldurchmessern (-stärke) von Einzelbäumen und nicht nach Zielalter von flächigen Beständen.

- Die Verjüngung eines Bestandes sollte weitgehend der Natur überlassen werden, denn auch vorhandene Lücken werden durch Naturverjüngung im Laufe von Jahrzehnten ausgeglichen. Sie garantieren die für die Stabilität entscheidende Ungleichaltrigkeit des neuen Bestandes und sichern zugleich eine hohe biologische und genetische Diversität.

- Keine Entnahme sich spontan entwickelnder Gehölzarten. Früh beginnende Durchforstung, die sich (wie auch nachfolgende Holzentnahmen) auf unterdrückte Stämme konzentrieren sollte.

- Boden- und bestandespflegliche Holzbringung; verstärkter Einsatz von Pferden und Seilverfahren zum Vorrücken von Holz. Breite Rückegassen mit Bodenverwundung und -verdichtung

führen zur Verinselung einzelner Waldbereiche und können über Jahrzehnte Bodenbiologie, Vegetationsentwicklung und Naturverjüngung beeinträchtigen.

- Anlage beziehungsweise Pflege weitgehend geschlossener Waldaußenränder. Sie bilden besonders im Kontakt zu Agrarflächen Schutz vor allochthonem Nährstoffeintrag und gewährleisten auch an Bestandesrändern ein nahezu waldspezifisches Klima.

- Rücksichtnahme auf alle Sonderbiotope und Sonderstandorte; gegebenenfalls ist auf kleineren Flächen absoluter Nutzungsverzicht angezeigt (vgl. BUSSLER 1982, KRAUSE 1988).

- Verzicht auf Meliorationsmaßnahmen (Unterhaltung oder Ausbau von Entwässerungsgräben) sowie Bodenverwundungen zur Förderung der Naturverjüngung.

- Steigerung des Totholzanteils zur Förderung heute meist sehr seltener, an Totholz gebundener Sippen und Lebensgemeinschaften; Inseln alter oder absterbender Bäume müssen in Wirtschaftswäldern toleriert und dürfen nicht genutzt werden, insbesondere wenn diese hohe Populationsdichten entsprechender Arten aufweisen.

- Zurückhaltende und schonende Erschließung von Wirtschaftswäldern; Rückbau von Fahrwegen, die mit Steinen oder Betonplatten befestigt wurden.

- Regulierung der Schalenwildbestände, um Zielsetzungen einer naturnahen Forstwirtschaft (insbesondere im Hinblick auf Naturverjüngung und Gehölzartenvielfalt) verwirklichen zu können (vgl. Empfehlungen des ARBEITSKREISES FORSTLICHE LANDESPFLEGE 1984:38f):
  --Der Wildbestand muß so reguliert werden, daß die standortsgemäßen Hauptbaumarten ohne besondere Schutzvorrichtungen verjüngt werden können. Damit wird gleichzeitig eine dem Wild als Äsung dienende artenreiche Boden- und Strauchflora gefördert.
  --Bei der Kultur- und Jungwuchspflege sind nichtverdämmende Weichhölzer, insbesondere an Bestandesrändern, Wegen und Rückeschneisen zu erhalten; soweit verdämmende Weichhölzer entnommen werden müssen, sollten sie im Herbst oder vorzugsweise im Winter geschlagen werden. Die Jungbestandspflege in Laubholzbeständen sollte ebenfalls möglicht im Herbst und Winter durchgeführt werden, um zusätzliches Verbißholz bereitzustellen.
  --Frucht- und masttragende Bäume sollten verstärkt angebaut werden.
  --In bevorzugten Wildeinständen empfiehlt es sich, nicht alle kleinen Freiflächen aufzuforsten, um eine natürliche Entwicklung der Kraut- und Strauchflora solcher Stellen zu fördern.

Nicht im vollem Umfang lassen sich in Wirtschaftswäldern (selbst bei naturnaher Nutzung) Ziele des Waldbiotopschutzes realisieren. Holzproduktion und Erholung werden mit Hinblick auf wach-

senden Rohstoffbedarf und steigende Nachfrage nach Erholungsräumen künftig noch stärker an Bedeutung gewinnen. Wirtschafts- und Erholungswälder allein werden demgemäß der "multifunktionalen Bedeutung" heute vorhandener Waldflächen nicht gerecht. In dieser Hinsicht kommt Naturwaldreservaten eine Schlüsselrolle zu (vgl. Kap.6.2.).

Der aus forstökonomischer Sicht bestehende Wunsch nach einer in Masse und Wert optimierten Holzproduktion führte (und führt teilweise noch heute) zum Anbau nicht "standortsgerechter" Baumarten (z.B. Nadelhölzer, Bastard-Pappel etc.; zum Begriff "standortsgerecht" vgl. unten). Ihr Anbau mag im Rahmen einer "forstlichen Standortserkundung" begründbar sein, berücksichtigt aber nicht die durch Klima und interspezifische Konkurrenz mitgeprägten ökologischen Amplituden dieser Sippen (vgl. MAYER 1984:48).

Der auch im Rahmen "naturnaher Forstwirtschaft" gebräuchliche Terminus "standortsgerechte Baumart" (=im Sinne der forstlichen Standortskartierung unter edaphischen Gesichtspunkten für einen Wuchsort als geeignet erachtete Baumart) ist aus vegetationsökologischer Sicht inhaltlich falsch interpretiert, umfaßt der Begriff "Standort" doch die Gesamtheit der für das Gedeihen einer Sippe wichtigen (biotischen und abiotischen) Lebensbedingungen (d.h. u.a. Klima und Boden; vgl. ELLENBERG 1978:104, LEIBUNDGUT 1983:56, KRATOCHWIL 1989:136). Fichte kann demgemäß in Schleswig-Holstein nicht als standortsgerechte (weil nicht klimagerechte) Baumart bezeichnet werden.

Zu prüfen bleibt, inwieweit ein Anbau nicht heimischer Gehölzarten (z.B: Fichte auf nährstoffärmeren Böden der Geest) dem Nachhaltigkeitsgrundsatz forstlichen Handels widerspricht. Humus- und Bodendegradation durch anfallende Nadelstreu bewirken - denkt man nicht in forstbetrieblichen, sondern waldökologisch relevanten Produktionszeiträumen - eine erhebliche Verschlechterung natürlicher Wuchsbedingungen und stellen somit langfristig Entwicklungsperspektiven naturnaher Waldökosysteme (zumindest auf solchen Standorten) in Frage. In dieser Hinsicht sowie mit Hinblick auf die im Bundesverfassungsgerichtsurteil dargelegten juristischen wie umweltpolitischen Zielvorgaben ist eine Neuorientierung forstlichen Denkens und Handels angezeigt (vgl. Bundesverfassungsgerichtsurteil vom 31. Mai 1990 - 2 BvR 1436/87 S.39, das hinsichtlich der Wirtschaftsziele im öffentlichen Wald eine klare Prioritätensetzung zugunsten der Umwelt- und Erholungsfunktion erkennen läßt und Betriebszielen wie Holzproduktion nur nachrangige Bedeutung einräumt).

6.1.2. Gefährdung und Schutzmöglichkeiten einzelner Vegetationstypen

6.1.2.1. Alno-Ulmion

Gefährdung:
Das Artengefüge der Auenwälder reagiert besonders sensibel auf forstliche Meliorationsmaßnahmen (Unterhaltung und Ausbau von Entwässerungsgräben; vgl. FISCHER 1993:155), indem

hochwüchsige Faziesbildner (Urtica dioica, Rubus idaeus) zuungunsten quellflur- oder auenwaldspezifischer Sippen gefördert werden. Besonders rasch verdrängt werden niedrigwüchsige und daher konkurrenzschwache Arten wie Orchis mascula, Platanthera chlorantha, Dactylorhiza fuchsii, Chrysosplenium oppositifolium und alternifolium, Listera ovata, Equisetum pratense sowie Moose wie Pellia epiphylla, Rhodobryum roseum, Plagiomnium undulatum, Plagiomnium affine und Plagiomnium seligeri. Drastische Änderungen des Lichtklimas gehen mit Pappelanbau einher, der gleichermaßen zur Förderung der oben genannten Nitrophyten führt (Urtica dioica, Rubus idaeus, am Boden Brachythecium rutabulum; erhöhte Sonneneinstrahlung führt zu stärkerer Bodenerwärmung und demzufolge gesteigerten Mineralisationsraten mit entsprechender N-Freisetzung). In Pappelforsten reduziert sich die Artenanzahl oftmals auf unter 10. Im Vergleich zu naturbelassenen Auenwäldern bedeutet dies einen Artenschwund von über 80 % (zur Veränderung der flor. Struktur in Feuchtwäldern vgl. a. HERING 1986).

Rationalisierungsmaßnahmen in Pflege- und Erntetechnik haben oftmals schematische Eingriffe zur Folge, die vor allem den in Auenwäldern bestehenden Standorts- und Vegetationsverhältnissen unzureichend Rechnung tragen (starke und nachhaltig bestehende Bodenverwundungen bei Ernteverfahren mit schwerem Rückegerät, mechanische Zerstörung der Feld- und Strauchschicht, Verlust der für naturnahe Bestände charakteristischen Strukturvielfalt, nachhaltige Störung (Verarmung) des für naturnahe Bestände bezeichnenden Artengefüges).

Schutzmaßnahmen:

Auenwälder sind - bedingt durch geomorphologische Verhältnisse der schleswig-holsteinischen Moränenlandschaft - meist kleinflächig entwickelt (oft unter 1 ha) und innerhalb größerer Waldgebiete mit Buchen- oder Buchen-Eichenwäldern verzahnt. Sie genießen dann bestmöglichen Schutz, wenn entsprechende Flächen naturnah bewirtschaftet oder als Waldreservat ausgewiesen werden. Dadurch kann zum einen der auf Auenwaldinseln wirkende Einfluß äußerer Störgrößen (allochthoner Nährstoffeintrag, Grundwasserspiegelsenkung) abgeschwächt, zum anderen ein landschaftstypisches Mosaik entsprechender Waldgesellschaften erhalten werden (vgl. Kap. 5.1.1). In besonders schutzwürdigen Gebieten (vgl. Kap. 6.3.5.) sollten - sofern Ausweisungen als Reservat nicht realisierbar sind - Bestockungswandel (z.B. Pappelanbau) und Standortsmeliorierung (z.B. Entwässerung) unter bewußtem Verzicht auf eine Steigerung der Holzproduktion unterbleiben. Naturverjüngung und Förderung standortsgerechter Arten (= autochthone Arten der pnV) gewährleisten auch in naturnah genutzten Beständen Entwicklungsprozesse, die jenen in Naturwäldern weitgehend ähneln. Besonders Auenwälder verlangen schonende Verfahren der Holzbringung (z.B. Einsatz von Rückepferden oder Seilverfahren), will man ihre typenspezifische Struktur und ihren Artenreichtum erhalten. In kleinflächig eingebetteten Bruchwaldinseln (z.B. bach- oder seeuferbegleitend) ist ein Nutzungsverzicht angezeigt.

6.1.2.2. Fagion

Gefährdung:
Zu den gefährdetsten Buchenwaldgesellschaften zählen in Schleswig-Holstein jene Vegetationstypen, die aufgrund spezifischer Standortsansprüche überwiegend Sonderbiotope besiedeln (Hordelymo-Fagetum, Subassoziations-Gruppe von Lathyrus vernus, Hordelymo-Fagetum geocorydaletosum, Hordelymo-Fagetum eu-corydaletosum). Auflichtungen des Waldsaumes oder -traufes (allochthoner Nährstoffeintrag, Veränderung des Waldinnenklimas) sowie starke Durchforstung (mechanische Bodenverwundung in Verbindung mit einer Verlichtung des Kronendachs) führen in den ohnehin nur kleinflächig entwickelten Beständen zu einem raschen Umbau der Feldschicht mit Ausfall typenspezifischer Sippen (Actaea spicata, Carex digitata, Hepatica nobilis, Lathyrus vernus, Corydalis cava, Corydalis intermedia u.a.; Ausbreitung von Aegopodium podagraria, Urtica dioica). Besonders betroffen sind Platterbsen-Waldgersten-Buchenwälder, die während der vergangenen Jahrzehnte einem besonders krassen Vegetationswandel unterlagen und auch gegenwärtig noch unterliegen. Wie Abbildung 75 zeigt, sind nahezu 60 % ehemaliger Vorkommen der für Platterbsen-Waldgersten-Buchenwälder bezeichnenden Sippen heute erloschen.

Je stärker die Neigung besiedelter Hangpartien, desto ungünstiger erweist sich ihre Bestandesstruktur gegenüber Imissionsbelastungen. Da das Kronendach infolge einer treppenartigen Anordnung der Bäume am Hang geöffnet ist, sind Einzelbäume gegenüber Luftschadstoffen vergleichsweise stark exponiert.

Schutzmaßnahmen:
Hangwälder sollten rechtzeitig und schonend durchforstet werden, um eine starke Auflichtung des Kronenraumes zu vermeiden. Absoluter Nutzungsverzicht auf ohnehin schwierig beerntbaren Hangbereichen würde dem Schutz der seltenen und gegenüber jeglicher Nutzungsform sensiblen Waldgesellschaften in idealer Weise Rechnung tragen. Im Kontaktbereich zu landwirtschaftlichen Flächen kann mittels Pufferzonen (Mindestbreite 50 m) eine "Ruderalisierung" der Feldschicht weitgehend unterbunden werden. In gleicher Weise günstig wirken sich Anlage oder Pflege des Waldsaumes oder -traufes aus (vgl. Kap. 6.1.4.). In manchen Beständen ist eine Steuerung des Besucherstroms zum Schutz der gegenüber Trittbelastung empfindlichen Feldschicht notwendig.

6.1.2.3. Quercion (Hochwälder)

Gefährdung:
Überwiegend auf Quercion-Standorten wurden und werden in Schleswig-Holstein aus forstökonomischen Überlegungen Nadelhölzer angebaut. Das für naturnahe Bestände charakteristische Artengefüge (Phanerogamen und Kryptogamen) verarmt dabei in dem Maße, mit dem der Nadelholzanteil in der Baumschicht steigt. Eine absolute Förderung erfahren Rubus fruticosus agg. und

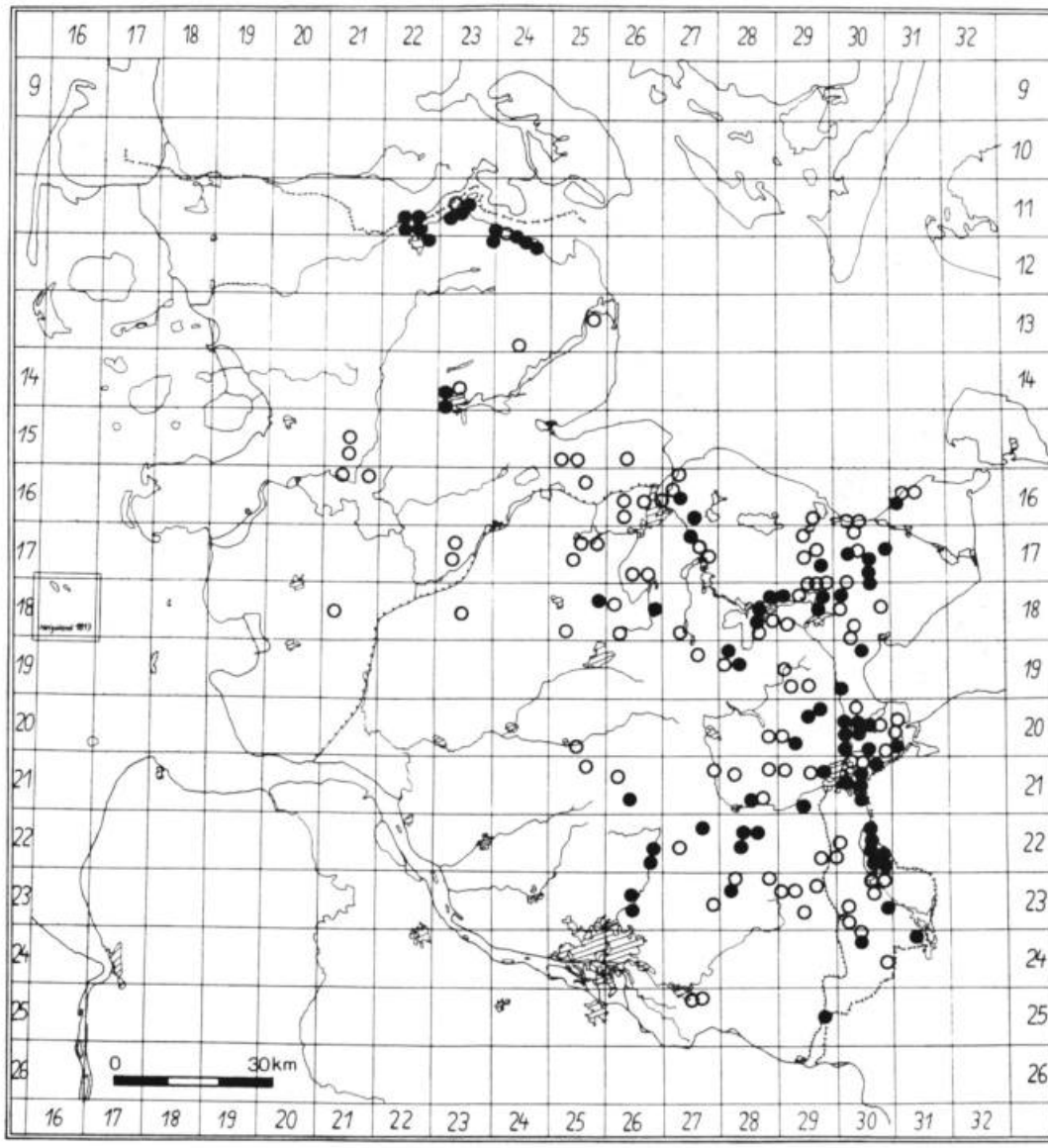


Abb.75: Ehemalige (○) und aktuelle (●) Vorkommen einiger für das Hordelymo-Fagetum (Lathyrus vernus-Subass.-Gruppe) bezeichnender Arten (Carex digitata, Hepatica nobilis, Lathyrus vernus; aus DIERSSEN et al. 1988)

Rubus idaeus, relativ begünstigt werden meist Avenella flexuosa, Dryopteris dilatata und Dryopteris carthusiana. Bezeichnende Quercion-Arten werden - infolge einer Verschlechterung des Lichtklimas - zurückgedrängt. In Drahtschmielen-Buchenwäldern der Jungmoräne können Hagerhumusdecken eine Naturverjüngung von Fagus über längere Zeit verhindern. Von forstlicher Seite versucht man der ausbleibenden Verjüngung durch Aufreißen des Bodens zu begegnen. Nachhaltig werden so bodenphysikalische wie -chemische Parameter verändert (Bodenverdichtung im Bereich der Fahrspur, Bildung standortsuntypischer Mikrostrukturen am Waldboden, verstärkte N-Mineralisation), die einen tiefgreifenden Wandel im Artengefüge der Feldschicht nach sich ziehen (mitunter starke Zunahme von Nitrophyten (Urtica dioica, Rubus idaeus) und Verdichtungszeigern (Juncus effusus, Deschampsia cespitosa)). Da Drahtschmielen-Buchenwälder häufig als "Waldsaumgesellschaft" (vgl. Kap. 5.2.1.) in Kontakt zu landwirtschaftlichen Nutzflächen stehen, besteht für ihre Bodenvegetation die Gefahr einer "Ruderalisierung".

Schutzmaßnahmen:
In Anbetracht der geringen Flächenausdehnung naturbelassener Quercion-Gesellschaften besteht aus Naturschutzsicht großes Interesse, stark mit Nadelhölzern durchsetzte Bestände sukzessive in Wälder mit naturnaher Bestockung umzubauen. Einer Bildung naturverjüngungshemmender Hagerhumusdecken kann durch sorgfältige Pflege der Waldsaum- (oder Trauf-) Bereiche (vgl. Kap.6.1.4.) sowie eine rechtzeitige und schonende Durchforstung von Drahtschmielen-Buchenwäldern begegnet werden. Diese Maßnahmen müssen darauf zielen, Fallaubverlagerungen im Waldrandbereich einzuschränken oder zu unterbinden. Sie sind zugleich geeignet, einer starken Verlichtung mit nachfolgender Entwicklung hochwüchsiger Saum- und Schlagflurarten entgegenzuwirken. Zu prüfen bleibt, inwieweit ein Aufreißen des Waldbodens selbst unter forstökonomischen Gesichtspunkten vertretbar ist (Aufwendungen für Personal- und Maschinenkosten müssen durch ein Mehr an produziertem Holz aufgefangen werden).

6.1.2.4. Quercion (Niederwälder)

Ursachen und Ausmaß des Florenwandels in Kratts wurden bereits im Rahmen der Gesellschaftsbeschreibung dargelegt (vgl. Kap. 5.3.2.2.2.), so daß im folgenden ausschließlich Pflegeempfehlungen gegeben werden. Sie verfolgen das Ziel, Kratts in ihrer für Schleswig-Holstein spezifischen Vegetation und Physiognomie zu erhalten.

Um den Artenschutz in Niederwäldern effektiver gestalten zu können, sind folgende Maßnahmen erforderlich (unter Mitberücksichtigung der vom ARBEITSKREIS FORSTLICHE LANDESPFLEGE (1984:61) gegebenen Empfehlungen; vgl. auch PETERKEN 1993:281ff):

- Behutsame Pflege der häufig viele Niederwälder umgebenden Gebüschmäntel (teilweise Knicks). Bei starkem Auslichten oder einem vollständigen "auf den Stock setzen" würden diese Mäntel ihre Wirkung als "Schmutzfänger" verlieren.

- Anlage von mindestens 50 m breiten Pufferzonen überall dort, wo Niederwälder unmittelbar an Agrarflächen grenzen. Günstigstenfalls sollten sie in ein bereits bestehendes Schutzgebiet einbezogen werden. Eine extensive Nutzung der Pufferzonen ließe sich über das Extensivierungsprogramm der schleswig-holsteinischen Landesregierung fördern.

- Untersuchungen zur Effektivität des Artenschutzes im Reher Kratt geben Anlaß, bisherige Pflegemaßnahmen zu überdenken (vgl. DIERSSEN und HÖPER 1984:65). Krattypische und schutzwürdige Arten wie Calamagrostis arundinacea, Carex montana und Polygonatum odoratum werden nach Kahlhieb der Flächen von höherwüchsigen Konkurrenten (Pteridium aquilinum, Frangula alnus u.a.) zurückgedrängt. Eine Förderung dieser Arten kann daher durch ein behutsames Auslichten der Baumschicht erreicht werden, indem nur einzelne, ältere Eichenstämme geschlagen werden. Die zeitliche Dauer des Buschwald-Stadiums würde dadurch verlängert, jene der stark schattenspendenden Adlerfarn- und Faulbaum-Stadien verkürzt. Die von empfindlichen Arten besiedelbare Fläche ließe sich zudem dadurch vergrößern, daß Durchforstungsmaßnahmen auch auf Bereiche ausgedehnt würden, die von Frangula dominiert werden.

- Eine stete Wiederholung des "Auf den Stock Setztens" vermindert die Vitalität der Stocklohden. Soweit eine Naturverjüngung nicht ausreicht, ist deshalb nach jedem Umtrieb eine Ergänzung mit Kernwüchsen empfehlenswert.

- Um die räumliche Präsenz aller (in Tab.27 gezeigten) Sukzessionsstadien in einem Krattbestand zu gewährleisten, bietet sich eine Einteilung der Krattfläche in "Schläge" an. Diese sollten in jeweils gleichem Zeitabstand (kalkulierbar aus Krattumtriebszeit dividiert durch Anzahl der Schläge) "auf den Stock" gesetzt werden. Der aufgezeigte Bewirtschaftungsmodus trägt zugleich der ehemaligen Nutzbestimmung von Niederwäldern Rechnung.

- Beim Aushieb sind die einzelnen Baumarten individuell zu behandeln. Baumarten, die am Rand des Abhiebes ausschlagen, sollen 3-5 cm über dem älteren Stockhieb, Arten, die bevorzugt weiter unterhalb des Abhiebs ausschlagen, etwas höher (5-10 cm über dem alten Stockhieb) abgeschlagen werden.

- Als beste Hiebszeit hat sich der Zeitraum nach Abklingen der strengsten Winterfröste bis zum Beginn des Saftsteigens erwiesen.

- Die Abhiebsfläche muß glatt sein und schräg zur Stammachse verlaufen, damit Wundränder rascher vernarben, keine Risse am Stock auftreten und Niederschlagswasser besser ablaufen kann. Das beim Hieb anfallende Material sollte möglichst vollständig von der Schlagfläche entfernt werden.

6.1.3. Gesichtspunkte des Artenschutzes

Führt man sich gegenwärtig bestehende Gefährdungsfaktoren einzelner Sippen der Querco-Fagetea vor Augen, so wird deutlich, daß bereits im Rahmen einer naturnahen Waldbewirtschaftung wesentlichen Zielen des Artenschutzes entsprochen werden kann. Allerdings ist ein Teil gefährdeter Arten in Schleswig-Holstein an Sonderhabitate gebunden. Hier können Populationen langfristig nur dann überdauern, wenn forstliche Eingriffe nicht zu einer nachhaltigen Veränderung

Tabelle 30a: Gefährdungsfaktoren (Spalten 1-9):
(Bedeutung der Symbole:
++: in Schleswig-Holstein wesentlicher Gefährdungsfaktor für die betrachtete Sippe,
+: in Schleswig-Holstein möglicher Gefährdungsfaktor für die betrachtete Sippe
O: Gefährdungsfaktor derzeit ohne erkennbaren Einfluß auf die Populationen der betr. Sippe

Arten\Gefährdungsfaktoren	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Actaea spicata	++	+	+	O	O	++	++	O	O
Allium ursinum	+	O	+	+	O	+	++	O	O
Blechnum spicant	++	+	++	O	O	++	+	++	O
Bromus ramosus agg.	++	+	+	O	O	+	++	O	O
Campanula latifolia	++	+	+	O	O	+	++	O	+
Carex digitata	++	+	+	O	O	+	++	O	O
Carex pendula	++	+	+	O	++	+	++	O	O
Cephalanthera damasonium	++	+	+	+	O	+	++	O	+
Circaea alpina	+	O	+	+	++	+	++	O	O
Circaea x intermedia	+	O	+	+	++	+	++	O	O
Hepatica nobilis	++	+	+	O	O	++	++	O	++
Hieracium fuscocinereum	++	+	+	O	O	+	++	O	O
Lathyrus vernus	++	+	+	O	O	++	++	O	O
Luzula sylvatica	+	O	++	O	O	+	+	+	O
Neottia nidus-avis	+	O	+	+	+	++	++	O	O
Orchis mascula	+	O	+	O	++	++	++	O	+
Platanthera chlorantha	+	O	+	O	++	++	++	O	+
Polygonatum odoratum	+	O	++	+	O	O	++	O	O
Polygonatum verticillatum	+	O	+	+	O	++	++	O	O
Primula vulgaris	++	+	+	+	+	++	++	O	++
Thelypteris limbosperma	++	+	++	O	O	+	+	++	O
Ulmus laevis	+	O	+	O	++	+	++	O	O

zu Tab.30a:

Gefährdungsfaktoren	Schutz-/Pflegemaßnahmen
1: Mechanische Zerstörung der Wuchsorte oder Pflanzen bei Holzeinschlag/Holzrücken	Schonende Rückeverfahren(z.B. mit Pferden), Nutzungsverzicht
2: Mechanische Zerstörung der Wuchsorte oder Pflanzen durch Waldbesucher (Trittbelastung)	Lenkung des Besucherstroms, Sperrung betroffener Bereiche
3: Allochthoner Nährstoffeintrag/ Eutrophierung	Entwicklung eines geschlossenen Waldsaumes bzw. -traufes, Pufferstreifen zu angrenzenden Agrarflächen
4: Überhöhter Wildbestand	Regulierung der Wildbestände, Gatterung besonders schutzwürdiger Bereiche
5: Entwässerung/Bodenmelioration	Verzicht auf Meliorationsmaßnahmen
6: Starke Durchforstung (Freistellung)	Schonende Durchforstung, Rücksichtnahme auf Sonderbiotope und Vermeidung schematischer Eingriffe
7: Nadelholz- bzw. Pappelanbau	Ausschließlich Anbau und Förderung von Gehölzarten der pot. nat. Vegetation
8: Bodenverwundung zur Förderung der Naturverjüngung	Verzicht auf Bodenbehandlung in besonders schutzwürdigen Bereichen
9: Sammelaktivität von Waldbesuchern	Lenkung des Besucherstroms, Sperrung betroffener Bereiche

jeweils spezifischer Standortsverhältnisse führen. Holzproduktion sollte auf solchen Flächen daher nachrangiges Nutzungsziel sein.

Ihren Habitatansprüchen gemäß gelten für Waldphanerogamen und -kryptogamen unterschiedliche Schutzbedingungen. Sie werden im folgenden deshalb getrennt erörtert.

Tabelle 30b: Gefährdungsgrad nach Roter Liste (MIERWALD 1990; Spalte 1) und soziologische Einbindung

	1	Soziologische Einbindung in S.-H.
Actaea spicata	4	Hordel.-Fagetum (Lathyrus-Subass.-Gr.)
Allium ursinum	4	Hordelymo-Fagetum (Coryd.-Subass.)
Blechnum spicant	3	Quercion
Bromus ramosus agg.	3	Hordel.-Fagetum (Lathyrus-Subass.-Gr.)
Campanula latifolia	3	Hordelymo-Fagetum (Coryd.-Subass.)
Carex digitata	4	Hordel.-Fagetum (Lathyrus-Subass.-Gr.)
Carex pendula	4	Alno-Ulmion
Cephalanthera damasonium	1	Hordel.-Fagetum (Lathyrus-Subass.-Gr.)
Circaea alpina	2	Alno-Ulmion
Circaea x intermedia	2	Alno-Ulmion
Hepatica nobilis	2	Hordel.-Fagetum (Lathyrus-Subass.-Gr.)
Hieracium fuscocinereum	4	Hordel.-Fagetum (Lathyrus-Subass.-Gr.)
Lathyrus vernus	2	Hordel.-Fagetum (Lathyrus-Subass.-Gr.)
Luzula sylvatica	4	Quercion
Neottia nidus-avis	2	Fagetalia
Orchis mascula	3	Alno-Ulmion
Platanthera chlorantha	3	Alno-Ulmion
Polygonatum odoratum	2	Betulo-Quercetum (Galium-Nutz.form)
Polygonatum verticillatum	1	Fagetalia
Primula vulgaris	3	Fagetalia
Thelypteris limbosperma	2	Avenella flex.-Fagus syl.-Gesellschaft
Ulmus laevis	3	Alno-Ulmion

6.1.3.1. Phanerogamen

In Schleswig-Holstein werden derzeit etwa 40 für Gesellschaften der Querco-Fagetea bezeichnenden Arten (inklusive Neophyten) auf der "Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen" geführt (Gefährdungsgrad 0-4, nach MIERWALD 1990). Die für einzelne Sippen gegenwärtig wirksamen Gefährdungsfaktoren und daran geknüpfte Schutz- und Pflegemaßnahmen gehen aus Tabelle 30 a) und b) hervor (Beziehungen sind durch entsprechende Symbole markiert), wobei ausschließlich indigene Sippen mit heute noch bekannten Vorkommen berücksichtigt werden (Fehlen von Arten der Gefährdungskategorie 0). Anhand der Tabellenspalte "Soziologische Einbindung" ist zugleich ersichtlich, welche Waldgesellschaften bei entsprechendem Eingriff (Störung) einem Artenschwund beziehungsweise einem Wandel ihrer Artengarnitur unterliegen.

Die in Tabelle 30 a) gegebene Einschätzung zeigt, daß hauptsächlich forstliche Maßnahmen (Gehölzartenwahl, Durchforstung und Holzbringung) Schutz und Entwicklungsperspektiven heute seltener Waldsippen mitbestimmen (vgl. ferner THIELCKE 1978:470, HEYDEMANN 1982, WINTERHOFF et al. 1984:165, ZACHARIAS und BRANDES 1990, FISCHER 1992, BRUNET 1993). Ziele des Artenschutzes lassen sich in Wirtschaftswäldern somit nur dann realisieren, wenn sich forstliches Handeln weitaus stärker als bisher an den Grundsätzen einer naturnahen Waldbewirtschaftung orientiert.

6.1.3.2. Kryptogamen

Im Gegensatz zu Phanerogamen sind Kryptogamen in Wäldern - als überwiegend konkurrenzschwache Sippen - weitaus stärker auf Sonderhabitate angewiesen, um stabile Populationen aufbauen zu können. Von schematischen und auf waldstrukturelle Vielfalt nivellierend wirkenden Eingriffen sind sie daher in besonderem Maße betroffen. Nachfolgende Liste versucht, die wirksamsten und im Rahmen naturnaher Forstwirtschaft (vgl. Kap.6.1.1.) durchführbaren Schutzmaßnahmen für Waldkryptogamen aufzuzeigen. Durch in Klammern angefügte Abkürzungen wird angegeben, zum Schutz welcher Kryptogamengruppe die angeführten Maßnahmen vorrangig geeignet sind (M für Moose, Fl für Flechten, Fa für Farne, P für Pilze; in Anlehnung an Empfehlungen des ARBEITSKREISES FORSTLICHE LANDESPFLEGE 1984:133ff; vgl. ferner WINTERHOFF et al. 1984:165 und WIRTH 1984:152ff, RASSMUS 1991:124ff):

- Wuchsorte mit größeren Vorkommen seltener Waldkryptogamen sollten - in Absprache mit jeweils zuständigen Forstämtern - möglichst schonend oder gar nicht genutzt werden (M, Fl, Fa, P). Einschneidende Änderungen des Lichtklimas (z.B. infolge starker Durchforstung) führen häufig zum sukzessiven Ausfall betroffener Populationen. Bei zwingender Verjüngung muß der umgebende Baumbestand möglichst schonend und unter Erhaltung eines angemessenen Belichtungsgrades in die neue Bestandesgeneration überführt werden;

- Erhaltung älterer Einzelbäume oder Altholzinseln mit Vorkommen seltener Waldkryptogamen (M, Fl, P);

- Totholz (am stehenden und liegenden Stamm) sollte in angemessenem Umfang im Bestand belassen werden (Fl, P; vgl. AMMER 1991);

- Pflege naturnaher Wald- und Bestandesränder; vergraste Böschungsschultern an Wegen und Gräben sollten besonders geschont werden (P);

- Schutz und schonende Pflege meist nur kleinräumig entwickelter Sonderstandorte (z.B. Trokken-, Feucht-, Schatthang- und Hangfußbereiche sowie Erosionsrinnen und Gewässerläufe mit intakter Morphologie; M, Fl, Fa, P);

- Laubholzerhaltung in Quellbereichen und an Bachläufen (M, Fa);

- Die Baumartenwahl sollte sich am jeweils standortsspezifischen Artengefüge der potentiellen natürlichen Vegetation orientieren (M, Fl, Fa, P).

6.1.4. Entwicklung und Pflege von Waldrand- und -traufbereichen

Umfassender Biotopschutz im Wald sollte darauf zielen, auch Waldrand- und -traufbereiche in geeigneter Weise zu entwicklen oder zu pflegen (vgl. OTTO 1994:187f). Intakte Waldränder können allochthonen Nährstoffeintrag aus angrenzenden Agrarflächen sowie Laubverlagerungen mit nachfolgender Bodenversauerung verhindern. An Bestandesrändern gewährleisten sie ein waldtypisches Lichtklima und bieten als Ökokline bezeichnenden Sippen verschiedener Saumgesellschaften Lebensraum (vgl. ZACHARIAS 1990).

Für eine Entwicklung und Pflege von Waldrand- und -traufbereichen können folgende Richtlinien gelten (unter Mitberücksichtigung der vom ARBEITSKREIS FORSTLICHE LANDESPFLEGE (1984:34f) gegebenen Empfehlungen:

- Waldaußenränder sollten stufig und im Idealfall aus drei ineinander übergehenden Zonen (Sträucher, Laubbäume II. und Laubbäume I. Ordnung) aufgebaut sein.

- Sie sollten so dimensioniert sein, daß die Tiefe wind- und sonnenseitiger Ränder 20 bis 30 m, jener in Lee- und Schattenlagen 10 bis 20 m beträgt.

- Nach Waldneubegründung entwickelt sich der äußere und zunächst strauchfreie Waldrandbereich am besten natürlich. Sofern eine künstliche Begründung notwendig erscheint (Windschutz, Puffer zu angrenzenden Agrarflächen etc.), sind im weiten Pflanzverband heimische und standortsgerechte sowie möglichst reich blühende und fruchtende Strauch- beziehungsweise Baumarten zu verwenden.

- Als besonders günstig erweist sich dabei, geradlinige und streng schematische Pflanzmuster zu vermeiden. Einbuchtungen wie Vorsprünge erhöhen die Randlänge und Strukturvielfalt des Saumes (eine extensive Nutzung angrenzender Flächen unterstellt).

- Häufig müssen Stufigkeit und Mischung aus bereits bestehenden Jungbestandesrändern herausgearbeitet werden. Neben einer rechtzeitigen Läuterung und Durchforstung des Waldrandes sind insbesondere tiefwurzelnde Sträucher, Bäume II. Ordnung und Lichtbaumarten zu fördern.

- Soweit ein gut aufgebauter und ausreichend breiter Waldaußenrand besteht, ist er bei der Nutzung des Altbestandes zu erhalten und kleinflächig aus sich heraus allmählich in Form einer Dauerbestockung zu erneuern. Behutsam müssen Erneuerungen von Waldtraufbereichen eingeleitet werden, da diese aufgrund ihrer geringen Tiefe besonders rasch verlichten.

6.2. Naturwaldreservate

Naturwaldreservate sind - im Gegensatz zu Urwäldern - ehemals genutzte und forstlich bewirtschaftete Waldflächen. Sie wurden meist erst vor wenigen Jahrzehnten aufgrund bestimmter Kriterien als Waldschutzgebiete ausgewählt, in denen nun jeglicher Nutzungseingriff unterbleibt und damit eine von direktem menschlichen Einfluß ungestörte Bestandesentwicklung möglich werden soll. Ihr Schutzstatus ist durch Wald- beziehungsweise Forstgesetze und forstinterne Regelungen der Bundesländer langfristig festgelegt.

Die Idee, Naturwaldreservate einzurichten (auch "Naturwaldzellen", in Schleswig-Holstein "Naturwaldparzellen", in Baden-Württemberg "Bannwälder" genannt), entstand in der Bundesrepublik bereits zu Beginn dieses Jahrhunderts. Angeregt durch ROBERT GRADMANN (1900:412, vgl. auch DIETRICH 1981:83, BÜCKING und REINHARDT 1985:143) entstand erstmalig im Jahre 1911 unter der württembergischen Staatsforstverwaltung ein Waldschutzgebiet im Nordschwarzwald. Von forstwissenschaftlicher Seite forciert, fand die Thematik der Naturwaldreservate in den folgenden Jahrzehnten eine ständige Weiterentwicklung (vgl. HESMER 1934, HUECK 1937, SCAMONI 1953a, BLANCKMEISTER 1966, TRAUTMANN 1969, 1976a). Derzeit gibt es im Gebiet der westlichen Bundesländer 420 Reservate mit einer Gesamtfläche von 10727 ha (BOHN und WOLF 1989). Etwa ein Viertel der Reservate ist zugleich Naturschutzgebiet (WOLF 1988:167). Die folgenden Ausführungen zu Bedeutung, Ausweisung und Entwicklungsperspektiven von Waldreservaten nehmen auf HÄRDTLE (1990a) Bezug.

6.2.1. Zur Bedeutung von Naturwaldreservaten

Naturwaldreservate dienen dem Schutz und der Wiederherstellung natürlicher Waldlebensgemeinschaften in ihrer für den Lebensraum typischen Arten- und Formenvielfalt. Sie haben damit keineswegs nur ästhestischen und ideellen Wert (vgl. hierzu LAMPRECHT 1971:25, SCHMITHÜSEN 1973:1). Mit zunehmendem Landschaftswandel wächst auch die ökologische Bedeutung solcher, dem menschlichen Einfluß weitgehend entzogener Inseln. Der Schutz seltener oder vom Aussterben bedrohter Tier- und Pflanzenarten ist dabei nicht einziges ökologisches Wertungskriterium. Allein Naturwaldreservate geben als "Nullparzellen" und Repräsentanten der potentiellen natürlichen Vegetation eine Eichskala für die Einschätzung kulturbedingter Landschaftsveränderungen (vgl. GRIESE 1989).

Für Wirtschaftswälder läßt sich ein Ausfall etlicher Lebensgemeinschaften und damit ein destabilisiertes System miteinander vernetzter Nahrungsketten belegen (ULRICH 1981b). Aufgrund festgelegter Umtriebszeiten ist im Wirtschaftswald besonders die Alterungsphase mit starkem Baumholz zeitlich erheblich verkürzt; eine für den Naturwald typische Zerfallsphase mit hohem

Totholzanteil fehlt ganz (vgl. STEIN 1981:98). In bewirtschafteten Buchenwäldern dürfte die Alterungsphase um mehrere Jahrzehnte, auf Optimalstandorten der Buche wahrscheinlich bis zu über 150 Jahre kürzer sein als im Naturwald. Wirtschaftswäldern fehlen daher die für Alters- und Zerfallsphasen charakteristischen Lebensgemeinschaften. Wie floristische und faunistische Untersuchungen belegen, sind insbesondere Buchen-Altholzbestände außergewöhnlich artenreich (BUCHMANN 1981:120, HASENKAMP 1981:116, HÖLZINGER und KROYMANN 1981:123, DORKA 1981, PHILIPPI 1981, ARBEITSKREIS FORSTLICHE LANDESPFLEGE 1984:30, PRILL 1987:59). JESCHKE (1988:10f) wertet dementsprechend Zerfalls- und anschließende Verjüngungsphase als biologisch wohl interessanteste Entwicklungsetappe naturnaher Wälder.

Von forstlichen Eingriffen sind Moose, Flechten und Pilze besonders betroffen (WILMANNS 1967:76ff, WIRTH 1976:180ff, 1978:146ff, PHILIPPI 1981:20f). Sie reagieren zum einen empfindlich auf eine Freistellung ihrer Standorte nach Holzeinschlag, da mit einer Änderung des Lichtklimas gleichzeitig auch Änderungen der Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse einhergehen. Zum anderen kann fehlendes Totholzangebot im Wirtschaftswald ein Überleben der Populationen verhindern. Eine forstökonomisch orientierte Umwandlung produktionsschwacher Buchen-Eichenwälder in Nadelholzforste hat zusätzlich den Rückgang zahlreicher Waldkryptogamen beschleunigt. Die meisten der epiphytisch vorkommenden Flechtenarten bevorzugen innerhalb der Wälder Altholzbestände, wobei ihre Vorkommen nahezu ausschließlich auf Laubholz begrenzt bleiben (PHILIPPI 1981:21, JACOBSEN 1992:178). Das Überleben zahlreicher, in Schleswig-Holstein bereits vom Aussterben bedrohter Flechtenarten (beispielsweise der Lungenflechte Lobaria pulmonaria) ist nur möglich, wenn Bäumen mit bewachsenen Stämmen auch über ihr Umtriebsalter hinaus Entwicklungsmöglichkeiten gegeben werden. Von WIRTH (1978:146f) in Baden-Württemberg durchgeführte Untersuchungen belegen, daß gerade eine Entnahme von Althölzern sowie Rodungen alter Bestände zu einer drastischen Verarmung der Flechtenflora führt. Die Mehrzahl der in diesem Bundesland auf der "Roten Liste" geführten rindenbewohnenden Flechtenarten ist daher in erster Linie durch forstliche Maßnahmen gefährdet. Eine Wiederansiedlung vieler Sippen ist - wenn überhaupt - erst nach mehreren Jahrzehnten möglich. Vollständige Entnahme von Althölzern oder kleinflächiger Kahlschlag kann daher zum endgültigen Aussterben einer Art am betreffenden Ort führen. Überdies werden Ausbreitung und Neuansiedlung von Flechtenarten mit einer Verminderung der Zahl geeigneter Wuchsorte oder einer Verkürzung der Lebensdauer ihrer Habitate aufgrund abnehmender Diasporenproduktion und Verlängerung der Transportwege zunehmend unwahrscheinlicher. Schutz und Sicherung von Einzelbäumen oder Altholzbeständen mit hohem Diasporenreservoir sind wichtige Anliegen der Ausweisung von Waldreservaten.

Ähnlich den Flechten zeigen auch parasitische Großpilze eine deutliche Bindung an Altholz. Nur auf Altholz bilden sie - vorzugsweise an Buchenstämmen - die für ein Überleben der Sippen not-

wendigen Fruchtkörper (vgl. SCHWABE u. KRATOCHWIL 1987:75ff). Etwa zwei Prozent der bei uns heimischen Pilzarten sind obligat an Altholz gebunden (PHILIPPI 1981:22). Besonders saprophytische Pilze finden in Naturwäldern aufgrund des dort anfallenden Totholzes gute Überlebensmöglichkeiten (vgl. WINTERHOFF 1978:164).

Nicht nur in Schleswig-Holstein sind zudem hohe Wilddichten ein forstliches Problem. Selektiver Verbiß von Knospen oder Trieben sowie hoher Vertritt im Bereich der Wildwechsel und Wildfütterungsstellen können langfristig zu einer qualitativen und quantitativen Veränderung der Waldflora (und damit auch der Waldbodenfauna) führen (vgl. KLÖTZLI 1965, REIMOSER 1986, ELLENBERG, Her. 1986:339, 1988:55, WOLF 1988:171f und Kap. 6.1. vorl. Arb.). Betroffene Bestände erreichen nicht ihre potentielle, typenspezifische Struktur- und Artenvielfalt. In Naturwaldreservaten kann demgegenüber durch Gatterung ausgewählter Bereiche eine natürliche Verjüngung der Baumarten und damit auch eine natürliche Bestandesentwicklung ermöglicht werden. Obwohl eine von Wildäsung völlig freigehaltene Waldfläche gleichfalls nicht einem natürlichen Zustand entspricht, gewährleistet eine Gatterung - gemessen an heute bestehenden Wilddichten - dennoch eine vergleichsweise naturnahe Bestandesentwicklung (vgl. SEIBERT und HAGEN 1974:281). Sie setzt - ohne Gatterung der Flächen - eine drastische Reduktion der meist stark überhöhten Wilddichten voraus.

Nur in Naturwäldern läßt sich die natürliche Dynamik von Waldökosystemen studieren. Beobachtungen zum Ablauf von Verjüngungszyklen (Verjüngungsdynamik) und ihrer Abhängigkeit von Standortseigenschaften (Verjüngungsökologie) sowie zur natürlichen Konkurrenz der Baumarten (Konkurrenzdynamik) liefern wertvolle Erkenntnisse in forstwissenschaftlich-waldbaulichen Fragen, insbesondere zur naturnahen Waldbewirtschaftung (BLANCKMEISTER 1966:227f, NIEMANN 1968:273f, ARBEITSKREIS FORSTLICHE LANDESPFLEGE 1984:64, BÜCKING und REINHARDT 1985:150). Naturnaher Waldbau wird daher nicht ohne Orientierung an den im Naturwald ablaufenden Prozessen auskommen. Er ist gleichermaßen darauf angewiesen, daß in Waldreservaten eine den unterschiedlichen Standortsbedingungen entsprechende Fülle verschiedener Waldtypen konserviert wird, um eine zeitliche und räumliche Entwicklung der Bestandesstruktur vegetationstypen- beziehungsweise standortsabhängig studieren zu können. Waldflächen mit naturferner Bestockung sind demgegenüber als Studienobjekte einer natürlichen Bestandesdynamik ungeeignet (NIEMANN 1968:276f).

Ein Ausweisungsprogramm für Reservate wird der oben dargelegten Bedeutung von Naturwäldern nur dann in vollem Umfang Rechnung tragen, wenn bundesweit alle landschafts- und naturraumtypischen Waldgesellschaften mit repräsentativen Beständen in Reservaten vertreten sind.

Einem System von Waldschutzgebieten sollten neben Naturwaldreservaten zusätzlich solche Gebiete angeschlossen werden, in denen bestimmte physiognomische Waldtypen - beispielsweise

Mittel- oder Niederwälder - erhalten werden sollen. Sie bilden als "Kulturschutzgebiete" (in Baden-Württemberg auch "Schonwälder" genannt) ein Pendant zum Naturwaldreservat. Für ihre Erhaltung sind - im Gegensatz zum Waldreservat - pflegende Eingriffe notwendig (so zum Beispiel bei Kratts in Schleswig-Holstein; vgl. auch TRAUTMANN 1976b:107). Um möglichen Interessenkonflikten vorzubeugen, die aus gegenüber Reservatsausweisungen abweichenden Schutzzielen erwachsen könnten (vgl. BÖTTCHER 1985), sollte in Schutzbestimmungen eine entsprechende Bewirtschaftungs- oder Pflegerichtlinie eindeutig festgelegt sein. Der Auswahl solcher Waldschutzgebiete liegt daher ein von der Naturwaldreservatsausweisung abweichender Kriterienkatalog zugrunde (vgl. Kap. 6.2.2.). Er sollte - bezogen auf die für Schleswig-Holstein typischen Kratts - in erster Linie bestandesphysiognomische Merkmale berücksichtigen (Erhaltung verschiedener Entwichlungsstadien nach einem "auf den Stock setzen" der Bestände). Kratts dokumentieren eine aus landschafts- und kulturgeschichtlicher Sicht bedeutsame Form der Niederwaldwirtschaft, die in manchen Beständen Schleswig-Holsteins über mehrere Jahrhunderte praktiziert wurde. Da eine Fülle seltener Arten in solchen Lebensräumen Sekundärstandorte finden (vgl. DIERSSEN und HÖPER 1984:42f), gewinnen in Kulturschutzgebieten zusätzlich Kriterien des Artenschutzes an Bedeutung (TRAUTMANN 1976a:72, BÜCKING 1985:63f).

6.2.2. Kriterien zur Ausweisung von Naturwaldreservaten

Zur Auswahl, Abgrenzung und Bewertung von Waldreservaten kann - ohne Anspruch auf Vollständigkeit - folgender Kriterienkatalog dienen. Er ist vegetationskundlich ausgerichtet (vgl. BOHN 1981:264f), da Strukturparameter der Vegetation Nischenreichtum und -qualität von Waldökosystemen wesentlich mitbestimmen (BÜCKING und REINHOLD 1985:148).

Repräsentativität: Für Reservate ausgewählte Bestände sollen Waldgesellschaften oder Gesellschaftskomplexe (Vegetationsmosaike oder -zonierungen) repräsentieren, die für einen Naturraum Schleswig-Holsteins (Östliches Hügelland, Sander, Hohe Geest) bezeichnend sind. Ihre Verteilung und Häufigkeit in verschiedenen Reservaten kann entsprechend ihres potentiellen Flächenanteils im jeweiligen Naturraum bemessen werden (vgl. TRAUTMANN 1971:203).

Naturnähe: Artengefüge und Bestandesstruktur (Baumartenkombination, Schichtenaufbau, Lebensformen-Spektrum) sollten weitgehend naturnahen Charakter haben. Orientierungshilfe geben Beschreibungen der potentiellen natürlichen Vegetation (vgl. HÄRDTLE 1989a).

Unversehrtheit: Eine natürliche Bestandesentwicklung wird durch nachhaltig wirkende Standortsveränderungen beeinträchtigt. Negative Auswirkungen haben (auch nur lokal begrenzte) Bodenverwundungen, Ablagerungen von Müll oder Schutt, Zerschneidung durch breit angelegte Wege oder Straßen, Bodenverdichtung, Veränderungen im Nährstoffhaushalt durch Eutrophierung sowie Eingriffe in den Wasserhaushalt. Für Reservate sollten daher möglichst störungsfreie Bereiche ausgewählt werden.

Flächengröße: Um eine natürliche, von äußeren Einflüssen möglichst ungestörte und gleichermaßen typenspezifische Waldentwicklung zu gewährleisten, darf die Ausdehnung von Reservaten eine bestimmte Mindestflächengröße nicht unterschreiten. Kriterien zur Ableitung der Minimal-

flächengröße von Waldreservaten müssen sich an der Struktur der Gehölzkomponente orientieren (vgl. NIEMANN 1968:280), da von ihr eine raum-zeitliche Änderung der Bestandesstruktur abhängt. Eine natürliche, gehölzkomponentenspezifische Struktur (die sich aus Parametern wie Mischungsanteilen, Kronenschluß, Größe der Naturverjüngungsflächen, Stärkeklassenverteilung u.a. ergibt) wird sich in einem Waldreservat nur dann entwickeln können, wenn auch der dafür erforderliche Raum zur Verfügung steht. Fehlt er oder ist er zu gering bemessen, so kann diese Struktur nicht oder nur in untypischer Weise entstehen. Gleichfalls ließe sich das Nebeneinander verschiedener Entwicklungsphasen, ihr wechselseitiger Einfluß und ihre raum-zeitliche Entwicklung nicht studieren. Die Reservatsausweisung hätte ihr Ziel verfehlt.

Struktur- und Verjüngungsdynamik geben somit ein Maß für die Größe von Waldreservaten vor. Nach FRÖHLICH (1954) und RUBNER (1960) bildet ein einzelner umgestürzter Baum die kleinste denkbare Verjüngungs- oder horizontale Struktureinheit (vgl. NIEMANN 1968:282). Ihre Größe ergibt sich aus einer Kreisfläche, deren Radius die potentielle Oberhöhe der höchstwüchsigen Baumart innerhalb der durch das Reservat zu repräsentierenden Waldgesellschaft ist (bei Buchen auf günstigen Standorten etwa 7500 m^2). Berücksichtigt man die aus der Urwaldforschung bekannte Rhythmik einer langfristigen Bestandesdynamik (vgl. MAGIN 1959 in NIEMANN 1968:283, MAYER 1971:56ff), so vergrößert sich das für ein Waldreservat notwendige Minimumareal entsprechend der Anzahl unterscheidbarer Entwicklungsphasen (in der Regel lassen sich als einzelne Entwicklungsetappen Verjüngungsphase, Optimalphase, Terminalphase und Zerfallsphase unterscheiden). Werden Randschutzstreifen ("Pufferzonen", vgl. unten) in eine Flächenkalkulation einbezogen, so erhält man für Totalreservate der verbreitetsten mitteleuropäischen Waldgesellschaften eine **Mindestfläche von etwa 5 ha**. Sie wird heute von Forstökologen allgemein als Minimalbedarf für Waldreservate angegeben (vgl. SEIBERT und HAGEN 1974:279, ARBEITSKREIS FORSTLICHE LANDESPFLEGE 1984:65, BÜCKING 1985:60).

Folgende Voraussetzungen müssen zusätzlich gegeben sein:

a) das Reservat muß ein günstiges Grundriß/Flächen-Verhältnis aufweisen (ideal ist ein quadratischer oder kreisförmiger Grundriß).

b) es müssen homogene Standortsverhältnisse bestehen; integriert ein Reservat verschiedene Waldgesellschaften, so muß zur Berechnung des Flächenbedarfs deren Anzahl entsprechend mit 5 ha multipliziert werden; **in der Regel sind daher Reservatsflächengrößen von 15-25 ha erforderlich** (vgl. NIEMANN 1968:286, HORLITZ 1994:111ff).

c) das Reservat sollte - möglichst bestandeszentral - in eine größere naturnah bewirtschaftete Waldfläche eingebettet sein.

Bestandesalter: Ein wesentliches Kriterium zur Ausweisung von Waldreservaten ist das Bestandesalter. Während naturnah bewirtschaftete Wälder bis zum Umtriebsalter einen zum Urwald ähnlichen Aufbau zeigen (vgl. ELLENBERG 1978:120), sind Alters- (Terminal-) und Zerfallsphase nur für Urwälder (bzw. Naturwälder) charakteristisch. Im Wirtschaftswald fehlen diese Entwicklungsphasen. Die natürliche Dauer der Erneuerungszyklen verkürzt sich dementsprechend um bis zu 200 Jahre. Daher sind Wirtschaftswälder im Vergleich zu Urwäldern strukturell stark verarmt. Dem Ziel, Reservate mit urwaldspezifischen Bestandesstrukturen zu entwickeln und gleichzeitig den dafür bezeichnenden Biozoenosen Lebens- und Überlebenschancen zu bieten, kann dann rasch entsprochen werden, wenn vorrangig Bestände hohen Alters aus forstlicher Nutzung entlassen werden. Erst mit der Terminal- und Zerfallsphase stellt sich in Waldreservaten eine gegenüber Wirtschaftswäldern ökologisch höherwertige Strukturqualität ein. Die das Reservat umgebende Kulturlandschaft würde gleichermaßen um diese Strukturtypen bereichert.

Vielfalt: Zur Ausweisung ausgewählte Bestände sollten die aus Trophie- und Feuchtigkeitsunterschieden resultierende Variationsbreite eines Vegetationstyps widerspiegeln. Bei der Dimensionierung eines Reservates müssen solche Unterschiede entsprechend berücksichtigt werden.

Gefährdung und Seltenheit: Gefährdet sind Gesellschaften, die infolge von Standortsveränderungen (Entwässerung, Eutrophierung) oder Bestandesumwandlung (z.B. Laubwälder in Nadelholzforste) stark im Rückgang begriffen sind (vgl. DIERSSEN et al. 1988). Bestände gefährdeter oder bereits heute seltener Waldtypen (gleichgültig, ob anthropogen oder durch natürliche Standortsverhältnisse bedingt) sollten für einen rasch wirksamen Schutz bei Reservatsausweisungen vorrangig berücksichtigt werden (vgl. HUSE 1976:64f).

Pufferzonen: Pufferzonen sind notwendig, um Umgebungseinfluß auf Waldreservate zu mindern (LAMPRECHT 1971:27). Sie bieten Schutz vor Immissionen und allochthonem Nährstoffeintrag, verhindern eine störende Verjüngung standortsfremder Gehölzarten im Reservat und gewährleisten ein waldspezifisches Bestandesklima. Untersuchungen FLEMMINGs (1964, zit. nach NIEMANN 1968:279) zufolge wirkt der Freilandeinfluß auf das Waldinnenklima über eine Distanz, die etwa dem Fünffachen der Bestandeshöhe entspricht. Daher sollten zwischen Reservatsgrenzen und landwirtschaftlichen Nutzflächen Schutzstreifen mit einer Breite von etwa 200 m eingerichtet werden (NIEMANN 1968:279). Sind Reservate in naturnah bewirtschaftete Waldflächen eingebunden, ist in der Regel eine Pufferzonenbreite der ein- bis zweifachen Baum-Oberhöhe ausreichend.

6.2.3. Zur Situation der "Naturwaldparzellen" in Schleswig-Holstein

Seit 1982 werden auch in Schleswig-Holstein - als letztem Flächen-Bundesland - "Naturwaldparzellen" eingerichtet. Die Parzellen gliedern sich in eine gegatterte Kernzone und einen gleichfalls forstlich ungenutzten Umfassungsbereich. Derzeit existieren in Schleswig-Holstein 49 Naturwaldparzellen mit einer Gesamtfläche von 220 ha (Stand 1989). Die durchschnittliche Flächengröße beträgt in der Kernzone etwa 1.2 ha, einschließlich des Umfassungsbereiches etwa 4,5 ha.

Damit unterschreiten die Schutzgebiete eine im Sinne der Zielsetzung von Reservatsausweisungen notwendige Mindestfläche. Ein Teil der Parzellen entbehrt Pufferzonen und steht in unmittelbarem Kontakt zu Erschließungswegen, Straßen oder Agrarflächen. In diesen Beständen haben sich bereits heute (teilweise wohl auch vor ihrer Ausweisung als Naturwaldparzelle) die Artenspektren der Feldschicht zugunsten lichtliebender Saum- oder Schlagflurarten verschoben. Charakteristische Waldarten fallen weitgehend oder ganz aus. Ein Teil der Parzellen läßt deutliche Spuren einer starken und mit schweren Rückemaschinen durchgeführten Durchforstung erkennen (starke Bodenverwundungen, stark geöffnetes Kronendach). Viele der heute bestehenden Naturwaldparzellen des Landes werden daher allenfalls den Ansprüchen "forstlicher Dauerquadrate" gerecht, tragen aber keinesfalls den von forstlicher Seite mit einer Ausweisung der Parzellen formulierten Zielvorgaben Rechnung ("Orientierungshilfe für eine naturnahe Forstwirtschaft mit einem Waldbau auf ökologischer Grundlage"; WEISS 1989). Zielführender wäre gewesen, die in Schleswig-Holstein aus forstlicher Nutzung entlassene Fläche von 220 ha beispielsweise auf 10 Reservate mit dann etwa 22 ha Flächengröße zu verteilen anstatt auf 49 "Parzellen" - in Anbetracht der Waldverteilung des Landes ein Schritt, der durchaus realisierbar gewesen wäre.

6.2.4. Gegenwärtige Repräsentanz verschiedener Waldtypen in Naturwaldparzellen des Landesteils Schleswig

Zur Flächenbilanzierung der in Naturwaldparzellen des Landesteils Schleswig vorkommenden Waldgesellschaften wurden alle Kernzonen entsprechender Schutzgebiete kartiert. Der Wunsch nach einer ausgewogenen Verteilung der Parzellen sowie die im Landesteil Schleswig bestehende Waldarmut legen das Schutzziel nahe, einen möglichst großen Teil der dort (noch) vorhandenen naturnahen Waldbestände langfristig in Reservaten zu sichern.

TRAUTMANN (1976b:106) gibt zu bedenken, daß nicht allein die Flächengröße, sondern auch die räumliche Verteilung von Beständen eines Waldtyps auf verschiedene Reservate als Kriterium der Repräsentanz zu werten ist. Häufige Waldgesellschaften sollten daher mehrmals in Waldschutzgebieten vertreten sein.

Tabelle 31 gibt an, welche Flächenanteile (abs. u. rel.) einzelne Waldgesellschaften in Kernbereichen von Naturwaldparzellen des Landesteils Schleswig einnehmen (eine Übersicht für alle Naturwaldparzellen des Landes gibt BILLETOFT 1987/88). Zugleich wird eine Wertung der Repräsentanz dieser Gesellschaften vorgenommen.

Tabelle 31: Absoluter und relativer Flächenanteil der in Naturwaldparzellen des Untersuchungsgebietes vertretenen Waldgesellschaften (Stand 1988)

Nr.	Vegetationstyp	absoluter Flächenanteil (ha)	relativer Flächenanteil (%)	Bewertung der Repräsentanz*
1	Alno-Fraxinetum, Cardamine-Ausb.	0,14	1,0	-
2	Alno-Fraxinetum, Phalaris-Ausb.	1,69	11,7	O
3	Crepis-Fraxinus-Ges., Lon.-Ausb.	0,26	1,9	-
4	Crepis-Fraxinus-Ges.,Merc.-Ausb.	0,74	5,4	-
5	Elymo-Fagetum geo-typicum	0,84	6,2	-
6	Elymo-Fagetum geo-corydaletosum	0,01	0,1	-
7	Elymo-Fagetum athyrio-typicum	0,20	1,5	-
8	Galio-Fagetum, Ranunculus-Ausb.	0,29	2,1	-
9	Galio-Fagetum typicum	2,08	15,3	O
10	Fagetalia-Basalgesellschaft	1,39	10,2	O
11	Av.-Fag.-Ges.,Typ.Ausb.(Ty.Var.)	1,57	4,9	O
12	" (Athy.-Var.)	0,72	1,9	-
13	Betulo-Quercetum typicum	0,37	2,7	-
14	" (Galium-Nutzungsform)	0,90	6,6	-
15	Querco-Fagetea-Basalgesellschaft	2,63	18,6	O
16	Alnion-Gesellschaften	0,06	0,4	-
17	Betula pubescens-Gesellschaft	1,00	7,4	O
18	Nicht-Holzboden	0,28	2,1	

*: Da grundsätzlich eine Vergrößerung der Naturwaldparzellen erforderlich ist, kann die Wertung der Repräsentanz einzelner Waldgesellschaften nur auf die derzeitige Gesamtfläche der Kernzonen Bezug nehmen (und somit nur im Vergleich zu den von verschiedenen Waldgesellschaften eingenommenen Flächenanteilen gelten). Als Wertungskriterium wurde die potentielle, naturraumspezifische Häufigkeit einzelner Waldgesellschaften mitberücksichtigt (Wertung entsprechend ihrem Flächenanteil an der potentiellen natürlichen Vegetation); O=ausreichend repräsentiert, -=unterrepräsentiert.

Wie eine geringe Anzahl von Parzellen im Altmoränen- und Sandergebiet erwarten läßt, sind derzeit vor allem Waldgesellschaften dieser Naturräume unzureichend erfaßt. Besonders Auenwälder mesotraphenter Standorte (Alno-Fraxinetum, Cardamine-Ausbildung; Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Lonicera-Ausbildung) sowie die ausschließlich in der Geest vorkommenden Buchen-Eichenwälder bedürfen bei künftigen Ausweisungen einer stärkeren Berücksichtigung. In Naturwaldparzellen der Jungmoräne sind bislang die für meso- bis eutraphente Parabraunerden bezeichnenden Waldmeister- und Waldgersten-Buchenwälder unterrepräsentiert. Eine Ausweisung

sollte ferner - wenn auch mit vergleichsweise geringem Flächenanteil - Sonderstandorte mit den für sie bezeichnenden Waldgesellschaften einbeziehen (Hordelymo-Fagetum, Lathyrus vernus-Subassoziations-Gruppe, Hordelymo-Fagetum eu-corydaletosum, Galio odorati-Fagetum, Typische Varianten der Festuca- und Polytrichum-Subassoziation).

Folgende Vegetationstypen sind in Naturwaldparzellen Schleswigs derzeit nicht vertreten und sollten demzufolge im Rahmen künftiger Ausweisungen vorrangig berücksichtigt werden:

Hordelymo-Fagetum (Lathyrus vernus-Subass.-Gruppe)
Hordelymo-Fagetum eu-corydaletosum
Galio-Fagetum festucetosum (Deschampsia-Variante)
Galio-Fagetum polytrichetosum (Deschampsia-Variante)
Galio-Fagetum, Typische Varianten der Festuca- und Polytrichum-Subassoziation
Avenella-Fagus-Gesellschaft, Galium odoratum-Ausbildung
Avenella-Fagus-Gesellschaft, Leucobryum glaucum-Ausbildung
Betulo-Quercetum milietosum

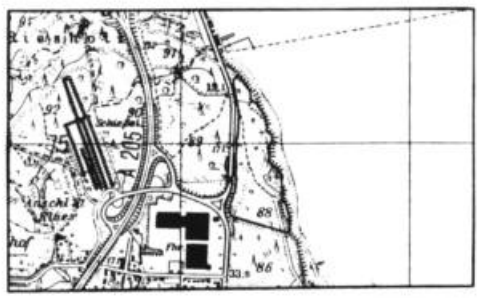
6.2.5. Gebietsvorschläge zur Ausweisung von Naturwaldreservaten und Wald-Naturschutzgebieten im Landesteil Schleswig

In der folgenden Liste werden Waldgebiete vorgestellt, die den in Kapitel 6.2.2. genannten Kriterien weitgehend entsprechen und sich demzufolge für eine Ausweisung als Waldreservat besonders eignen. Es wurden bevorzugt Flächen berücksichtigt, in denen Bestände der bisher in Naturwaldparzellen unterrepräsentierten oder fehlenden Waldtypen vertreten sind. Kurze Erläuterungen geben zu jedem Gebietsvorschlag Auskunft über topographische Lage, vorkommende Vegetations- und Standortstypen sowie Eigentumsverhältnisse. Zur genaueren topographischen Kennzeichnug wurden die ausgewählten Waldflächen in beigefügten Kartenausschnitten umrahmt. Wenn aus forstökonomischer Sicht auch nicht in jedem Fall realisierbar, wäre eine möglichst umfassende Sicherstellung der genannten Waldgebiete für künftige Ausweisungen wünschenswert. Die Auswahl berücksichtigt alle für den Landesteil Schleswig landschaftstypischen Waldgesellschaften (vgl. hierzu auch LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE 1989:56ff).

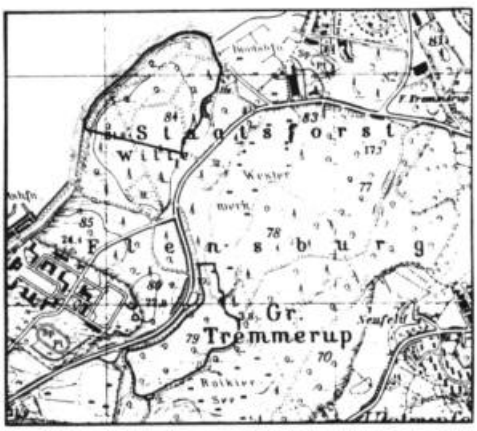
Ergänzend finden sich Gebietsangaben zu schutzwürdigen Niederwäldern, denen derzeit noch kein Schutzstatus zukommt.

Gebietsvorschläge zur Ausweisung von Naturwaldreservaten:

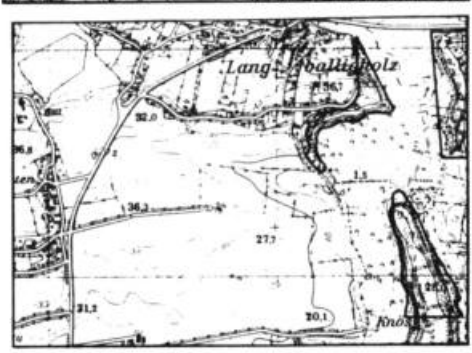
TK 1122; Jungmoräne, mit Hangbereichen zur Flensburger Förde, nördlich von Flensburg; vorherrschende Waldgesellschaften: Hordelymo-Fagetum (Lathyrus vernus-Subass.-Gruppe), Galio-Fagetum festucetosum (Deschampsia-Variante), Avenella-Fagus-Gesellschaft; dem standörtlichen Mosaik entsprechend sind die Waldflächen floristisch stark differenziert; im Hangbereich mit Actaea spicata, Hieracium fuscocinereum und Carex digitata; Bodentypen: Pararendzinen, Parabraunerden, letztere teilweise schwach podsoliert; Staatsforst Flensburg (Abt. 86, 88).



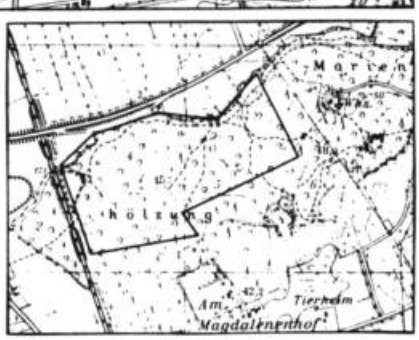
TK 1123; Jungmoräne, mit Hangbereichen zur Flensburger Förde, westlich von Glücksburg; vorherrschende Waldgesellschaften: Hordelymo-Fagetum (Lathyrus vernus-Subass.-Gruppe), Hordelymo-Fagetum (Typ. Subass.-Gruppe), Avenella-Fagus-Gesellschaft; aufgrund des reliefbedingten Standortsmosaiks floristisch stark differenziert; mit Actaea spicata, Hieracium fuscocinereum, Luzula sylvatica sowie Carex pendula-Quellmulden; östlich der Straße: Alno-Fraxinetum, im Kontakt und Übergang zum Carici elongatae-Alnetum; Auenwälder teilweise sehr Orchideen-reich; Bodentypen: Pararendzinen, podsolige Parabraunerden, Anmoorquellengleye, Niedermoor; Staatsforst Flensburg (Abt. 84, 79).



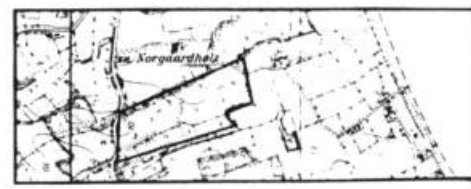
TK 1123; Jungmoräne, südöstlich Langballigholz; vorherrschende Waldgesellschaft: Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum, kleinflächig mit verschiedenen Untereinheiten des Galio-Fagetum; Waldbestände in Hanglage (meist auf Kolluvien), westlich im Kontakt zur Niederung der Langballigau; im Frühjahr treten Geophyten wie Corydalis cava, Corydalis intermedia, Gagea lutea und Anemone ranunculoides aspektbildend auf, ferner mit Vorkommen von Campanula latifolia und Lathyrus vernus (Übergänge zum Hordelymo-Fagetum (Lathyrus vernus-Subass.-Gruppe)); Privatwald.



TK 1222; Jungmoräne, Marienhölzung westlich Flensburg; vorherrschende Waldgesellschaften: Galio-Fagetum festucetosum (Deschampsia-Variante) und Crepis-Fraxinus-Gesellschaft (Mercurialis-Ausb.); teilweise sehr Orchideenreich, mit Vorkommen von Polygonatum verticillatum; Bodentypen: Parabraunerden, Mull-Gleye.

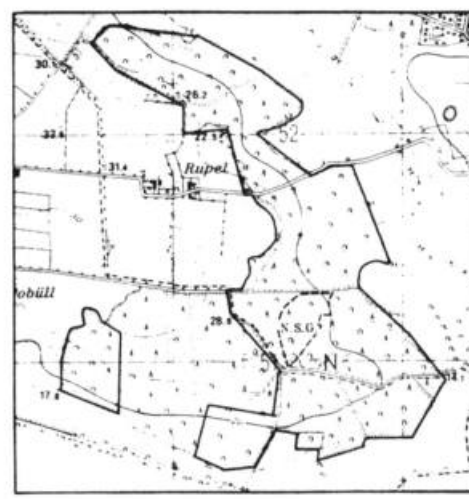


TK 1224; Jungmoräne, nördlich Steinbergkirche; vorherrschende Waldgesellschaften: Alno-Fraxinetum (Phalaris-Ausbildung) und Carpinus-Fraxinus-Gesellschaft (Mercurialis-Ausbildung), Hordelymo-Fagetum geo-typicum; Bodentypen: Pseudogleye, Mull-Gleye, Anmoorquellengleye; Privatwald.

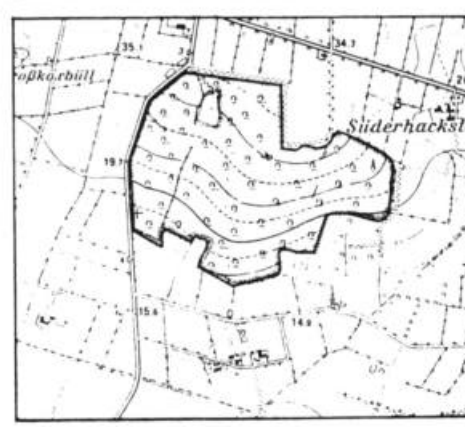


TK 1225/26; Jungmoräne, nördlich von Gelting am Geltinger Noor; vorherrschende Waldgesellschaft: Carpinus-Fraxinus-Gesellschaft (Mercurialis-Ausbildung); sehr Orchideen-reich (Orchis mascula, Platanthera chlorantha, Listera ovata), mit Hypericum hirsutum; Wald mit naturnaher und schutzwürdiger Kontakt- und Übergangszone zur Küstenvegetation der Ostsee (Brachwasser-Hochstaudenried, Brackwasser-Röhricht, Salzwiesen); Waldgesellschaft auf Mull-Gleyen; Privatwald (Abt. 6).

TK 1321; Altmoränenrücken, Pobüller Bauernwald südöstlich von Löwenstedt; vorherrschende Waldgesellschaften: Alno-Fraxinetum und Carpinus-Fraxinus-Gesellschaft (Geestausbildungen), Galio-Fagetum festucetosum und maianthemetosum, Betulo-Quercetum milietosum und typicum, mit Untereinheiten unterschiedlicher Hydrologie (Varianten); eingeschnittene Bachläufe bedingen ein Feinrelief mit kleinräumig wechselnden trophischen und hydrologischen Verhältnissen; das Artengefüge kann daher kleinräumig wechseln; in der Krautschicht Allium ursinum teilweise aspektbildend, ferner mit Primula elatior, Equisetum pratense und Platanthera chlorantha; Waldgebiet mit einmaligem Gesellschaftsmosaik, daher besonders schutzwürdig; Bodentypen: Podsole, Gley-Podsole, Mull-Gleye, Anmoorquellengleye; dem standörtlichen Mosaik entspricht eine Vielzahl verschiedenster, teilweise sehr seltener Waldgesellschaften; Privatwald.



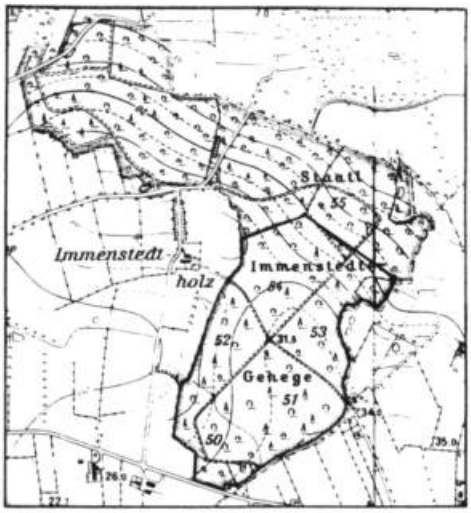
TK 1421; Altmoränenrücken, südlich Süderhackstedt; vorherrschende Waldgesellschaften: Alno-Fraxinetum und Carpinus-Fraxinus-Gesellschaft mit verschiedenen Untereinheiten, Galio-Fagetum typicum und maianthemetosum (Typ. Variante), Betulo-Quercetum milietosum und typicum mit Untereinheiten unterschiedlicher Hydrologie (Varianten); Waldgebiet mit einmaligem Gesellschaftsmosaik, daher besonders schutzwürdig; Bodentypen: Anmoorquellengleye und Gleye, Parabraunerden, Podsole und Gley-Podsole; Privatwald.

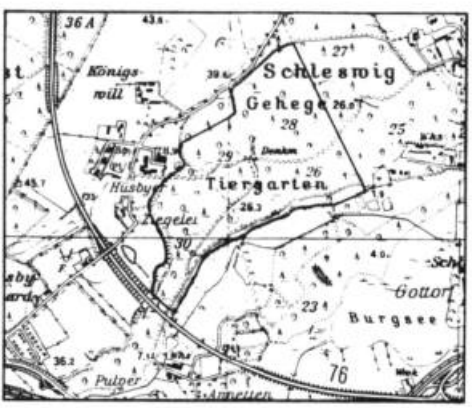


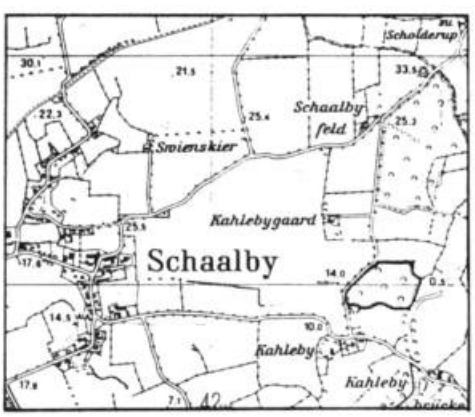
TK 1421; Altmoränenrücken, Immenstedtholz östlich von Immenstedt; vorherrschende Waldgesellschaft: Betulo-Quercetum milietosum und typicum, mit Untereinheiten unterschiedlicher Hydrologie (Varianten); Bodentypen: Podsole und Gley-Podsole; Staatsforst, Forstamt Schleswig (Abt. 54).

TK 1423; Jungmoräne (Endmoräne), "Tiergarten" westlich Schleswig; vorherrschende Waldgesellschaften: Alno-Fraxinetum (Phalaris-Ausbildung), Carpinus-Fraxinus-Gesellschaft (Mercurialis-Ausbildung), Hordelymo-Fagetum (Lathyrus vernus-Subass.-Gruppe), Hordelymo-Fagetum geo-typicum, Galio-Fagetum festucetosum (Typ. Variante), Avenella-Fagus-Gesellschaft (Leucobryum-Ausb.); Waldgebiet mit ausgeprägtem Relief; eingeschnittene Bachläufe und kleinräumig wechselnde edaphische Verhältnisse führen zu einer Kombination verschiedenster Waldgesellschaften, die für das gesamte Untersuchungsgebiet einmalig ist; Hangwaldbereiche mit Actaea spicata, Lathyrus vernus und Carex digitata; im Bereich von Quellaustritten Bestände von Equisetum telmateia und einer für solche Standorte typischen Moosflora; auf nährstoffärmerem Substrat Bestände von Thelypteris limbosperma und Blechnum spicant; Auenwaldbereiche Orchideen-reich; Waldgebiet mit einmaligem Gesellschaftsmosaik, daher besonders schutzwürdig; Bodentypen: Pararendzinen, Parabraunerden, Podsole, Mull-Gleye sowie Anmoorquellengleye mit Übergängen zu Niedermoor; Staatsforst, Forstamt Schleswig.

TK 1423; Jungmoräne, östlich Schaalby (Kahleby); vorherrschende Waldgesellschaften: Alno-Fraxinetum (Phalaris-Ausbildung), Carpinus-Fraxinus-Gesellschaft (Mercurialis-Ausbildung), Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum, Galio-Fagetum, Ranunculus-Ausb. und typicum, Avenella-Fagus-Gesellschaft; für den Landesteil Schleswig wohl das Waldgebiet mit den ausgedehntesten Beständen von Allium ursinum, ferner mit Orchis mascula und Campanula latifolia; Bodentypen: Anmoor- und Mull-Gleye, Pseudogleye, Parabraunerden, letztere teilweise schwach podsoliert (Waldrandbereiche zur Füsinger Au); Kircheneigentum.







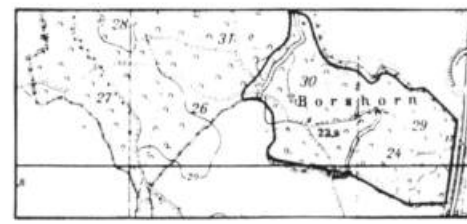
TK 1425; Jungmoräne, Karlsburger Holz südlich von Kappeln; vorherrschende Waldgesellschaften: Galio-Fagetum, Ranunculus-Ausb. und typicum, teilweise mit Übergängen zum Hordelymo-Fagetum (Typ. Subass.-Gruppe); die besonders für das Östl. Hügelland charakteristischen und dort potentiell häufigen Waldgesellschaften sind in diesem Gebiet großflächig und mit ausgesprochen naturnahem Bestandesaufbau vertreten; Waldgebiet daher besonders schutzwürdig; Bodentypen: eutrophe, mehr oder weniger stark pseudovergleyte Parabraunerden; Privatwald (Abt. 24, 29 u. 30).

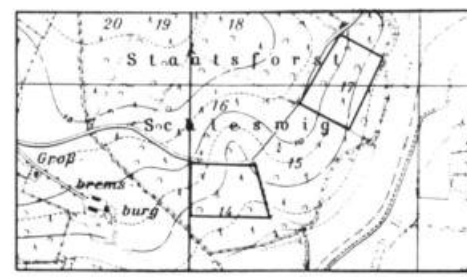
TK 1521; Altmoränenrücken in schwacher Hanglage zur Treene-Niederung, südlich von Treia (Bremsburg); vorherrschende Waldgesellschaft: Betulo-Quercetum milietosum und typicum, mit Untereinheiten unterschiedlicher Hydrologie (Varianten); eingeschnittene Wasserläufe bedingen ein Feinrelief mit kleinräumigem Wechsel trophischer und hydrologischer Standortsverhältnisse; teilweise tritt Luzula sylvatica Fazies-bildend auf; Bodentypen: Podsole, Gley-Podsole; Staatsforst Schleswig (Abt. 14, 15 u. 17).

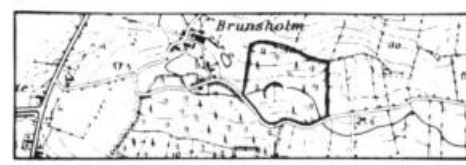
TK 1621; Altmoränenrücken, westlich von Bergenhusen; vorherrschende Waldgesellschaft: Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum und geo-typicum; teilweise mit Allium ursinum und Equisetum pratense; typische Waldgesellschaft auf nährstoffreichen Pseudogleyen aus Lehm; Privatwald.

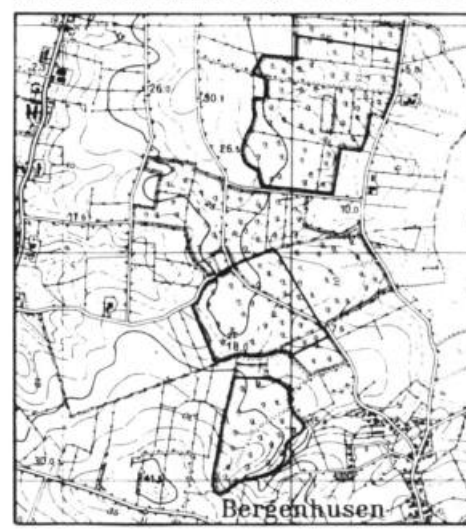
TK 1621; Altmoränenrücken, nördlich von Bergenhusen; vorherrschende Waldgesellschaften: Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum und geo-typicum, verschiedene Untereinheiten des Galio-Fagetum; teilweise mit Allium ursinum und Equisetum pratense, kalkreiche Bereiche mit Lathyrus vernus (Übergänge zum Hordelymo-Fagetum, Lathyrus vernus-Subass.-Gruppe); Bodentypen: Parabraunerden verschiedener Trophiestufen, Pseudogleye; Privatwald.

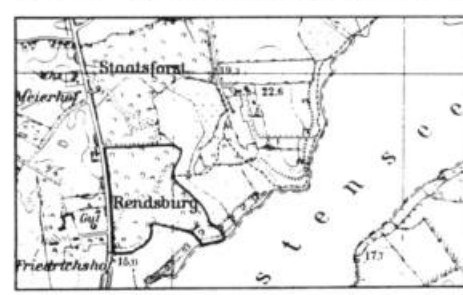
TK 1624; Jungmoräne, südlich Ahlefeld am Bistensee; vorherrschende Waldgesellschaften: Alno-Fraxinetum, Phalaris-Ausbildung mit Untereinheiten unterschiedlicher Hydrologie (Varianten), Carpinus-Fraxinus-Gesellschaft (Mercurialis-Ausbildung), Hordelymo-Fagetum geo-typicum, Galio-Fagetum, Ranunculus-Ausb., typicum und maianthemetosum (Typ. Variante); Waldgebiet mit einmaligem Gesellschaftsmosaik, daher besonders schutzwürdig; Bodentypen: Anmoor- und Mull-Gleye, Parabraunerden, Pseudogleye; Staatsforst.





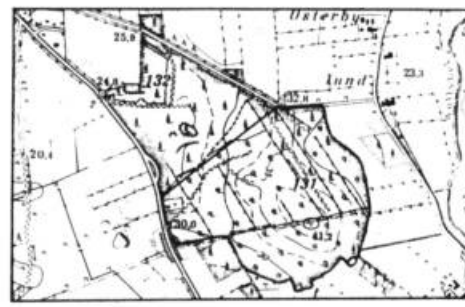






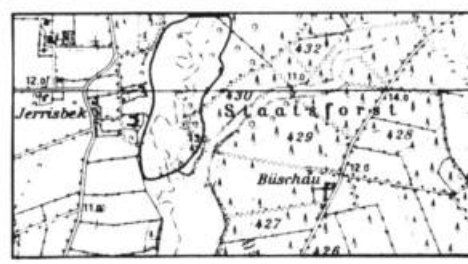
Gebietsvorschläge zur Ausweisung von Wald-Naturschutzgebieten (Kratts oder Waldgebiete mit deutlich nutzungsgeprägter Vegetationszusammensetzung und Struktur, in denen eine Fortsetzung der bisherigen Nutzungsweise wünschenswert wäre):

TK 1221; Altmoränenrücken nördlich von Wallsbüll; vorherrschende Waldgesellschaft: Betulo-Quercetum milietosum und typicum, mit Untereinheiten unterschiedlicher Hydrologie (Varianten) sowie Ausbildungen verschiedener nutzungsbedingter Strukturen (Nutzungsformen); aufgrund des stark geöffneten Kronendachs können sich lichtliebende "Kratt"-Arten wie Calamagrostis arundinacea, Galium harcynicum und Lathyrus montanus entwickeln; Bodentypen: Rostbraunerde (podsolig), Podsol, Gley-Podsol, meist aus Sand; Privatwald.



TK 1322; südöstlich Frörup; vorherrschende Waldgesellschaft: Betulo-Quercetum milietosum und typicum, mit Untereinheiten unterschiedlicher Hydrologie (Varianten); obwohl nicht als Niederwald genutzt, mit schutzwürdiger Vegetationszusammensetzung und -struktur; Bodentypen: Rostbraunerde (podsolig), Podsol, Gley-Podsol, meist aus Sand; Privatwald.

TK 1422; Sandergeest, westlich Bollingstedt im Kontakt zur Treene; vorherrschende Waldgesellschaft: Betulo-Quercetum milietosum und typicum (Typ. Variante), mit hohem Buchenanteil; da die Waldrandbereiche an das Bachbett der Treene angrenzen (teilweise mit Ausbildung von Prallhängen), bietet ein günstiges Lichtklima einigen "Krattarten" Entwicklungsmöglichkeiten (u.a. Calamagrostis arundinacea, Galium harcynicum); Bodentypen: Podsole aus Sand; Staatsforst Schleswig (Abt. 430).



6.2.6. Schlußfolgerungen und Ausblick

Aus der in den Kapiteln 6.2.3. und 6.2.4. geschilderten Situation läßt sich folgendes Resümee ziehen:

Sieht man von einigen Sondertypen der in Schleswig-Holstein vorkommenden Waldgesellschaften ab, so lassen sich für die Mehrzahl der Bestände im Rahmen einer künftigen Projektierung von Naturwaldparzellen (bzw. "Reservaten", um dem erforderlichen Flächenbedarf auch terminologisch gerecht zu werden) die oben genannten Ausweisungskriterien durchaus erfüllen. Bezüglich der Flächengröße von Reservaten müssen - verglichen mit süddeutschen Verhältnissen - sicher bescheidenere Ansprüche gesetzt werden. Während in Bayern und Baden-Württemberg die durchschnittliche Größe der Gebiete etwa 40 ha beträgt (berechnet nach Angaben von TRAUTMANN 1976a:71), sind solche Flächengrößen für schleswig-holsteinische Reservate wenig realistisch.

Ein Mindestareal von 5 ha sollte dennoch keinesfalls unterschritten werden. Reservate, die unter 10 ha Flächengröße aufweisen und mehrere Standorts- beziehungsweise Vegetationseinheiten umfassen, sind für die interdisziplinäre Boden-Vegetation-Fauna-Dauerbeobachtung ungeeignet und lassen keinen ungestörten Ablauf natürlicher Entwicklungsprozesse zu, insbesondere wenn Randeinflüsse nicht durch angemessene Schutzzonen abgeschirmt werden (BOHN und WOLF 1989). Bei künftigen Ausweisungen sollte daher immer auf ausreichend breite Pufferzonen (etwa 200 m, vgl. oben) geachtet werden, sofern sich eine bestandeszentrale Lage von Reservaten (in naturnah bewirtschafteten Wäldern) nicht realisieren läßt.

Neben einer Bestandesaufnahme (mit vegetations- und standortskundlichen sowie bestandesgeschichtlichen Erhebungen) als Grundlage für spätere Vergleichsuntersuchungen sind zusätzlich großmaßstäbliche Kartierungen der Flächen (Maßstab 1:200 bis 1:1000) zweckmäßig. Für die Erfassung der räumlichen Verteilung einzelner Baumindividuen eignet sich besonders die Auswertung von Luftbildaufnahmen (HENNINGER 1983a,b), zumal damit ein Arbeiten in den Reservaten selbst vermieden werden kann. Nach TRAUTMANN (1976a:72) sollte man vorrangig Untersuchungen in solchen Reservaten durchführen, in denen rasche Bestandesveränderungen absehbar sind (etwa eine beginnende Sukzession als Folge von Windwurf). Über die Durchführung wissenschaftlicher Untersuchungen und die Anlage von Dauerquadraten in Waldschutzgebieten informiert bereits eine Fülle von Publikationen (vgl. hierzu BAUER und NIEMANN 1965:89ff,102ff, GLAVAC 1972, PETERKEN 1974, JAHN 1980, LAMPRECHT 1980, TRAUBOTH 1981, VOLK 1984). Wichtig ist, daß sich Untersuchungen in möglichst bescheidenem Umfang und nur auf Teilbereiche der Reservate konzentrieren, um "Tabuzonen" (TRAUTMANN 1976a:72) von dieser Art der Einflußnahme unberührt zu lassen.

Bei der Projektierung künftiger beziehungsweise Vergrößerung bestehender Reservate sollten Vertreter von Forstbehörden, Naturschutzfachbehörden und Naturschutzverbänden zusammenarbeiten. Gleiches wird im Hinblick auf die forstliche Fachplanung (Rahmenplanung, Waldfunktionsplanung, Forsteinrichtungsplanung) in anderen Bundesländern bereits erfolgreich praktiziert (GODT et al. 1988). Auch an wissenschaftlichen Begleituntersuchungen müssen Fachkräfte verschiedener Disziplinen mitwirken (z.B. Forstwissenschaftler, Bodenkundler, Biologen).

Das bundesweit angestrebte Fernziel, rund 5 % der Waldfläche unter Totalschutz zu stellen (BFANL 1989), ließe sich als Stufenplan bei konsequenter Forcierung naturnaher Waldbewirtschaftung auch in Schleswig-Holstein realisieren. Künftige Arbeitsschwerpunkte sollten auf eine Erweiterung dazu geeigneter Naturwaldparzellen und auf eine Neuausweisung in Gebieten mit solchen Waldgesellschaften gerichtet sein, die derzeit noch stark unterrepräsentiert sind (vgl. Kap.6.2.4. und 6.2.5.). Der für Waldreservate erforderliche Flächenbedarf läßt sich juristisch gemäß eines Urteils des Bundesverfassungsgerichtes zum "Wirtschaftsziel im öffentlichen Wald" begründen. Danach ist "die Forstpolitik der Bundesregierung weniger auf die Marktpflege ausgerichtet; sie dient **vor allem** der Erhaltung des Waldes als ökologischem Ausgleichsraum für Klima, Luft und Wasser, für die Tier- und Pflanzenwelt sowie für die Erholung der Bevölkerung....Die Bewirtschaftung des Körperschafts- und Staatswaldes...dient der Umwelt- und Erholungsfunktion des Waldes, **nicht** der Sicherung von Absatz und Verwertung forstwirtschaftlicher Erzeugnisse. Die staatliche Forstpolitik fördert im Gegensatz zur Landwirtschaftspolitik weniger

die Betriebe und die Absetzbarkeit ihrer Produkte als **vielmehr** die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes" (Begründung zum Urteil des Bundesverfassungsgerichtes vom 31. Mai 1990-2BvR 1436/87 S.39). Das Urteil läßt im Hinblick auf Wirtschaftsziele im öffentlichen Wald eine klare Prioritätensetzung zugunsten der Umwelt- und Erholungsfunktion erkennen. Betriebsziele wie Holzproduktion haben **untergeordnete** Bedeutung (vgl. STURM und WALDENSPUHL 1990).

Anthropogener Einfluß auf Naturwaldreservate wird sich nie völlig unterbinden lassen, berücksichtigt man die Fernwirkung von Luftverunreinigung, Klimaveränderung, Grundwasserspiegelsenkung und nutzungsgeschichtlich bedingte Standortsveränderungen in Wäldern. Zur Wirkungsbeurteilung dieser Störgrößen auf die Entwicklung von Waldökosystemen kommt Waldreservaten als Dauerbeobachtungs- und Referenzflächen große Bedeutung zu. In einem bundesweiten und internationalen Biomonitoring-System werden Waldreservate deshalb eine zentrale Rolle spielen. Ein solches Monitoring-System sollte auch in schleswig-holsteinischen Waldschutzgebieten aufgebaut (bzw. weiterentwickelt) und interdisziplinär betreut werden.

Eine langfristige Sicherung der Waldreservate ist erfahrungsgemäß nur durch gesetzlichen Schutz möglich. Hierzu bieten Landesforst- und Naturschutzgesetze in der Regel eine ausreichende Handhabe. Zumindest in Wäldern würden sie gleichermaßen der Natur zu ihrem Eigenrecht verhelfen.

6.3. Verteilung und Ausmaß von Waldschäden in Buchen- und Buchen-Eichenwäldern des Untersuchungsgebietes

6.3.1. Ergebnisse

Ausmaß und Verteilung von Buchenschäden in verschiedenen Fagion- und Quercion-Gesellschaften gehen aus Abbildung 76 und Tabelle 32 hervor. Abbildung 76 läßt erkennen, zu welchen Anteilen (in %) sich Buchen eines betrachteten Vegetationstyps verschiedenen Schadstufen zuordnen lassen. Tabelle 32 faßt neben den genauen Schadenswerten Schadindex* und Angaben zum Stichprobenumfang (Anzahl untersuchter Bäume) zusammen. Die Schadstufen 3 und 4 (schwer geschädigte und abgestorbene Bäume) wurden aufgrund ihrer geringen Anteile nicht aufgetrennt. Darstellung und Interpretation der Erhebungsergebnisse nehmen auf HÄRDTLE (1989b, 1990d) Bezug.

Den geringsten Schädigungsgrad zeigen Buchen in verschiedenen Untereinheiten des Hordelymo-Fagetum (Abb.76, Einheiten-Nr.1-3, mit Ausnahme von Nr.8). So weisen diese Gesellschaften den höchsten Anteil ungeschädigter Buchen (Schadstufe 0) und vergleichsweise wenig Bäume der Schadstufe 2 auf; in Beständen des Hordelymo-Fagetum eu-corydaletosum fehlen Buchen der Schadstufen 3 und 4 sogar ganz. Dementsprechend niedrig sind die Schadindizes dieser Einheiten

(zwischen 2,06 und 2,18). Diese erreichen im Galio-Fagetum Werte um 2,22, so daß Buchen dort im Gesamtvergleich ein mittleres Schadniveau zeigen.

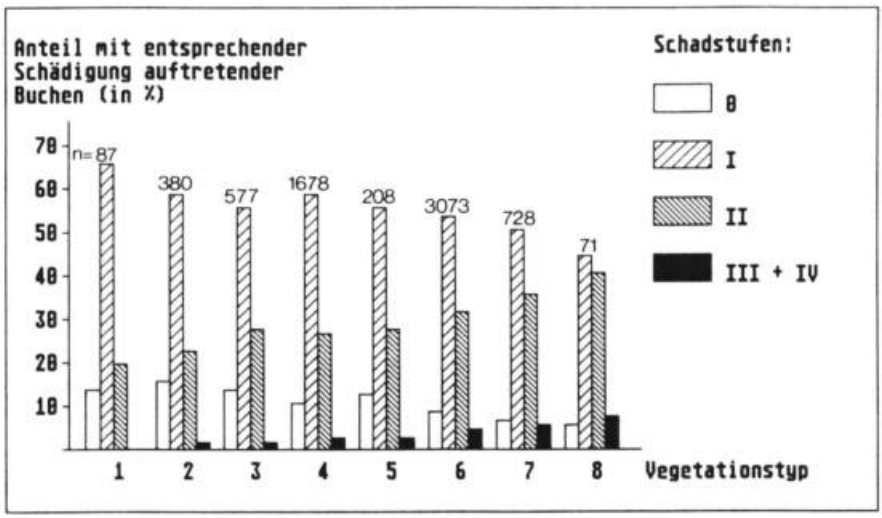


Abb.76: Ausmaß und Verteilung der Buchenschäden in verschiedenen Waldgesellschaften Schleswig-Holsteins (Nr.1: Hordelymo-Fagetum eu-corydaletosum, Nr.2: Hordelymo-Fagetum eu-typicum, Nr.3: Hordelymo-Fagetum geo-typicum, Nr.4: Galio-Fagetum typicum, Nr.5: Galio-Fagetum festucetosum, Nr.6: Betulo-Quercetum, Nr.7: Avenella-Fagus-Gesellschaft, Nr.8: Hordelymo-Fagetum (Lathyrus vernus-Subass.-Gruppe; n=Anzahl der pro Vegetationstyp untersuchten Buchen; vgl. auch Darstellung in Tab.32)

Relativ stark geschädigt sind Buchen im Betulo-Quercetum. Der Anteil gesunder Bäume (Schadstufe 0) ist mit 9 % relativ gering, jener der Schadstufe 2 mit 32 % dementsprechend hoch.

Unter allen betrachteten Gesellschaften sind Buchen der Avenella-Fagus-Gesellschaft und im Hordelymo-Fagetum (Lathyrus vernus-Subassoziations-Gruppe) in ihrer Vitalität am stärksten geschwächt. Bäume der Schadstufen 2, 3 und 4 erreichen hier (zusammengenommen) Anteile um 42 % beziehungsweise 49 %, so daß also knapp die Hälfte aller Bäume als stark geschädigt bis absterbend bezeichnet werden muß. Gleiches deuten die relativ hohen Schadindzes von 2,41 beziehungsweise 2,51 an.

Tab.32: Ausmaß und Verteilung der Buchenschädigung in verschiedenen Waldgesellschaften

Nr.	Vegetationstyp	Schadstufenanteile (in %) 0	1	2	3+4	Schadindex*	Anzahl untersuchter Buchen
1	Hordelymo-Fag. eu-corydaletosum	14	66	20	0	2.06	87
2	Hordelymo-Fag. eu-typicum	16	59	23	2	2.11	380
3	Hordelymo-Fagetum geo-typicum	14	56	28	2	2.18	577
4	Galio-Fagetum typicum	11	59	27	3	2.22	1678
5	Galio-Fagetum festucetosum	13	56	28	3	2.21	208
6	Betulo-Quercetum	9	54	32	5	2.33	3073
7	Avenella-Fagus-Gesellschaft	7	51	36	6	2.41	728
8	Hordelymo-Fag.,Lath.-Subass.-Gr.	6	45	41	8	2.51	71

*: der Schadindex wurde nach folgender Gleichung berechnet:

$$\text{Schadindex} = \frac{a}{100} + \frac{2xb}{100} + \frac{3xc}{100} + \frac{4xd}{100} + \frac{5xe}{100}$$

mit a = Anteil nicht geschädigter Buchen (in %)
b = Anteil geschädigter Buchen der Schadstufe 1 (in %),
c = Anteil geschädigter Buchen der Schadstufe 2 (in %),
d = Anteil geschädigter Buchen der Schadstufe 3 (in %),
e = Anteil geschädigter Buchen der Schadstufe 4 (in %);
theoretisch kann der Schadindex damit Werte zwische 1 und 5 annehmen.

6.3.2. Diskussion

Abhängig von standörtlichen Parametern (wie Bodenfeuchte, Nährstoffangebot) zeigen Buchen recht unterschiedliche Wuchsleistungen (vgl. SCHOBER 1987:30ff). Für die Verteilung der auftretenden Schadbilder ist daher zu erwarten, daß infolge edaphischer Verhältnisse in ihrer Vitalität geschwächte Buchen sensibler, jene auf günstigen Standorten dagegen weniger empfindlich gegenüber zusätzlich auftretenden Stressoren reagieren (bspw. Luftverunreinigung, Bodenversauerung). So ist erklärbar, daß die Schadindizes in der Reihe Hordelymo-Fagetum, Galio-Fagetum und Betulo-Quercetum kontinuierlich ansteigen (in Abb.76 Einheiten 1-6). Selbst innerhalb der Waldgersten-Buchenwälder ist das Schadensausmaß eng damit korreliert, wie sehr die Bodenverhältnisse in einzelnen Untereinheiten den Standortsansprüchen von Fagus entsprechen. Beispielsweise nimmt der Anteil stärker geschädigter Buchen im Hordelymo-Fagetum geo-typicum (Einheit Nr.3) tendenziell zu, da Fagus dort auf Pseudogleyen zeitweiligem Stauwassereinfluß ausgesetzt ist. Am höchsten ist der Anteil stark geschädigter Buchen im Betulo-Quercetum, da diese auf Podsolen ohnehin nur mäßige bis schlechte Wuchsleistungen erbringen.

Für eine Erklärung der hohen Schadindizes in Drahtschmielen- und Platterbsen-Waldgersten-Buchenwäldern (Einheiten Nr.7 und 8) ist eine alleinige Betrachtung standörtlicher Faktoren nicht ausreichend. Hier ist das hohe Schadniveau der Bäume auf eine für diese Einheiten charakteristische Waldstruktur zurückzuführen. Wie RUNKEL und KENNEWEG (1986:109f) gezeigt haben, ist abhängig vom Kronenschlußgrad eine recht unterschiedliche Schadensverteilung zu beobachten. Danach nimmt eine Schädigung in dem Maße zu, wie sich das Kronendach der Bestände lichtet (vgl. Abb.77). Gleiches bestätigen Untersuchungen in Wäldern mit altersbedingt inhomogener Baumschicht (vgl. Abb.78). Solche Bestände bestehen meist aus geschädigten Altholzresten und jüngeren Bestandesteilen ohne erkennbare Schäden. Ganz offensichtlich ist bei einem "rauhen" Kronendach die Exponiertheit der Althölzer gegenüber schädigender Immission erhöht (vgl. RUNKEL und KENNEWEG 1986:113). Auch die bei Nadel- gegenüber Laubholzbestockung zunehmende Schadstoffdeposition läßt sich aus diesem Umstand erklären (GEHRMANN 1987:27). Eine Schadwirkung kann sich infolge entstehender Luftturbulenzen bei solchen Einzelbäumen verstärken, die das Kronendach überragen (SCHÖPFER und HRADETZKY 1985:238ff).

Wie in Kapitel 5.1.2.2.1. gezeigt, sind Platterbsen-Waldgersten-Buchenwälder in Schleswig-Holstein ausschließlich an Hangstandorte gebunden. Diese Hanglage bedingt eine gegenüber Umwelteinflüssen ungünstige Bestandesstruktur: Durch eine treppenartige Anordnung der Bäume am Hang wird das Kronendach geöffnet und damit in besonderem Maße Immissionen ausgesetzt. Eine vergleichbare Situation ergibt sich für Drahtschmielen-Buchenwälder des Untersuchungsgebietes, die als "Waldsaumgesellschaft" (vgl. Kap. 5.2.2.1.) einer starken Windexponiertheit und damit einer höheren Schadstoffdeposition unterliegt als Waldkernbereiche (vgl. Untersuchungen von SCHÖPFER und HRADETZKY 1984:238ff, AKKERMANN 1987:128,164, ULRICH und GEHRMANN 1987:50ff).

Die Studie zeigt, daß günstige Nährstoff- und ausgeglichene Wasserversorgung nicht zwangsläufig optimale Wuchsraten bei Fagus gewährleisten, sofern bestandesstrukturelle Komponenten eine starke Exponiertheit gegenüber schädigender Immission bedingen. Je größer die bestehende Immissionsbelastung, desto stärker ist die Vitalität der Buche von strukturellen Parametern abhängig (Baumalter, Kronenschlußgrad bzw. Windexponiertheit der Bäume, Rauhigkeit des Kronendachs). Deren Einfluß kann somit die durch edaphische Verhältnisse bewirkten Unterschiede im Schadbild maskieren. Für forstliches Handeln folgt, im Zuge von Holzentnahme- und Durchforstungsmaßnahmen die Bildung größerer Kronenraum-Lücken zu vermeiden.

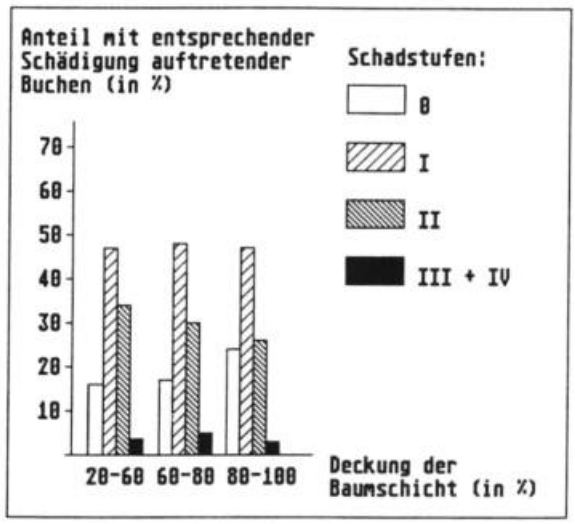


Abb.77:Abhängigkeit der Buchenschäden vom Kronenschlußgrad in Wäldern Schleswig-Holsteins (nach RUNKEL und KENNEWEG 1986, verändert)

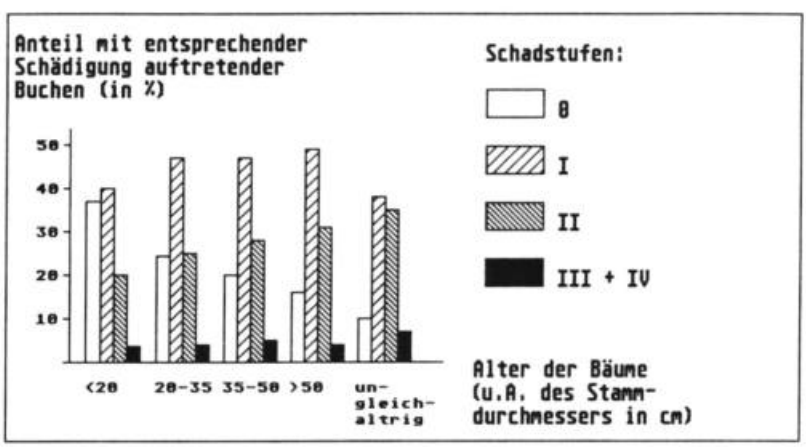


Abb.78:Abhängigkeit der Buchenschäden vom Baumalter in Wäldern Schleswig-Holsteins (nach RUNKEL und KENNEWEG 1986, verändert)

6.4. Potentielle natürliche Vegetation (pnV)

6.4.1. Begriffliche Grundlagen

Mit seiner Schrift "Die potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung" führte TÜXEN (1956) ein neues Konzept in die Vegetationskunde ein. Wörtlich definierte TÜXEN (1956:5) die potentielle natürliche Vegetation als einen "gedachten natürlichen Zustand der Vegetation ..., der sich für heute oder einen bestimmten früheren Zeitabschnitt entwerfen läßt, wenn die menschliche Wirkung auf die Vegetation unter den heute vorhandenen oder zu jenen Zeiten vorhanden gewesenen übrigen Lebensbedingungen beseitigt und die natürliche Vegetation, um denkbare Wirkungen inzwischen sich vollziehender Klima-Änderungen und ihrer Folgen auszuschließen, sozusagen schlagartig in das neue Gleichgewicht eingeschaltet gedacht würde". Von NEUHÄUSL (1980, 1984) und KOWARIK (1987) wurde dieses Konzept aufgegriffen und im Hinblick auf heute bestehende Umweltprobleme weiterentwickelt. Ihr Anliegen war, mit Hilfe einer Neudefinition des Begriffes "potentielle natürliche Vegetation" dem Problem ihrer Kartierung in anthropogen stark veränderten und überregional belasteten Gebieten Rechnung zu tragen. In dieser Hinsicht erweist sich es als sinnvoll, andauernd und überregional wirksame Umweltveränderungen (bspw. Immission oder Grundwassersenkung) als Konstruktionsgrundlagen der pnV mit zu berücksichtigen (NEUHÄUSL 1984:206, KOWARIK 1987:63; eine ausführlichere Erörterung dieses Problems findet sich bei NEUHÄUSL 1975, 1980, 1984, KOWARIK 1987 und HÄRDTLE 1989a). Die von TÜXEN (1956:5) gegebene Definition wird damit inhaltlich erweitert. Nach KOWARIK (1987:64) und HÄRDTLE (1989a:12) läßt sich der pnV-Begriff folgendermaßen definieren:

"Die potentielle natürliche Vegetaton ist ein abstrakter, hypothetischer und höchstentwickelter Vegetationszustand, der bei seiner Konstruktion als schlagartig sich einstellend gedacht werden soll. Die potentielle natürliche Vegetation steht mit den bei ihrer Konstruktion zugrundegelegten Standortsbedingungen im Gleichgewicht (das heißt, das aus Phytozönose = pnV, Zoozönose = potentielle natürliche Tiergemeinschaft und Biotop bestehende (konstruierte) Ökosystem befindet sich im Zustand der Homöostase). Als Konstruktionsgrundlagen der pnV sind neben den natürlichen Ausgangsbedingungen sowohl nachhaltig wirkende (anthropogene irreversible und langfristig reversible) Standortsveränderungen als auch von außen einwirkende Einflußgrößen übergreifender, durch fortwährend anthropogene Steuerung geprägte Umweltbedingungen zu berücksichtigen. Gegenwärtiger und zukünftiger menschlicher Einfluß innerhalb der Bezugsfläche und die Wirkung von Standortsveränderungen, die durch die Existenz der pnV ausgeglichen würden, sind bei der Konstruktion auszuschließen".

6.4.2. Klimaxbegriff und pnV-Konzept

Die folgenden Überlegungen sollen zeigen, wie eng sich die Entwicklung des pnV-Konzeptes an jene des Klimaxbegriffes anlehnt. Es kann daher letztlich als eine Weiterentwicklung der Klimaxtheorie begriffen werden. Alle Ausführungen wurden - teilweise in etwas veränderter Form - HÄRDTLE (1990c:5ff) entnommen.

6.4.2.1. Die Entwicklung des Klimaxbegriffes

Bereits um die Jahrhundertwende fand die Frage, welches biotische Potential (Wuchspotential) einem bestimmten Standort zugeordnet werden kann, unter Biologen und Vegetationsgeographen wachsendes Interesse. Diesem Umstand lag die Beobachtung zugrunde, daß die Vegetationsdecke eines Standorts - über einen längeren Zeitraum betrachtet - nicht unverändert blieb, sondern einem gewissen Wandel unterlag (vgl. KERNER 1863, HULT 1881, WARMING 1896, MOSS 1910). Man erkannte, daß die Vegetationsentwicklung zu einer definierbaren Endgesellschaft führte, die im Vergleich zu den vorausgegangenen Vegetationsstadien stabil erschien und selbst über längere Zeitabschnitte nur geringe Veränderungen im Artengefüge zeigte (vgl. TREPL 1987:144). Für diese Endgesellschaften wurden später die Begriffe "chief association" (MOSS 1910:26ff), "climatic formation" (COWLES 1910 zit. nach MOSS 1910:36), "Climax Formation" (WARMING und GRAEBNER 1918:335,357) oder "Schlußgesellschaft" beziehungsweise "Klimaxgesellschaft" (SCHMITHÜSEN 1968:239, ELLENBERG 1978:73) geprägt (vgl. auch Beispiele bei WHITTAKER 1962:71). Mit der Sukzessionslehre wurde somit gleichzeitig der Grundstein für die Entwicklung der Klimaxtheorie gelegt.

6.4.2.2. Definitions- und Anwendungsprobleme des Klimaxbegriffes

Der Klimaxbegriff fand durch die - vor allem von COWLES, COOPER und CLEMENTS (vgl. bspw. CLEMENTS 1916 und 1936) ausgearbeitete - "Monoklimax"-Hypothese eine in der Folgezeit heftig umstrittene Neuinterpretation. Ihre Vertreter waren der Ansicht, daß "in einem einheitlichen Klimagebiet ... die natürliche Vegetationsentwicklung in Verbindung mit einer ebenfalls vom Klima abhängigen und durch die Vegetation mitbestimmten Bodenentwicklung zu einem Ausgleich der ursprünglichen Standortsunterschiede und damit schließlich im Gesamtbereich des Klimagebietes zu der gleichen Pflanzengesellschaft als dem klimatisch bedingten Schlußglied (Klimax) der Vegetationsentwicklung (führt)" (SCHMITHÜSEN 1968:280).

Die Mehrzahl der in Europa arbeitenden Pflanzensoziologen stand CLEMENTS' Gedanken eher skeptisch gegenüber. Seine Monoklimaxtheorie wurde im allgemeinen abgelehnt (vgl. GAMS 1918, DU RIETZ 1919,1921:97, ROMELL 1920, TANSLEY 1920, DOMIN 1923, SCHMITHÜSEN 1950, 1968:280f, WHITTAKER 1953). Ihre Kritiker wandten ein, daß die "einzelnen Geländefaktoren stets im Funktionsgefüge des Standorts und damit in seiner von der Gesamtheit der übrigen Faktoren abhängigen Wandelbarkeit" zu betrachten seien (SCHMITHÜSEN 1950:176). Die Bedeutung eines einzelnen Faktors wurde daher als eher nachrangig beurteilt (im Gegensatz zur Bewertung des Klimas bei der Monoklimaxtheorie). TÜXEN und DIEMONT (1937) entwickelten daher die Ansicht, daß in Abhängigkeit von Boden- oder Expositionsverhältnissen einem Gebiet mehrere Klimaxgesellschaften zugeordnet werden können und prägten dementsprechend die Begriffe "Klimaxgruppe" und "Klimaxschwarm". SCHMITHÜSEN (1950:176f) erachtete diesen Ansatz als richtiges und gleichermaßen notwendiges Pendant zur Lehre von CLEMENTS: sollte die Klimaxtheorie auch zukünftig sinnvoll angewandt werden, so mußte die seiner Ansicht nach nicht zutreffende Monoklimax-Vorstellung einer "Polyklimaxtheorie" weichen (vgl. auch BRAUN-BLANQUET 1964:641, WHITTAKER 1962:52).

Unterschiedliche Definitionen und Auslegungen des Klimaxbegriffes erschwerten die künftige Anwendung der Klimaxtheorie.

Wie WHITTAKER (1962:71f) hervorhebt, wurde der Terminus "Klimax" mit unterschiedlichstem Inhalt gebraucht. Nach BRAUN-BLANQUET (1964:641) existieren nicht weniger als 35 Termini mit der Bezeichnung "Klimax". Es ist daher verständlich, daß "über kein Problem unter ... Geobotanikern so viel und so heftig diskutiert worden (ist) wie über den Klimaxbegriff" (BRAUN-BLANQUET 1964:639).

Ein Hauptproblem der Klimaxtheorie blieb die präzise Definition einer zeitlichen Dimension, innerhalb derer sich eine bestimmte Klimaxvegetation an einem Standort entwickeln kann. Die qualitative und quantitative Bewertung der mit einem Sukzessionsablauf stattfindenden Standortsveränderungen - als Voraussetzung für die hypothetische Konstruktion einer Klimaxgesellschaft - ist ohne die Berücksichtigung einer Zeitkomponente nicht möglich. Um Mißverständnisse zu vermeiden, wurde daher in vegetationskundlichen Arbeiten auf eine Verwendung des Klimaxbegriffes mehr und mehr verzichtet (vgl. SCHMITHÜSEN 1968:281).

6.4.2.3. Das Konzept der potentiellen natürlichen Vegetation als Weiterentwicklung der Klimaxtheorie

Die Frage nach dem biotischen Potential eines Standorts blieb. Nach SCHMITHÜSEN (1968:281) scheint sie nur dann sinnvoll, wenn sie mit Gegenwartsbezug formuliert wird. Von vorrangigem Interesse ist daher, welches biotische Potential eine Bezugsfläche unter ihren gegenwärtigen Standortsverhältnissen hat (TÜXEN 1956:9). Diese Überlegungen veranlaßten TÜXEN, ein neues vegetationskundliches Konzept einzuführen: die potentielle natürliche Vegetation sollte - unter Berücksichtigung aller für die Vegetationsentwicklung relevanten Standortsfaktoren und mit Hilfe vegetationskundlicher Einheiten - das biotische Potential einer Bezugsfläche zum Ausdruck bringen. Damit verfolgt das pnV-Konzept ein zur Klimaxtheorie vergleichbares Ziel. Neu und kennzeichnend ist aber sein aktualistischer Ansatz: als Bezugsgrundlage für die Konstruktion der potentiellen natürlichen Vegetation werden nur die aktuell bestehenden Standortsverhältnisse in Betracht gezogen. Das "Zeit"-Problem der Klimaxtheorie war damit umgangen, ihre mit der eingangs formulierten Fragestellung verbundene Anwendung entbehrlich.

6.4.3. Zur Anwendung von Karten der potentiellen natürlichen Vegetation

Karten der pnV finden heute in mehrerlei Hinsicht Verwendung. In kleinem Maßstab sind sie hilfreich zur Landschafts- und Naturraumgliederung (MATUSZKIEWICZ 1982:154, SCHLÜTER 1982:71ff), mit großem Maßstab können sie dem Praktiker als Planungsgrundlage in Naturschutz und Landschaftspflege dienen (vgl. HÜLBUSCH et al. 1979). Da zur pnV-Bestimmung die (aktuelle) Wirkung aller für die Vegetationsentwicklung relevanten Standortsbedingungen berücksichtigt werden muß, sind pnV-Karten in gewissem Rahmen als Standortskarten interpretierbar. In dieser Hinsicht können sie - aufgrund einer vergleichsweise kurzen Erarbeitungszeit - Karten der realen Vegetation ersetzten. Auf ihre Eignung zur Kartierung und Abgrenzung von Vegetationskomplexen hat TÜXEN (1973) hingewiesen (vgl. auch GULSKI 1989). Als Informationsquelle bei Begrünungsmaßnahmen (TRAUTMANN 1966:88ff, TRAUTMANN et al. 1973:110ff, KRAUSE und SCHRÖDER 1979:126ff) oder zur Begründung naturnaher Wälder (TRAUTMANN 1966:81f, AUHAGEN 1985:132ff) kommt pnV-Karten nur nachrangige Bedeutung zu (vgl. HÄRDTLE 1989a:13ff).

6.4.4. Kartierungsmethoden

Methoden der pnV-Kartierung, insbesondere Ansprache und Abgrenzung der Einheiten im Gelände, wurden bereits von mehreren Autoren dargelegt (vgl. hierzu TÜXEN 1956, TRAUTMAN 1966, DIERSCHKE 1974b, NEUHÄUSL 1975, 1984, KALKHOVEN und WERF 1988,

HÄRDTLE 1989a). An dieser Stelle seien daher die wesentlichen Kartierungsparameter nur in knapper Form erörtert.

Grundlage jeder pnV-Kartierung ist die Kenntnis naturnaher Vegetationsreste eines Gebietes. Da in Mitteleuropa Waldgesellschaften flächenbezogen die weitaus vorherrschenden pnV-Einheiten bilden, geben vegetationskundliche Arbeiten über Wälder den Rahmen jeder pnV-Ansprache vor. Da auch in Gebieten mit größerer Waldbedeckung nicht alle für eine pnV-Kartierung wesentlichen Waldgesellschaften in Realbeispielen vorhanden sind, ist ein Bild ihres floristischen und strukturellen Aufbaus nicht aus dem Bearbeitungsgebiet allein, sondern nur unter Hinzunahme von Bestandsanalysen angrenzender Gebiete ableitbar (vgl. TRAUTMANN 1966:20). Als Voraussetzung einer pnV-Kartierung kann demzufolge eine synsystematische wie -ökologische Betrachtung einzelner Waldgesellschaften über den Raum des Bearbeitungsgebietes hinaus erforderlich sein.

Einige Pflanzensippen sind als sogenannte "Weiserarten" für die Ansprache bestimmter pnV-Einheiten hilfreich. Sie entwickeln sich oftmals an weniger intensiv oder längere Zeit ungenutzten Standorten (z.B. Wegränder, Böschungen oder Gebüschstreifen zwischen landwirtschaftlich genutzten Flächen). Listen diagnostisch wichtiger beziehungsweise als Standortsindikatoren verwendbarer Pflanzensippen finden sich bei DIERSCHKE (1974b:314ff, 1982), WITTIG (1977), WEBER (1983) und HÄRDTLE (1989a:25ff).

Zur pnV-Bestimmung gleichermaßen hilfreich sind Ersatzgesellschaften, deren Zeigerwert im Einzelfall allerdings einer auf den jeweiligen Untersuchungsraum abgestimmten Eichung bedarf. Eine Kartierung muß zudem berücksichtigen, daß sich der diagnostische Wert von Ersatzgesellschaften mit zunehmendem anthropogenem Einfluß verliert. Eine Zusammenstellung der für definierte pnV-Einheiten spezifischen Ersatzgesellschaften geben MEISEL-JAHN (1955:36ff, für Kiefernforste), DIERSCHKE (1974b) und HÄRDTLE (1989a:25ff).

Je stärker eine Landschaft verändert wurde und je stärker der damit einhergehende Schwund naturnaher Vegetationsreste sowie diagnostisch wertvoller Sippen eine pnV-Bestimmung erschwert, desto wichtiger ist es, mit Hilfe standörtlicher Parameter Kartierungsergebnisse zu ergänzen oder abzusichern. In jedem pnV-Kartierschlüssel bilden daher Bodentypen-Vegetationstypen-Beziehungen (vgl. TÜXEN 1954, WEVERINCK 1958, STUMPEL und KALKHOVEN 1978) wertvolle, mitunter notwendige Ergänzungen. Sie lassen sich mit Hilfe der Koinzidenzmethode (vgl. TÜXEN 1958, STÖCKER 1965, v.GLAHN 1969) ermitteln und in Form von Biochoren darstellen. Da bestimmte Bodenmerkmale (bspw. Podsolierung, Vergleyung) als die eine Vegetationszusammensetzung maßgeblich beeinflussenden Standortsfaktoren interpretiert werden können (ELLENBERG 1958:16f), erlauben sie - in

gewissen Grenzen - einen Rückschluß auf das Wuchspotential eines Standorts. Eine für Schleswig-Holstein gültige Bodentypen-pnV-Zuordnung findet sich bei HÄRDTLE (1989a:25ff).

7. Diskussion

7.1. Vegetationsgeographische Aspekte

Gemäß ihrer (auf Mitteleuropa bezogenen) Rand- sowie meeresnahen Lage weisen Wälder Schleswig-Holsteins einige vegetationsgeographische Charakteristika auf. Sie sollen im folgenden auf der Basis einer Synopsis (Tab.33) und mit Hinblick auf eine vegetationsgeographische Gliederung des nordmitteleuropäischen Raumes synchorologisch bewertet werden. Da auch innerhalb des Landes ein deutlicher Klimagradient besteht (vgl. Kap. 2.4.), lassen sich für die Naturräume Geest und Hügelland sowie für die Landesteile Schleswig, Holstein und Lauenburg jeweils spezifische Vertreter verschiedener Florenelemente nachweisen. Die betrachteten Gebiete lassen sich somit vegetationsgeographisch charakterisieren.

Der Kennzeichnung und Bewertung von Arealen geographischer Differentialarten liegen Arbeiten von MEUSEL et al. (1965, 1978) und OBERDORFER (1979) zugrunde. Eine synchorologische Einschätzung vegetationsgeographischer Befunde nimmt weitgehend auf HÄRDTLE (1992) Bezug.

7.1.1. Vegetationsgeographische Charakteristika schleswig-holsteinischer Laubwälder

In Tabelle 33 wurden - für einzelne Landesteile (Sl=Schleswig, Ho=Holstein) und Naturräume (G=Geest, H=Holstein) Schleswig-Holsteins - Aufnahmekollektive verschiedener Waldtypen zum Vergleich nebeneinandergestellt. Bezeichnend ist, daß allen Vegetationstypen atlantisch-subatlantische Sippen (Lonicera periclymenum, Hedera helix, Rubus fruticosus agg., Ilex aquifolium) eigen sind. Dabei spiegelt sich das in Kapitel 2.4. geschilderte, zwischen Hoher Geest und Östlichem Hügelland bestehende Ozeanitätsgefälle (vgl. Abb.6) deutlich im Artengefüge der Gesellschaften wider: Die nur im Geestbereich verbreiteten Buchen-Eichenwälder (Tab.33, Sp.16-17) weisen die höchsten Stetigkeiten der oben genannten Arten auf. Auch in Auen- und Waldgersten-Buchenwäldern der Geest (Tab.33, Sp.1-2 u. 5-6 bzw. 9-10) sind diese Sippen tendenziell stärker vertreten als in Beständen der Jungmoräne (Sp.3-4 u. 7-8 bzw. 12-13).

Geest-Hügelland-Unterschiede werden in Auen- und Waldgersten-Buchenwäldern zudem durch zwei Trennarten-Gruppen deutlich (in Tab.33, d2 u. d3). Überwiegend geestspezifisch kommen Equisetum pratense und Equisetum sylvaticum vor, während Primula elatior, Ranunculus lanuginosus und Arum maculatum Wälder der Jungmoräne kennzeichnen. Offensichtlich werden die temperat-boreal (-zirkumpolar) verbreiteten Equisetum-Arten in der Altmoräne durch das dort

Tab. 33

Vegetationsgeographische Charakteristika schleswig-holsteinischer Waldgesellschaften (gekürzte Stetigkeitstabelle)

		1.				2.				3.					4.	5.	6.	
	Spalte Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	9	14	15	16	17
	Zahl der Aufnahmen	18	16	11	9	14	15	24	13	18	19	43	31	13	147	13	54	66
	Mittlere Artenzahl	55	51	52	54	46	51	42	52	36	41	36	42	36	24	26	28	30
	Landesteil (SI=Schleswig, Ho=Holstein)	SI	Ho	SI	Ho	SI	Ho	SI	Ho	SI	Ho	SI	Ho	SI+ Ho	SI+ Ho	SI	SI+ Ho	SI+ Ho
	Naturraum (G=Geest, H=Hügelland)	G	G	H	H	G	G	H	H	G	G	H	H	H	G+H	H	G	G
	Alnus glutinosa (B-K)	V	V	V	III	III	V	II	II	+	I	.	.	.	.	.	.	r
	Fraxinus excelsior (B-K)	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	IV	IV	II	.	.
	Fagus sylvatica (B-K)	I	III	III	III	V	V	V	IV	V	V	V	V	V	V	V	IV	IV
	Quercus robur (B-K)	II	II	I	II	IV	V	II	IV	IV	V	II	V	I	IV	II	IV	V
△1	Lonicera periclymenum	III	I	III	.	IV	III	II	.	IV	III	I	r	II	II	II	IV	V
	Hedera helix (St,K)	I	I	I	I	III	III	II	II	III	III	II	II	IV	II	II	IV	III
	Rubus fruticosus agg. (St,K)	III	II	I	.	IV	II	III	+	II	II	II	II	I	IV	II	IV	IV
	Ilex aquifolium	.	.	.	.	I	+	r	.	+	I	I	r	.	I	II	III	III
△2	Equisetum pratense	I	I	+	.	II	II	+	.	II	III	.	+	.	I	.	.	.
	Equisetum sylvaticum	IV	V	+	I	.	III	II	+	III	III	r	I	.	+	.	r	r
△3	Primula elatior	+	.	I	V	.	+	III	V	+	.	II	V	II	.	.	.	.
	Ranunculus lanuginosus	+	.	+	II	.	.	I	III	.	.	I	III	.	r	.	.	.
	Arum maculatum	.	.	.	V	.	.	.	V	.	.	.	III	+	.	.	.	.
	Acer campestris (B-K)	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I	I	.	.	.	.
	Lonicera xylosteum (St+K)	.	.	.	II	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Arctium nemorosum	.	.	.	II	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Pulmonaria obscura	I	.	.	III	.	.	I	IV	IV	I	II	III	III	.	.	.	.
△4	Hieracium fuscocinereum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.
△5	Rhytidiadelphus loreus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	.	.
△6	Trientalis europaea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	II	V	V
DA, VC+DV	Chrysosplenium alternifolium	IV	V	IV	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Cirsium oleraceum	II	I	III	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Angelica sylvestris	IV	II	V	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
VC+DV	Crepis paludosa	V	V	V	V	III	V	III	V	+	.	r	.	.	.	.	.	.
	Plagiomnium undulatum	IV	V	V	V	V	V	V	IV	+	.	r	.	+	.	.	.	.
AC+DA, OC	Stachys sylvatica	V	V	V	V	V	V	IV	V	V	V	IV	IV	III	r	.	.	.
	Mercurialis perennis	IV	.	III	.	II	II	IV	+	IV	.	IV	.	I	r	.	.	.
	Brachypodium sylvaticum	II	II	III	V	II	III	II	V	IV	I	III	IV	V	.	.	.	.
	Festuca gigantea	IV	V	IV	V	III	IV	II	IV	II	IV	II	III	I	r	.	.	.
	Ranunculus auricomus agg.	III	II	II	III	II	III	II	IV	II	I	I	IV	I	.	.	.	.
	Hordelymus europaeus	.	+	.	I	.	.	.	II	.	.	II	III	+	.	.	.	.
OC	Galium odoratum	II	III	IV	V	IV	V	V	V	V	V	V	V	IV	IV	.	.	.
	Melica uniflora	+	I	+	III	V	IV	V	IV	.	V	.	V	III	V	.	.	.
	Lamiastrum galeobdolon	III	V	+	V	V	V	V	V	V	V	V	V	III	V	.	.	.
	Ranunculus ficaria	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	III	II	.	.	.
	Circaea lutetiana	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	I	II	.	.	.
D	Luzula campestris agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	r	.
	Hieracium sylvaticum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	r	III	r	.
	Hieracium laevigatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	III	+	.
AC+DA	Pteridium aquilinum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	I	IV	V
	Vaccinium myrtillus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	IV
	Holcus mollis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	III	III
KC	Stellaria holostea	IV	III	IV	V	V	V	V	V	V	V	IV	V	II	V	III	V	V
	Anemone nemorosa	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	+	IV	.
	Milium effusum	III	II	II	IV	V	IV	V	V	IV	V	V	V	I	V	.	V	.
	Polygonatum multiflorum	II	I	II	V	IV	III	III	IV	IV	IV	III	IV	II	IV	I	IV	I
Sonstige	Oxalis acetosella	II	IV	II	.	V	IV	IV	II	IV	V	IV	V	+	V	IV	V	V
	Mnium hornum	IV	III	V	II	V	V	IV	I	V	IV	IV	IV	III	IV	V	V	V
	Rubus idaeus (St,K)	IV	V	IV	V	III	IV	III	III	II	V	III	III	.	IV	II	V	V
	Deschampsia cespitosa	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	I	V	I	II	II

Vegetationstypen:

1. Alno-Fraxinetum
2. Crepis-Fraxinus-Gesellschaft
3. Hordelymo-Fagetum
4. Galio odorati-Fagetum
5. Avenella-Fagus-Gesellschaft
6. Betulo-Quercetum

Herkunft der Aufnahmen:

Spalte
1) Vorl. Arbeit, Alno-Fraxinetum, Cardamine-Ausbildung
2) Von Glahn i.prep., Alno-Fraxinetum, Cardamine-Ausbildung
3) Vorl. Arbeit, Alno-Fraxinetum, Phalaris-Ausbildung
4) Von Glahn i.prep., Alno-Fraxinetum, Phalaris-Ausbildung
5) Vorl. Arbeit, Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Lonicera-Ausb.
6) Von Glahn i.prep., Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Lonicera-Ausb.
7) Vorl. Arbeit, Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Mercurialis-Ausb.
8) Von Glahn i.prep., Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Mercurialis-Ausbildung
9) Vorl. Arbeit, Hordelymo-Fagetum geo-typicum, Lonicera-Gebietsvariante
10) Von Glahn i.prep., Hordelymo-Fagetum geo-typicum, Lonicera-Gebietsvariante
11) Vorl. Arbeit, Hordelymo-Fagetum geo-typicum, Primula-Gebietsvariante
12) Von Glahn i.prep., Hordelymo-Fagetum geo-typicum, Primula-Gebietsvariante
13) Vorl. Arbeit, Hordelymo-Fagetum, Lathyrus-Subass.-Gruppe
14) Vorl. Arbeit, Galio-Fagetum
15) Vorl. Arbeit, Avenella-Fagus-Gesellschaft, Leucobryum-Ausb.
16) Von Glahn und Härdtle in Dierssen et al. 1988, Betulo-Quercetum milietosum
17) Von Glahn und Härdtle in Dierssen et al. 1988, Betulo-Quercetum typicum

vorherrschende, tendenziell kühl-feuchtere Klima gefördert. Demgegenüber meiden Vertreter des submeridional-temperaten Elementes (Primula elatior, Arum maculatum, Ranunculus lanuginosus) diesen Wuchsraum.

Zunächst würde man erwarten, daß sich schwach borealer Einfluß in Schleswig-Holstein entlang einer von Norden nach Süden verlaufenden Achse verliert und somit die oben aufgezeigten Vegetationsunterschiede zwischen nördlichen und südlichen Teilen des Landes bestehen. Für das Gebiet der Altmoräne trifft dies nicht zu. Beispielsweise sind Equisetum pratense und Trientalis europaea in entsprechenden Gesellschaften in den Landesteilen Schleswig und Holstein ähnlich häufig (vgl. bspw. Sp.1 u. 5 gegen Sp.2 u. 6 der Tab.33). Allerdings läßt sich Equisetum pratense südlich der Elbe nur noch vereinzelt nachweisen (vgl. Abb.79) und auch Trientalis fällt zumindest im Tiefland südwestlich der Ems weitgehend aus (vgl. HAEUPLER und SCHÖNFELDER 1988:386).

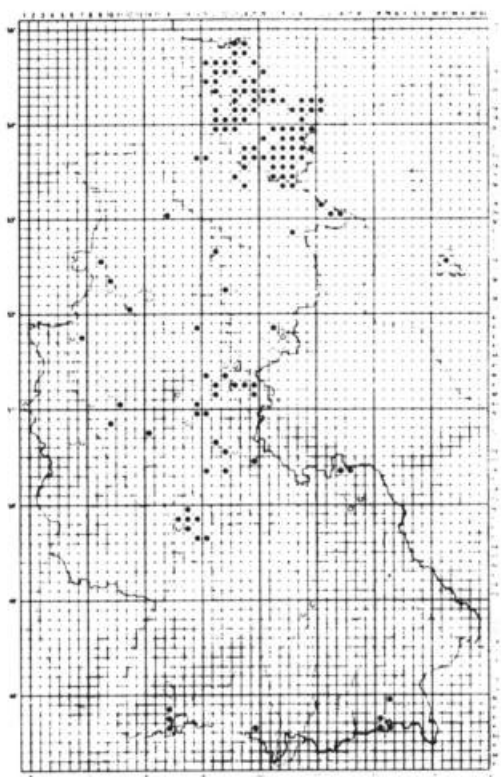


Abb.79: Verbreitung von Equisetum pratense in Westdeutschland (aus HAEUPLER und SCHÖNFELDER 1988)

Floristisch auffällig sind demgegenüber Nord-Süd-Unterschiede in Auen- und Waldgersten-Buchenwäldern der Jungmoräne. So treten im Landesteil Schleswig submeridional-temperate Sippen (Primula elatior, Arum maculatum, Ranunculus lanuginosus und Acer campestre) stark zurück und fehlen gebietsweise ganz (vgl. Tab.33, Sp.3, 7 u. 11 gegen Sp.4, 8 u. 12 sowie Abb.80 u. 81). Auf Auenwaldstandorte begrenzt verhalten sich Lonicera xylosteum, Arctium nemorosum und Pulmonaria obscura ganz entsprechend (vgl Tab.33, Sp.4 u. 8 sowie Abb.82 u. 83). Da Jungmoränenböden Schleswigs, Holsteins und Lauenburgs ähnliche Entkalkungstiefen aufweisen und somit auch hinsichtlich ihres Basenhaushalts vergleichbar sind, ist die Seltenheit der betrachteten Arten im Nordteil der schleswig-holsteinischen Jungmoräne in erster Linie klimabedingt.

Auf boreale Anklänge im Klima Schleswigs weisen zudem die Sippen Hieracium fuscocinereum und Rhytidiadelphus loreus hin (Tab.33, Sp.13 u. 15), die mit mittlerer bis geringer Präsenz in Platterbsen-Waldgersten- beziehungsweise Drahtschmielen-Buchenwäldern des Untersuchungsgebietes anzutreffen sind. Als Vertreter des borealen Florenelementes erstrecken sich ihre europäischen Vorkommensschwerpunkte von Island, Schottland und Nord-England über Skandinavien bis Nordwest-Rußland (für Hieracium fuscocinereum vgl. BRÄUTIGAM 1970:505 und SCHUHWERK 1984).

7.1.2. Diskussion synchorologischer Befunde mit Hinblick auf eine vegetationsgeographische Gliederung des nordmitteleuropäischen Tieflandes

Möchte man die im vorigen Kapitel aufgezeigten synchorologischen Befunde mit einer vegetationsgeographischen Gliederung Mitteleuropas zur Deckung bringen, so ist die von MEUSEL et al. (1965) gegebene Einteilung am besten geeignet (Abb.84). Danach lassen sich innerhalb der temperaten Zone eine Atlantische und eine Subatlantische Florenprovinz unterscheiden, deren Grenze die Jütische Halbinsel durchzieht und in Schleswig-Holstein Alt- und Jungmoränengebiet trennt. Die Hohe Geest weist dementsprechend ein stärker atlantisch (Flämisch-Jütische Bezirksgruppe innerhalb der Mittelatlantischen Unterprovinz), das Östliche Hügelland ein eher subatlantisch getöntes Klima auf (Fälisch-Sundische Unterprovinz). Flämisch-Jütische Bezirksgruppe und Fälisch-Sundische Unterprovinz können weiterhin in einen jeweils nördlichen und südlichen Abschnitt aufgeteilt werden (Abb.84, punktierte Linien). Die Südgrenze des jütischen und sundischen Raumes markiert zugleich die südliche Arealgrenze (temperat-) boreal verbreiteter Sippen (z.B. Equisetum pratense, vgl. ferner Hieracium fuscocinereum u. Cornus suecica). Nach Norden bildet der flämisch-fälische Teil zugleich die Ausbreitungsgrenze etlicher submeridional-temperater Arten. So können Bestände von Arum maculatum, Ranunculus lanuginosus und Primula elatior in Schleswig-Holstein als nördlichste "Vorposten" dieser Sippen betrachtet werden.

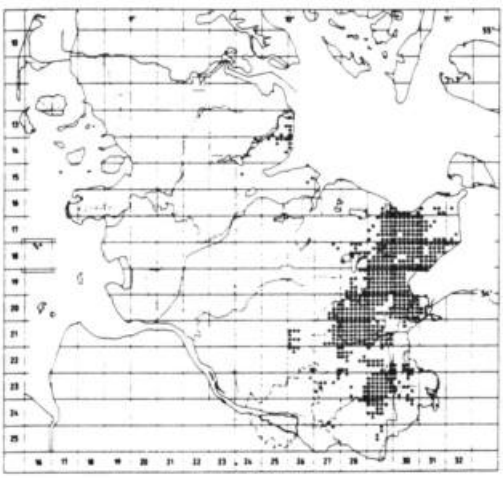


Abb. 80

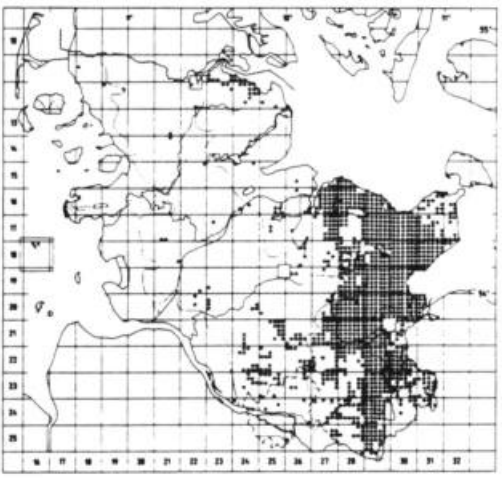


Abb. 81

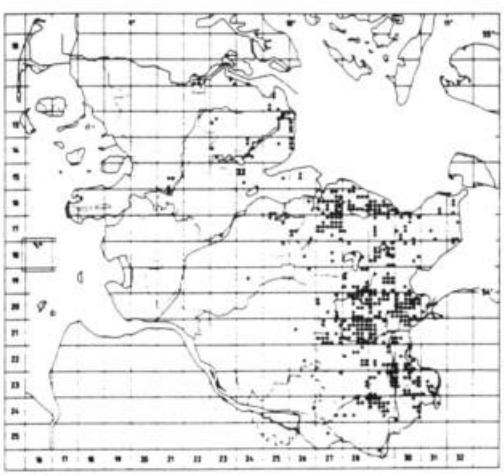


Abb. 82

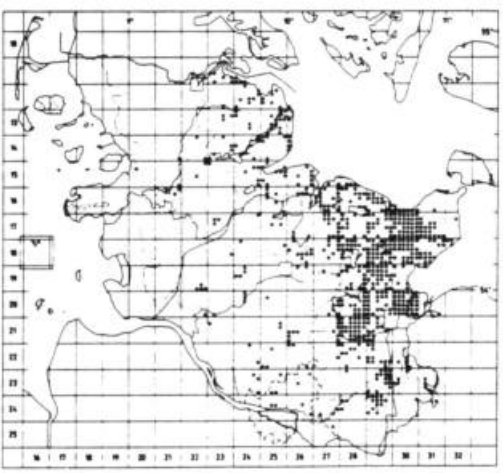
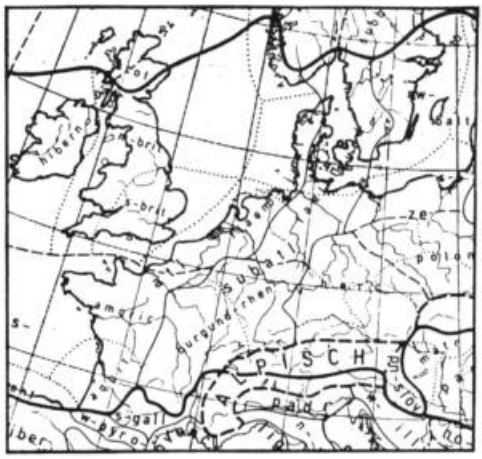


Abb. 83

Abb.80-83: Verbreitung von Arum maculatum (Abb.80), Primula elatior (Abb.81), Arctium nemorosum (Abb.82) und Pulmonaria obscura (Abb:83) in Schleswig-Holstein als bezeichnende Vertreter einzelner Geoelemente (aus RAABE 1987)



Abkürzungen zur Karte in Abb.84:

atl	atlantisch
fael	fälisch
flaem	flämisch
herc	herzynisch
juet	jütisch
subatl	subatlantisch
sund	sundisch
ze	zentraleuropäisch

Abb.84:Florenprovinzen und ihre Untergliederung in Mitteleuropa (aus MEUSEL et al. 1965)

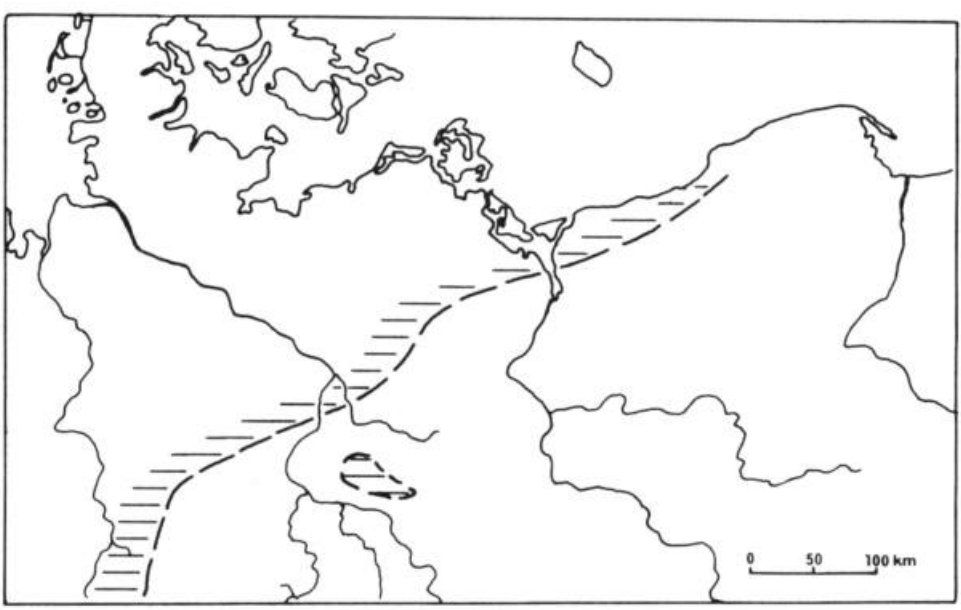


Abb.85:Östliche Verbreitungsgrenze des Betulo-Quercetum im Norddeutschen Tiefland (aus HÄRDTLE und WELSS 1992)

Auf der Linie Rügen-Müritz-Havel-Harz leitet die Subatlantische Provinz in die Zentraleuropäische über (MEUSEL et al. 1965:37f). Diese Grenze stimmt auffallend gut mit der östlichen Verbreitungsgrenze des Betulo-Quercetum und der Teucrium-Ausbildung des Luzulo-Quercetum überein (vgl. Abb.85; vgl. auch Abb.71). Sie markiert daher zugleich die östliche Vorkommensgrenze vieler atlantisch-subatlantischer Arten, die für Waldgesellschaften Schleswig-Holsteins bezeichnend sind (z.B. Lonicera periclymenum und Ilex aquifolium; auf Auenwaldstandorten zudem Veronica montana, Chrysosplenium oppositifolium und Lysimachia nemorum, die beiden zuletzt genannten vorzugsweise in der Altmoräne; vgl. DIERSSEN et al. 1988, Tab.21). Resümierend läßt sich sagen: In der Altmoräne Schleswig-Holsteins weist das Artengefüge naturnaher Waldgesellschaften atlantische, in der Jungmoräne eher subatlantische Züge auf. Vertreter des überwiegend nordisch verbreiteten Florenelementes deuten auf schwach borealen Einfluß hin, der in der Altmoräne und im Landesteil Schleswig stärker ausgeprägt ist.

7.2. Standörtliche Aspekte - Versuch einer synoptisch-vergleichenden Betrachtung der untersuchten Standortsfaktoren mittels multivariater Verfahren

7.2.1. Zur Auswahl der Merkmale (Standortsfaktoren) mittels univariater Betrachtung

In Kapitel 5 wurden Standortsfaktoren im Hinblick auf einzelne Waldgesellschaften beschrieben. Um entscheiden zu können, welche dieser Faktoren als Merkmalsgrößen eines multivariaten Vergleiches dienen können, ist es zweckmäßig, deren Gesamtvarianz über alle Waldtypen zu betrachten (Abb. 86-92; Zuordnung der 17 verglichenen Vegetationstypen gemäß Tab.34). Besonders geeignet erscheinen solche Merkmale, die über alle Vegetationstypen eine deutliche Variabilität zeigen. Nur so besteht im multivariaten Vergleich die Möglichkeit, anhand von Merkmalskombinationen einzelne Einheiten deutlich zu kennzeichnen beziehungsweise sie gegeneinander abzugrenzen. Als synsystematische Bezugsebene wurde hierbei die Subassoziation (bzw. Ausbildung einer Assoziation) gewählt, so daß Vergleiche auf höherem Abstraktionsniveau (Assoziation, Verband, Ordnung) jederzeit möglich blieben.

Eine Auswahl der im Rahmen multivariater Verfahren zu berücksichtigenden Standortsparameter ist unter mehreren Gesichtspunkten problematisch. So hängen ihre Ergebnisse stark vom Ausmaß korrelativer Beziehungen zwischen den Merkmalen ab (GÖNNERT 1989:145). Einerseits sind gewisse Korrelationen Voraussetzung für die in der Hauptkomponenten- und Diskriminazanalyse durchgeführten Extraktionen der Hauptkomponenten beziehungsweise Diskriminanzfunktionen. Sie bilden daher die Basis der mit diesen Verfahren durchgeführten Datenreduktion. Andererseits wirken enge Korrelationen innerhalb einzelner Merkmalsgruppen ergebnisverzerrend, da entsprechende Variablen gegenüber anderen stärker gewichtet werden. Als Voraussetzung der Clusteranalyse wird demzufolge oft eine Datenmatrix nicht korrelierter Merkmale gefordert (vgl. GÖNNERT 1989:145).

Nahezu alle bodenchemischen Parameter ändern sich mit der Bodentiefe, so daß mitunter sehr horizontspezifische Merkmalsverhältnisse resultieren. Eine entsprechende Variabilität der Feinwur-

zelverteilung im Boden geht damit einher. Über alle Bodenhorizonte ermittelte Durchschnittswerte können deshalb nicht als Bezugsdaten multivariater Verfahren herangezogen werden. Um den Umfang durchzuführender Rechenprozeduren einzuschränken, wurden als Basisdaten nur Analysenergebnisse jener Bodenhorizonte ausgewählt, die ein ökologisch sinnvoll interpretierbares Rechenergebnis erwarten ließen. Dies ist zum einen der Hauptwurzelhorizont der Feldschicht, da bodenchemische Parameter dieses Horizontes Wuchsbedingungen der Pflanzen am besten repräsentieren. Zugleich kann der betrachtete Horizont hohe Feinwurzeldichten der Baumschicht aufweisen (vgl. GÖTTSCHE 1972). Zum anderen ist dies der A-Horizont, der als oberster Teil des Mineralkörpers in besonderem Maße Prozessen der Bodengenese unterliegt und zugleich Ort intensiver Stoffwechselbeziehungen ist. Der Hauptwurzelhorizont ist im Alno-Ulmion, Hordelymo-Fagetum und Teilen des Galio odorati-Fagetum (G.F., Ranunculus-Ausbildung, G.F. typicum, Untereinheiten des G.F. festucetosum) mit dem A-Horizont identisch. In den übrigen Vegetationstypen (Untereinheiten des G.F. festucetosum, G.F. polytrichetosum, Quercion) bestehen maximale Feinwurzeldichten in den Auflagehorizonten (O_f und O_h). Die Datenmatrix des Hauptwurzelhorizontes setzt sich demgemäß aus Meßwerten der A- und $O_{f/h}$-Horizonte zusammen.

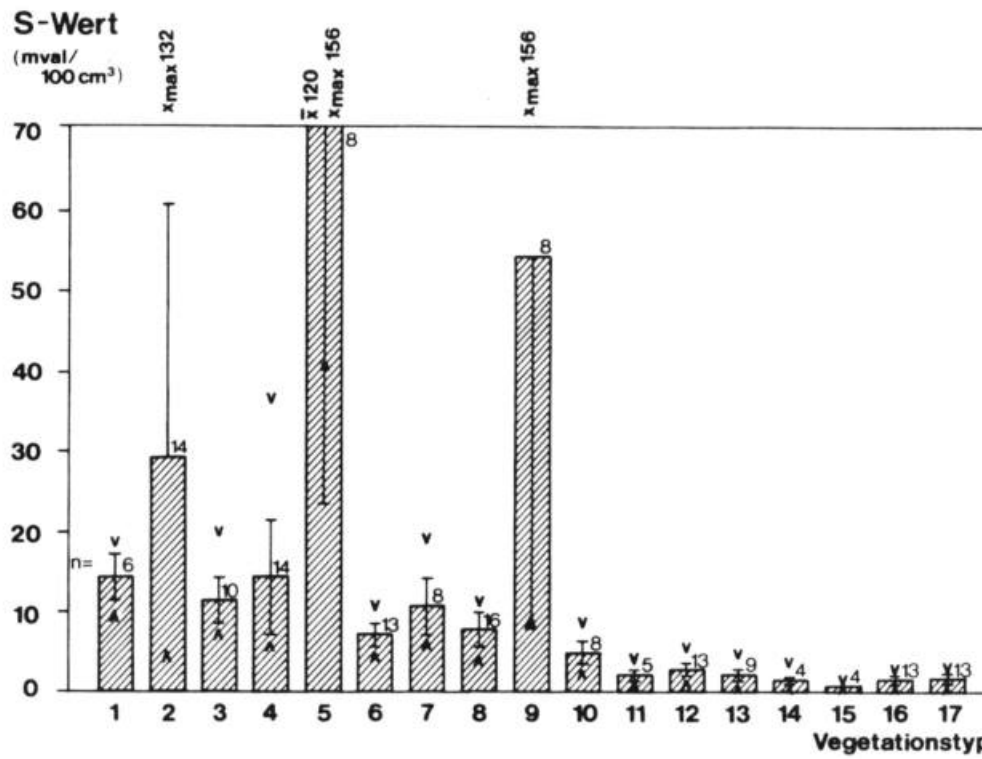


Abb.86: Mittelwert, Standardabweichung ($\bar{x}$), Minimum (∧) und Maximum (∨) der für verschiedene Waldstandorte (Vegetationstypen 1 bis 17) im Hauptwurzelhorizont ermittelten S-Werte (n=Anzahl ausgewerteter Einzelmessungen; Numerierung der Vegetationstypen gemäß Tab.34)

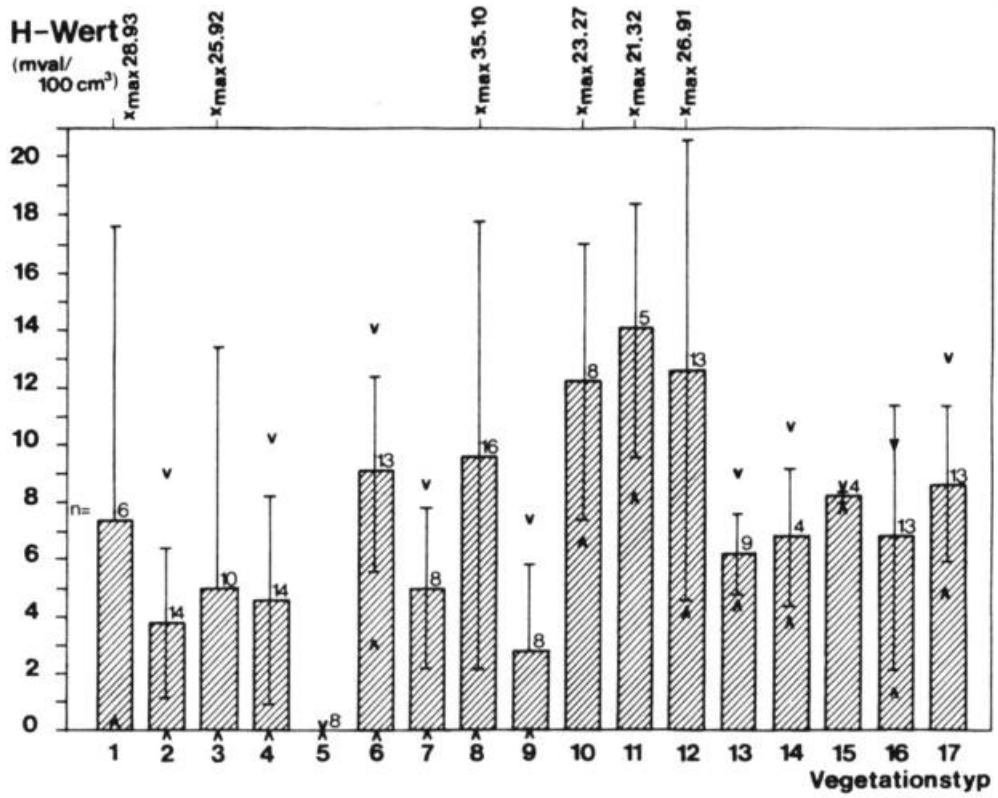


Abb.87: Mittelwert, Standardabweichung ($\overline{\underline{\mathrm{I}}}$), Minimum (Λ) und Maximum (V) der für verschiedene Waldstandorte (Vegetationstypen 1 bis 17) im Hauptwurzelhorizont ermittelten H-Werte (n=Anzahl ausgewertete Einzelmessungen; Numerierung der Vegetationstypen gemäß Tab.34)

Die Abbildungen 86 bis 90 geben einen Überblick über die Variabilität der Parameter S-Wert (mval/100ccm), H-Wert (mval/100ccm), Basensättigung (%), pH-Wert (in H_2O) und C/N-Verhältnis im Hauptwurzelhorizont der Standorte von 17 (auf Subassoziationsniveau (vgl. oben) unterschiedenen) Waldgesellschaften (zur Auswahl vgl. Kap.7.2.2.).

Angegeben sind jeweils für eine Anzahl von n Einzelmessungen Mittelwerte, Standardabweichung und Extremwerte (Maximalwert, Minimalwert).

Die genannten Abbildungen lassen erkennen, daß alle Merkmale über das verglichene Standortsspektrum mehr oder minder ausgeprägt variieren und somit als mögliche Bezugsgrößen eines multivariaten Vergleiches geeignet erscheinen. Obwohl einige Gesellschaften unter vergleichsweise extremen Wuchsbedingungen gedeihen, so wäre doch kein Merkmal für sich betrachtet aus-

reichend, einzelne Vegetationstypen standörtlich eindeutig zu kennzeichnen. Eine monokausale Betrachtung des Vegetations-Standorts-Zusammenhanges bliebe daher unbefriedigend.

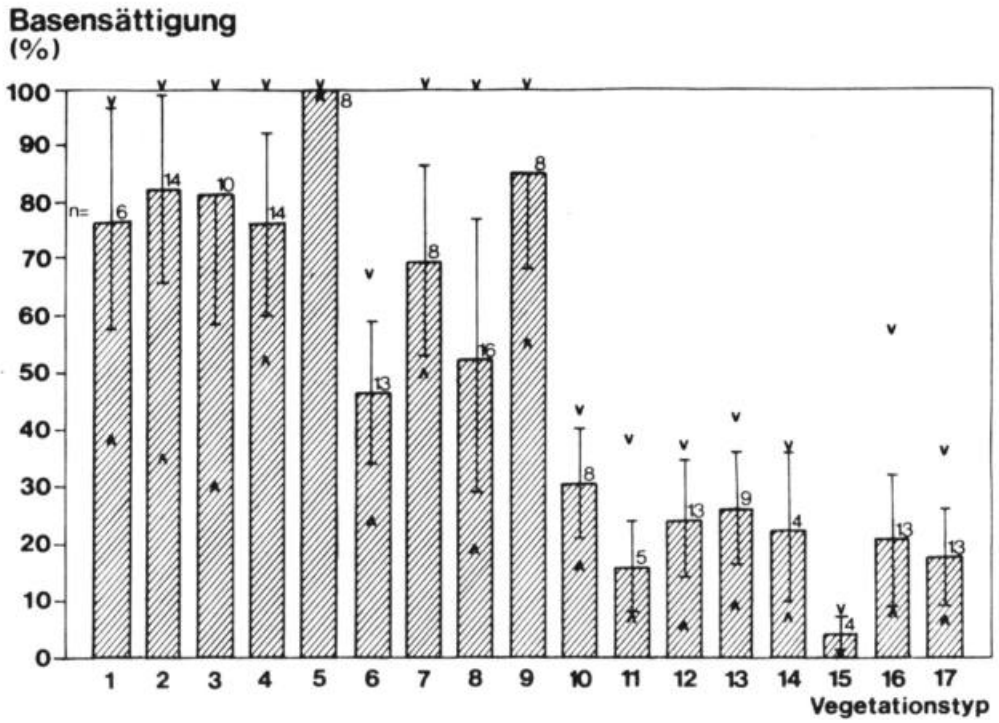


Abb.88: Mittelwert, Standardabweichung ($\bar{x}$), Minimum ($\wedge$) und Maximum ($\vee$) der für verschiedene Waldstandorte (Vegetationstypen 1 bis 17) im Hauptwurzelhorizont ermittelten Basensättigung (n=Anzahl ausgewerteter Einzelmessungen; Numerierung der Vegetationstypen gemäß Tab.34)

Im Gesamtvergleich haben erwartungsgemäß die auf Pararendzinen stockenden Bestände auffallend hohe S-Werte (Abb.86). Die übrigen Vegetationstypen weisen in der Reihe Alno-Ulmion, Hordelymo-Fagetum, Galio-Fagetum und Quercion mehr oder minder kontinuierlich abnehmende Werte auf. Zwischen tendenziell bodensauren Einheiten des Galio-Fagetum und Gesellschaften des Quercion bestehen nur noch geringe Unterschiede. Ein entsprechendes Pendant dazu zeigt das Bild der H-Werte (Summe austauschbarer, sauer reagierender Kationen; Abb.87): Mit niedrigen S-Werten gehen in aller Regel höhere H-Werte einher. Bezeichnend sind relativ geringe H-Werte an Standorten des Galio-Fagetum polytrichetosum und des Quercion (Einheiten Nr.13-17). Diese korrespondieren mit geringen Kationen-Austauschkapazitäten (KAK_{pot}) im Hauptwurzelhorizont, der bei diesen Böden ausschließlich den organischen Auflagen entspricht. Daher sind - im Gegensatz zur Variabilität der S-Werte - Beziehungen zu einzelnen Vegetationstypen nur bedingt erkennbar. Die Variabilität der Basensättigung (Abb.88) und pH-Werte (Abb.89) stimmt selbst in Nuancen gut überein. Allerdings zeichnet sich bei beiden Parametern eine Koinzidenz zwischen Meßwerten und Vegetationstypen nicht einmal auf Verbands- beziehungsweise Ordnungsniveau ab: Vergleichsweise hohen Werten im Alno-Ulmion und Hordelymo-Fagetum stehen niedrige Werte im Galio-Fagetum und Quercion gegenüber. Innerhalb dieser Gruppen sind Unterschiede

hinsichtlich beider Merkmale nur gering. Ähnlich der Basensättigung bestehen im C/N-Verhältnis (Abb.90) besonders deutliche Unterschiede zwischen Standorten des Hordelymo- und des Galio-Fagetum. Nur bedingt ist dieser Parameter aber geeignet, Alno-Ulmion und Hordelymo-Fagetum sowie Galio-Fagetum und Quercion synökologisch gegeneinander abzugrenzen.

Um zusätzlich den Einfluß tieferer, mergelreicher Bodenschichten auf die Vegetationsentwicklung beurteilen zu können, wurde die Auswahl bodenchemischer Merkmale um die Variable "Kalkgehalt im Unterboden (150 cm u.Fl.)" ergänzt. Wie in Kapitel 5.1.1.2. und 5.1.1.3. gezeigt wurde, lassen sich mit Hilfe dieser Größe besonders gut Gleystandorte unterschiedlicher Naturräume beschreiben.

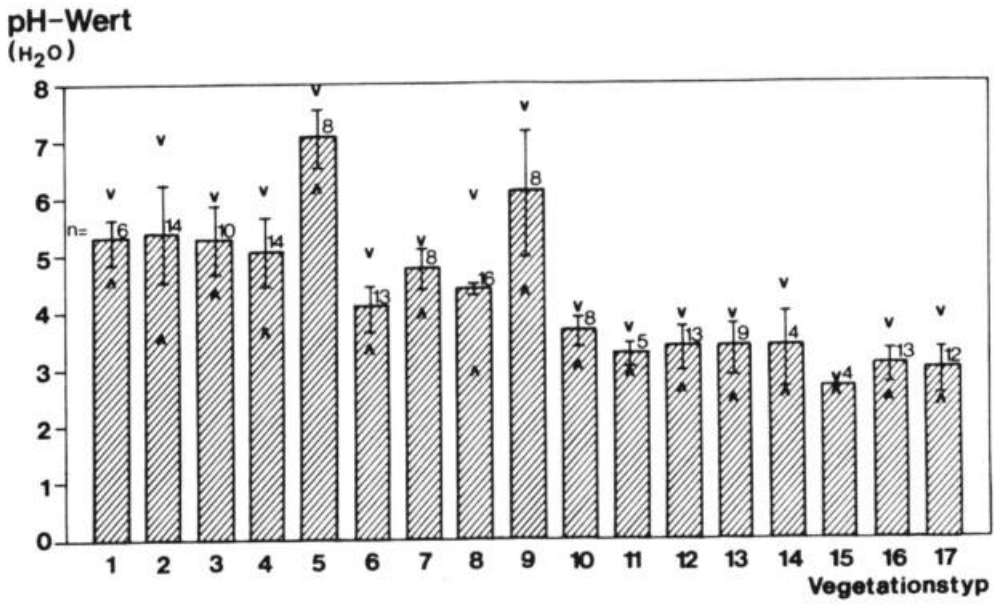


Abb.89: Mittelwert, Standardabweichung ($\overline{x}$), Minimum (Λ) und Maximum (V) der für verschiedene Waldstandorte (Vegetationstypen 1 bis 17) im Hauptwurzelhorizont ermittelten pH-Werte (n=Anzahl ausgewerteter Einzelmessungen; Numerierung der Vegetationstypen gemäß Tab.34)

In der betrachteten Merkmalskombination bildet der H-Wert insofern redundante Information, als er aus den Größen "S-Wert" und "Basensättigung" errechnet werden kann. Im multivariaten Vergleich blieb das Standortsmerkmal "H-Wert" demzufolge unberücksichtigt.

Neben bodenchemischen Kenngrößen sind auch bodenmorphologische Merkmale (z.B. Mächtigkeit von Bodenhorizonten) geeignet, einzelne Waldgesellschaften standörtlich zu charakterisieren. Einer standortsökologischen Interpretation können vor allem solche Merkmale dienen, die über bodenbiologische wie auch -genetische Prozesse Auskunft geben. Ein Mächtigkeitsvergleich von O- und A_h-Horizonten läßt beispielsweise Rückschlüsse auf Mineralisations- und Bioturbations-

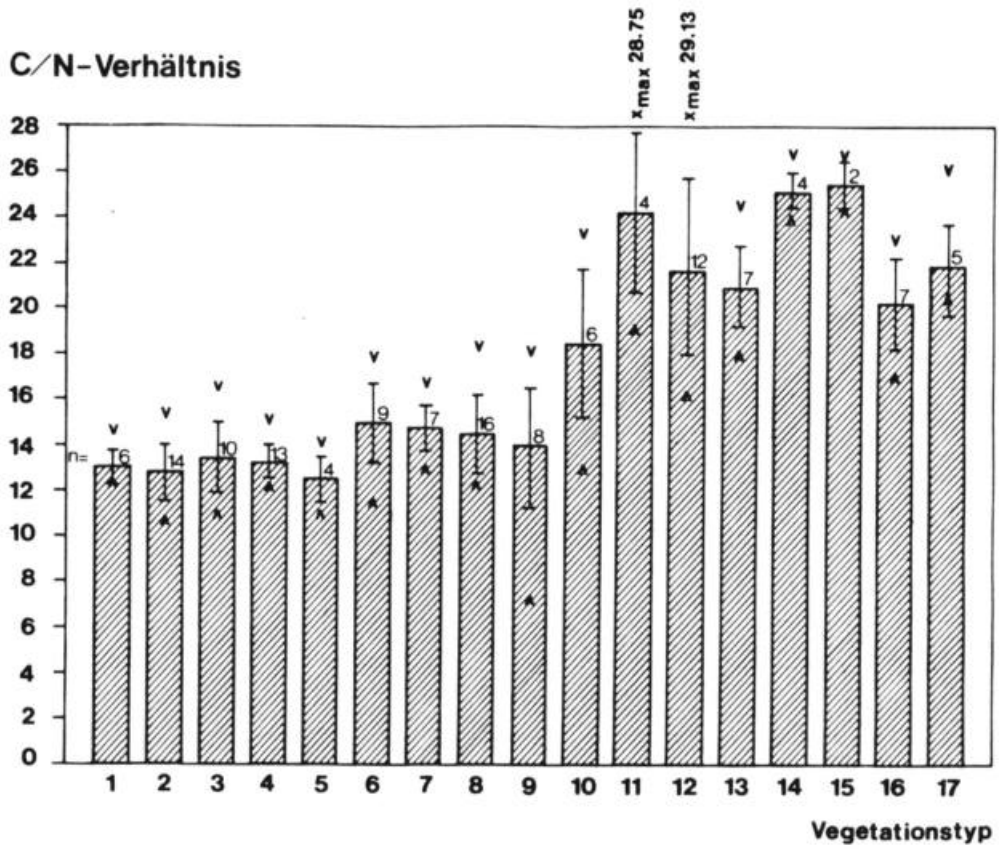


Abb.90: Mittelwert, Standardabweichung ($\overline{\top}$), Minimum ($\wedge$) und Maximum (V) der für verschiedene Waldstandorte (Vegetationstypen 1 bis 17) im Hauptwurzelhorizont ermittelten C/N-Werte (n=Anzahl ausgewerteter Einzelmessungen; Numerierung der Vegetationstypen gemäß Tab.34)

raten zu. Mit Hilfe der profilmorphologisch auffälligen Eluvial- und Illuvialhorizonte ist es möglich, das Maß der Umverteilung von Nährstoffen wie auch allgemein die Zustandsstufe von Böden zu beurteilen. Die Abbildungen 91 und 92 veranschaulichen, welche Unterschiede zwischen den Mächtigkeiten der Auflagen- und $A_{a/h}$-Horizonte an Standorten der betrachteten Waldgesellschaften bestehen. Die den multivariaten Verfahren zugrundeliegende Merkmalskombination aus bodenchemischen Größen (pH-, S-Wert, BS, C/N-Verhältnis, Kalkgehalt) wurde dementsprechend um profilmorphologische Parameter ergänzt (Mächtigkeiten der O-, $A_{a/h}$-, A_e- und $B_{h/s}$-Horizonte). Die gewählte Merkmalskombination gestattet zugleich, Art und Ausmaß

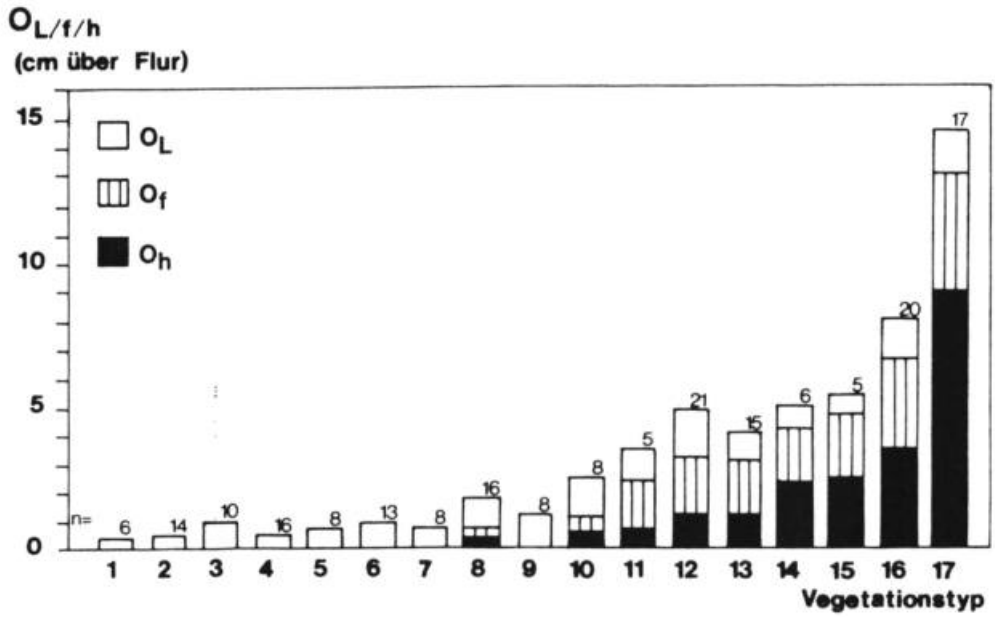


Abb.91:Mittlere Mächtigkeiten der für verschiedene Waldstandorte (Vegetationstypen 1 bis 17) bezeichnenden Auflagenhorizonte (n=Anzahl ausgewerteter Einzelmessungen; Numerierung der Vegetationstypen gemäß Tab.34)

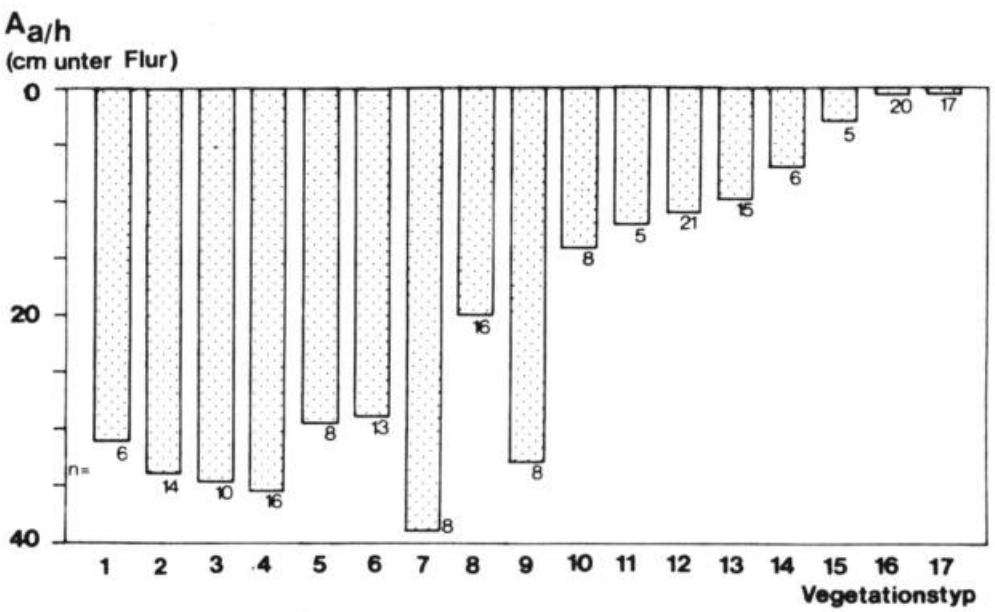


Abb.92:Mittlere Mächtigkeiten der an 17 Waldstandorten (Vegetationstypen 1 bis 17) untersuchten A_h-Horizonte (n=Anzahl ausgewerteter Einzelmessungen; Numerierung der Vegetationstypen gemäß Tab.34)

Tab.34: In den Abbildungen 86-92 entsprechen die Nummern 1-17 folgenden Vegetationstypen:

Nr.	Vegetationstyp
1	Alno-Fraxinetum, Cardamine-Ausbildung
2	Alno-Fraxinetum, Phalaris-Ausbildung
3	Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Lonicera-Ausbildung
4	Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Mercurialis-Ausbildung
5	Hordelymo-Fagetum, Lathyrus-Subassoziations-Gruppe
6	Hordelymo-Fagetum geo-typicum
7	Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum
8	Hordelymo-Fagetum eu-typicum
9	Hordelymo-Fagetum eu-corydaletosum
10	Galio-Fagetum, Ranunculus-Ausbildung
11	Galio-Fagetum typicum
12	Galio-Fagetum festucetosum
13	Galio-Fagetum polytrichetosum
14	Avenella-Fagus-Gesellschaft, Typische Ausbildung
15	Avenella-Fagus-Gesellschaft, Leucobryum-Ausbildung
16	Betulo-Quercetum milietosum
17	Betulo-Quercetum typicum

korrelativer Zusammenhänge zwischen bodenchemischen und profilmorphologischen Merkmalen festzustellen.

Mit der gegebenen Merkmalskombination bliebe der Standortsfaktor "Wasserversorgung" unberücksichtigt. Aufgrund der in Meßbrunnen ermittelten Wasserstände ließe sich nur ein kleiner Teil der Untersuchungsflächen hydrologisch beschreiben, so daß keine intervall-skalierten Meßwerte zum betrachteten Standortsparameter vorliegen. Als hydrologisch interpretierbare Größen fanden daher die "Mächtigkeit des Reduktions- (Gr-) Horizontes" und die "mittlere Feuchtezahl (mF)" (ELLENBERG 1979:40) der Untersuchungsflächen Berücksichtigung. Die Gr-Mächtigkeit gibt an, welchen Anteil (in cm) der Gr- Horizont in einem zwei Meter mächtigen Bodenprofil einnimmt. Um damit nicht alle Oxigley-Standorte vom multivariaten Vergleich ausschließen zu müssen, wurde bei den betreffenden Untersuchungsflächen als "Gr-Wert" der Mächtigkeits-Mit-

telwert aller übrigen dieser Standortsgruppe angehörenden Gr-Horizonte verwendet (über mögliche Interpretationsfehler vgl. Kap.7.2.8.). Der mittlere Zeigerwert (vgl. ELLENBERG et al. 1991:27ff) einer Bezugsfläche wird aus den Einzel-Zeigerwerten aller auf dieser Fläche wachsenden Arten (mit Ausnahme indifferenter Arten) bestimmt. Im Rahmen vorliegender Untersuchungen blieben Dominanzkriterien zur Berechnung der mittleren Feuchtezahlen unberücksichtigt. Dieses Berechnungsverfahren ist insofern begründet, als der Deckungsgrad einer Pflanze nicht nur ökologisch bedingt ist, sondern auch als Ausdruck ihrer genetisch fixierten Ausbreitungsweise angesehen werden kann (ELLENBERG 1979:18f). Auch nicht zur Massenentfaltung neigende Pflanzen können dementsprechend wichtige Zeigerfunktionen haben.

Man mag hierbei einwenden, daß die Konkurrenzkraft (und damit auch die Dominanz) einiger Sippen (z.B. Phragmites australis) nahezu ausschließlich über ökologische Rahmenbedingungen gesteuert wird.

An die Verwendung "mittlerer Zeigerwerte" als Merkmale multivariater Vergleiche sind verschiedene verfahrenstechnische Probleme geknüpft. Zum einen sind standörtliche Interpretationen mittels Zeigerwerten nicht unumstritten (vgl. WALTER und BRECKLE 1983:122f, DIERSSEN 1990:179ff; im Hinblick auf vorliegende Betrachtung sind tautologische Schlußfolgerungen möglich), zum anderen sind diese ordinal skaliert und erfüllen so streng genommen nicht die Voraussetzung der im Rahmen multivariater Verfahren notwendigen Variableneigenschaften. Die damit bestehenden Fehlinterpretationen werden in Kapitel 7.2.8. diskutiert.

Tab.35: Merkmalsauswahl zu den multivariaten Verfahren

Abkürzung	
1. S-Wert	S-Wert (in mval/100ccm)
2. BS	Basensättigung (in %)
3. pH	pH-Wert (in H_2O)
4. C/N	C/N-Verhältnis
5. $CaCO_3$	Kalkgehalt im Unterboden (ca.150 cm u.Fl., in Gew.-%)
6. $O_{L/f/h}$	Mächtigkeit der organischen Auflage (in cm)
7. $A_{a/h}$	Mächtigkeit des $A_{a/h}$ (in cm)
8. A_e	Mächtigkeit des $A_{(h)e}$ (in cm)
9. $B_{h/s}$	Mächtigkeit des $B_{h/s}$ (in cm)
10. G_r	Mächtigkeit des G_r (in cm, bezogen auf ein 2m-Profil)
11. mF	mittlere Feuchtezahl

Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse von Cluster-, Hauptkomponenten- und Diskriminanzanalyse gewährleisten zu können, lag jedem Rechenverfahren dieselbe Datenmatrix mit identischer Merkmalskombination zugrunde (vgl. Anhang Tab.1a/b). Dies ist vor allem für die Interpretation und den Vergleich der Ordinationsergebnisse von Bedeutung (Kap.7.2.6.).

Tab.36: Korrelationsmatrix der den multivariaten Verfahren zugrundeliegenden Merkmale (für Meßwerte im Hauptwurzelhorizont

		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1.	S-Wert	1.00									
2.	BS	0.52	1.00								
3.	pH	0.71	0.88	1.00							
4.	C/N	-0.37	-0.76	-0.73	1.00						
5.	$CaCO_3$	0.54	0.46	0.53	-0.39	1.00					
6.	$O_{L/f/h}$	-0.21	-0.52	-0.48	0.48	-0.19	1.00				
7.	$A_{a/h}$	0.33	0.74	0.70	-0.74	0.49	-0.61	1.00			
8.	A_e	-0.15	-0.38	-0.34	0.30	-0.12	0.72	-0.48	1.00		
9.	$B_{h/s}$	-0.15	-0.39	-0.35	0.30	-0.12	0.82	-0.48	0.89	1.00	
10.	G_r	0.03	0.57	0.46	-0.49	0.21	-0.33	0.58	-0.19	-0.19	1.00
11.	mF	0.04	0.54	0.45	-0.55	0.16	-0.21	0.56	-0.07	-0.08	0.79

Tab.37: Korrelationsmatrix der den multivariaten Verfahren zugrundeliegenden Merkmale (für Meßwerte im A-Horizont)

		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1.	S-Wert	1.00									
2.	BS	0.48	1.00								
3.	pH	0.71	0.83	1.00							
4.	C/N	-0.35	-0.69	-0.69	1.00						
5.	$CaCO_3$	0.54	0.42	0.54	-0.36	1.00					
6.	$O_{L/f/h}$	-0.21	-0.22	-0.38	0.54	-0.19	1.00				
7.	$A_{a/h}$	0.33	0.64	0.68	-0.73	0.49	-0.61	1.00			
8.	A_e	-0.15	-0.20	-0.23	0.41	-0.12	0.72	-0.48	1.00		
9.	$B_{h/s}$	-0.15	-0.15	-0.21	0.41	-0.12	0.82	-0.48	0.89	1.00	
10.	G_r	0.03	0.53	0.46	-0.46	0.21	-0.33	0.58	-0.19	-0.19	1.00
11.	mF	0.05	0.56	0.48	-0.50	0.16	-0.21	0.56	-0.07	-0.08	0.79

Die Tabellen 35 bis 37 geben eine Übersicht zur Merkmalsauswahl sowie zu den korrelativen Beziehungen der Parameter untereinander (Korrelationsmatrix; für Meßwerte im Hauptwurzel- und A-Horizont).

7.2.2. Zur Auswahl der Untersuchungsflächen

Nur ein Teil der insgesamt 217 bodenkundlich untersuchten Waldflächen konnte als "Objekte" im Rahmen der multivariaten Vergleiche dienen. Ausgeschlossen wurden solche Profilaufnahmen, zu denen nicht für jeden der in Tabelle 35 angeführten Parameter Meßwerte vorlagen. Damit wurden sogenannte "missing values" in der Datenmatrix vermieden. Da als synsystematische Bezugsebene des Vegetationstypenvergleiches die Subassoziation gewählt wurde, blieben zugleich solche

Flächen unberücksichtigt, deren Vegetationszusammensetzung eine Zuordnung auf diesem Niveau nicht zuließ (beispielsweise Basalgesellschaften der Ordnung; anthropogen stärker veränderte Bestände). Die Anzahl auswertbarer Untersuchungsflächen reduzierte sich damit auf 117, ein "Objektumfang", der den von WEBER (1974:15) im Rahmen faktorenanalytischer Untersuchungen geforderten Stichprobengrößen entspricht (nach WEBER im Idealfall etwa 100 bis 150; vgl. auch PAWLIK 1971) .

7.2.3. Multivariater Vergleich mittels Clusteranalyse

Das Ergebnis einer Standortsklassifikation mit Hilfe der Clusteranalyse ist aus Dendrogrammen der Abbildung 93 (für Werte des Hauptwurzelhorizontes) und 94 (für Werte des A-Horizontes) ersichtlich. Möchte man die Zunahme des Quadratsummen-Fehlers relativ zu einzelnen Fusionsebenen betrachten, so kann dieser bei der letzten Fusionsstufe ("alle Objekte werden zu einem Cluster vereinigt") mit einem "Fehlerniveau" von 100 % gleichgesetzt werden (Dendrogrammparallele Achse in den Abb.93 und 94). Zur Unterscheidung distinkter Gruppen im Dendrogramm ist es notwendig, ein Fehlerniveau festzulegen, unterhalb dessen einzelne Objekte eindeutig einer bestimmten Gruppe zuzuordnen sind. Die Festlegung eines solchen Fehlerniveaus ist willkürlich und muß sich an Fragestellung und Clusterungsergebnis orientieren (vgl. MÜLLER-DOMBOIS und ELLENBERG 1974:301). Üblicherweise werden Gruppentrennungen bis zu einem Fehlerniveau von maximal dreißig Prozent vorgenommen (vgl. GÖNNERT 1989:153ff). In den vorliegenden Dendrogrammen wurde diese Trennung auf einem Fehlerniveau von etwa 15 % (bzw. 19 %) festgelegt (Pfeile in Abb.93 und 94), so daß insgesamt 10 (bzw. 9) und mit Hinblick auf die Zunahme der Fehlerquadratsumme vergleichsweise homogene Gruppen resultieren (Gruppen A-K bzw. A-I).

Um beide Dendrogramme (bei der großen Anzahl von 117 verglichenen Objekten) überschaubar zu halten, sind einzelne Fusionsschritte erst ab einem Fehlerniveau von etwa 4 % graphisch dargestellt (sofern Cluster nicht aus einem Objekt bestehen). Die Anzahl verbleibender Cluster reduzierte sich somit auf 31 (vgl. Clusternumerierung 1-31 in Abb.93 und 94). Neben der fortlaufenden Objektnumerierung (1-117) ist mit Hilfe von Symbolen die pflanzensoziologische Zuordnung der Probeflächen angegeben (einen Schlüssel zu der gewählten Symbol-Vegetationstypen-Zuordnung gibt Tab.38).

Die Gruppe A (Abb.93) umfaßt ausschließlich Standorte des Alno-Fraxinetum, so daß hier Standorts- und Vegetationstyp einander eindeutig zugeordnet werden können. Selbst die Feingliederung der Gruppe läßt sich noch gut mit floristischen Typen korrelieren: Cluster Nr.1 repräsentiert ausschließlich Standorte der Cardamine flexuosa-Ausbildung, die übrigen jene der Phalaris-Ausbildung des Alno-Fraxinetum. Während Cluster Nr.2 (mit Ausnahme von Fläche 13) Geest-

Tab.38: Schlüssel zu der in den Abb.93 und 94 gewählten Vegetationstypen-Symbol-Zuordnung

Nr.	Vegetationstyp	Symbol
1	Alno-Fraxinetum, Cardamine-Ausbildung	△
2	Alno-Fraxinetum, Phalaris-Ausbildung	▲
3	Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Lonicera-Ausbildung	▽
4	Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Mercurialis-Ausbildung	▼
5	Hordelymo-Fagetum, Lathyrus-Subassoziations-Gruppe	■
6	Hordelymo-Fagetum geo-typicum	◪
7	Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum	◧
8	Hordelymo-Fagetum eu-typicum	◪
9	Hordelymo-Fagetum eu-corydaletosum	◨
10	Galio-Fagetum, Ranunculus-Ausbildung	●
11	Galio-Fagetum typicum	○
12	Galio-Fagetum festucetosum	◑
13	Galio-Fagetum polytrichetosum	◐
14	Avenella-Fagus-Gesellschaft, Typische Ausbildung	◆
15	Avenella-Fagus-Gesellschaft, Leucobryum-Ausbildung	◆
16	Betulo-Quercetum milietosum	▲▽
17	Betulo-Quercetum typicum	△▼

standorte der Phalaris-Ausbildung vereinigt, werden in den Clustern Nr.3-5 (die auf einem Fehlerniveau von etwa 8 % fusioniert werden) Hügellandstandorte der Gesellschaft zusammengefaßt. Die im Alno-Fraxinetum unterschiedenen Subassoziationen lassen sich demzufolge mit Hilfe der 11 berücksichtigten (Standorts-) Merkmale recht eindeutig charakterisieren.

Ein ganz entsprechendes Bild zeigt die Gliederung der Gruppe B, welche Standorte der Crepis-Fraxinus-Gesellschaft umfaßt. Zwei Untergruppen, die Trophieunterschiede innerhalb dieser Auenwälder widerspiegeln, korrespondieren (mit Ausnahme von Fläche 1) eindeutig mit der Lonicera periclymenum- (Cluster-Nr.6 und 7) beziehungsweise der Mercurialis perennis-Ausbildung (Cluster-Nr. 8 und 9) dieser Gesellschaft.

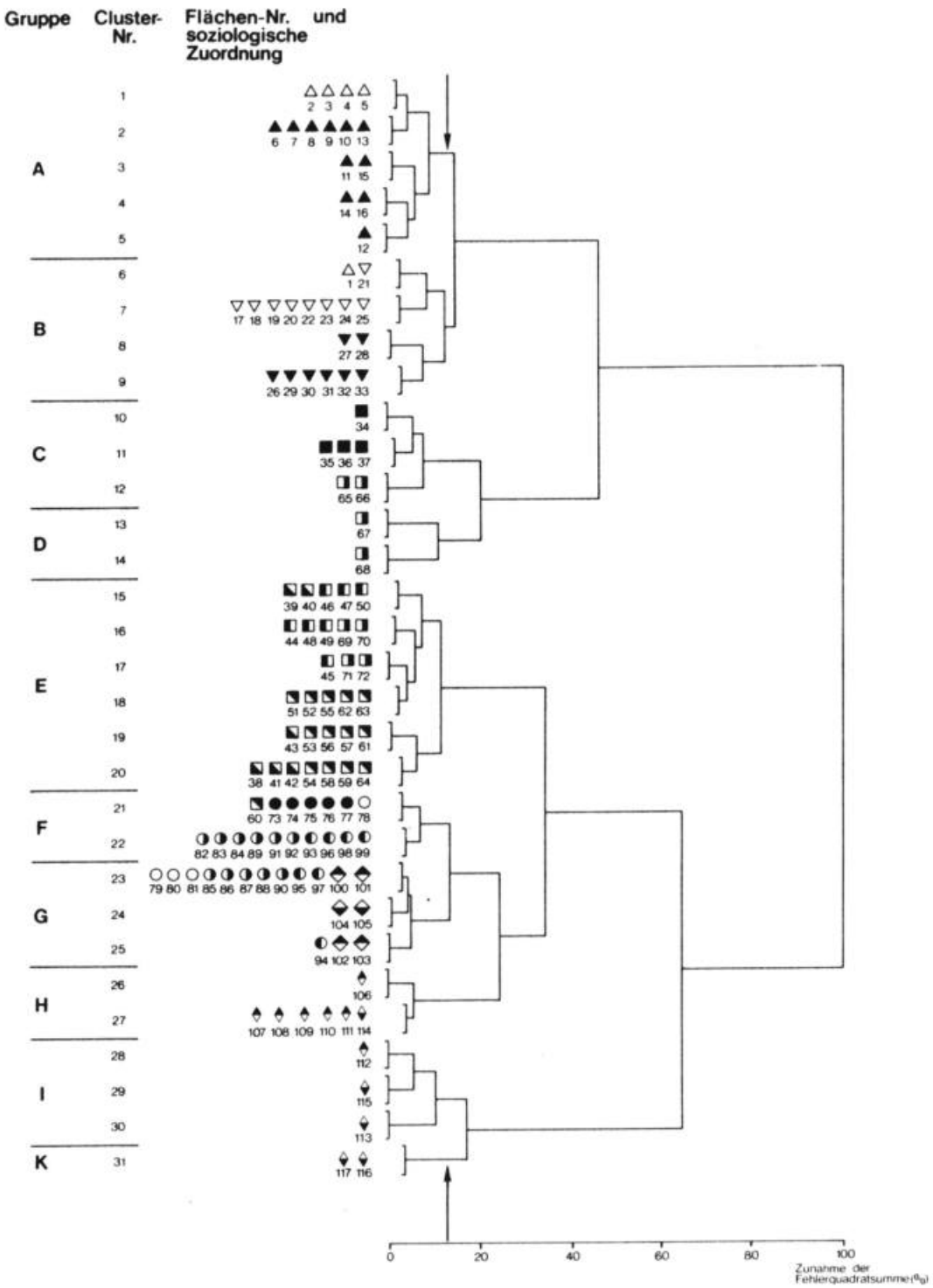


Abb.93: Dendrogramm der Clusteranalyse für Meßwerte im Hauptwurzelhorizont (Vegetationstypen-Symbol-Zuordnung gemäß Tab.38)

Relativ isoliert stehen die Gruppen C (Cluster-Nr. 10-12) und D (Cluster-Nr. 13 und 14), die ausschließlich Pararendzina-Standorte vereinigen und soziologisch dem Hordelymo-Fagetum zuzuordnen sind (Lathyrus vernus-Subassoziation: Cluster-Nr. 10 und 11, Hordelymo-Fagetum eucorydaletosum und Cluster-Nr. 12 bis 14). Ihre Anbindung an Flächen der Auenwälder zeigt, daß für diese Gruppierung weniger hydrologische als vielmehr den Basen- beziehungsweise Kalkgehalt des Bodens betreffende Faktoren maßgeblich sind. Auf Pararendzinen sind Meßwerte für Basensättigung, S-Wert, Kalkgehalt und pH-Wert vergleichsweise extrem, so daß die aufgezeigte Klassifikation dieser Flächen verständlich erscheint.

Alle übrigen Standorte des Hordelymo-Fagetum (mit Ausnahme von Fläche 60) werden in der Gruppe E zusammengefaßt, sind ökologisch also gut von Untersuchungsflächen des Alno-Ulmion und des Galio-Fagetum abgrenzbar. Die gezeigte Auftrennung in zwei Untergruppen läßt sich als Unterschied im Basenhaushalt der Flächen interpretieren. So korrespondieren mit diesen Untergruppen Waldgersten-Buchenwälder, die entweder Sippen der Corydalis-Gruppe aufweisen (Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum und eu-corydaletosum) oder in denen diese Arten fehlen (Hordelymo-Fagetum geo-typicum und eu-typicum). Eine standörtliche Zwischenstellung scheinen Flächen in Cluster-Nr.18 einzunehmen (Hordelymo-Fagetum eu-typicum), die offensichtlich basenreicher und auf höherem Fehlerniveau demzufolge mit Flächen der Corydalis-Waldgersten-Buchenwälder fusioniert sind. Die soziologische Auftrennung zwischen den auf Pseudogleyen (Geum-Subassoziations-Gruppe) und Parabraunerden (Typische Subassoziations-Gruppe) stockenden Waldgersten-Buchenwäldern findet im Klassifkationsergebnis der Clusteranalyse keine Entsprechung. Dies ist auf die gewählte Merkmalskombination zurückzuführen, in welche der Standortsfaktor "Staufeuchte" nicht ausreichend einfließt. Merkmale wie "Intensität der Bodenmarmorierung" oder "Menge des pflanzenverfügbaren Bodenwassers" hätten hier vermutlich zu einer soziologisch besser interpretierbaren Differenzierung dieser Waldstandorte geführt.

Im Vergleich zu den bisher besprochenen Waldgesellschaften ist eine Standorts-Vegetationstypen-Parallelisierung innerhalb des Galio-Fagetum weniger eindeutig. Während die in trophischer Hinsicht noch relativ günstigen Standorte der Scharbockskraut-Waldmeister-Buchenwälder alle einem Cluster (Nr.21) angehören und standörtlich demgemäß noch gut abgrenzbar sind, werden alle übrigen dieser Assoziation zuzuordnenden Flächen (Galio-Fagetum typicum, G.F festucetosum und G.F. polytrichetosum) auf die Cluster-Nr. 22 und 23 verteilt. Damit zeigt sich, daß zumindest im Wurzelhorizont und mit Hinblick auf die betrachtete Merkmalskombination synökologisch vergleichsweise ähnliche Bedingungen bestehen - mithin eine standörtlich begründbare Klassifikation mit Hilfe der Minimum-Varianz-Methode nicht möglich ist.

Der Gruppe G gehören ferner Untersuchungsflächen der Avenella-Fagus-Gesellschaft an. Damit ist ein Hinweis auf engere synökologische Beziehungen zwischen stärker bodensauren Einheiten der Waldmeister- und der Drahtschmielen-Buchenwälder gegeben (im Hinblick auf die vergli-

chenen Merkmale!). Allerdings läßt sich ein Teil der Avenella-Fagus-Waldflächen auf niedrigerem Fehlerniveau abgrenzen (Cluster-Nr.24 und 25).

In den Gruppen H, I und K werden ausschließlich Standorte des Betulo-Quercetum vereinigt. Ihr durch Podsolierung gekennzeichnetes Pedon und die damit einhergehenden bodenchemischen Charakteristika weisen diese Flächen eindeutig als selbständige Gruppen aus. Mit Ausnahme der Fläche 114 umfaßt Gruppe H Standorte des Betulo-Quercetum milietosum. Sie steht - wie ihr Anschluß auf höherem Fehlerniveau zeigt - den Gruppen bodensaurer Fagion-Einheiten noch relativ nahe. Im Dendrogramm finden sich Untersuchungsflächen des Betulo-Quercetum typicum deutlich isoliert - ein Indiz für die synökologische Extremstellung dieser Waldgesellschaft.

Das Klassifikationsergebnis ändert sich nur wenig, wenn der Clusteranalyse bodenchemische Werte des A-Horizontes zugrunde gelegt werden (Abb.94). Im Dendrogrammvergleich werden erwartungsgemäß solche Standorte unterschiedlich gruppiert, mit denen im Trophiegradienten eine Verlagerung des Hauptwurzelhorizontes aus dem A- in die Auflagenhorizonte einhergeht. Wie in Kapitel 5.1.2.3. dargelegt (vgl.Abb.57), ist dies für Standorte des Galio-Fagetum festucetosum bezeichnend (maximale Feinwurzeldichten sind im A- bzw. in den O-Horizonten lokalisiert). Berücksichtigt man als Klassifikationsgrundlage nur bodenchemische Werte des A-Horizontes (Dendrogramm in Abb.94), so wird die Datenmatrix im Hinblick auf Böden des Galio-Fagetum festucetosum ähnlicher, mithin einzelne Cluster zu entsprechenden Syntaxa besser korrelierbar. So treten im Dendrogramm der Abbildung 94 Flächen des Galio-Fagetum festucetosum isoliert nur in den Cluster-Nr.21 und 22 auf.

Zugleich werden im betrachteten Dendrogramm Standorte der Avenella-Fagus-Gesellschaft mit jenen des Galio-Fagetum typicum und polytrichetosum vereinigt (Cluster-Nr.22). Damit ist ein Hinweis gegeben, daß bodenchemische Parameter des A-Horizontes die vorgefundenen Unterschiede im Artengefüge nur noch unzureichend oder schlechter erklären, als sie dies auf den Hauptwurzelhorizont bezogen tun.

7.2.4. Multivariater Vergleich mittels Hauptkomponentenanalyse

Mit Hilfe der Hauptkomponentenanalyse lassen sich aus der den Hauptwurzelhorizont charakterisierenden Datenmatrix drei Hauptkomponenten bestimmen, deren Eigenwert jeweils größer als 1 ist. Neben den Eigenwerten gibt Tabelle 39 die Varianzanteile (in %) und kummulierte Varianzen (in %) für alle drei Hauptkomponenten an. Zusammengenommen repräsentieren sie etwa 82 % der Gesamtvarianz aller Daten, so daß sich mit einem vergleichsweise geringen Informationsverlust der vormals elf-dimensionale Merkmalszusammenhang auf eine dreidimensionale Darstellung reduzieren läßt.

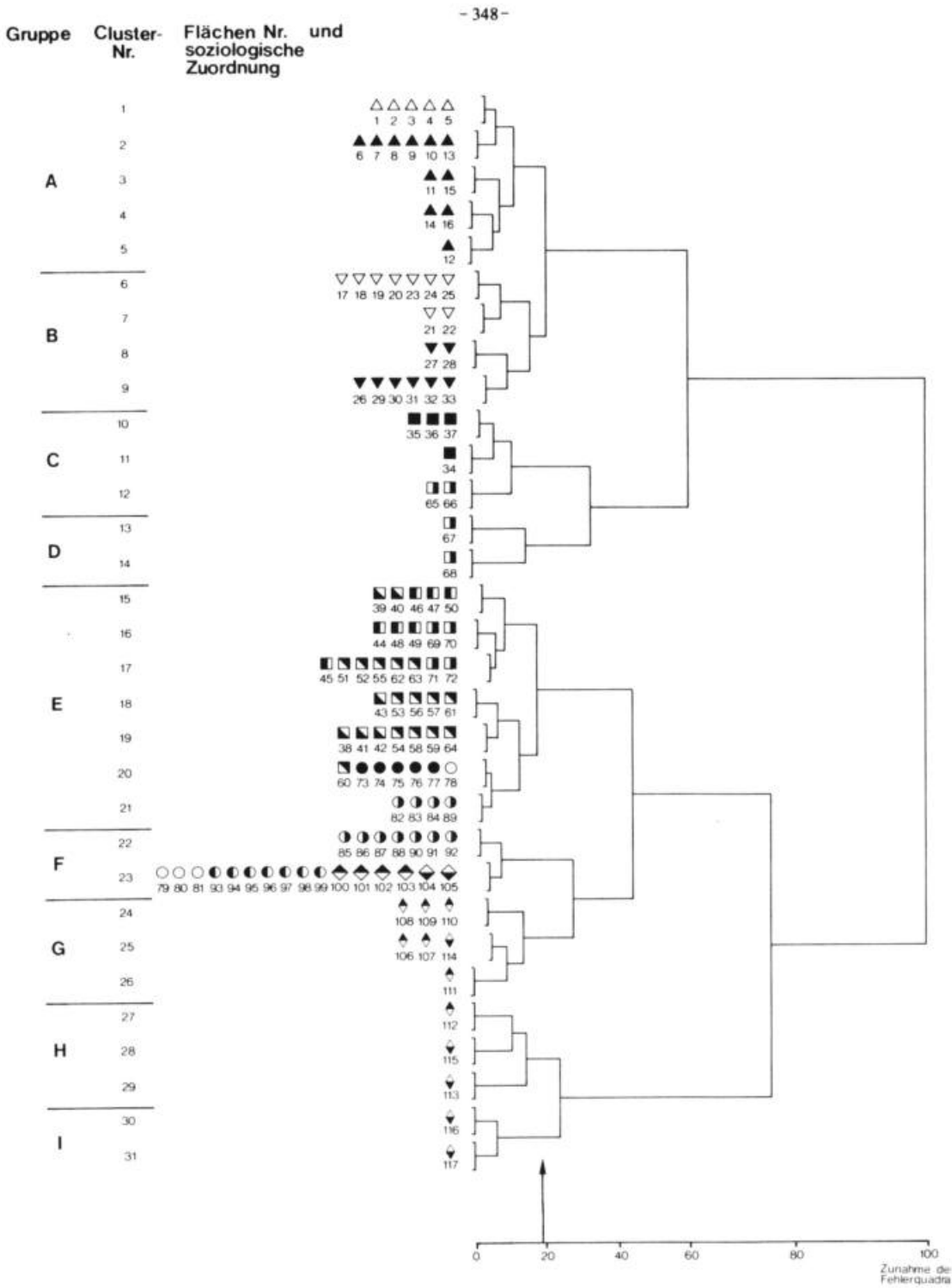


Abb.94: Dendrogramm der Clusteranalyse für Meßwerte im A_h-Horizont (Vegetationstypen-Symbol-Zuordnung gemäß Tab.38)

Zur ökologischen Interpretation der als "synthetische Merkmale" deutbaren Hauptkomponenten ist es notwendig, das Ladungsmuster aller Merkmale auf den Hauptkomponenten zu diskutieren (vgl. Tab.5).

Tab.39: Hauptkomponenten und Ladungen der 11 Standortsmerkmale (für Meßwerte im Hauptwurzelhorizont; hohe Ladungen sind unterstrichen)

Merkmale	1.Haupt-komponente (HK1)	2.Haupt-komponente (HK2)	3.Haupt-komponente (HK3)
mF	0.93	0.02	0.05
G_r	0.90	-0.11	0.04
C/N	-0.63	0.27	-0.50
A_h	0.62	-0.45	0.45
B_h/s	-0.06	0.96	-0.08
A_e	-0.06	0.93	-0.09
$O_L/f/h$	-0.25	0.86	-0.18
S-Wert	-0.07	-0.07	0.90
pH	0.46	-0.27	0.78
$CaCO_3$	0.12	-0.02	0.77
BS	0.60	-0.32	0.62
Eigenwert	3.10	3.00	2.90
Varianzanteil (%)	28.3	27.2	26.4 Summe: 81.9%

Die höchsten Ladungen auf der ersten Hauptkomponente weisen die Merkmale "Mächtigkeit des Gr-Horizontes" und "mittlere Feuchtezahl" auf. Diese Hauptkomponente repräsentiert somit den Faktor "Bodenfeuchtigkeit" und könnte demzufolge als "Bodenfeuchte-Komponente" interpretiert werden. Die Ladungsverteilung läßt zugleich erkennen, daß mit mächtigen G_r-Horizonten und hohen Feuchtezahlen enge C/N-Quotienten (negative Korrelation: -0,63) und mächtige A_h-Horizonte (Korrelation: 0,62) einhergehen. Diese Merkmale können - in gewissem Rahmen - als Maß der biologischen Aktivität von Böden angesehen werden (vgl. EVERS 1961:63ff und 1967:70). So wäre eine Bildung mächtiger A-Horizonte ohne rasche Mineralisation anfallender Laubstreu und deren tiefgründige Einarbeitung in den Mineralkörper nicht denkbar. Die betrachtete Merkmalskorrelation läßt den Schluß zu, daß unter allen Waldstandorten des Untersuchungsgebietes Auenwaldböden die höchste biologische Aktivität aufweisen.

Auf der zweiten Hauptkomponente weisen solche Merkmale hohe Ladungen auf, die profilmorphologisch für podsolige beziehungsweise Podsol-Böden kennzeichnend sind. Die Achse ließe sich dementsprechend als "Podsolierungs-Komponente" werten. Die Ladungsverteilung zeigt, daß mit mächtigen A_e- und B_{hs}-Horizonten stets mächtige Auflagen korreliert sind. Die alleinige Erfassung der Auflagen-Mächtigkeit würde daher - in gewisser Näherung - Rückschlüsse auf die

Mächtigkeit des Podsol-Solums beziehungsweise der Intensität abgelaufener Eisen-Humus-Verlagerungen zulassen. Aussagen über das Basenangebot im Hauptwurzelhorizont wären indessen bei gegebener O-Mächtigkeit nicht möglich (geringe Ladungsbeträge bei entsprechenden Merkmalen).

Die dritte Achse des Hauptkomponentenraumes kann recht eindeutig als "Basen-Komponente" interpretiert werden. Die höchsten Ladungen besitzen hier die Merkmale S-Wert, pH-Wert, Kalkgehalt im Unterboden und Basensättigung, wobei der S-Wert mit einer Korrelation von 0,90 die betrachtete Hauptkomponente am besten beschreibt. Daß die genannten Parameter in gewisser Beziehung zur biologischen Aktivität des Bodens stehen, ist an den mittelgroßen Ladungsbeträgen der Merkmale "Ah-Mächtigkeit" und "C/N-Quotient" auf dieser Hauptkomponente ersichtlich. Umgekehrt erreichen auch für die "Basen-Komponente" charakteristische Merkmale (Basensättigung, pH-Wert) auf der ersten Hauptkomponente Ladungen von 0,60 beziehungsweise 0,46.

Tab.40: Hauptkomponenten und Ladungen der 11 Standortsmerkmale (für Meßwerte im A-Horizont; hohe Ladungen sind unterstrichen)

Merkmale	1.Haupt-komponente (HK1)	2.Haupt-komponente (HK2)	3.Haupt-komponente (HK3)
B_h/s	<u>0.96</u>	-0.05	-0.05
A_e	<u>0.92</u>	-0.05	-0.08
$O_L/f/h$	<u>0.88</u>	-0.21	-0.15
mF	-0.01	<u>0.93</u>	0.06
G_r	-0.13	<u>0.89</u>	0.04
A_h	-0.48	<u>0.60</u>	0.45
C/N	0.42	<u>-0.56</u>	-0.47
S-Wert	-0.09	-0.08	<u>0.90</u>
pH	-0.16	0.48	<u>0.80</u>
$CaCO_3$	-0.07	-0.10	<u>0.76</u>
BS	-0.07	0.62	<u>0.63</u>
Eigenwert	3.01	3.01	2.89
Varianzanteil (%)	27.4	27.4	26.2 Summe: 81.0%

Legt man der Hauptkomponentenanalyse die in den A-Horizonten bestimmten Meßwerte zugrunde, so resultieren ökologisch ganz entsprechend interpretierbare Hauptkomponenten mit ähnlicher Ladungsverteilung (Tab.40). Ihrem Eigenwert gemäß sind allerdings die beiden ersten Hauptkomponenten vertauscht. Für das C/N-Verhältnis ergeben sich deutlich veränderte Ladungsbeträge, die - bezogen auf die Datenmatrix des A-Horizontes - auf der "Podsolierungs-Komponente" größer (0,42 gegenüber 0,27), auf den beiden übrigen Komponenten aber kleiner sind (0,56 gegenüber 0,63 bzw. 0,47 gegenüber 0,50). Mit zunehmender Podsolierung dürfte

demgemäß eine Aktivitätsabnahme im A-Horizont ausgeprägter sein als in den organischen Auflagen. Damit bestehen auf stark sauren Böden im O_f und O_h günstigere Trophiebedingungen (insbesondere im Hinblick auf eine N-Versorgung) als im oberen Mineralkörper, so daß sich Feinwurzeln dort überwiegend in den Auflagen konzentrieren (GÖTTSCHE 1972). Demgegenüber gehen in A-Horizonten mäßig saurer bis neutraler Böden engere C/N-Verhältnisse mit einer Verbesserung des Basenangebotes einher.

In den Abbildungen 95 und 96 wurden die untersuchten Waldstandorte gemäß ihrer Hauptkomponentenwerte ordiniert (Datenmatrix des Hauptwurzelhorizontes; Tabellen zu den einzelnen Hauptkomponentenwerten wurden - zur Entlastung des Tabellenanhangs - am Botanischen Institut (Landesstelle für Vegetationskunde) hinterlegt). Jeweils zwei Hauptkomponenten bilden dabei die entsprechenden Koordinatenachsen. Die soziologische Zuordnung einzelner Flächen ist - analog zur Clusteranalyse - durch Symbole gekennzeichnet (vgl. Tab.38).

In Abbildung 95 wurden als Koordinatenachsen die erste und dritte Hauptkomponente gewählt, so daß ein Ökogramm entsteht, in dem (gemäß der oben gegebenen Interpretation) die x-Achse einen Basen-, die y-Achse einen Feuchtigkeitsgradienten repräsentiert.

Dem Ergebnis der Clusteranalyse vergleichbar bilden im Diagramm alle Auenwaldstandorte deutlich isoliert liegende Gruppen (Gruppen A und B). Mit Ausnahme zweier Untersuchungsflächen lassen sich Erlen-Eschenwald- und Sumpfpippau-Eschenwald-Standorte hydrologisch recht eindeutig trennen. Innerhalb beider Gruppen bestehen Unterschiede im Basenhaushalt, so daß sich die im Ökogramm ersichtliche Differenzierung (bezüglich eines Basen-Gradienten) mit einer floristisch-soziologischen gut parallelisieren läßt (vgl. Anordnung der Symbole △,▽,▲und▼). Als wesentlicher Standortsfaktor dieser Auftrennung erweist sich der Kalkgehalt des Unterbodens, der als Merkmal mit der betrachteten Hauptkomponente eng kovariiert (0,77, vgl. Tab.39).

Der stark varianzgenerierende Einfluß dieses Parameters führt aber gleichzeitig dazu, daß in der Gruppe der Waldgersten-Buchenwald-Standorte (Gruppe C) Pararendzinen besonders deutlich von allen übrigen abgegrenzt werden (jeweils vier Flächen des Hordelymo-Fagetum eu-corydaletosum (◨) und der Lathyrus-Subassoziations-Gruppe (■)). Im Ordinationsschema rücken dementsprechend alle verbleibenden Untersuchungsflächen relativ eng zusammen. Ihre Gruppierung ist weitgehend mit jener der Clusteranalyse vergleichbar. Standorte, auf denen Lerchensporn-reiche Waldgersten-Buchenwälder (◧,◨) stocken, weisen auf der dritten Hauptkomponente überwiegend höhere Werte auf und sind dementsprechend basenreicher. Allerdings findet auch hier ein kleiner Teil der dem Hordelymo-Fagetum eu-typicum zuzuordnenden Flächen Anschluß. Eine Standorts-Vegetations-Entsprechung wird somit auf dem betrachteten Abstraktionsniveau (Subassoziation) bereits ungenau beziehungsweise uneindeutig. Sie ließe sich lediglich mit Hilfe einer genaueren Standortsbetrachtung (d.h. umfassendere Kennzeichnung des Standortstyps) und eventuell popula-

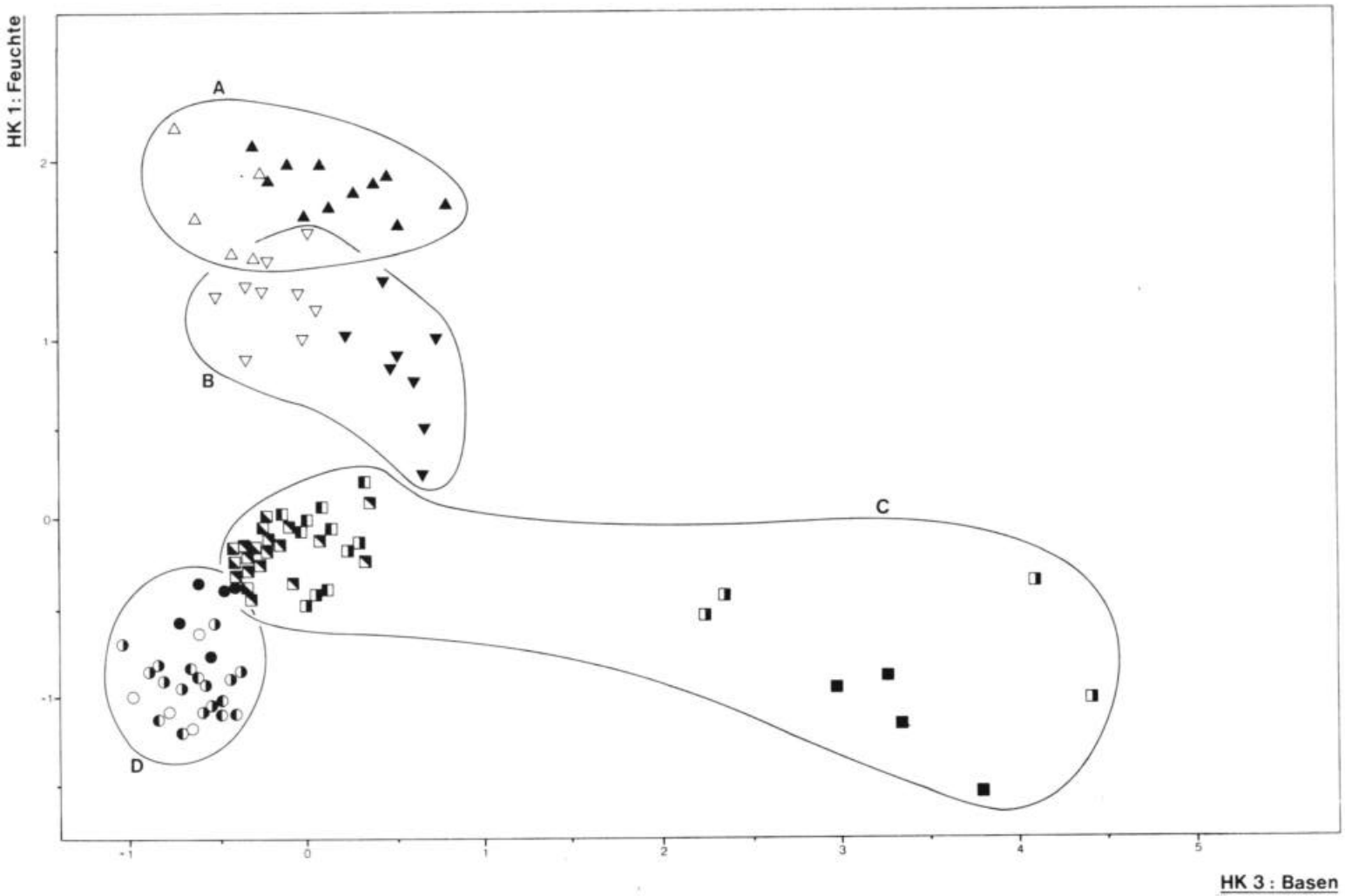


Abb.95: Ordinationsergebnis der Hauptkomponentenanalyse für Meßwerte im Hauptwurzelhorizont (Darstellung für die 1. und 3. Hauptkomponente; Vegetationstypen-Symbol-Zuordnung gemäß Tab.38)

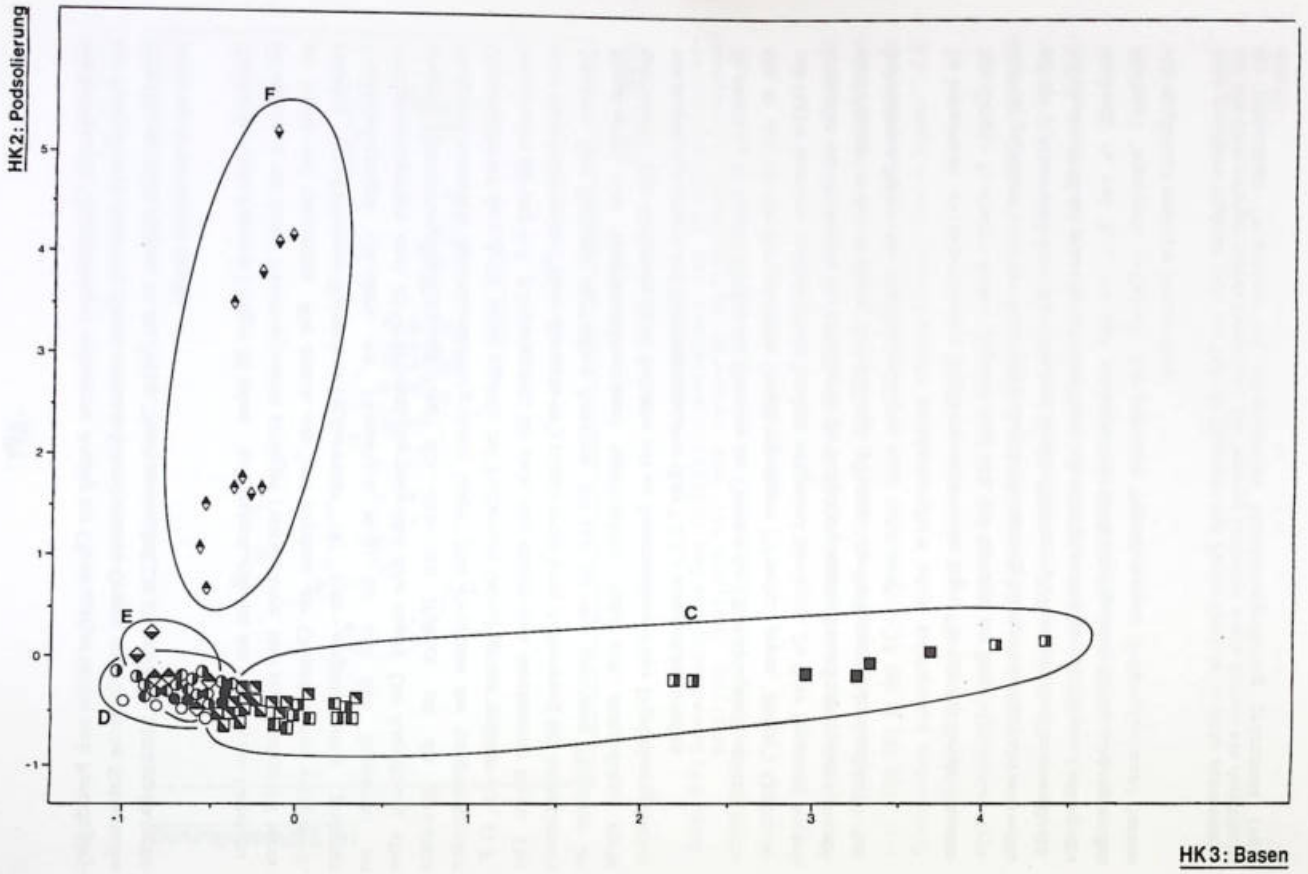


Abb.96: Ordinationsergebnis der Hauptkomponentenanalyse für Meßwerte im Hauptwurzelhorizont (Darstellung für die 2. und 3. Hauptkomponente; Vegetationstypen-Symbol-Zuordnung gemäß Tab.38)

tionsbiologischen Untersuchungen verbessern. Analog zur Clusteranalyse lassen sich Pseudogley- und Parabraunerde-Standorte (Geum urbanum-Subassoziations-Gruppe und Typische Subassoziations-Gruppe) nicht trennen, da der Faktor "Stauwassereinfluß" in die gewählte Merkmalskombination nur unzureichend eingeht.

Flächen des Galio-Fagetum (Gruppe D) haben - im Vergleich zu jenen des Hordelymo-Fagetum - auf der ersten und dritten Hauptkomponente geringere Faktorenwerte, sind also tendenziell weniger feucht und basenärmer. Wie bereits aus dem Ergebnis der Clusteranalyse ersichtlich, genießen Scharbockskraut-Waldmeister-Buchenwälder (●) noch vergleichsweise günstige Trophiebedingungen (Standorte mit Humusform Mull), so daß ihre Standorte im Ordinationsdiagramm jenen der Waldgersten-Buchenwälder nahe liegen. Die Anordnung aller übrigen Untersuchungsflächen zeigt, daß sich diese mit Hinblick auf die gewählte Merkmalskombination nur unzureichend trennen lassen. Eine Projektion der entsprechenden Objektpunkte auf die x-Achse würde ergeben, daß Flächen des Galio-Fagetum typicum (○), G.F. festucetosum (◑) und G.F. polytrichetosum (◐) mehr oder minder stark durchmischt lägen. Die dritte Hauptkomponente ("Basen-Komponente") erlaubt somit keine Auftrennung der betrachteten Standorte. Eine floristisch begründbare Annahme, daß sich die oben genannten Einheiten im Basenhaushalt (des Hauptwurzelhorizontes) unterscheiden, ließe sich demzufolge nicht untermauern. Eine Diskussion dieses Befundes soll im Zusammenhang eines Ergebnisvergleiches von Hauptkomponenten- und Diskriminanzanalyse (Kap.7.2.6.) weitergeführt werden.

In Abbildung 95 blieben Flächen des Quercion aus Gründen der Übersichtlichkeit unberücksichtigt, da sich bei den dort gewählten Hauptkomponenten ("Feuchte" gegen "Basen") Quercion- und Fagion-Standorte kennzeichnende Symbole weitgehend überlagern. Zu ihrer Trennung mittels Ordination wurden deshalb in Abbildung 96 die Hauptkomponenten 2 und 3 miteinander kombiniert ("Basen" (x-Achse) gegen "Podsolierung" (y-Achse); zur Verbesserung der Lesbarkeit fehlen wiederum Flächen des Alno-Ulmion).

Im betrachteten, zweidimensionalen Hauptkomponentenraum liegen Flächen des Betulo-Quercetum (Gruppe F) deutlich isoliert. Zugleich zeigt sich, daß Standorte des Betulo-Quercetum typicum (◆) gegenüber jenen des Betulo-Quercetum milietosum (◆) höhere Hauptkomponentenwerte auf der y-Achse aufweisen (mit Ausnahme zweier Flächen, vgl. Ergebnis der Clusteranalyse). Entsprechende Böden zeichnen sich daher durch ein mächtigeres Podsolsolum (höhere Ladung der Merkmale A_e und $B_{h/s}$) wie auch mächtiger entwickelte Auflagen aus (hohe Ladungen des Merkmals "organische Auflagen"). Die genannten Vegetationstypen (Subassoziationen) lassen sich standörtlich somit gut interpretieren.

Beim gewählten Maßstab rückt ein Teil der Quercion- und Fagion-Symbole so dicht zusammen, daß sich diese mitunter bereits überdecken. Zur besseren Lesbarkeit wurde deshalb ein Ausschnitt des betrachteten Ökogramms mit entsprechender Maßstabsvergrößerung gezeichnet (vgl. Abb.97).

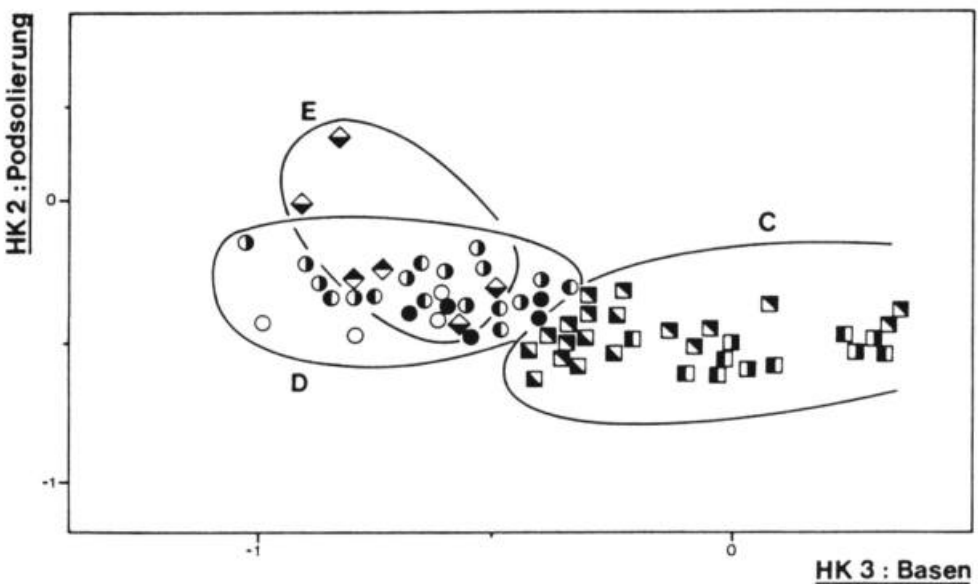


Abb.97: Ausschnitt aus dem Ordinationsergebnis der Hauptkomponentenanalyse (vgl.Abb.96) zur besseren Auftrennung bodensaurer Buchenwald-Standorte

Es zeigt sich, daß eine zufriedenstellende Trennung der Flächen von Drahtschmielen- (Gruppe E) und Waldmeister-Buchenwäldern (Gruppe D) mit Hilfe der gewählten Merkmalskombination (vgl. Tab.35) in der PCA offensichtlich nicht möglich ist. Welche Standortseigenschaften die floristischen Unterschiede beider Waldgesellschaften erklären könnten, wird in Kapitel 7.2.6. eingehender erläutert.

Wie die Ähnlichkeit der Ladungsmuster der für die Hauptwurzel- und A-Horizonte ermittelten Hautkomponenten erwarten läßt, stimmen auch die (auf entsprechenden Datenmatrizes beruhenden) Ordinationsbilder weitgehend überein. Auf eine Darstellung der sich für Werte des A-Horizontes ergebenden Ordination wurde daher verzichtet.

7.2.5. Multivariater Vergleich mittels Diskriminanzanalyse

Analog zur Hauptkomponentenanalyse lassen sich Diskriminanzfunktionen als "synthetische Merkmale" mit Hilfe eines gegebenen Ladungsmusters ökologisch deuten. Ladungen auf den Diskriminanzfunktionen zeigen - im Vergleich zur PCA - in aller Regel niedrigere Beträge (vgl. NORUSIS 1986:Kap.B), so daß auch Werte um |0,4| für eine Interpretation bedeutsam sind.

Für die nach floristisch-soziologischer Zugehörigkeit gruppierten Untersuchungsflächen wurden für Meßwerte der Hauptwurzel- und A-Horizonte jeweils drei Diskriminanzfunktionen berechnet. In beiden Fällen erfassen sie 91 % der Gesamtvarianz aller Merkmale. Die für einzelne Diskriminanzfunktionen errechnete Ladungsverteilung ist aus den Tabellen 41 (für den Hauptwurzelhorizont) und 42 (für den A-Horizont) ersichtlich.

Tab.41: Diskriminanzfunktionen und Ladungen der 11 Standortsmerkmale (für Meßwerte im Hauptwurzelhorizont; hohe Ladungen sind unterstrichen)

Merkmale	1.Diskr.-funktion (DF1)	2.Diskr.-funktion (DF2)	3.Diskr.-funktion (DF3)
G_r	0.60	0.05	0.00
mF	0.43	0.15	0.12
pH	-0.06	0.56	0.03
S-Wert	-0.26	0.53	0.11
C/N	-0.01	-0.52	-0.05
BS	0.02	0.45	-0.03
A_h	0.06	0.41	-0.17
$B_{h/s}$	0.02	-0.11	0.87
A_e	0.02	-0.08	0.57
$O_{L/f/h}$	0.00	-0.20	0.40
$CaCO_3$	-0.02	0.15	0.03

Es zeigt sich, daß die einzelnen Diskriminanzfunktionen in ihrem ökologischen Aussagewert den Hauptkomponenten der PCA vergleichbar sind - ein keineswegs selbstverständliches Ergebnis, da der Bestimmung der Hauptkomponenten-Achsen keine Festlegung von Gruppenstrukturen der Untersuchungsflächen vorausgeht (zur Interpretation dieses Befundes vgl. Kap.7.2.6.). In beiden Analysen (Hauptwurzel- und A-Horizonte) repräsentieren die jeweiligen Diskriminanzfunktionen (DF 1 bis DF 3) einander entsprechende synthetische Merkmale. Die erste Diskriminanzfunktion kann als "Bodenfeuchte-Funktion" gewertet werden, da auf ihr nur die Merkmale "Gr-Mächtigkeit" (0,60 / 0,59) und "mittlere Feuchtezahl " (0,43 / 0,43) interpretationsrelevante Ladungswerte aufweisen. Mit der zweiten Achse sind Merkmale hoch korreliert, die über den Standortsparameter "Basenversorgung" Auskunft geben (pH-Wert, S-Wert, Basensättigung). Sie kann dementsprechend als "Basen-Funktion" bezeichnet werden. Die betrachtete Funktion weist

zugleich für die Merkmale "C/N-Verhältnis" und "Ah-Mächtigkeit" hohe Ladungsbeträge auf. Ein gutes Basenangebot ist dementsprechend - hinsichtlich einer Diskriminierung der vorgegebenen Gruppenstruktur - mit hoher biologischer Aktivität korreliert. Die dritte Diskriminanzfunktion läßt sich - gemäß hoher Ladungen der Merkmale "$B_{h/s}$-, A_e- und Auflagen-Mächtigkeit" - als "Podsolierungs-Funktion" deuten.

Tab.42: Diskriminanzfunktionen und Ladungen der 11 Standortsmerkmale (für Meßwerte im A-Horizont; hohe Ladungen sind unterstrichen)

Merkmale	1.Diskr.-funktion (DF1)	2.Diskr.-funktion (DF2)	3.Diskr.-funktion (DF3)
G_r	<u>0.59</u>	0.05	0.02
mF	<u>0.43</u>	0.13	0.16
pH	-0.07	<u>0.59</u>	0.23
S-Wert	-0.28	<u>0.54</u>	0.23
A_h	0.05	<u>0.43</u>	-0.09
C/N	0.00	<u>-0.42</u>	-0.03
BS	0.01	<u>0.35</u>	0.17
$B_{h/s}$	0.05	-0.20	<u>0.85</u>
A_e	0.03	-0.14	<u>0.56</u>
$O_{L/f/h}$	0.01	-0.24	<u>0.36</u>
$CaCO_3$	-0.03	0.15	0.05

Um Ordinationsergebnisse von Hauptkomponenten- und Diskriminanzanalyse vergleichen zu können (siehe Kap.7.2.6.), wurden in Abbildung 98 Diskriminanzfunktionen so kombiniert, daß diese ein Ökogramm zur Darstellung eines Basen- (x-Achse) und Feuchtigkeitsgradienten (y-Achse) bilden (analog zu Abb.95; aus den bereits oben genannten Gründen blieben auch hier Quercion-Flächen unberücksichtigt; Tabellen zu einzelnen Diskriminanzfunktionswerten wurden am Botanischen Institut (Landesstelle für Vegetationskunde) hinterlegt).

Die Ordination läßt wiederum eine deutliche Abgrenzung der Auenwaldstandorte erkennen. Desgleichen entmischen sich Flächen der Erlen-Eschen- (Gruppe A) und Sumpfpippau-Eschenwälder (Gruppe B) aufgrund unterschiedlicher Werte im Feuchtegradienten. Indessen ist eine Differenzierung der Untereinheiten, welche Trophiestufen innerhalb dieser Gesellschaften repräsentieren ((⇳)und(⇳)), nicht oder nur teilweise möglich (im Gegensatz zum Ordinationsergebnis der PCA). Die Ladungsverteilung läßt erkennen, daß der zur Diskriminierung dieser Standorte maßgebliche Parameter "Kalkgehalt im Unterboden" auf der betrachteten Diskriminanzfunktion ohne Einfluß ist (Ladung 0,15). Demgegenüber wird die "Mächtigkeit des A_h-Horizontes" wesentlich stärker gewichtet (Ladung 0,45 / 0,43), so daß im Ordinationsbild die soziologische Untergliederung nicht (Erlen-Eschenwälder) oder nur tendenziell (Sumpfpippau-Eschenwälder) bestätigt wird.

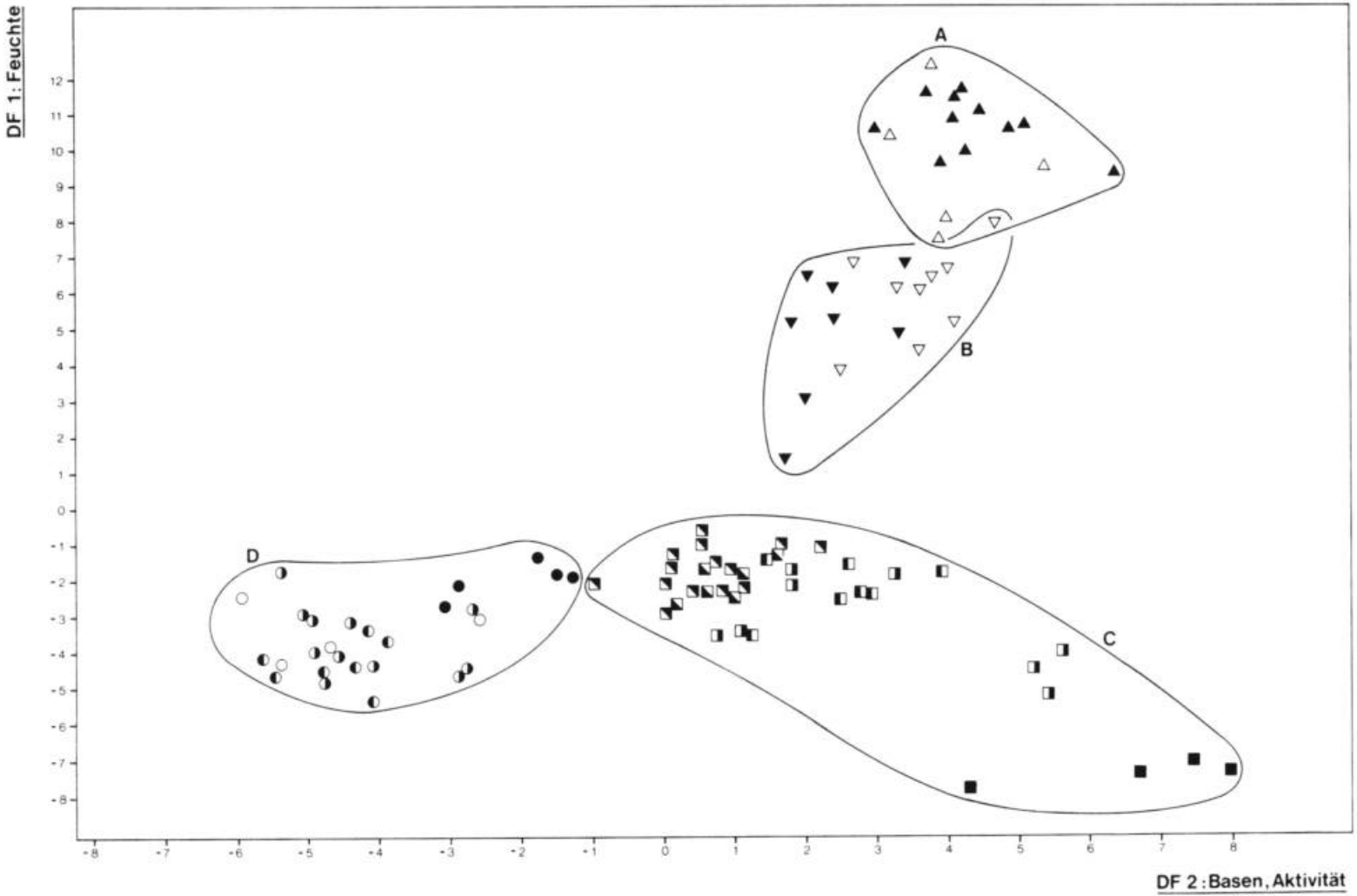


Abb.98: Ordinationsergebnis der Diskriminanzanalyse für Meßwerte im Hauptwurzelhorizont (Darstellung für die 1. und 2. Diskriminanzfunktion; Vegetationstypen-Symbol-Zuordnung gemäß Tab.38)

Die betrachtete, im Verfahren der Diskriminanzanalyse durchgeführte Merkmalsgewichtung wird verständlich, wenn man zugleich die daraus resultierende Ordination der Fagion-Standorte in Betracht zieht. Im Vergleich zur PCA führt sie zwar zu einer nur mäßigen Bestätigung der soziologischen Auenwald-Gliederung, für die Fagion-Gesellschaften verbessert sich diese aber erheblich. So werden im Diagramm Flächen verschiedener Untereinheiten des Hordelymo-Fagetum (Gruppe C) weitgehend voneinander getrennt (Lathyrus vernus-Subassoziations-Gruppe (■), Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum (◧) und H.F. eu-corydaletosum (◨), H.F. geo-typicum (◪) und H.F. eu-typicum (◪)). Die betrachteten Vegetationstypen können also - mit Hilfe der im DA-Verfahren berechneten Merkmalsgewichtung - relativ eindeutig Standortstypen zugeordnet werden. Erwartungsgemäß vergrößern sich die Abszissenwerte ("Basen-Funktion") für Flächen in der Reihenfolge Hordelymo-Fagetum geo-typicum/eu-typicum - Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum/eu-corydaletosum und H.F., Lathyrus-Subassoziations-Gruppe (nur eine Fläche vermittelt zu Waldmeister-Buchenwäldern; vgl. Ergebnis der Clusteranalyse).

Ebenso wie die bereits besprochenen Verfahren zeigt auch die Diskriminanzanalyse, daß ein Teil Lerchensporn-reicher Waldgersten-Buchenwälder (◨) standörtlich Platterbsen-Waldgersten-Buchenwäldern (■) nahe steht (Pararendzinen). Im gegebenen Fall kann die gewählte Merkmalskombination ein Auftreten der jeweils typenspezifischen Sippen (Arten der Corydalis- bzw. Lathyrus-Gruppe) nicht oder nur teilweise erklären. Ihre Präsenz scheint vor allem hydrologischen (Sippen der Corydalis-Gruppe) wie auch populationsbiologischen (Sippen der Lathyrus-Gruppe) Rahmenbedingungen zu unterliegen. Wie das Ordinationsdiagramm zeigt, erweisen sich zumindest die untersuchten Platterbsen-Waldgersten-Buchenwälder als vergleichsweise trocken (niedrige Ordinatenwerte) - ein Hinweis, daß der Faktor "Bodenfeuchte" den beobachteten Vegetationsunterschied mitverursacht.

Im Vergleich zur PCA verbessert sich mit der DA zugleich eine Auftrennung der Waldmeister-Buchenwald-Standorte (Gruppe D). Überschneidungen bestehen zwischen Flächen des Galio-Fagetum festucetosum (◑) und des G.F. polytrichetosum (◐). Insgesamt sind Flächen letzterer Einheit tendenziell trockener und basenärmer. Eine sehr inhomogene Gruppe bilden Standorte des G.F. typicum (○). Dieses Beispiel mag zeigen, daß mit einer ausschließlich auf floristischen Kriterien fußenden Typologie (beim Fehlen jeglicher Subassoziations-Differentialarten) mitunter standörtlich inhomogene Flächen zusammengefaßt werden. Nicht in jedem Fall repräsentieren demgemäß trennartenfreie Untereinheiten den "mittleren" Standortsbereich einer Gesellschaft (bzw. Assoziation).

Um die Lage der Untersuchungsflächen im Nährstoff-Podsolierungs-Gradienten darzustellen (analog zur PCA-Ordination), wurden als Koordinatenachsen in Abbildung 99 die Diskriminanzfunktionen 2 und 3 gewählt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit fehlen wiederum Flächen des Alno-Ulmion.

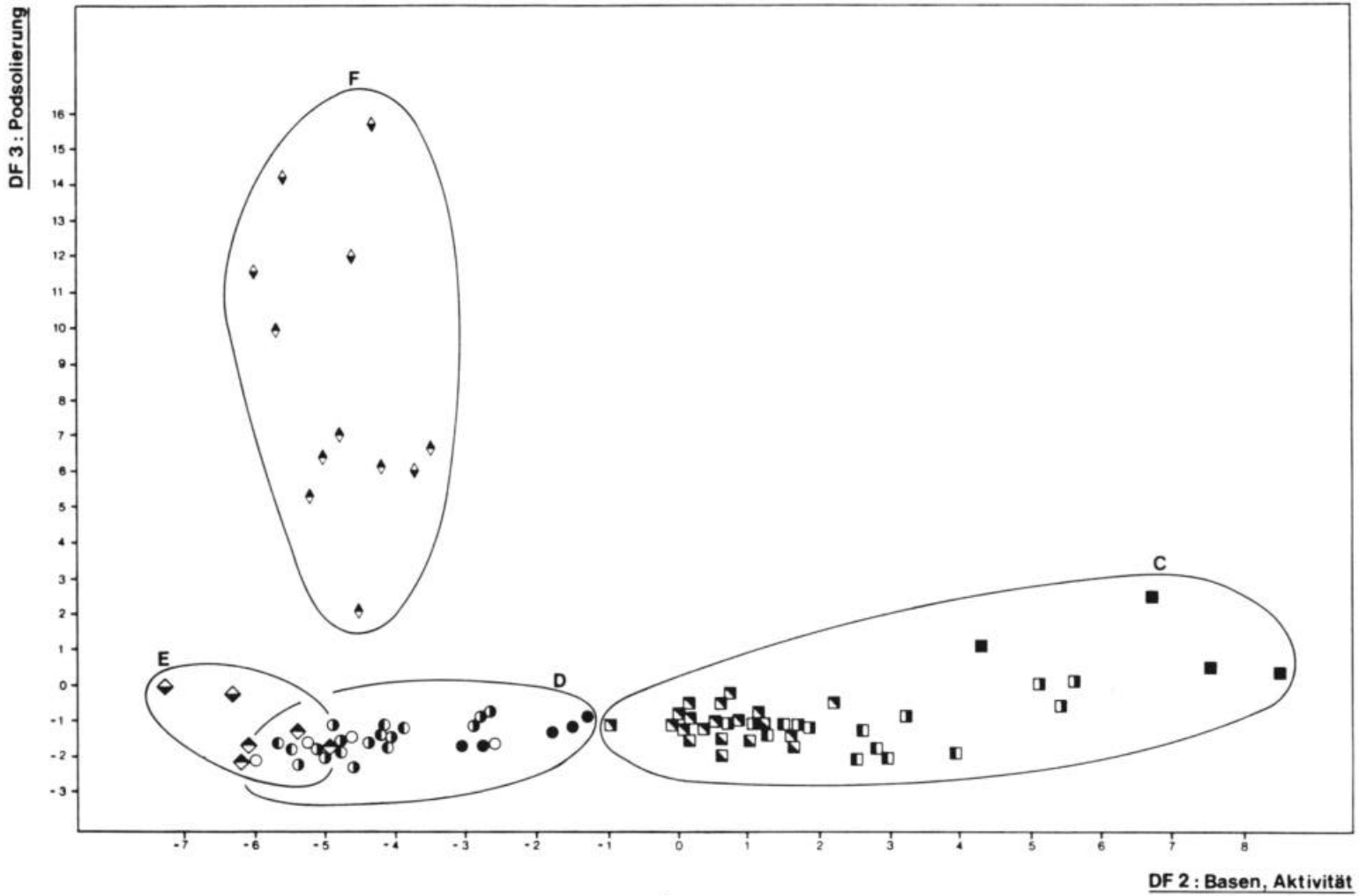


Abb.99: Ordinationsergebnis der Diskriminanzanalyse für Meßwerte im Hauptwurzelhorizont (Darstellung für die 2. und 3. Diskriminanzfunktion; Vegetationstypen-Symbol-Zuordnung gemäß Tab.38)

Hohe Ordinaten- ("Podsolierungs-") Werte zeigen Standorte des Betulo-Quercetum (Gruppe F), wobei zugleich eine deutliche Diskriminierung der den verschiedenen Subassoziationen angehörenden Flächen erkennbar ist (B.Q. typicum (♦) und B.Q. milietosum (♠); mit Ausnahme der Flächen Nr. 112 und 114). Besser als bei der PCA werden im betrachteten Diagramm die Gruppen D und E getrennt (Waldmeister- und Drahtschmielen-Buchenwälder). Dies kann darauf beruhen, daß die "Basen-Funktion" der Diskriminanzanalyse - im Gegensatz zum "Basen-Faktor" der PCA - das Merkmal "biologische Aktivität" stärker miteinbezieht (vgl. Beschreibung des Ladungsmusters auf der zweiten Diskriminanzfunktion). Damit ist ein Hinweis gegeben, welche Standortsparameter floristische Unterschiede zwischen Quercion- und bodensauren Fagion-Gesellschaften (Galio-Fagetum festucetosum und G.F. polytrichetosum) miterklären (vgl. Kap.7.2.6.).

Wie die weitgehend analoge Ladungsverteilung auf den für die A- und Hauptwurzelhorizonte ermittelten Diskriminanzfunktionen erwarten läßt, stimmen auch die entsprechenden Ordinationsergebnisse gut überein. Auf eine Darstellung der sich für Werte des A-Horizontes ergebenden Ordination wurde deshalb verzichtet.

7.2.6. Vergleich der Ordinationsergebnisse von PCA und DA

Bereits in Kapitel 7.2.5. wurde gezeigt, daß sich Hauptkomponenten- und Diskriminanzfunktionen hinsichtlich ihres ökologischen Aussagewertes (als synthetische Merkmale) gut vergleichen lassen. Hauptkomponenten- und Diskriminanzanalyse liefern damit einander entsprechende Koordinatenachsen, die in einem dreidimensionalen Ökogramm als Feuchte-, Basen-, und Podsolierungsgradienten interpretiert werden können. Varianzgenerierende Merkmale sind damit näherungsweise mit solchen identisch, die eine bestmögliche Trennung der nach soziologischen Gesichtspunkten geordneten Untersuchungsflächen erlauben. Recht unterschiedlich wird allerdings in beiden Analysen der Einfluß des "Bodenkalkgehaltes" (Merkmal "$CaCO_3$") gewichtet. In der PCA erhält dieses Merkmal auf den "Basen-Komponenten" hohe Ladungswerte (vgl. Tab.39 u. 40). Kalkreiche Standorte (überwiegend Jungmoränenböden des Alno-Ulmion sowie Pararendzinen des Hordelymo-Fagetum) weisen auf dieser Achse demgemäß hohe Koordinatenwerte auf, während alle übrigen Objekte im Ordinationsschema der PCA entsprechend eng zusammenrükken. Hier leistet die PCA keine zufriedenstellende Auftrennung. In der DA wird das betrachtete Merkmal zur Gruppendiskriminierung nachrangig beurteilt (geringe Ladungswerte auf DF2, Tab.41), so daß überwiegend die Merkmale "pH-" und "S- Wert" die "Basen-Funktion" repräsentieren. Dementsprechend groß sind die Koordinatenwerte für alle Untersuchungsflächen des Alno-Ulmion und Hordelymo-Fagetum. Nicht in jedem Fall sind deshalb varianzgenerierende und gruppen-diskriminierende Merkmale (bzw. Merkmalskombinationen) identisch. Mit Hinblick auf die eingangs formulierte Fragestellung (Kap.4.4.1.) erweist sich die Diskriminanzanalyse als leistungsfähigeres Verfahren.

Würde man im Ordinationsschema der PCA und DA (Abb.96 und 99) all jene Objekt-Punkte auf die "Basen-" Achsen projizieren, die Untersuchungsflächen des Galio-Fagetum und Quercion repräsentieren, so würden diese nur wenig streuen und weitgehend durchmischt liegen. Zwei Gründe mögen diesen Befund erklären. Zum einen kann - aufgrund der vereinfachten Darstellung vieldimensionaler Zusammenhänge - eine verzerrte Lage der Objektpunkte im Ordinationsraum resultieren. Solche Verzerrungen können bei Hauptkomponenten- und Diskriminanzanalsen gleichermaßen auftreten (vgl. WHITTAKER und GAUCH 1973:299ff, GÖNNERT 1989:167,172). Zum anderen sind pH- und S-Wert-Unterschiede an Standorten der betrachteten Waldgesellschaften tatsächlich gering, so daß diese im gegebenen Fall auch nicht die vorhandenen Vegetationsunterschiede erklären können. Als wohl wichtigste Faktoren einer Standortsdifferenzierung bodensaurer Fagion- und Quercion- Gesellschaften sind Qualität und Quantität der Mineralstickstoff-Nachlieferung zu sehen (vgl. GÖNNERT 1989:74ff, 164ff). Sie ist unter anderem Ausdruck der biologischen Aktivität des Bodens (ZÖTTL 1965:175), die im Rahmen vorliegender Untersuchungen nur mittelbar über die Merkmale "C/N-Verhältnis" und "A-Mächtigkeit" erfaßt wurde. In allen Ordinationsschemata blieb deshalb eine Auftrennung der mit diesen Vegetationstypen korrespondierenden Untersuchungsflächen unbefriedigend. Auf Quercion-Standorten wird Mineralstickstoff überwiegend und mitunter auch ausschließlich in Form von Ammonium angeboten (ELLENBERG 1964:88/Tab.2, ZÖTTL 1965:173, BÜCKING 1972:394 (Tab.6), KRIEBITZSCH 1978:23f). Nitrifikations- und Mineralisationsraten können dabei in dem Maße abnehmen, wie der Sandanteil - und damit die Austrocknungsgefahr - im Boden steigt (vgl. BÜCKING 1972:392 (Tab.5), GÖNNERT 1989:76). So ist vor allem im oberen Mineralkörper von Podsolen wie auch reinen Quarzsandböden mit extrem niedrigen Nitrat-Konzentrationen zu rechnen. Viele Quercion-spezifische Sippen lassen sich dementsprechend als Ammoniumpflanzen werten (z.B. Vaccinium myrtillus, Avenella flexuosa; vgl. ELLENBERG 1964:85, BOGNER 1966, GIGON und RORISON 1972, INGESTAT 1973). Demgegenüber werden an Standorten der Waldmeister-Buchenwälder Nitrifikationsraten von 60-80 % selten unterschritten (vgl. BÜCKING 1972:394, KRIEBITZSCH 1978:23, GÖNNERT 1989:75), so daß Sippen des Fagion eher an eine Aufnahme von NO_3-N adaptiert sind.

Im Galio-Fagetum festucetosum (Polytrichum-Variante) und im G.F. polytrichetosum kann die Präsenz von Quercion-Sippen als Hinweis auf verringerte Nitrifikationsraten gedeutet werden. So zeigt das Ordinationsergebnis der DA (Abb.98/99), daß die Polytrichum-Variante des Galio-Fagetum festucetosum standörtlich (auf Basen/Aktivitäts-Funktion bezogen) dem Galio-Fagetum polytrichetosum näher steht als der Typischen Variante der betrachteten Subassoziation. Möchte man solchen Standortsverhältnissen auch synsystematisch Rechnung tragen, so wäre zweckmäßig, Waldmeister-Buchenwälder mit Quercion-Elementen auf dem Niveau der Subassoziation zusammenzufassen und innerhalb dieser Festuca-reiche Bestände als eigene Fazies beziehungsweise Variante abzugrenzen (vgl. Gliederung bei DIERSCHKE 1985:508f/Tab.3, 1989a:137f/Tab.7). Standörtliches Charakteristikum Festuca-reicher Wälder ist demgegenüber eine Fallaubakkumula-

tion fördernde Geländetopographie, die in profilmorphologischen (Mächtigkeit der O-Lage) und physiognomischen (Dominanz der Festuca-Horste) Merkmalen Ausdruck findet (vgl. Kap.5.1.2.3.). Im Hinblick auf die oben genannten (bodenchemischen) Charakteristika erweist sich das Galio-Fagetum festucetosum eher als heterogene Einheit.

7.2.7. Schlußbetrachtung

Trotz unterschiedlicher Algorithmen liefern Cluster-, Hauptkomponenten- und Diskriminanzanalyse gut vergleichbare Gruppierungsergebnisse der untersuchten Waldstandorte. Die daraus ableitbaren Standortstypen lassen sich mit Hilfe der elf ausgewählten Parameter (vgl.Tab.35) ökologisch charakterisieren. Unter Aspekten einer maximalen Varianzaufklärung beziehungsweise einer bestmöglichen Gruppendiskriminierung ermitteln Hauptkomponenten- und Diskriminanzanalyse drei "synthetische Merkmale", die übereinstimmend als "Basen-", "Feuchtigkeits-" und "Podsolierungs-Gradienten" interpretiert werden können. Zur ökologischen Charakterisierung der betrachteten Waldstandorte sind zudem Parameter bedeutsam, die mit dem Merkmal "Aktivität" umschrieben werden können (vgl. GÖNNERT 1989:162ff). Hierzu zählen (u.a.) die Einzelparameter C/N-Verhältnis, $A_{a/h}$-Mächtigkeit, Nitrifikationsgrad und Mineralstickstoffnachlieferung. Da im Rahmen vorliegender Studie nur ein Teil dieser Faktoren untersucht wurde, blieb eine Auftrennung der sich diesbezüglich unterscheidenden Waldstandorte unbefriedigend.

Alle Verfahren zeigen, daß auf der soziologischen Rangstufe der Assoziation Vegetationstypen nahezu eindeutig mit Standortstypen korrelieren. Weniger als 5 % der Untersuchungsflächen wurden im schlechtesten Sortierungsergebnis so gruppiert, daß eine Standorts-Vegetationstypen-Entsprechung nicht bestand. Im Ordinationsschema der DA wird deutlich, daß eine Parallelisierung auch auf Subassoziations-Niveau noch weitgehend möglich ist (etwa 15 % der Flächen wurden dabei "falsch" gruppiert). Mit Hilfe der insgesamt elf betrachteten Standortsmerkmale ist somit eine ökologische Deutung der ausschließlich floristisch definierten Einheiten zufriedenstellend möglich.

Als Ökogramme veranschaulichen die aufgezeigten Ordinationsschemata, welche Lage einzelne Waldgesellschaften im Feuchte-, Basen- und Podsolierungsgradienten einnehmen. Hinsichtlich des Basenfaktors umfaßt das Fagion ein extrem weites Standortsspektrum. Die Reihe Betulo-Quercetum / Avenella-Fagus-Gesellschaft und Galio-Fagetum repräsentiert ein Standortskontinuum, welches den "Aktivitätsgradienten" der von diesen Gesellschaften besiedelten Böden beschreibt. Ihre Standorte zeigen demgemäß auffallende Unterschiede im C/N-Verhältnis, im Nitrifikationsgrad und in ihren N_{min}-Raten. Unterschiede im Basenhaushalt (S-Wert, pH-wert, Basensättigung) sind vergleichsweise gering und zur Erklärung der jeweils spezifischen Artenzusammensetzung wenig bedeutsam. Die von BÜCKING (1972, 1981) gegebene Kennzeichnung der

betrachteten Waldstandorte läßt sich insofern ergänzen, als Qualität und Quantität der N-Versorgung hinsichtlich einer Diskriminierung von Alno-Ulmion- und Fagion-Standorten von nur geringer Bedeutung sind. Bei hohen Nitrifikations- und weitgehend vergleichbaren N-Nachlieferungsraten lassen sich floristische Unterschiede standörtlich in erster Linie durch Unterschiede im Basenhaushalt erklären. Bei hoher biologischer Aktivität der Böden ist somit ein "Basen"- Gradient der bestimmende Faktor einer Standortsdifferenzierung (Reihe Galio-Fagetum, Ranunculus-Ausbildung / Hordelymo-Fagetum, Typische Subassoziationen / H.F., Corydalis-Subassoziationen / H.F., Lathyrus-Subass.-Gr.).

7.2.8. Methodenkritische Überlegungen

Als Vorzüge multivariater Verfahren werden in der Vegetationskunde häufig die mit ihrer Anwendung bestehenden Möglichkeiten einer "objektiven" Datensortierung und der damit einhergehenden Reproduzierbarkeit von Sortierungsergebnissen genannt (vgl. LAMBERT und DALE 1964:62, FRANKENBERG 1982). Zugleich kann ihr Anwendungswert aber nur vor dem Hintergrund der im Rahmen solcher Verfahren verarbeiteten Datenmatrizes beurteilt werden (vgl. ORLOCI und DE PATTA PILLAR 1991, WILDI 1991:71). So hängt die Qualität der Ergebnisse und deren Interpretierbarkeit stark von der einer Rechenprozedur zugrundeliegenden Merkmalskombination ab. Ein allgemeingültiges Auswahlkalkül existiert indessen nicht (vgl. GÖNNERT 1989:146). Jede Merkmalskombination läßt sich daher nur im Hinblick auf die jeweils untersuchten - und somit bereits subjektiv ausgewählten - Standortsparameter begründen. Der Vorzug objektiver mathematischer Beurteilungshilfen wird in dieser Hinsicht relativiert.

Wie GÖNNERT (1989:147ff) zugleich zeigen konnte, reagieren multivariate Verfahren sensibel gegenüber relativ geringen Änderungen der Datenmatrix. Selbst bei konstanter Merkmalskombination kann bereits die Wahl der Maßeinheiten für einzelne Parameter darüber entscheiden, ob Rechenergebnisse noch sinnvoll interpretierbar sind (bspw. Angabe des pflanzenverfügbaren Wassers in mm Wassersäule oder Volumensprozenten).

Alle angewandten Verfahren basieren zunächst auf der Annahme, daß jedes zur Auswertung herangezogene Standortsmerkmal in seinem Einfluß auf die Vegetationsentwicklung allen anderen Merkmalen vergleichbar ist. Synergistische Effekte zwischen verschiedenen Faktoren, die nicht zwangsläufig miteinander korreliert sein müssen, werden dabei ignoriert. De facto sind solche Voraussetzungen nicht realisiert. So weist DIERSSEN (1990:185) darauf hin, daß jedem Merkmal ein unterschiedlicher Informationsgehalt zukommt und demzufolge einer "Beurteilung von Interaktionen zwischen Vegetation und Standort... unter bewußtem Verzicht auf den Anspruch der Intersubjektivität subjektiv-wertende Verfahren" eher gerecht werden.

Wie in Kapitel 7.2.7. dargelegt, ist die gewählte Kombination von elf Merkmalen nur bedingt geeignet, alle betrachteten Vegetationstypen auf Subassoziationsniveau standörtlich eindeutig zu differenzieren. Vor allem auf sauren Böden vegetationsökologisch bedeutsame Parameter (Qualität und Quantität der N-Nachlieferung) blieben im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen unberücksichtigt. In keinem Fall wird sich aber im Vorfeld einer Studie überhaupt die Zahl wirksamer Standortsfaktoren - vom analytischen Aufwand abgesehen - vollständig bestimmen lassen, geschweige denn deren jeweils spezifischer Einfluß auf das Artengefüge unter Bedingungen ihres natürlichen Zusammenwirkens (GÖNNERT 1989:133).

Vor diesem Hintergrund seien im gegebenen Rahmen die multivariaten Vergleiche nicht als hypothesengenerierende Verfahren (BORTZ 1989:618), sondern vielmehr als Beurteilungshilfen und somit ergänzende Betrachtungsweisen neben anderen Auswertungsmöglichkeiten verstanden (vgl. DIERSSEN 1990:185). Die aufgezeigte Gruppentrennung sowie eine daran anknüpfende Wertung ökologischer Zusammenhänge darf nur in Bezug zur gegebenen Merkmalskombination gesehen werden.

Eine Verwendung von Gr-Mächtigkeits-Mittelwerten bei Oxigley-Profilen führt dazu, daß entsprechende Untersuchungsflächen hinsichtlich dieses Merkmals einander näherstehen als es standörtlich tatsächlich der Fall sein mag. Da aber innerhalb der auf Subassoziationsniveau vorgegebenen Objektgruppierung nicht weiter differenziert wurde, blieb die dadurch verfälschte Objektzuordnung ohne Einfluß auf eine Ergebnisinterpretation. Um eine deutliche Abgrenzung der Auwaldstandorte zu erhalten, wurde neben dem Merkmal "Gr-Mächtigkeit" die "mittlere Feuchtezahl" als zusätzlicher Parameter verwendet. Wie BÖCKER et al. (1983:50ff) betonen, geben Zeigerwerte oftmals nicht die Beziehung einer betrachteten Sippe zu einem ökologischem Kennwert, sondern vielmehr zu Faktorenkomplexen wieder. Hohe Feuchtezahlen können dementsprechend mit Parametern wie Bodenfeuchte, hohen Grundwasserständen, entsprechenden Niederschlags- und Luftfeuchtigkeitsverhältnissen einhergehen. Interpretierbarkeit und Eichung von Zeigerwerten an bestehende Standortsverhältnisse werden dadurch erschwert (GÖNNERT 1989:129). Da sich Zeigerwerte von floristischen Merkmalen ableiten, ist streng genommen ihre Verwendung der im Rahmen vorliegender Arbeit gegebenen Fragestellung (standortsökologische Interpretierbarkeit von Vegetationstypen) ein tautologischer Schluß. Im Ordinationsverfahren kann die "mittlere Feuchtezahl" - in Ermangelung übriger hydrologisch deutbarer Merkmale - neben der "G_r-Mächtigkeit" deshalb nur als "Hilfsgröße" zur Trennung von Alno-Ulmion- und Fagion-Standorten dienen.

An einen Gebrauch von Zeigerwerten als Merkmale multivariater Vergleiche ist ein weiteres Problem geknüpft. Da sie als ordinalskalierte Daten nur Rangstufen einer betrachteten Variablen angeben, sind genau genommen exakte Mittelwertbildungen nicht möglich (vgl. WILDI 1986:45f, KOWARIK und SEIDLING 1989:136). In der Praxis zeigt sich aber, daß mittlere Zeigerwerte

sinnvoll interpretierbare Unterschiede zwischen Vegetationseinheiten erkennen lassen und häufig mit gemessenen ökologischen Größen korreliert sind (ELLENBERG et al. 1991:29ff).

In Rahmen einer Clusteranalyse bieten sich mehrere Algorithmen zur Objektklassifikation an. Mit fortschreitender Fusion neigt das angewandte WARD-Verfahren dazu, Unterschiede in Cluster-Besetzungszahlen auszugleichen. Diese Eigenschaft wirkt sich nachteilig aus, wenn Gruppierungen aus Clustern unterschiedlicher Größe bessere Lösungen darstellen (BORTZ 1989:702). Zugleich scheinen bei einem Datensatz mit "Ausreißern" Algorithmen wie die "complete linkage"-Analyse geeigneter (WILDI 1986:120).

Bei der Hauptkomponentenanalyse werden Merkmale gemäß ihrer korrelativen Beziehungen in voneinander unabhängige Gruppen (Hauptkomponenten) eingeteilt. Das Verfahren kann daher nur den linearen Anteil der Kovarianz zweier Merkmale erfassen, so daß der Zusammenhang zwischen solchen Parametern unterschätzt wird, die nichtlinear korreliert sind. Der Hautkomponentenraum enthält daher nur Informationen über den linearen Anteil der Merkmalskovarianz (vgl. REVENSTORF 1976:26f u. 316).

Eine Anwendung der Diskriminanzanalyse setzt voraus, daß alle Merkmale der Datenmatrix multivariat normalverteilt sind und Gleichheit der Merkmalsvarianzen innerhalb der Gruppen besteht (BORTZ 1989:718). Diese Bedingungen werden von Datenmatrizes vegetationsökologischer Meßwerte wohl nie erfüllt werden. FAHRMEIR und HAMERLE (1984) sowie NORUSIS (1986:Kap.B) halten aber die Diskriminanzanalyse für sehr robust gegenüber Auswirkungen nicht erfüllter Voraussetzungen. Gleichfalls weisen ITO (1969) und STEVENS (1979) darauf hin, daß Verletzungen der oben genannten Voraussetzungen bei großen Stichproben praktisch vernachlässigt werden können. Im Hinblick auf die durchgeführte Diskriminanzanalyse bleibt daher die begründbare Annahme, daß eine Nicht- oder teilweise Nichterfüllung der Voraussetzungen keinen entscheidenden Einfluß auf die Interpretierbarkeit der Ergebnisse hat.

8. Zusammenfassung

Vorliegende Arbeit untersucht (als Themenschwerpunkte) die Nutzungsgeschichte, die Vegetations- und die Standortsverhältnisse naturnaher Wälder im nördlichen Schleswig-Holstein (Landesteil Schleswig). Darauf aufbauend werden Aspekte des Waldschutzes diskutiert und Möglichkeiten einer langfristigen Sicherung der für die Naturräume Schleswig-Holsteins charakteristischen Waldgesellschaften erörtert.

Noch im 12. Jahrhundert waren nahezu alle waldfähigen Standorte des Landes von Laubwäldern bedeckt. Nur in Siedlungsbereichen wies das zu dieser Zeit noch weitgehend geschlossene Waldareal inselartige Lichtungen auf. Ein vergleichsweise drastischer Waldrückgang setzte in Schleswig-Holstein im Hoch-Mittelalter ein und dauerte bis zur frühen Neuzeit an. Bis zum Jahre 1800 verringerte sich der Waldanteil auf etwa 10 % der Landesfläche; seine geringste Ausdehnung wurde um 1870 erreicht (etwa 4,2 %). Im Landesteil Schleswig blieben bis zu dieser Zeit noch etwa 3 % Waldfläche erhalten. Wesentliche Ursachen des Waldrückgangs waren Rodungen zur Vergrößerung der Agrarfläche und zum Bau- und Brennholzgewinn sowie eine über viele Jahrhunderte praktizierte Mast- und Weidenutzung der Wälder. Ein Erlaß der Verkoppelungsgesetze (2. Hälfte des 18. Jhdt.) führte zur Neuregelung der Waldeigentumsverhältnisse und zur Differenzierung in Struktur und Nutzung unterscheidbarer Waldtypen: Bauern wurden zur Ablösung ihrer Weide- und Weichholzgerechtsame "Bondenhölzungen" zugesprochen, die sich nutzungsbedingt zu Niederwäldern (Kratts) entwickelten; aus eingefriedeten und dadurch weidefrei gehaltenen "Gehegen" entstanden mit dem Aufkommen von Kernwüchsen Hochwälder. Eine fortschreitende Güterparzellierung und die Ablösung bäuerlicher Waldnutzungsrechte hatten zur Folge, daß vormals größere Waldgebiete in oft kleinste Besitzungen aufgeteilt wurden. Noch heute findet diese Entwicklung in Ausdehnung und Verteilungsmuster schleswig-holsteinischer Wälder Ausdruck. In Hochwäldern wurden vorzugsweise Fagus, Fraxinus und Quercus gefördert, während Carpinus unter Förstern nur wenig geschätzt war. Im Hinblick auf die bis zur Verkoppelung bestehenden Weichholzgerechtsame wurde Hainbuche als "Weichholz" von Bauern bevorzugt eingeschlagen (als "Harthölzer" galten lediglich Quercus, Fagus und Fraxinus). Die genannten Gründe mögen - neben klimatischen Faktoren - erklären, warum Carpinus in heutigen Witschaftswäldern des Untersuchungsgebietes nicht oder nur wenig vertreten ist.

Als Methodengrundlage der Vegetationsgliederung diente die Kennartenlehre BRAUN-BLANQUETs, wobei der Kennartenbegriff auf der Grundlage von Formations- und chorologischen Kriterien inhaltlich modifiziert wurde. Vegetationstypen, die keine ihnen eigene Kenntaxa aufwiesen, wohl aber mittels Differentialarten eindeutig umgrenzbar waren, wurden rangneutral als "Gesellschaften" gewertet. Sofern bezeichnende Differentialarten fehlten, wurden Einheiten gemäß ihrer Ausstattung mit Kennarten ranghöherer Syntaxa deduktiv klassifiziert und als Basalgesellschaften entsprechender Rangstufen bezeichnet.

Zur Beschreibung der Waldgesellschaften wurden etwa 800 Vegetationsaufnahmen ausgewertet, die im Untersuchungsgebiet im Zeitraum von 1985 bis 1988 angefertigt wurden. Alle Aufnahmen ließen sich bereits gültig beschriebenen Syntaxa zuordnen, so daß - selbst auf Subassoziationsniveau - Abgrenzungen neuer Einheiten nicht erforderlich waren. Um eine Übersicht der in der Wald-Systematik häufig gebrauchten Synonyma zu geben, wurden Originalbeschreibungen und wichtige Emendationen entsprechender Syntaxa verglichen. Die Vielzahl bisher publizierter (Assoziations-) Namen ließ sich damit auf ein (auch für den Anwender) überschaubares Maß reduzieren. Die Nomenklatur der Syntaxa richtete sich nach den Regeln des "Codes der pflanzensoziologischen Nomenklatur", wenngleich eine strenge Anwendung der Prioritätsregel nur wenig zweckmäßig erscheint und sich demgemäß - im gegebenen Fall - ein Gebrauch von nomina conservanda empfiehlt.

Innerhalb des Alno-Ulmion lassen sich in Schleswig-Holstein zwei Gesellschaften unterscheiden (Alno-Fraxinetum, Crepis-Fraxinus-Gesellschaft), die an nährstoffreiche, grundwasserbeeinflußte Böden (überwiegend Anmoor- bzw. Typische Gleye) der Jung- und Altmoräne gebunden sind. Als bezeichnende Einheiten des Fagion treten - vorzugsweise auf meso- bis eutraphenten Parabraunerden der Jungmoräne - das Galio odorati- und das Hordelymo-Fagetum auf. Für das Quercion können in Schleswig-Holstein eine Jungmoränen- (Avenella-Fagus-Gesellschaft, überwigend auf schwach podsoligen Parabraunerden) sowie eine Geest-spezifische Einheit (Betulo-Quercetum, auf Podsolen) nachgewiesen werden.

Zur Kennzeichnung der vegetationsgeographischen Stellung schleswig-holsteinischer Laubwälder innerhalb Mitteleuropas wurden Alno-Ulmion-, Fagion- und Quercion-Gesellschaften des betrachteten Raumes floristisch verglichen. Es zeigt sich, daß neben atlantisch-subatlantisch verbreiteten Sippen (Lonicera periclymenum, Hedera helix, Ilex aquifolium, Rubus fruticosus agg.) Vertreter des borealen Florenelements (Equisetum pratense, Hieracium fuscocinereum, Trientalis europaea) im Artengefüge naturnaher Wälder Schleswig-Holsteins vergleichsweise häufig sind. Innerhalb des Landes weisen die genannten Sippen eine gebietsspezifische Verteilung auf: In der Altmoräne trägt die Vegetationszusammensetzung atlantische, in der Jungmoräne eher subatlantische Züge. Borealer Einfluß ist in der Altmoräne und im Landesteil Schleswig stärker ausgeprägt. Möchte man diese Befunde mit einer vegetationsgeographischen Gliederung Mitteleuropas zur Deckung bringen, so ist die von MEUSEL et al. (1965) gegebene Einteilung am besten geeignet. Danach läßt sich die Altmoräne Schleswig-Holsteins zur Jütischen Bezirksgruppe der Atlantischen Florenprovinz, die Jungmoräne dagegen zur Sundischen Unterprovinz der Subatlantischen Florenprovinz zuordnen.

Zur Kennzeichnung der Waldstandorte wurden - auf alle Vegetationstypen verteilt - 217 Bodenprofile aufgenommen und hydrologische sowie bodenchemische Analysen durchgeführt (Grundwassermeßbrunnen; S-Wert, Basensättigung, organischer Kohlenstoff, Gesamtstickstoff,

C/N-Verhältnis, pH (KCl/H_2O)-Wert, Kalkgehalt). Da allein monokausale Betrachtungen bestehende Vegetations-Standorts-Zusammenhänge nur bedingt erklären helfen, wurde ein Teil der untersuchten Standortsparamater mittels multivariater Verfahren ausgewertet (Cluster-, Hauptkomponeten- und Diskriminanzanalyse). Es zeigt sich, daß die genannten Verfahren trotz unterschiedlicher Algorithmen gut vergleichbare Gruppierungsergebnisse der betrachteten Waldstandorte liefern. Als Standortstypen können diese nahezu eindeutig soziologischen Gruppen (Assoziationen bzw. Gesellschaften) zugeordnet werden. Weniger als 5 % der Untersuchungsflächen wurden im schlechtesten Sortierungsergebnis so gruppiert, daß eine Standorts-Vegetationstypen-Entsprechung nicht bestand. Im Ordinationsergebnis der Diskriminanzanalyse war diese Parallelisierung (von Vegetations- und Standortstyp) auch noch dann weitgehend möglich, wenn pflanzensoziologische Einheiten auf der Rangstufe der Subassoziation differenziert wurden (etwa 15 % der Flächen wurden dabei "falsch" gruppiert). Mit Hilfe der insgesamt elf multivariat betrachteten Standortsmerkmale ist somit eine ökologische Interpretation der ausschließlich floristisch definierten Pflanzengesellschaften zufriedenstellend möglich.

Übereinstimmend zeigen die Ordinationsergebnisse der Hauptkomponenten- und Diskriminanzanalyse, daß in Bezug auf die zur Auswertung herangezogenen Merkmale drei komplexe Standortsgradienten besonders bedeutsam sind (Bodenfeuchte, Basenversorgung, Podsolierung). Bei geringer bis mäßiger Basenversorgung läßt sich die Reihe Betulo-Quercetum typicum / B.Q. milietosum / Avenella-Fagus-Gesellschaft, Leucobryum-Ausb. / A.F.-Ges., Typische Ausb. / Galio-Fagetum polytrichetosum und G.F. festucetosum standörtlich mittels eines die biologische Aktivität des Bodens beschreibenden "Aktivitäts"-Gradienten differenzieren. Bei hoher biologischer Aktivität der Böden ist demgegenüber ein "Basen"- Gradient der bestimmende Faktor einer Standortsdifferenzierung (Reihe Galio-Fagetum, Ranunculus-Ausbildung / Hordelymo-Fagetum, Typische Subassoziationen / H.F., Corydalis-Subassoziationen / H.F., Lathyrus-Subass.-Gr.).

Zum langfristigen Schutz heute noch in naturnahem Zustand erhaltener Wälder sowie zur Förderung naturnaher Waldlebensgemeinschaften wäre wünschenswert, auf der Grundlage eines Stufenplanes etwa 5 % der Landeswaldfläche in Naturwaldreservaten zu sichern. Kurzbeschreibungen werden für **die** Wälder des Untersuchungsgebietes gegeben, die in besonderem Maße den Kriterien einer Reservatsausweisung entsprechen (Topographie, schutzwürdige Arten und Waldgesellschaften, Umgrenzungsvorschlag für das Waldreservat). Um eine natürliche und von Randeinfluß möglichst ungestörte Entwicklung zu gewährleisten, sollten Reservate Flächengrößen von 5 ha nicht unterschreiten (homogene Standortsverhältnisse vorausgesetzt). In Wirtschaftswäldern ließen sich wesentliche Ziele des Biotopschutzes bereits dann realisieren, wenn diese künftig unter Gesichtspunkten einer "naturnahen Waldwirtschaft" genutzt würden. Eine Studie zu Buchenschäden in Fagion- und Quercion-Gesellschaften zeigt, daß günstige Nährstoff- und ausgeglichene Wasserversorgung nicht zwangsläufig optimale Wuchsraten bei Fagus gewährleisten. Mit wachsender Immissionsbelastung ist die Vitalität der Buche zunehmend von strukturellen Komponenten

abhängig (z.B. Baumalter, Kronenschlußgrad, Rauhigkeit des Kronendachs), so daß diese die durch edaphische Verhältnisse bewirkten Schadbild-Unterschiede maskieren können. Für forstliches Handeln folgt, im Zuge einer Durchforstung oder Holzentnahme die Bildung größerer Kronenraumlücken zu vermeiden.

9. Summary

This monograph examines, as main topics, history of treatment, vegetation and ecological site conditions of native forests in Schleswig-Holstein (Nothern Germany; with special regard to the northern part of Schleswig-Holstein). Recommendations for management and protection of these forests are given.

Until the 12th century Schleswig-Holstein was densely wooded. Deciduous forests occupied nearly all of those areas where growth of trees was possible. Gaps in forest land only occurred in areas of human settlement. In the early Middle Ages a process of forest clearence began, continuing until the 17th century. In 1800 only about 10 % of the landscape of Schleswig-Holstein was still covered by deciduous forests. The minimum coverage existed in 1870 (about 4.2 %). At the same time, a forest area of only 3 % was preserved in the northern part of Schleswig-Holstein (Schleswig). Several reasons may account for this decrease in forest coverage: forests were cleared to increase the area of agrarian country, for the production of firewood and of building timber. In addition, forests were used as grazing land for fattening cattle. In the second part of the 18th century, laws were enacted (the so-called "Verkoppelungsgesetze") regulating the distribution of forest land property. Since that time two types of forests developed with regard to forest treatment and structure: Stands under the ownership of farmers were regenerated by using shoots of tree stumps within a constant cycle of exploitation (with a duration of 10 to 20 years; so-called "Kratts"). Parcelling und subsequent deforestation by farmers led to a further decrease in forest area. All remaining stands were enclosed by "natural fences" (hedges) protecting forests and sprouts of trees against grazing cattle. Within decades development of these stands turned to a natural regeneration. Forests of this type were mainly owned by the aristocracy or ecclesiastical institutions.

All effects of forest degeneration described above are evident in the distribution, size and structure of forests in Schleswig-Holstein today. Depending on grazing pressure and intensity of shoot cutting species with a stronger capability of regeneration increased at the expense of those with a weaker one (e.g. Quercus petraea, Quercus robur and Carpinus betulus as compared to Fagus sylvatica). In addition, selective grazing by animals favoured species protected by thorns or spiny leaves (e.g. Crataegus laevigata agg., Ilex aqufolium).

In contrast, forests with a natural regeneration showed a declining presence of Carpinus betulus and Quercus robur in favour of Fagus sylvatica. On the one hand hornbeam was not esteemed to be a tree producing timber of great value and so was more likely neglected during forest treatment. On the other hand neither Carpinus nor Quercus were competitive with Fagus sylvatica under conditions of natural forest development (provided that edaphic conditions were favourable for Fagus sylvatica).

Description and classification of vegetation was carried out using the method of BRAUN-BLANQUET. However, to obtain a comprehensible subdivision of the class Querco-Fagetea, some explanations of the "character-species-concept" are given. The term "character-species" was defined with regard to structural and geographical aspects. So criteria are given for the evaluation of a species as character-species with regard to

- three types of different vegetation structure (woody vegetation, low-growing herbaceous vegetation and cryptogamic vegetation),
- geographical distribution of stands belonging to the syntaxon of the next rank.

Stands lacking their own character-species were assigned to "communities" or a "basal-communitiy" of that rank given by the corresponding character-species.

For a description of forest communities in the area investigated, about 800 relevés, recorded between 1985 and 1990, were analysed. All relevés could be assigned to already previously described syntaxa, so that a new description of vegetation types, even on the rank of a subassociation, was not necessary. To give an overview of names considered synonyma, original descriptions of syntaxa were compared. Nomenclature of syntaxa follows the "code of phytosociological nomenclature" (BARKMANN et al. 1986). However, in some cases the use of nomina conservanda seems to be more practical.

Within the Alno-Ulmion two forest communities may be distinguished in Schleswig-Holstein (Alno-Fraxinetum Mikyska 1943, Carpinus-Fraxinus-community). Stands of these types prefer nutrient rich soils with ground-water influence (Gleysols in the FAO-system) in moraines formed by the penultimate and last glacial period. Characteristic communities of the alliance Fagion (Hordelymo-Fagetum Kuhn 1937 em. Dierschke 1989, Galio odorati-Fagetum Sougn. et Thill em. Dierschke 1989) grow preferably on meso- to eutrophic Luvisols developed on moraines of the last glacial period. In the same landscape stands of the Avenella-Fagus-community (Quercion robori-petraeae) occur on podsolic Luvisols. The Betulo-Quercetum (Gaume 1924) Tx. 1937 appears on the "coastal sandy moorland" of NW-Germany ("Geest") and is the characteristic forest community of this area.

In order to describe the phytogeographical position of forest-communities in Schleswig-Holstein a floristical comparison of Alno-Ulmion-, Fagion- and Quercion-communities of the nothern part of Central Europe is given. Forest communities in Schleswig-Holstein contain, as a phytogeographical feature, several species with Atlantic-Subatlantic distribution (e.g. Lonicera periclymenum, Hedera helix, Ilex aquifolium, Rubus fruticosus agg.) as well as species of the boreal geoelement (e.g. Equisetum pratense, Trientalis europaea). Within Schleswig-Holstein these species are not distributed evenly but become locally abundant as a response to climatic differences in their habitats: the floristical composition of forests on moraines formed by the penultimate glacial period

indicates an Atlantic, that of forests on moraines of the last glacial period a Subatlantic climate (western and eastern parts of Schleswig-Holstein respectively). Boreal influence is more distinct in western and northern regions of Schleswig-Holstein. Regarding the regional variation in floristics (and climate respectively) MEUSEL et al. (1965) gave the most suitable phytogeographical division of the area considered. According to this division, Schleswig-Holstein is split into two areas, of which the western one belongs to the "Atlantical" and the eastern one to the "Subatlantical province" of the "temperate zone". A more detailed subdivision is discussed.

For an ecological characterisation of forest-sites as well as to answer the question, whether vegetation types (elaborated by phytosociological methods) appear in correspondence with ecological (site) parameters (e.g. "site types" or "soil types"), sequences of soil layers were recorded by 217 soil samples. In each layer (organic layers, upper humic mineral soil and lower mineral soil) S- and pH(KCl,H_2O)-value, saturation of base, C_{org}, N_t, C/N-ratio and lime-content were measured. In addition, hydrological site conditions were recorded by checking the level of ground-water in wells over a period of two years.

Single parameters are not sufficient to explain an observed vegetation-site-relationship. To obtain an ordination of "site types" depending on the multidimensional structure of (ecological) data, multivariate methods were used for an evaluation (cluster analysis = CA, principle component analysis = PCA and discriminant analysis = DA). In spite of different techniques of representation CA, PCA and DA yield a good corresponding grouping-result of sites. If these groups of sites are considered as "site types", they will comply fairly well with phytosociological units (provided that vegetation types are considered on the level of associations or "communities" respectively). Less than 5 % of sites (=objects of the ordination) did not allow a clear assignment of vegetation types in the ordination diagrams (of the PCA or DA respectively). In the ordination plot of the DA a correspondence between site types and vegetation types was even possible on the level of the subassociation (with about 15 % of "wrongly" grouped objects). This indicates that the forest communities described above may deliver a suitable indicator for site conditions (with regard to the eleven site parameters used as quantities for the multivariat analysis).

Ordination diagrams of PCA and DA in good correspondence show three main factors of site parameters influencing development of vegetation: soil moisture, base supply and degree of podsol development. With a low to moderate base supply the series Betulo-Quercetum typicum / B.Q. milietosum / Avenella-Fagus-community, Leucobryum-subunit / A.F.-community, typical subunit / Galio-Fagetum polytrichetosum and G.F. festucetosum represents an ecological gradient of increasing "soil activity" marking the biological activity of the edaphon. In contrast, on stands with a high biological activity base supply proves to be the main factor in vegetation development. Accordingly the series Hordelymo-Fagetum, Lathyrus-subass.-group / H.F.,

Corydalis-subassociations / H.F., typical subassociations and Galio-Fagetum, Ranunculus-subunit marks a declining base supply in stands of these types.

Protection and long-term development of forest communities will be guaranteed, if about 5 % of the total forest area of Schleswig-Holstein is saved as nature reserves. Recommendations for a set-up of forest reserves are given in the form of a list of stands showing a vegetation and forest structure worth preserving. Forest reserves should exceed a size of 5 ha in order to facilitate, as far as possible, natural and undisturbed development. Main requirements for forest protection will be met if forest treatment follows criteria of a "natural forest management".

As the most important deciduous tree in Nothern Germany, the beech is often the subject of assessment of damage and investigations of tree diseases caused by air pollution. So a record of beech damage was carried out (using a vitality-class key for Fagus on the base of a growth phase model) with regard to forest structure and soil conditions. As expected, trees growing on unfavourable sites (e.g. on soils with impeded water) react more sensitively to secondary stress factors such as air pollutants than trees on suitable sites. With a declining nutrient supply in the series Hordelymo-Fagetum / Galio-Fagetum / Betulo-Quercetum we recognize a corresponding increase of damage level in the tree layer of these forest communities. However, ecological site parameters are not always sufficient for an explanation of the high damage level of some communities. It is supposed that a specific structure of these communities is responsible for a considerable proportion of severely damaged trees. Particular crown integration in the tree layer of forests and damage level are closely connected. The influence of forest structure therefore masks the damage due to bad soil conditions. As a consequence silvicultural treatment should avoid the emergence of larger gaps in the canopy (e.g. during thinning of forests).

10. Literatur

AKKERMANN, R. (1987): Zur Situation der Baum- und Waldschäden in Nordwestdeutschland und allgemeine Hinweise zur Schadenskennung und Schadensdämpfung. - BSH, Teil 1, Wardenburg: 294 S.

ALEXANDER, M. (1961): Introduction to Soil Microbiology. - Wiley & Sons, New York: 467 S.

ALLORGE, P. (1922): Les associations végétales du vexin Francais. - Rev. Gen. Bot. 393: 134-144, 401: 311-319, 402: 376-383. Paris.

AMMER, U. (1991): Konsequenzen aus den Ergebnissen der Totholzforschung für die forstliche Praxis.- Fortsw. Cbl. 110: 149-157. Hamburg, Berlin.

ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung. - Bernecker, 3. Aufl., Hannover: 331 S.

ARBEITSKREIS BODENSYSTEMATIK DER DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN GESELLSCHAFT (Hrsg.) (1985): Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland. - Mitt. Deut. Bodenkundl. Ges. 44: 1-90. Göttingen.

ARBEITSKREIS FORSTLICHE LANDESPFLEGE (1984): Biotoppflege im Wald. Ein Leitfaden für die forstliche Praxis. - Kilda, Greven: 230 S.

AUGUSTIN, H. (1991): Die Waldgesellschaften des Oberpfälzer Waldes. - Hoppea, Denksch. Regensb. Bot. Ges. 51: 5-314. Regensburg.

AUHAGEN, A. (1985): Arten- und Biotopschutzplanung für einen Ausschnitt des Spandauer Forstes in Berlin. - Landschaftsentwickl. u. Umweltforsch. 32: 1-263. Berlin.

AVERDIECK, F.-R. (1957): Zur Geschichte der Moore und Wälder Holsteins. Ein Beitrag zur Frage der Rekurvenzflächen. - Nova Acta Leopoldina N.F. 19 (130), Leipzig: 152 S.

BARKMAN, J.J., MORAVEC, J., RAUSCHERT, S. (1986): Code der pflanzensoziologischen Nomenklatur. - Vegetatio 67 (3): 145-195. Dordrecht.

BARTSCH, J. u. M. (1940): Vegetationskunde des Schwarzwaldes. - Pflanzensoz. 4, Jena: 229 S.

BAUER, L., NIEMANN, E. (1965): Methodische Fragen zur wissenschaftlichen Erschließung von Naturschutzgebieten. - Arch. f. Natursch. u. Landschaftsforsch. 5 (2): 89-106. Berlin.

BENNERT, W. (1973): Chemisch-ökologische Untersuchungen an Arten der Krautschicht eines montanen Hainsimsen-Buchenwaldes (Luzulo-Fagetum). - Diss. Univ. Berlin, Berlin: 216 S.

BERGHEN, C. VANDEN (1953): Contribution à l'étude des groupements végétaux notés dans la vallée de l'Ourthe en amont de Laroche-en-Ardenne. - Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 85: 195-276. Bruxelles.

- (1957a): Remarques au sujet de la systématique des ...êtsaies de l'Europe occidentale. - Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 89: 15-20. Bruxelles.

- (1957b): Etude sur les forêts situées au nord de Virton. - Bul. Soc. Roy. Bot. Belg. 89: 35-80. Bruxelles.

BERGMEIER, E., HÄRDTLE, W., MIERWALD, U., NOWAK, B., PEPPLER, C. (1990): Vorschläge zur syntaxonomischen Arbeitsweise in der Pflanzensoziologie. - Kieler Notiz. Pflanzenkde. Schl.-Holst. u. Hmb. 20 (4): 92-103. Kiel.

BILLETOFT, B. (1987/1988): Ergebnisse der Wald- und vegetationskundlichen Untersuchungen in den Naturwaldparzellen der schleswig-holsteinischen Landesforsten. - In: Landesforstverwaltung Schleswig-Holstein (Hrsg.): Naturwaldzellen in Schleswig-Holstein. Ergebnisse der Vegetationsaufnahme. - Polykopie, Kiel: 104 S.

BLANCKMEISTER, J. (1966): Zur waldbaulichen Forschung und zu ihrer Methodik in Naturschutzgebieten. - Arch. f. Natursch. u. Landschaftsforsch. 6 (4): 227-248. Berlin.

BLUME, H.-P., LAMP, J. (1985): Anleitung zur Ansprache von Böden im Gelände. - Unveröff. Polykopie Inst. Pflanzenernähr. u. Bodenkde. Uni. Kiel, Kiel: 33 S.

- , SCHIMMING, C.-G. (1991): Böden Schleswig-Holsteins als Quellen und Senken für Nähr- und Schadstoffe.- Forstw. Cbl. 110: 221-227. Hamburg, Berlin.

BÖCKER, R., KOWARIK, I., BORNKAMM, R. (1983): Untersuchungen zur Anwendung der Zeigerwerte nach Ellenberg. - Verh. Ges. Ökol. 11 (Festschr. Ellenberg): 35-56. Göttingen.

BÖTTCHER, H. (1985): Wald-Naturschutzgebiet oder Naturwaldzelle - ein neuartiger Naturschutzkonflkikt? - Veröff. naturk. Ver. Egge-Weser 8 (2): 62-67. Höxter.

BOGNER, W. (1966): Experimentelle Prüfung von Waldbodenpflanzen auf ihre Ansprüche an die Form der Stickstoffernährung. - Diss. Univ. Stuttgart/Hohenheim, 131 S.

BOHN, U. (1981): Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200 000. - Potentielle natürliche Vegetation - Blatt CC5518 Fulda. - Schriftenr. f. Vegetationskde. 15, Bonn-Bad Godesberg: 330 S.

-, WOLF, G. (1989): Ergebnisse des Kolloquiums über Naturwaldreservate 1989. - Natur u. Landschaft 64 (12): 587-591. Bonn.

BORTZ, J. (1989): Statistik für Sozialwissenschaftler. - Springer (3. Aufl.), Berlin/Heidelberg/New York/London/Paris/Tokyo: 900 S.

BRÄUTIGAM, S. (1970): Hieracium foscocinereum Norrl. neu für das Gebiet beider deutscher Staaten. - Feddes Repert. 81 (6/7): 503-506. Berlin.

BRAUN, J. (1915): Les Cévennes Méridionales (Massif de l'Aignonal). - Etudes sur la végétation 1, Genéve: 208 S.

BRAUN-BLANQUET, J. (1921): Prinzipien einer Systematik der Pflanzengesellschaften. - Separatabdruck Jahrb. St. Gallischen Naturwiss. Ges. 57 (II): 305-351. St. Gallen.

- (1925): Zur Wertung der Gesellschaftstreue in der Pflanzensoziologie. - Vierteljahrschrift d. Naturf. Ges. Zürich 70: 122-149. Zürich.

- (1951): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. - Springer, 2. Aufl., Wien: 631 S.

- (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. - Springer, 3. Aufl., Wien/New York: 865 S.

- (1967): Vegetationsskizzen aus dem Baskenland mit Ausblicken auf das weitere Ibero-Atlantikum. - II. Teil. Vegetatio 14: 2-126. Den Haag.

-, TÜXEN, R. (1943): Übersicht der höheren Vegetationseinheiten Mitteleuropas. - SIGMA 84: 1-11. Montpellier.

BROWN, I.C. (1943): A rapid method of determining exchangeable hydrogen and total exchangeable bases of soils. - Soil Science 56: 353-357. Baltimore.

BRUN-HOOL, J. (1966): Ackerunkraut-Fragmentgesellschaften. - In: TÜXEN, R. (Hrsg.): Anthropogene Vegetation. - Ber. Int. Symp. IVV Stolzenau/Weser, 38-50. Den Haag.

BRUNNER, G. (1990): Die potentielle natürliche Vegetation des Sebalder Reichswaldes und ihre kartographische Erfassung. - Dipl.-Arb., unveröff., 130 S. + Anhang. Erlangen.

BRUNET, J. (1993): Environmental and historical factors limiting the distribution of rare forest grasses in south Sweden.- Forest Ecol. Manag. 61: 263-275. Amsterdam.

BRZEG, A., KASPRIWICZ, M., KROTOSKA, T. (1989): Acidofilne Lasy z Klasy Quercetea robori-petraeae Br.-Bl. et Tx. 1973 w Wielkopolsce. - Badania Fizjograf. nad Pol. Zachodina 39 (Ser. B): 5-36. Warszawa-Poznan.

BUCHMANN, H. (1981): Bemühungen des staatlichen Naturschutzes zum Schutz von Buchenalthölzern im Osten der Schwäbischen Alb. - Beih. Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ. 20: 119-122.

BUCHWALD, K. (1951): Wald- und Forstgesellschaften der Revierförsterei Diensthoop. Forstamt Syke bei Bremen. - Angew. Pflanzensoz. 1, Stolzenau/Weser: 72 S.

BÜCKING, W. (1972): Zur Stickstoffversorgung von südwestdeutschen Waldgesellschaften. - Flora 161: 384-400. Jena.

- (1981): Kulturversuche an azidophytischen Waldbodenpflanzen mit variierter Stickstoff-Menge und Stickstoff-Form. I. - Mitt. Ver. Forstl. Standortskde. u. Forstpflanzenzücht. 29: 42-74. Stuttgart.

- (1985): Waldschutzgebiete in Baden-Württemberg. - Zum aktuellen Stand der Ausweisung. - Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ. 59/60: 57-76. Karlsruhe.

- , REINHARDT, W. (1985): Vegetationskundliche Forschungen im neuen Bannwald im Naturschutzgebiet Taubergießen. - Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ. 59/60: 143-174. Karlsruhe.

BUNDESFORSCHUNGSANSTALT FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSÖKOLOGIE (BFANL) (1989): Leitlinien des Naturschutzes und der Landschaftspflege in der Bundesrepublik Deutschland. - Beil. Natur u. Landschaft 64 (9), Bonn-Bad Godesberg: 19 S.

BURRICHTER, E, WITTIG, R. (1977): Der Flattergras-Buchenwald in Westfalen. - Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 19/20: 377-382. Göttingen.

BUSSLER, H. (1982): Waldgewässer als Lebensraum. - Natur u. Landschaft 57 (4): 128-132. Köln/Bonn.

CALLSEN, J.J. (1903): Früherer Waldreichtum im Lande. - Die Heimat 13 (10), Kiel: 264 S.

CELINSKI, F., WIKA, S. (1977): Über den Einfluß der vorherrschenden Winde auf die Ausbildung der Waldgesellschaften. - In: TÜXEN, R. (Hrsg.): Vegetation und Klima. - Ber. Int. Symp. IVV Rinteln, S. 99-116. Vaduz.

CHRISTIANSEN, A. (1912): Vom schleswig-holsteinischen Kratt und seiner Pflanzenwelt. - Heimat 22:173-178 u. 199-201. Neumünster.

CHRISTIANSEN, Wi. (1924): Von Wäldern und Bäumen im Kreise Husum. - Nordelbingen 3. Kiel.

- (1925): Die Eichenkratts Schleswig-Holsteins. - Ber. Deutsch. Bot. Ges. 43 (5): 229-235. Stuttgart.

- (1926): Die Westgrenze der Rotbuche in Schleswig-Holstein und ihre pflanzengeographische Bedeutung. - Schrift. Naturwiss. Ver. Schl.-Holst. 17 (2): 314-324. Kiel.

- (1931): Die Pflanzenwelt des Reher Kratts. - Nordelbingen 8: 533-565. Heide (Holstein).

- (1934): Das pflanzengeographische und soziologische Verhalten der Salzpflanzen mit besonderer Berücksichtigung von Schleswig-Holstein. - Beitr. Biol. Pflanzen 22. Breslau.

- (1935): Die atlantischen Pflanzen und ihr Verhalten in Schleswig-Holstein. - Schr. Naturw. Ver. Schl.-Holst. 21: 19-57. Kiel/Leipzig.

- (1938): Der "Atlantische Klimakeil" in Schleswig-Holstein und seine Bedeutung. - Die Heimat 48 (10): 302-309. Flensburg.

- , SCHMIDTENDORF, H. (1952): Zur Frage des Atlantischen Klimakeils in Schleswig-Holstein und zur pflanzengeographischen Stellung des Geestrandes innerhalb desselben. - Ber. Dt. Bot. Ges. 65: 341-348. Stuttgart.

CLEMENT, B., GLOAGNEN, J.-C, TOUFFET, J. (1974): Contribution a l`étude phytosociologique des forêts de Bretagne. - Coll. Phytosoc. 3: 53-72. Vaduz.

CLEMENTS, F.E. (1916): Plant succession: an analysis of the development of vegetation. - Carnegie Inst. Washington, Publ. 290: 1-388. Washington.

- (1936): Nature and structure of the climax. - Jour. Ecol. 24: 252-284. Oxford.

CLAUSEN, W. (1974): Zur Geschichte und Vegetation ostholsteinischer Stockausschlagwälder. - Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schl.-Holst. und Hmb. 24, Kiel: 125 S.

CLAUSNITZER, I. (1983): Stickstoff-Mineralisation in verschiedenen Entwicklungsphasen von Buchenwäldern und Fichtenforsten. - Verh. Ges. Ökol. 11: 57-66. Göttingen.

COOLEY, W.W., LOHNES, P.R. (1971): Multivariate Data analysis. - Wiley & Sons, New York/London/Sydney/Toronto: 364 S.

DANCKWERTH, C. (1652): Newe Landesbeschreibung der zwej Hertzogthümer Schleswich und Holstein. Zusambt mit vielen newen Landkarten ... von Johanne Mejero ... elaboriert, durch Casporum Danckwerth zusammengetragen. - 301 S.

DEUTSCHER WETTERDIENST (1967): Klima-Atlas von Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen. - Selbstverlag, Offenbach/Main: 436 S. (mit 63 Karten u. 11 Diagrammtafeln).

DIEMONT, W.H. (1938): Zur Soziologie und Synökologie der Buchen- und Buchenmischwälder der nordwestdeutschen Mittelgebirge. - Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. Nieders. 4: 5-182. Hannover.

DIERSCHKE, H. (1974a): Saumgesellschaften im Vegetations- und Standortsgefälle an Waldrändern. - Scripta Geobot. 6, Göttingen: 246 S.

- (1974b): Zur Abgrenzung von Einheiten der heutigen potentiell natürlichen Vegetation in waldarmen Gebieten Nordwestdeutschlands. - In: TÜXEN, R. (Hrsg.): Tatsachen und Probleme der Grenzen in der Vegetation. - Ber. Int. Symp. IVV Rinteln 1968, 305-325. Lehre.

- (1981): Zur syntaxonomischen Bewertung schwach gekennzeichneter Pflanzengesellschaften. - In: DIERSCHKE, H. (Red.): Syntaxonomie. - Ber. Int. Symp. IVV Rinteln, S. 109 - 122. Vaduz.

- (1982): The significance of some introduced European broad-leaved trees for the present potential natural vegetation of Ireland. - J. Life Sci. 3: 199-207. Dublin.

- (1985): Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen in Wäldern Süd-Niedersachsens. II. Syntaxonomische Übersicht der Laubwald-Gesellschaften und Gliederung der Buchenwälder. Tuexenia 5: 491-521. Göttingen.

- (1986): Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen in Wäldern Süd-Niedersachsens. III. Syntaxonomische Gliederung der Eichen-Hainbuchenwälder, zugleich eine Übersicht der Carpinion-Gesellschaften Nordwest-Deutschlands. - Tuexenia 6: 299-323. Göttingen.

- (1988): Zur Benennung zentraler Syntaxa ohne eigene Kenn- und Trennarten. - Tuexenia 8: 381-382. Göttingen.

- (1989a): Artenreiche Buchenwald-Gesellschaften Nordwest-Deutschlands. - Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 1: 107-148. Göttingen.

- (1989b): Species-rich beech woods on mesic habitats in Central and Western Europe. An attempt towards a regional classification in suballiances. - In: SJÖGREN, E. (Ed.): Forests of the world. Diversity and Dynamics. - Stud. plant ecol. 18: 60-61. Uppsala.

- (1989c): Kleinräumige Vegetationsstruktur und phänologischer Rhythmus eines Kalkbuchenwaldes. - Verh. Ges. Ökol. 17: 131-143. Göttingen.

- (1990): Species-rich beechwoods in mesic habitats in Central and Western Europe: a regional classification into suballiances. - Vegetatio 87: 1-10.

- (1994): Pflanzensoziologie.- Ulmer, Stuttgart: 683 S.

- , DÖRING, U., HÜNERS, G. (1987): Der Traubenkirschen-Erlen-Eschenwald (Pruno-Fraxinetum Oberd. 1953) im nordöstlichen Niedersachsen. - Tuexenia 7: 367-379. Göttingen.

DIERSSEN, K. (1990): Einführung in die Pflanzensoziologie (Vegetationskunde). - Wiss. Buchges., Darmstadt: 241 S.

- , HÖPER, H. (1984): Vegetationskundliche Untersuchungen im Reher Kratt. - Kieler Notiz. Pflanzenkde. Schl.-Holst. u. Hmb. 16 (3/4): 37-72. Kiel.

- , MIERWALD, M., SCHRAUTZER, J. (1985): Hemerobiestufen bei Niedermoorgesellschaften. - Tuexenia 5: 317-329. Göttingen.

-, u. Mitarb. v. GLAHN, H. von, HÄRDTLE, W., HÖPER, H., MIERWALD, U., SCHRAUTZER, J., WOLF, A. (1988): Rote Liste der Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins. - Schriftenr. Landesamt Natursch. u. Landschaftspfl. Schl.-Holst. 6: 157 S. + Tab. Kiel.

DIETRICH, H. (1981): Das Bann- und Schonwaldprogramm in Baden-Württemberg. - Beih., Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ. 20: 83-89. Karlsruhe.

- , MÜLLER, S., SCHLENKER, G. (1970): Urwald von morgen. Bannwaldgebiete der Landesforstverwaltung Baden-Württenberg. - Ulmer, Stuttgart: 174 S.

DINTER., W. (1982): Waldgesellschaften der Niederrheinischen Sandplatten. - Diss. Bot. 64, Vaduz: 111 S.

DÖRFLER, W. (1988): Einige Aspekte zur Anwendung der Pollenanalyse in der Ur- und Frühgeschichtsforschung.- Arch. Inf. 11 (1): 32-38. Kiel

DÖRING-MEDERAKE, U. (1991): Feuchtwälder im nordwestdeutschen Tiefland; Gliederung - Ökologie - Schutz. - Scripta Geobot. 19, Göttingen: 122 S.

DOING, H. (1962): Systematische Ordnung und floristische Zusammensetzung niederländischer Wald- und Gebüschgesellschaften. - Wentia 8: 1-85. Amsterdam.

- (1974): Subdivision of the alliance Quercion roboris-petraeae into Vaccinio-Quercion and Violo-Quercion. - Coll. Phytosoc. 3:73-87. Vaduz.

DOMIN, K. (1923): Is the evolution of the earth's vegetation tending towards a small number of climatic formations? - Acta Bot. Bohemica 2: 54-60. Praze.

DORKA, U. (1981): Die Bedeutung naturnaher Plenteralthölzer für das Vorkommen von Höhlenbrütern, insbesondere vom Rauhfußkauz (Aegolis funereus), im Nordschwarzwald. - Beih. Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ. 20: 23-35. Karlsruhe.

DU RIETZ, G.E. (1919): Clements' "Plant succession". - Svensk Bot. Tidshr. 11: 51-71. Uppsala.

- (1921): Zur methodologischen Grundlage der modernen Pflanzensoziologie. - Wien: 272 S.

DURIN, L., GEHU, J.-M., NOIRFALISE, A., SOUGNEZ, N. (1967): Les hêtraies atlantiques dans le nord-ouest et l'ouest de la France. - Bull. Soc. Bot. Nord France, No. spécial 20me anniversaire, 59-89. Lille.

DUVIGNEAUD, J. (1959): La forêt alluviale du Mont-Dieu. - Vegetatio (1958/59) 8: 298-332. Den Haag.

EHLERS, W. (1951): Waldfrevel und Waldverwüstung während des Kaiserlichen Krieges (1627-29) in den Forsten der Grafschaft Pinneberg. - Die Heimat 58 (11), 342-345. Neumünster.

EHRENDORFER, F. (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. - Fischer, Stuttgart: 310 S.

ELLENBERG, H. (1939): Über Zusammensetzung, Standort und Stoffproduktion bodenfeuchter Eichen- und Buchen-Mischwaldgesellschaften Nordwestdeutschlands. - Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. Nieders. 5: 3-135. Hannover.

- (1954): Zur Entwicklung der Vegetationssystematik in Mitteleuropa. - Angew. Pflanzensoz. 1: 134-143. Wien.

- (1956): Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. - In: WALTER, H.: Einführung in die Phytologie. Bd. IV. Grundlagen der Vegetationsgliederung. 1. Teil. Ulmer, Stuttgart: 136 S.

- (1958): Über die Beziehung zwischen Pflanzengesellschaft, Standort, Bodenprofil und Bodentyp. - Angew. Pflanzensoz. 15: 14-18. Stolzenau/Weser.

- (1964): Stickstoff als Standortsfaktor. - Ber. Deut. Bot. Ges. 77: 82-92. Stuttgart.

- (1971): Die natürlichen Waldgesellschaften der Eilenriede in ökologischer Sicht (mit Vegetationskarte von 1946). - Beih. Ber. Naturh. Ges. 7: 121-127. Hannover.

- (1978): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. - Ulmer, Stuttgart, 2. Aufl.: 981 S.

- (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. - Scripta Geobot. 9: 1-122. Göttingen.

- , MAYER, R., SCHAUERMANN, J. (Hrsg.) (1986): Ökosystemforschung. Ergebnisse des Sollingprojekts 1966-1986. Ulmer, Stuttgart: 507 S.

- , WEBER, H.E., DULL, R., WIRTH, V., WERNER, W., PAULISSEN, D. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. - Scripta Geobot. 18: 1-248. Göttingen.

ELLENBERG, Herm. (1986): Immissionen - Produktivität der Krautschicht - Populationsdynamik des Rehwildes: ein Versuch zum Verständnis ökologischer Zusammenhänge. - Natur u. Landschaft 61 (9): 335-340. Köln/Bonn.

- (1988): Naturschutz und Immission. - In: JÜDES, U., KLOEHN, E., NOLOF, G., ZIESEMER, F. (Hrsg.): Naturschutz in Schleswig-Holstein. - Wachholtz, Neumünster: 51-58.

EMEIS, K. (1875): Waldbauliche Forschungen und Betrachtungen. (Insbesondere zur Erklärung des naturgemäßen Zurückweichens des Waldes in Schleswig-Holstein). - Springer, Berlin: 130 S.

EMEIS, W. (1925): Ein eigenartiges Landschaftsbild unserer Heimat und seine bevorstehende Zerstörung durch die Ödlandkultur. - Die Heimat 35. Kiel.

ERNST, O., (1934): Zur Geschichte der Moore, Marschen und Wälder Nordwest-Deutschlands. IV: Untersuchungen in Nordfriesland. - Diss. Univ. Frankfurt, Jensen, Kiel: 334 S.

EVERS, F.H. (1961): Funktionen und Abhängigkeiten der Mineralstickstoffanlieferung in Waldböden. - Mitt. Ver. Forstl. Standortskde. u. Forstpflanzenzücht. 11: 61-65. Stuttgart.

- (1967): Kohlenstoffbezogene Nährelementverhältnisse (C/N, C/P, C/K, C/Ca) zur Charakterisierung der Ernährungssituation in Waldböden. - Mitt. Ver. Forstl. Standortskde. u. Forstpflanzenzücht. 17: 69-76. Stuttgart.

FABER, A. (1937): Über Waldgesellschaften auf Kalksteinböden und ihre Entwicklung im Schwäbisch-Fränkischen Stufenland und auf der Alb. - Ber. Jahrestag. Deut. Forstver. Landesgr. Württ. 1936 (Anhang): 1-53. Stuttgart.

FAHRMEIER, L., HÄUSSLER, W., TUTZ, G. (1984): Diskriminanzanalyse. - In: FAHRMEIER, L., HAMERLE, A. (Hrsg.): Multivariate statistische Verfahren. - De Gruyter, 301-370. Berlin/New York.

FALINSKI, J.B., MATUSZKIEWICZ, W. (1965): Charakterystyka geobotaniczna regiona Wzniesien Gorowskich. - Charakteristique geobotanique des elévations de Górowo (Pologne N-E). - Mater. Zakl. Fitos. Stosow. V.W. 8, Warszawa/Bialowieza: 29 S.

FIRBAS, F. (1928): Vegetationsstudien auf dem Donnersberge im Böhmischen Mittelgebirge. - Lotos 76, 113-172. Prag.

- (1952): Waldgeschichte Mitteleuropas. - Fischer, Jena, Bd. 2: 256 S.

FISCHER, A. (1992): Welche Bedeutung haben Rote Listen für den Artenschutz im Wald? Eine kritische Würdigung.- Forstw. Cbl. 111: 225-235. Hamburg, Berlin.

- (1993): Zehnjährige vegetationskundliche Dauerbeobachtungen stadtnaher Waldbestände. Reaktionen der Waldvegetation auf anthropogene Beeinflussung.- Forstw. Cbl. 112: 141-158. Hamburg, Berlin.

FLURY, B. RIEDWYL, H. (1983): Angewandte multivariate Statistik. Computergestützte Analyse mehrdimensionaler Daten. - Fischer, Stuttgart/New York: 187 S.

FRÄNZLE, O., BOBROWSKI, U. (1983): Untersuchungen zur ökologischen Aussagefähigkeit floristisch definierter Vegetationseinheiten. - Verh. Ges. Ökol. 11:101-109. Göttingen.

FRAHM, J.P., FREY, W. (1983): Moosflora. - Ulmer, Stuttgart: 522 S.

FRANKENBERG, P. (1982): Vegetation und Raum. - Ulmer, Stuttgart: 245 S.

FRIEDRICHSDORF, B. (1989): Naturnahe Forstwirtschaft. Chance für gemeinsame Ziele mit dem Naturschutz. Bauernbl./Landpost.

FRÖHLICH, J. (1954): Urwaldpraxis. 40jährige Erfahrungen und Lehren. - Radebeul/Berlin.

FUKAREK, F. (1961): Die Vegetation des Darß und ihre Geschichte. - Pflanzensoz. 12, Jena: 321 S.

- (1964): Pflanzensoziologie. - Wissenschaftl. Taschenb., Berlin: 160 S.

GAMS, H. (1918): Prinzipienfragen der Vegetationsforschung. Ein Beitrag zur Begriffsklärung und Methodik der Biocoenologie. - Naturf. Gesell. Zürich, Vierteljahrschr. 63: 293-493. Zürich.

GAUME, R. (1924): Les Associations végétales de la forêt de Preuilly (Indre-et-Loire). -Bull. Soc. Bot. France 24: 158-171 und 1194-1207. Paris.

- (1925): La Chénaie de Chène sessile de la forêt de Montargis (Loiret). - Bull. de l'Assoc. des Natural. de la Vallee du Loing 8:42-49. Moret-sur-Long.

GEHL, O. (1952): Die Hochmoore Mecklenburgs. Nebst einem Beitrag zur Waldgeschichte des Küstenraumes zwischen Elbe und Oder. - Beih. zur Zeitschr. Geologie 2, Akad.-Verl., Berlin: 99 S.

GEHRMANN; J. (1987): Zur Deposition von Luftverunreinigungen im Waldgebiet der Haard. - Lölf Jahresber. 1987, 26-28, Recklinghausen.

GERHARD, H. (1956): Die Geschichte des Waldes in Schleswig-Holstein. - Die Heimat 63 (1): 1-3. Neumünster.

GERLACH, A. (1970): Wald- und Forstgesellschaften im Solling. - Schriftenr. Vegetationskde. 5:79-98. Bonn-Bad Godesberg.

GIGON, A. (1983): Welches ist der wichtigste Standortsfaktor für die floristischen Unterschiede zwischen benachbarten Pflanzengesellschaften? - Verh. Ges. Ökol. 11 (Festschrift Ellenberg): 145-160. Göttingen.

- , RORISON, I.H. (1972): The response of some ecologically distinct plant species to nitrate - and to ammonium-nitrogen. - Jour. Ecol. 60: 93-102. Oxfort/London/Edinburgh/Melbourne.

GILS, H. van, HUITS, P. (1978): Auf zwei Wegen zum Assoziationskomplex. - Ber. Int. Symp. IVV: 13-24. Vaduz.

GLAHN, H. v. (1968): Der Begriff des Vegetationstyps im Rahmen eines allgemeinen naturwissenschaftlichen Typenbegriffes. - In: TÜXEN, R. (Hrsg.): Pflanzensoziologische Systematik. - Ber. Int. Symp. IVV: 1-13. Den Haag.

- (1969): Vegetations- und bodentypologische Gliederung ostholsteinischer Waldschwingel-Buchenwälder. Ein Beitrag zum Methodenproblem. - Vegetatio 16: 64-81. Den Haag.

- (1981): Über den Flattergras- oder Sauerklee-Buchenwald (Oxali-Fagetum) der niedersächsischen und holsteinischen Moränenlandschaften. - Drosera 81(2): 57-74. Oldenburg.

- (in prep.): Vegetationstypen holsteinischer Wälder und ihre Beziehung zu Bodentypen - zugleich ein Beitrag zur Methode vergleichender vegetations- und bodentypologischer Untersuchungen. - Veröff. vorges. in Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schl.-Holst. u. Hamb. Kiel.

- , TÜXEN, J. (1963): Salzpflanzen-Gesellschaften und ihre Böden im Lüneburger Kalkbuch vor dem Bardowicker Tore. - Jahrb. naturw. Ver. Fürstentum Lüneburg 28. Lüneburg.

GLAVAC, V. (1972): Zur Planung von geobotanischen Dauerbeobachtungsflächen in Waldschutzgebieten. - Natur u. Landschaft 47 (5): 139-143. Bonn/Stuttgart.

-, KRAUSE, A. (1969): Über bodensaure Wald- und Gebüschgesellschaften trockenwarmer Standorte im Mittelrheingebiet. - Schriftenr. Vegetationskde. 4: 85-102. Bad Godesberg.

GODT, J., GROSSE-BRAUCKMANN, G., POPP, D., STEIN, J., WIENHAUS, H. (1988): Leitfaden für die Beteiligung von Vertretern der Naturschutzverbände an Forsteinrichtungsverfahren im Rahmen von § 29 Bundesnaturschutzgesetz. Frankfurt: 69 S.

GÖNNERT, Th. (1989): Ökologische Bedingungen verschiedener Laubwaldgesellschaften des Nordwestdeutschen Tieflandes. - Diss. Bot. 136: 225 S. Berlin/Stuttgart

GÖTTSCHE, D. (1972): Verteilung von Feinwurzeln und Mykorrhizen im Bodenprofil eines Buchen- und Fichtenbestandes im Solling. - Mittl. Bundesf. Forst- u. Holzwirtsch. 88, Hamburg: 102 S.

GONSCHORREK, J. (1977): Aushagerungserscheinungen im Luzulo-Fagetum des Wesergebirges. - In: TÜXEN, R. (Hrsg): Vegetation und Klima. - Ber. Int. Symp. IVV Rinteln: 117-125. Vaduz.

GRABHERR, G. (1982): Die Analyse alpiner Pflanzengesellschaften mit Hilfe numerischer Ordinations- und Klassifikationsverfahren. - Stapfia 10: 149-160. Linz.

- (1985): Numerische Klassifikation und Ordination in der alpinen Vegetationsökologie als Beitrag zur Verknüpfung moderner "Computermethoden" mit der pflanzensoziologischen Tradition. - Tuexenia 5: 181-190. Göttingen.

GRADMANN, R. (1900): Zur Erhaltung der vaterländischen Naturdenkmäler. - Bl. Schwäb. Albver. 12: 410-414. Stuttgart.

GREIG-SMITH, P. (1979): The development of numerical classification and ordination. - Vegetatio 42: 248-278. The Hague.

GRIESE, F. (1989): Naturwaldparzellen: Gedanken, Bedeutung und Ergebnisse.- Berichte NNA 2 (3): 173-178. Schneverdingen.

GROSSKOPF, W. (1950): Bestimmung der charakteristischen Feinwurzel-Intensitäten in ungünstigen Waldbodenprofilen und ihre ökologische Auswertung. - Mitt. Bundesfosch. Forst- u. Holzwirtsch. 11: 1-19. Hamburg.

GULSKI, M. (1989): Auswirkungen von agrarstrukturellen Maßnahmen und Bewirtschaftungsintensivierung auf die Landschaft im nördlichen Schleswig-Holstein. - Diss. Univ. Kiel, 113 S. + Tab.

HÄRDTLE, W. (1989a): Potentielle natürliche Vegetation. Ein Beitrag zur Kartierungsmethode am Beispiel der Topographischen Karte 1623 Owschlag. - Mitt. Arbeitsgem. Geobot. 40, Kiel: 72 S.

- (1989b): Damage in beech forests of Northern Germany in relation to forest structure and soil conditions. - In: SJÖGREN, E. (Ed.): Forests of the world. Diversity and dynamics. - Stud. plant ecol. 18: 97-99. Uppsala.

- (1990a): Naturwaldreservate - ein notwendiger Beitrag zum Waldschutz in Schleswig-Holstein. - Grüne Mappe LNV: 14-19. Kiel.

- (1990b): Buchenwälder auf Mergelhängen in Schleswig-Holstein. - Tuexenia 10: 475-486. Göttingen.

- (1990c): Potentielle natürliche Vegetation. Überlegungen zum Theoretischen Konzept und zur Methode der Kartierung (dargestellt am Gebiet der Topographischen Karte 1623 Owschlag). - Diss. Univ. Kiel, Kiel: 86 S.

- (1990d): Damage in beech forests of Schleswig-Holstein (Northern Germany) in relation to forest structure and soil conditions. - Vegetatio 90: 117-123. Dordrecht/Boston/London.

- (1992): Zur vegetationsgeographischen Stellung der Laubwaldgesellschaften Schleswig-Holsteins im nordmitteleuropäischen Tiefland. - Tuexenia 12: 49-65. Göttingen.

-, WELSS, W. (1992): Vorschläge zur Synsystematik und Syntaxonomie bodensaurer Buchen-Eichen- und Eichenmischwälder (Quercion robori-petraeae Br.-Bl. 1932) Mitteleuropas. - Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 4: 95-104. Hannover.

HANSTEIN, U. (1991): Die Bedeutung der Bestandesgeschichte für die Naturwaldforschung - Das Beispiel "Meininger Holz".- Ber. NNA 4 (2): 119-123. Schneverdingen.

HARTGE, K.H. (1964): Volumen und Größenverteilung der Hohlräume in Braunerden und Podsolen aus Sand. - Zeitschr. Pflanzenern. u. Bodenkde. 106: 1-12. Weinheim (Bergstr.).

HAEUPLER, H., SCHÖNFELDER, P. (1988): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. - Ulmer, Stuttgart: 768. S.

HARTMANN, F.K. (1930): Zur soziologisch-ökologischen Charakteristik von Waldbeständen Norddeutschlands. - Zeitschr. Forst- u. Jagdw. 62 (11): 749-778. Berlin.

- (1933): Zur soziologisch-ökologischen Charakteristik der Waldbestände Norddeutschlands - Silva 21: 161-168, 31: 241-154, 40: 314-318. Berlin.

- (1934): Zur soziologisch-ökologischen Kennzeichnung der Waldbestände in Norddeutschland. - Silva 22, 12/13: 89-104, 35/36: 273-288. Berlin.

- (1953): Waldgesellschaften der deutschen Mittelgebirge und des Hügellandes. - Akad. Raumforsch. Landesplanung, Umschaudienst Forsch.ausschuß "Landespfl. u. Landespl." H. 4-6: 147-182. Hannover.

- , JAHN, G. (1967): Waldgesellschaften des mitteleuropäischen Gebirgsraumes nördlich der Alpen. - Fischer, Jena: 635 S.

HARTUNG, J., ELPELT, B. (1984): Multivariate Statistik. Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik. - Oldenbourg, München/Wien: 806 S.

HASE, W. (1953): Waldeigentum und Forstaufsicht in Schleswig-Holstein. - Mitt. Bundesanst. f. Forst- und Holzwirtschaft 31, Hamburg: 114 S.

- (1959): Die Aufforstungen in Nordschleswig. - Die Heimat 66 (2): 46-48. Neumünster.

- (1974): Gedanken zum Eichenkrattgebüsch. - Jahrb. Schleswigsche Geest 1974: 122-123. Schleswig.

- (1983): Abriß der Wald- und Fortsgeschichte Schleswig-Holsteins im letzten Jahrtausend.- Schr. Naturw. Ver. Schl.-Holst. 53: 83-124. Kiel.

HASENKAMP, J.G. (1981): Naturgemäße Waldwirtschaft. - Beih. Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ. 20: 111-117. Karlsruhe.

HECHTEL, H. (1988): Vegetationsuntersuchungen im Nürnberger Reichswald mit einer Anleitung zur kartographischen Erfassung der Waldgesellschaften. - Dipl.-Arb., unveröff., 125 S. Erlangen.

HEDEMANN-HEESPEN, P.V. (1926): Die Herzogtümer Schleswig-Holstein und die Neuzeit. - Mühlau, Kiel: 992 S.

HEERING, W. (1906): Bäume und Wälder Schleswig-Holsteins. Ein Beitrag zur Natur- und Kulturgeschichte der Provinz. - Schmidt u. Klausing, Kiel: 192 S.

HEGG, O. (1965): Untersuchungen zur Pflanzensoziologie und -ökologie im Naturschutzgebiet Hohgant (Berner Voralpen). - Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz 46, Zürich: 188 S.

HEGI, G. (Begr.) (1975): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. III, Teil. 3. - Parey, Berlin/Hamburg: 356 S.

HENNIGER, J. (1983a): Methodik zur Erfassung und Darstellung naturnaher Waldbestände über Luftbildzeitreihen. - Allg. Forst-Z. 38: 1252-1253. München.

- (1983b): Zeitreihen der Bestandesentwicklung in naturnahen Waldbeständen aus Luftbildern. - Diss. Forstwiss. Fak. Univ. Freiburg, Freiburg: 190 S.

HERBICHOWA, M., HERBICH, J. (1982): Natural forest communities of the Radunia river gorge nature reserve. - Ochrona Przyrody 44:52-63.

HERING, H. (1986): Veränderungen der floristischen Struktur von Waldökosystemen in Schleswig-Holstein. - Dipl.-Arb., unveröff., 95 S. u. Anh.. Hamburg.

HESMER, H. (1932): Die Entwicklung der Wälder des nordwestdeutschen Flachlandes . - Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes. 64 (19): 577-607. Berlin.

- (1934): Naturwaldzellen. - Der Deut. Forstw. 16 (13): 133-135, 16 (14): 141-143. Berlin.

- (1936): Die Bewaldung Deutschlands. Dargestellt an Hand von Karten der einzelnen Holz- und Betriebskosten. VI. Die Buche. - Forstliche Wochenschr. Silva 24: 169-176. VII. Die Eiche. - Forstlische Wochenschr. Silva 24: 409-424.

-, SCHROEDER, F.-G. (1963): Waldzusammensetzung und Waldbehandlung im Niedersächsischen Tiefland westlich der Weser und in der Münsterschen Bucht bis zum Ende des 18. Jahrhunderts. - Decheniana-Beih. 11: 1-304. Bonn.

HEYDEMANN, B. (1982): Der Einfluß der Waldwirtschaft auf Waldökosysteme aus zoologischer Sicht. - In: Deutscher Rat für Umweltfragen (Hrsg.): Waldwirtschaft und Naturhaushalt. - Schriftenr. d. dtsch. Rates f. Landespfl. 40:926-944.

HILITZER, A. (1932): Borg na Horsovotynsku. (Die Kiefernwälder bei Horsovsky Tyn.). - Cas. nar. Nus. (sect. natur.) 106: 1-12. Praha.

HINGST, H. (1952): Karten zur Besiedlung Schleswig-Holsteins in der vorchristlichen Eisenzeit und älteren Kaiserzeit. - Archaeologica Geographica 3 (1/3): 8-15. Hamburg.

- (1979): Die vorrömische Eisenzeit. - In: Geschichte Schleswig-Holsteins. - Wachholtz, Bd. 2, 157-247. Neumünster.

HÖLCK, E. (1908): Die Bewaldung Schleswig-Holsteins einst und jetzt. - Vereinsblatt des Heidekulturvereins für Schleswig-Holstein 36: 4-9. Kiel .

HÖLZINGER, J., KROGMANN, B. (1981): Resolution zum Schutz des Schwarzspechts. - Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspfl. Bad.-Württ. 20: S. 123. Karlsruhe.

HOFMANN, G. (1963): Vegetationskundliche Beobachtungen an Waldgesellschaften des nördlichen Lubliner Hügellandes (SO-Polen) und ein Vergleich mit entsprechenden Einheiten in Deutschland. - Arch. Forstw. 12 (4): 361-390. Berlin.

- (1965): Waldgesellschaften der östlichen Uckermark. - Feddes Rep. Beih. 142: 133-202. Berlin.

HOFMEISTER, H. (1970): Pflanzengesellschaften der Weserniederung oberhalb Bremens. - Diss. Bot. 10, Lehre: 116 S.

HOOPS, J. (1905): Waldbäume und Kulturpflanzen im germanischen Altertum. - Trübner, Strassburg: 689 S.

HORLITZ, Th. (1994): Flächenansprüche des Arten- und Biotopschutzes.- Libri Bot. 12, Eching: 209 S.

HORST, K. (1964): Klima und Bodenfaktoren in Zwergstrauch- und Waldgesellschaften des Naturschutzparks Lüneburger Heide. - Natursch. u. Landschaftspfl. Niedersachsen 2, Hannover: 60 S.

HUECK, K. (1937): Mehr Waldschutzgebiete. - Jahrb. Natursch. 1937, Berlin: 32 S.

HÜLBUSCH, U.H., BÄUERLE, H., HESSE, F., KIENAST, D. (1979): Freiraum- und landschaftsplanerische Analyse des Stadtgebietes von Schleswig. - Urbs et Regio 11 (Kassler Schriften zur Geogr. und Planung), Kassel: 216 S.

HULT, R. (1881): Försök till analytisk behandling of vaxtformationerna. - Soc. pro Fauna et Flora Bennica 8: 1-155. Helsinki.

HUSE, S. (1976): Planungsverfahren und Auswahlkriterien bei der Errichtung von Naturschutzgebieten in Norwegen. - Natur u. Landschaft 51 (3): 63-66. Bonn/Stuttgart.

INGESTAD, T. (1973): Mineral nutrient requirements of Vaccinium vitis-idea and Vaccinium myrtillus. - Physio. Plant. 29:239.246. Lund.

ITO, K. (1969): On the effect of heterosce dasticity and non-normality upon some multivariate test procedures. - In: KRISHNAIAH, P.R. (Ed.): Multivariate Analysis. II. - Academic Press: 87-120. New York.

JACOBSEN, P. (1992): Flechten in Schleswig-Holstein: Bestand, Gefährdung und Bedeutung als Bioindikatoren. - Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schl.-Holst. u. Hmb. 42, Kiel: 234 S.

JAHN, G. (1972): Einige Probleme der pflanzensoziologischen Systematik in Waldgesellschaften. - In: TÜXEN, R. (Hrsg.): Grundfragen und Methoden in der Pflanzensoziologie. - Ber. Int. Symp. IVV Rinteln: 347-361. Den Haag.

- (1979): Werden und Vergehen von Buchenwald-Gesellschaften. - In: WILMANNS, O., TÜXEN, R. (Hrsg.): Werden und Vergehen von Pflanzengesellschaften. - Ber. Int. Symp. IVV Rinteln: 339-362. Vaduz.

- (1980): Diskussionsbeitrag zur Methode der Erfassung der Bodenvegetation auf Dauerbeobachtungsflächen in Naturwaldreservaten. - Natur u. Landschaft 55: 149-150. Köln.

JANDER, G., BLASIUS, E. (1979): Lehrbuch der analytischen und präparativen Chemie. - Hirzel, Stuttgart: 547 S.

JANKUHN, H. (1952): Klima, Besiedlung und Wirtschaft in der älteren Eisenzeit im westlichen Ostseebecken. - Archaeologica Geographica 3 (1/3): 23-35. Hamburg.

- (1955): Methoden und Probleme siedlungsarchäologischer Forschung. - Archaeolgica Geographica 4: 73-84. Hambuarg.

- (1956): Völker und Stämme in Schleswig-Holstein in frühgeschichtlicher Zeit. - Wachholtz, Neumünster: 24 S.

- (1979): Die römische Kaiserzeit und die Völkerwanderungszeit. - In: Geschichte Schl.-Holst., Bd. 2, Wachholtz, Neumünster: 251-416.

JESCHKE, L. (1964): Die Vegetation der Stubnitz. - Nat. Natursch. Meckl. 2: 1-154. Stralsund/Greifswald.

- (1988): Zu einigen Fragen der Behandlung der Wälder in Naturschutzgebieten in den Nordbezirken der DDR. - Naturschutzarb. in Mecklenburg 31 (2): 5-17. Rostock.

JONASSEN, H. (1950): Recent pollen sedimentation and Jutland health diagrams. - Dansk Botanisk Arkiv 13 (7): 1-168. Copenhagen.

KAISER, H.F. (1958): The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. - Psychometrica 23: 187-200. Richmond.

- (1959): Computerprogram for varimax rotation in factor analysis. - Educ. psychol. measurem. 19: 413-430. Durham.

KALKHOVEN, J.T.R., WERF, S.v.d. (1988): Mapping the Potential Natural Vegetation. - In: WÄCHTER, A.W., ZONNEFELD, I.S. (Hrsg.): Vegetation Mapping. - Handb. Veg. Sci., Dordrecht/Bosten/London: 375-386.

KAPPEN, L., SCHULZE, E.-D. (1979): Auenwaldreste des Mains im Garstädter Holz und Elmuß bei Schweinfurt (Unterfranken). - Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 21: 181-195. Göttingen.

KAUFMANN, H., PAPE, H. (1984): Clusteranalyse. - In: FAHRMEIER, L., HAMERLE, A. (Hrsg.): Multivariate statistische Verfahren. - De Gruyter, Berlin/New York: 371-472.

KERNER VON MARILAUN, A. (1863): Das Pflanzenleben der Donauländer. - Wagner, Innsbruck: 348 S.

KIELLAND-LUND, J. (1981): Die Waldgesellschaften SO-Norwegens. - Phytocoenologia 9 (12): 53-250. Stuttgart/Braunschweig.

KLIKA, J. (1932): Lesy v xerothermni oblasti Cech. (Wälder im xerothermen Gebiete Böhmens). - Sbornik cs. Akad. zemed. 7 (Oddil A), Praha: 321-359.

- (1939): Die Wälder in der Umgebung von Kopidlno, Rozdalovic und Chlumec n.C. - Cas. nár Mus. sect. natur.113:63-74, 84-90. Praha.

- (1955): Nakna o rostlinnych spelecenstvech. - Prag: 363 S.

KLÖTZLI, F. (1965): Qualität und Quantität der Rehäsung in Wald- und Grünlandgesellschaften des nördlichen Schweizer Mittellandes. - Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftg. Rübel 38, Zürich: 186 S.

- (1968): Über die soziologische und ökologische Abgrenzung schweizerischer Carpinion- von den Fagion-Wäldern. - Feddes Rep. 78(1-3): 15-37. Berlin.

- (1972): Grundsätzliches zur Systematik von Pflanzengesellschafaten. - Ber. Geobot. Inst. ETH Rübel 41: 35-47. Zürich.

KNAPP, H.D. (1979): Geobotanische Studien an Waldgrenzstandorten des hercynischen Florengebietes. Teil I u. 2 - Flora 168, Teil 1: 276-319, Teil 2: 468-510. Jena.

- (1980): Geobotanische Studien an Waldgrenzstandorten des hercynischen Florengebietes. Teil 3. - Flora 169: 177-215. Jena.

- (1987): Waldvegetationsformen auf Mineralboden-Standorten im pleistozänen Tiefland der DDR. - Wiss. Mitt. Inst. Geogr. u. Geoökol. Akad. Wiss. 24: 19-104. Leipzig.

-, BÖHNERT, W. (1978): Geobotanische Beobachtungen an natürlichen Waldgrenzstandorten im Böhmischen Mirttelgebirge (Ceske Stredohori). - Feddes Rep. 89:425-451. Berlin.

- , JESCHKE, L. (1991): Naturwaldreservate und Naturwaldforschung in den ostdeutschen Bundesländern. - Schriftenr. Vegetationskde. 21: 21-54. Bonn-Bad Godesberg.

KNAPP, R. (1942): Zur Systematik der Wälder, Zwergstrauchheiden und Trockenrasen des eurosibirischen Vegetationskreises. - Diss. Univ. Freiburg, Polykopie: 126 S.

- (1948a): Einführung in die Pflanzensoziologie. Heft 1: Arbeitsmethoden der Pflanzensoziologie und Eigenschaften der Pflanzengesellschaften. - Ulmer, Stuttgart/Ludwigsburg: 100 S.

- (1948b): Einführung in die Pflanzensoziologie. Heft 2: Die Pflanzengesellschaften Mitteleuropas. - Ulmer, Stuttgart/Ludwigsburg: 94 S.

KOCK, Ch. (1898): Schwansen. Historisch-topographisch beschrieben. - Eckardt, Kiel: 269 S.

- (1912): Volks- und Landeskunde der Landschaft Schwansen. - Neudruck 1975, Schramm, Kiel: 639 S.

KOPECKY, K. HEJNY, S. (1971): Nitrofilmi lemová spolecenstva viceletych rostlin severovychodnich a stcednich cech. (Nitrophile Saumgesellschaften mehrjähriger Pflanzen Nordost- und Mittelböhmens). - Rozpo. Cs. Adak. Ved., Ser. math.-nat. 81 (9): 1-126. Praha.

- , - (1973): Neue syntaxonomische Auffassung der Gesellschaften ein- bis zweijähriger Pflanzen der Klasse Galio-Urticetea in Böhmen. - Folia Geobot. Phytotax. 8 (1): 49-66. Praha.

- , - (1974): An new approach to the classification of anthropogenic plant communities. - Vegetatio 29: 17-20. The Hague.

- , - (1978a): Die Anwendung einer deduktiven Methode syntaxonomischer Klassifikation bei der Bearbeitung der straßenbegleitenden Pflanzengesellschaften Nordostböhmens. - Vegetatio 36: 43-51. The Hague.

- , - (1978b): Die straßenbegleitenden Rasengesellschaften im Gebirge Orlické hory und seinem Vorlande. - Vegetace CSSR A 10, Praha: 258 S.

KOWARIK. I. (1987): Kritische Anmerkungen zum theoretischen Konzept der potentiellen natürlichen Vegetation mit Anregungen zu einer zeitgemäßen Modifikation. - Tüxenia 7: 53-67. Göttingen.

- , SEIDLING, W. (1989): Zeigerwertberechnungen nach Ellenberg. - Zu Problemen und Einschränkungen einer sinnvollen Methode. - Landschaft u. Stadt 21: 132-143. Stuttgart.

KRATOCHWIL, A. (1989): Grundsätzliche Überlegungen zu einer Roten Liste von Biotopen. - Schriftenr. f. Landschaftspfl. u. Natursch. 29: 136-150. Bonn-Bad Godesberg.

KRAUSE, A. (1972): Laubwaldgesellschaften im östlichen Hunsrück. - Diss. Bot. 15, Lehre: 117 S.

- (1982): Waldbäche und Waldflüsse - naturnahe Vorbilder für die Umgestaltung ausgebauter Wasserläufe. - Natur u. Landschaft 63 (9): 367-369. Köln/Bonn.

- , SCHRÖDER, L. (1979): Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200000 - Potentielle natürliche Vegetation - Blatt CC 3118 Hamburg-West. - Schriftenr. f. Vegetationskde. 14, Bonn-Bad Godesberg: 138 S.

KRIEBITZSCH, W.-U. (1978): Stickstoffnachlieferung in sauren Waldböden Nordwestdeutschlands. - Scripta Geobot. 14: 1-66. Göttingen.

KROTOSKA, T. (1977): Acidofilne dabrowa Calamagrostio-Quercetum (Hartm. 1934) Scam. 1959 w Lasach Wloszakowickich kolo Leszna. - Badania Fizjograf. nad Pol. Zachodina 30 (Ser. B): 59-67+Tab. Warszawa-Poznan.

KUBITZKI, K. (1961): Zur Synchronisierung der nordwesteuropäischen Pollendiagramme (mit Beiträgen zur Waldgeschichte Nordwestdeutschlands). - Flora 150 (1): 43-72. Jena

KUHL, W.-E. (1987): Color-Infrarotluftbildauswertung zur Erfassung von Waldschäden. - Lölf Jahresber. 87: 28-30. Recklinghausen.

KUHN, K. (1937): Die Pflanzengesellschaften im Neckargebiet der Schwäbischen Alb. - Württ. Landesst. Naturschutz u. Ver. Naturkunde Württemb.(Hrsg.), Ohringen: 340 S.

KUNTZE, H., NIEMANN, J., ROESCHMANN, G., SCHWERDTFEGER, G. (1983): Bodenkunde. - Ulmer, Stuttgart: 407 S.

KUSS, C. (1817): Grundriß einer Naturbeschreibung der Herzogthümer Schleswig-Holstein. - Hammerich, Altona: 180 S.

LAMBERT, J.M., DALE, M.B. (1964): The use of statistics in phytosociology. - Adv. Ecol. Re. 2: 59-99. London/New York.

LAMPRECHT, H. (1971): Zur wald- und vegetationskundlichen Bedeutung von Naturwaldparzellen. - Forst- u. Holzwirt 26: 25-29. Hannover.

- (1980): Zur Methodik waldkundlicher Untersuchungen in Naturwaldreservaten. - Natur u. Landschaft 55 (4): 146-147. Bonn, Köln.

LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) (1989): Auswertung der Biotopkartierung Schleswig-Holsteins. Kreis Schleswig-Flensburg.- Kiel: 227 S.

LANDESFORSTVERWALTUNG SCHLESWIG-HOLSTEIN (1987): Jahresbericht 1987, Polykopie, Kiel: 135 S.

LANGE, O.L., KANZOW, H. (1965): Wachstumshemmung an höheren Pflanzen durch abgetötete Blätter und Zwiebeln von Allium ursinum. - Flora (Abt. B) 156: 94-101. Jena.

LAUROP, C.P. (1798): Freimüthige Gedanken über den Holzmangel vorzüglich über den Brennholzmangel in den Herzogthümern Schleswig und Holstein und die Mittel, ihm abzuhelfen. - Hammerich, Altona: 196 S.

LEE, J.A., STEWART, G.R., HORVILL, D.C. (1975): Nitrate utilization and succession. - XII Int. Bot. Congr., Abstr. 1: 156. Leningrad.

LEIBUNDGUT, H. (1983): Der Wald. Eine Lebensgemeinschaft. - Huber, Frauenfeld/Stuttgart: 212 S. + Abb.

- (1985): Der Wald in der Kulturlandschaft. - Haupt, Bern/Stuttgart: 206 S.

LEMÉE, G. (1937): Recherches écologiques sur la végétation du Perche. - Thése, Paris: 388 S.

- (1939): Recherches écologiques sur la végétation du Perche. - Rev. Gen. Bot. 51: 428-448. Paris.

LINDGREN, L. (1970): Beech forest vegetation in Sweden - a survey. - Botan. Not. 123 (3): 401-424. Lund.

LÖTSCHERT; W. (1963): Keimzahlgehalt, CO_2-Gehalt der Bodenluft und CO_2-Abgabe des Bodens in verschiedenen Ausbildungsformen des baltischen Perlgras-Buchenwaldes. - Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 10: 188-200. Stolzenau/Weser.

LOHMEYER, W. (1951): Die Pflanzengesellschaften der Eilenriede bei Hannover. - Angew. Pflanzensoz. 3, Stolzenau/Weser: 72 S.

- (1957): Der Hainmieren-Schwarzerlenwald (Stallario-Alnetum glutinosae Kästner 1938). - Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 6/7: 247-257. Stolzenau/Weser.

- (1962): Zur Gliederung der Zwiebelzahnwurz (Cardamine bulbifera) - Buchenwälder im nördlichen Rheinischen Schiefergebirge. - Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 9: 187-193. Stolzenau/Weser.

LOHRMANN, R. et al. (1956): Waldschutzgebiete, ihre Einrichtung, Verwaltung und wissenschaftliche Auswertung. - Verhandl. dtsch. Beauftragter f. Natursch. u. Landschaftspfl. 10: 84-119. Bad Godesberg.

LÜDI, W. (1921): Die Pflanzengesellschaften des Lauterbrunnentales und ihre Sukzession. - Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz 9: 1-364. Zürich.

LÜTKE TWENHÖVEN, G. (1988): Vegetationskundliche Untersuchungen im NSG Schirlbusch. - Polykopie, Husum: 37 S.

LUQUET, A. (1926): Essai sur la géographie botanique de l'Auvergne. Les associations végétales du Massif de Monts-Dores, Saint Dizier: 266 S.

MAAREL, E. van der (1978): Tabord, a program for structuring phytosociological tables. - Vegetatio 38: 143-156. The Hague.

- , ORLOCI, L., PIGNATTI, S. (1976): Data-processing in phytosociology, retrospect and anticipation. - Vegetatio 32: 65-72. The Hague.

MAGER, F. (1930): Entwicklungsgeschichte der Kulturlandschaft des Herzogtums Schleswig in historischer Zeit. Bd. 1: Entwicklungsgeschichte der Kulturlandschaft auf der Geest und im östlichen Hügelland des Herzogtums Schleswig bis zur Verkoppelungszeit. - Hirt, Breslau: 523 S.

- (1937): Entwicklungsgeschichte der Kulturlandschaft des Herzogtums Schleswig in historischer Zeit. Bd. 2: Entwicklungsgeschichte der Kulturlandschaft auf der Geest und im östlichen Hügelland des Herzogtums Schleswig seit der Verkoppelungszeit. - Heimat u. Erbe, Kiel: 484 S.

MALCUIT, G. (1929): Les associations végétales de la vallée de la lanterne. - Arch. Bot 2/ Mem. 6, Caen.

MANTEL, K. (1990): Wald und Forst in der Geschichte.- Schaper, Alfeld-Hannover: 518 S.

MARKGRAF, F. (1927): Vergleich von Buchenassoziationen in Nordwestdeutschland und Schweden. - Veröff. Geobot. Inst. Rübel 4: 42-56. Bern.

- (1932): Der deutsche Buchenwald. - In: RÜBEL, E. (Hrsg.): Die Buchenwälder Europas. - Veröff. Geobot. Inst. Rübel 8: 1-48. Bern/Berlin.

MATUSZKIEWICZ, W. (1952): Zespoly le'sne Bialowieskiego Posku Narodoweye. - Annales Univ. Mar. Curie-Skledowska Suppl. 6 (Sect. C), Lublin.

- (1955): Zur Systematik der azidophilen Mischwälder in Polen. - Acta Soc. Bot. Pol. 24(2): 421-458. Warszawa.

- (1982): Zum Stand der Kartierung der potentiell-natürlichen Vegetation 1 : 300000 in Polen und ihre Bedeutung für die geographische Landschaftsforschung. - Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch. 22 (2): 151-156. Berlin.

-, BOROWITZ, M. (1957): Zur Systematik der Auenwälder in Polen. - Acta Soc. Bot. Pol. 26 (4): 719-756. Warszawa.

-, W. & A. (1960): Pflanzensoziologische Untersuchungen der Waldgesellschaften des Riesengebirges. - Acta Soc. Bot. Polon.29(3):499-530. Warschau.

-, - (1973): Przeglad fitosocjologiczny zbiorowisk lesnych Polski. Cz. 1. Lasybukowe. - Phytocoenosis 2(2): 143-202. Warszawa-Bialowieza.

-, - (1981): Das Prinzip der mehrdimensionalen Gliederung der Vegetationseinheiten, erläutert am Beispiel der Eichen-Hainbuchenwälder in Polen. - In: DIERSCHKE, H. (Red.): Ber. Int. Symp. IVV Rinteln: 123-148. Vaduz.

-, - (1985): Zur Syntaxonomie der Eichen-Hainbuchenwälder in Polen. - Tuexenia 5: 473-489. Göttingen.

MAYER, H. (1971): Das Buchen-Naturreservat Dobra Kampleiten im niederösterreichischen Waldviertel. - Schweiz. Zeitsch. Forstw. 122: 45-66. Zürich.

- (1984): Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. - Fischer, Stuttgart/New York: 514 S.

MEISEL, K. (1958); Vergleich zwischen Boden- und Vegetationskarte. - Angew. Pflanzensoz. 15:118-130. Stolzenau/Weser.

- (1969): Zur Gliederung und Ökologie der Wiesen im nordwestdeutschen Flachland. - Schriftenr. f. Vegetationskde. 4: 23-48. Bonn-Bad Godesberg.

MEISEL-JAHN, S. (1955): Die Kiefernforstgesellschaften des nordwestdeutschen Flachlandes. - Angew. Pflanzensoz. 11, Stolzenau/Weser: 126 S.

MEJBORG, R.F.S. (1856): Das Bauernhaus im Herzogtum Schleswig und das Leben des schleswigschen Bauernlandes im 16., 17. und 18. Jahrhundert. - Bergas, Schleswig: 205 S.

MEUSEL, H., JÄGER, E., WEINERT, E. (1965): Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora (Bd.1). - Fischer, Jena: 583 S. u. 258 S. Kartenband.

- (1978): Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora (Bd.2). - Fischer, Jena: 418 S. u. 421 S. Kartenband.

MEYER, F.H. (1967): Feinwurzelverteilung bei Waldbäumen in Abhängigkeit vom Substrat. - Forstarchiv 38: 286-290. Hannover.

MIERWALD, U. (1988): Die Vegetation der Kleingewässer landwirtschaftlich genutzter Flächen. Eine pflanzensoziologische Studie aus Schleswig-Holstein. - Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schl.-Holst. u. Hmb. 39, Kiel: 286 S.

-, unter Mitarb. von J. BELLER (1990): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Schleswig-Holsteins. - Landesamt f. Natursch. Landschaftspfl. Schl.-Holst. (Hrsg.), Kiel: 44 S.

MIKKELSEN, V.M. (1949): The development of the post-glacial vegetation and a contribution to the history of the baltic sea. - Dansk Botanisk Arkiv 13 (5): 1-171. Copenhagen.

MIKYSKA, R. (1943): Die Wälder im Pilsner Gebiet. - Vestnik královské Ceské splecnoski Nank (8): 1-60. Praha.

MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (1980): Handbuch des Naturschutzes in Schleswig-Holstein. - Schriftenr. Landesreg. Schl.-Holst. 11, Kiel: 141 S.

MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, FORSTEN UND FISCHEREI DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (1988a): Waldschadensinventur 1988. - Polykopie, Kiel: 19 S. u. Tab.

- (1988b): Wald und Forstwirtschaft in Schleswig-Holstein. - Heft 16, Kiel: 79 S.

- (1991): Leitlinien der schleswig-holsteinischen Landesregierung für die Fortentwicklung des Waldes und der Forstwirtschaft in Schleswig-Holstein. - Polykopie, Kiel: 40 S.

MITSCHERLICH, G. (1955): Untersuchungen über das Wachstum der Kiefer in Baden. 2. Teil. Die Streunutzungs- und Düngungsversuche. - Allg. Forst- u. Jagdzeitg. 126: 193-204. Frankfurt.

MÖLLER, H. (1979): Das Chrysosplenio oppositifolii-Alnetum glutinosae (Meij.-Dress. 1936), eine neue Alno-Padion-Assoziation. - Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 21: 167-180. Göttingen.

MOOR, M. (1938): Zur Systematik der Fagetalia. - Ber. Schweiz. Bot. Ges. 48: 417-469. Bern.

- (1952): Die Fagion-Gesellschaften im Schweizer Jura. - Beitr. Geobot. Landesaufn. Schw. 31, Bern: 201 S.

- (1960): Zur Systematik der Querco-Fagetea. - Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 8: 263-293. Stolzenau/Weser.

- (1976): Gedanken zur Systematik mitteleuropäischer Laubwälder. - Schweiz. Zeitschr. Forstw. 127: 327-340. Bern.

MORAVEC, J. (1975): Die Untereinheiten der Assoziation. - Beitr. naturk. Forsch. Südws.-Deutschl. 34: 225-232. Karlsruhe.

- (1981): Die Logik des pflanzensoziologischen Systems.- In: DIERSCHKE, H. (Red.): Syntaxonomie.- Ber. Int. Symp. IVV Rinteln, S. 43-63. Vaduz.

MOSS, C. E. (1910): The fundamental units of vegetation. Historical development of the concepts of the plant association and the plant formation. - New Phytologist 9: 18-53. Oxford.

MRAZ, K. (1963): Die Wälder an der Mündung der Sázava in die Vlatava. - Pr. vyzk. Ust. lesn. CSSR 26:139-184. Praha.

MÜCKENHAUSEN, E. (1977): Entstehung, Eigenschaften und Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland. - DLG, 2.Aufl., Frankfurt/M.: 299 S.

MÜLLER, S. (1897): Nordische Altertumskunde - Nach Funden und Denkmälern aus Dänemark und Schleswig. - Trübner, 1. Bd., Straßburg: 472 S.

MÜLLER, Th. (1985): Das Ribeso sylvestris-Fraxinetum Lemée 1937 corr. Pass. 1958 in Südwestdeutschland. - Tuexenia 5: 395-412. Göttingen.

- (1989): Die artenreichen Rotbuchenwälder Süddeutschlands. - Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 1: 141-163. Göttingen.

-, GÖRS, S. (1958): Zur Kenntnis einiger Auwaldgesellschaften im württembergischen Oberland. - Beitr. Naturkundl. Forsch. Südwest-Deutschl. 17 (2): 88-165. Karlsruhe.

MÜLLER-DOMBOIS, D., ELLENBERG, H. (1974): Aims and Methods of Vegetation Ecology. - Wiley a. Sons, New York/London/Sydney/Toronto: 547 S.

MÜLLER-WILLE, M., DÖRFLER, W., MEIER, D., KROLL, H. (1988): The transformation of rural society, economy and landscape during the first millennium A.D.: Archaeological and palaeobotanical contributions from Nothern Germany and southern Scandinavia.- Geogr. Ann 70 B (1): 53-68.

MULLER, S. (1982): Contribution à la synsystematique des hêtraies d'Europe occidentale et centrale. - Documents phytosociologiques N.S. 7: 267-358. Camerino.

MUNSELL SOIL COLOR CHARTS (1975): Baltimore (Maryland).

NEUHÄUSL, R. (1975): Kartierung der potentiell natürlichen Vegetation in der Kulturlandschaft. - Preslia 47: 117-128. Praha.

- (1980): Chemischer Zustand der Atmosphäre in Industriegebieten und die natürliche Vegetation. - Acta Bot. Acad. Sci. Hung. 26 (1-2): 139-142. Budapest.

- (1981): Entwurf der syntaxonomischen Gliederung mitteleuropäischer Eichen-Hainbuchenwälder. - In: DIERSCHKE, H. (Red.): Syntaxonomie. - Ber. Int. Symp. IVV Rinteln: 533-546. Vaduz.

- (1984): Umweltgemässe natürliche Vegetation, ihre Kartierung und Nutzung für den Umweltschutz. - Preslia 56: 205-212. Praha.

-, NEUHÄUSLOVA-NOVOTNA, Z. (1967): Syntaxonomische Revision der azidophilen Eichen- und Eichenmischwälder im westlichen Teil der Tschechoslowakei. - Folia Geobot. Phytotax. 2: 1-41. Praha.

NEUHÄUSLOVA-NOVOTNA, Z. (1979): Beitrag zur Kenntnis des Pruno-Fraxinetum in der Tschechischen Sozialistischen Republik. - Folia Geobot. Phytotax. 14: 145-166. Praha.

NIEMANN, A.C.H. (1809): Forststatistik der dänischen Staaten. - Hammerich, Altona: 667 S.

- (1821): Vaterländische Waldberichte nebst Blikken in die allgemeine Wälderkunde und in die Geschichte und Literatur der Forstwirtschaft. - Hammerich, Altona, Bd. 2, Teil 1: 156 S., Teil 2: 334 S., Teil 3: 330 S.

NIEMANN, E. (1962): Vergleichende Untersuchungen zur Vegetationsdifferenzierung in Mittelgebirgstälern. - Diss. TH Dresden.

- (1968): Gedanken zur Problematik von "Totalreservaten" in Wäldern. - Archiv f. Natursch. u. Landschaftsforsch. 8 (4): 273-290. Berlin.

- (1973): Grundwasser und Vegetationsgefüge. Grundwasserdauerlinien-Koinzidenzmethode und Dauerlinien-Variabilitätsdiagramm im Rahmen ökologischer Untersuchungen an grundwasserbeeinflußten Vegetationseinheiten. - Nov. Act. Kop. 38, Leipzig: 172 S.

NOIRFALISE, A. (1956): La hetraie Ardennaise. - Bull. Inst. Agron. et Stat. Rech. Gembloux 24:208-239.

-, SOUGNEZ, N. (1956): Les chenaies de l'Ardenne verviétoise. - Pédologie 6: 119-143. Genf.

NORUSIS, M.J. (1986): Advanced statistics SPPS/PC+. - SPPS inc., Chicago.

NOWAK, B. (1990): Auenwälder (Alno-Padion). - In: NOWAK, B. (Hrsg.): Beiträge zur Kenntnis hessischer Pflanzengesellschaften. Ergebnisse der Pflanzensoziologischen Sonntagsexkursionen der Hessischen Botanischen Arbeitsgemeinschaft. - Bot. u. Natursch. Hessen, Beih. 2: 175-179. Frankfurt.

OBERDORFER, E. (1953): Der europäische Auenwald. - Beitr. naturkdl. Forsch. SW-Deutschl. 12 (1): 23-70. Karlsruhe.

- (1957): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. - Pflanzensoz. 10, Jena: 564 S.

- (1968): Assoziation, Gebietsassoziation, Geographische Rasse. - In: TÜXEN, R. (Hrsg.): Pflanzensoziologische Systematik. - Ber. Int. Symp. IVV Stolzenau/Weser: 124-131. The Hague.

- (1979): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. - Ulmer, Stuttgart: 997 S.

- (1980): Neue Entwicklungen und Strömungen in der pflanzensoziologischen Systematik. - Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 22, 11-18. Göttingen.

- (1984): Zur Systematik bodensaurer artenarmer Buchenwälder. - Tuexenia 4: 257-266. Göttingen.

- (1987): Süddeutsche Wald- und Gebüschgesellschaften im europäischen Rahmen. - Tuexenia 7: 459-468. Göttingen.

- (1990): Planzensoziologische Exkursionsflora. - Ulmer, Stuttgart: 1050 S.

-, u. Mitarb. (1967): Systematische Übersicht der westdeutschen Phanerogamen- und Gefäßkryptogamen-Gesellschaften. - Schriftenr. f. Vegetationskde. 2: 7-62. Bonn-Bad Godesberg.

-, u. Mitarb. (1977): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I. - Fischer, 2. Aufl., Stuttgart/New York: 311 S.

-, u. Mitarb. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV. Wälder und Gebüsche. A: Textband, B: Tabellenband. - Fischer (2. Auflage), Jena/Stuttgart/New York: 282 u. 580 S.

OLSSON, H. (1974): Acidophilous oak forests in south Sweden. - Doc. Phytosoc. 3: 261-271. Lille.

ONNO, U. (1969): Laubstreunutzungs-Versuche in Waldgesellschaften des Wienerwaldes. - In: TÜXEN, R. (Hrsg.): Experimentelle Pflanzensoziologie. - Den Haag: 206-212.

OPITZ, O. (1980): Numerische Taxonomie. - Fischer, Stuttgart: 191 S.

ORLOCI, L. (1973): Ordination by Resemblance. - In: WHITTAKER, R.H. (Hrsg.): Ordination and classification of communities (Part V). - Junk Publ.: 249-286. The Hague.

- (1975): Multivariate analysis in vegetation research. - Junk-Publ., The Hague: 276 S.

-, DE PATTA PILLAR, V. (1991): On sample size optimality in ecosystem survey. - In: FEOLI, E., ORLOCI, L. (Ed.): Computer assisted vegetation analysis. - Handb. Veg. Sci. 11, Dordrecht/Bosten London: 41-46.

OST, F. (1984): Faktorenanalyse. - In: FAHRMEIER, L. HAMERLE, A. (Hrsg.): Multivariate Statistische Verfahren. - De Gruyter: 575-662. Berlin/New York.

OVERBECK, F., SCHMITZ, H. (1931): Zur Geschichte der Moore, Marschen und Wälder Nordwestdeutschlands. I. Das Gebiet von der Niederweser bis zur unteren Ems. - Mitt. Provinzialst. f. Naturdenkmalpfl. Han. 3, Hannover: 205 S.

PASSARGE, H. (1953): Waldgesellschaften des mitteldeutschen Trockengebietes. - Archiv Forstw. 2: 1-58, 182-208, 3240-383, 532-551. Berlin.

- (1956): Die Wälder von Magdeburgerforth (NW-Fläming). - Wiss. Abh. Dtsch. Akad. Landwitschaftswiss. 18, Berlin: 112 S.

- (1957): Waldgesellschaften des nördlichen Havellandes. - Wiss. Abhandl. Deutsch. Akad. Landwirtschaftswiss. 26, Berlin: 139 S.

- (1958): Beobachtungen über Waldgesellschaften im Jungmoränengebiet um Flensburg und Schleswig. - Arch. f. Forstw. 7 (4/5): 388-408. Berlin.

- (1959): Vegetationskundliche Untersuchungen in den Wäldern der Jungmoränenlandschaft um Dargun/Ostmecklenburg. - Arch. f. Forstw. 8, 1: 1-74. Berlin.

- (1960): Waldgesellschaften NW-Mecklenburgs. - Arch. f. Forstw. 9, 6: 499-541. Berlin.

- (1962): Waldgesellschaften des Eichenwaldgebietes von SW-Mecklenburg und der Altmark. - Arch. Forstw. 11: 199-241. Berlin.

- (1964): Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes I. - Pflanzensoz. 13, Jena: 324 S.

- (1966a): Waldgesellschaften der Prignitz. - Arch. f. Forstw. 15 (5/6): 475-504. Berlin.

- (1966b): Zur soziologischen Gliederung baltischer Buchenwälder in Jütland. - Arch. f. Forstw. 15(5/6): 505-529. Berlin.

- (1968): Neue Vorschläge zur Systematik nordmitteleuropäischer Waldgesellschaften. - Feddes Rep. 77, 1: 75-103. Berlin.

- (1978): Übersicht über mitteleuropäische Gefäßpflanzengesellschaften. - Feddes Rep. 89 (2-3): 133-195. Berlin.

- (1984): Buchenwaldgesellschaften Ostholsteins. - Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schl.-Holst. u. Hmb. 33: 214-223. Kiel.

-, HOFMANN, G. (1968): Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes II. - Pflanzensoz. 16, Jena: 298 S.

PAWLIK, K. (1971): Dimensionen des Verhaltens. Eine Einführung in Methodik und Ergebnisse faktorenanalytischer psychologischer Forschung. - Huber, 3. Aufl., Bern/Stuttgart: 561 S.

PAWLOWSKI, B. (1928): Guide des Excursions en Pologne. I. Monts Tatsas. - Krakow: 61 S.

PEPPLER, C. (1992): Die Borstgrasrasen (Nardetalia) Westdeutschlands.- Diss. Bot. 193: 404 S. Stuttgart.

PETERKEN, G.F. (1974): A method for assessing woodland flora for conservation using indicator species. - Biol. Conserv. 14: 239-245. Barking (Essex).

- (1993): Woodland conservation and management.- Chapmann & Hall, 2. Aufl., London: 374 S.

PHILIPPI, G. (1981): Bedeutung der Altholzbestände aus botanischer Sicht. - Beih. Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ. 20: 19-22. Karlsruhe.

- (1982): Erlenreiche Waldgesellschaften im Kraichgau und ihre Kontaktgesellschaften. - Carolinea 40: 15-48. Karlsruhe.

PIGNATTI, S. (1968). Die Inflation der höheren pflanzensoziologischen Einheiten. - In: TÜXEN, R. (Hrsg.): Pflanzensoziologische Systematik. - Ber. Int. Symp. IVV Stolzenau/Weser: 85-97. Den Haag.

PIONTKOWSKI, H.-U. (1970): Untersuchungen zum Problem des Atlantischen Klimakeils. - Mitt. Arbeitsgem. Flor. in Schl.-Holst. u. Hmb. 18, Kiel: 217 S.

PIOTROWSKA, H. (1966): Geobotanical study of the Wolin and south-east Uznam isles. - Monogr. Bot. 22, Warzawa: 155 S.

POTT, R. (1981): Der Einfluß der Niederholzwirtschaft auf die Physiognomie und die floristisch-soziologische Struktur von Kalkbuchenwäldern. - Tuexenia 1: 233-242. Göttingen.

- (1983): Geschichte der Hude- und Schneitelwirtschaft Nordwestdeutschlands und deren Auswirkungen auf die Vegetation. - Oldenb. Jahrb. 83: 357-376. Oldenburg.

- (1985): Vegetationsgeschichtliche und pflanzensoziologische Untersuchungen zur Niederwaldwirtschaft in Westfalen. - Abh. Westf. Mus. Naturkde. 47(4), Münster: 75 S.

- (1990): Nacheiszeitliche Ausbreitung und pflanzensoziologische Stellung von Ilex aquifolium L.. - Tuexenia 10: 497-512. Göttingen.

- (1992): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. - Ulmer, Stuttgart: 427 S.

- (1993): Farbatlas Waldlandschaften.- Ulmer, Stuttgart: 224 S.

-, Hüppe, J. (1991): Die Hudelandschaften Nordwestdeutschlands. - Abh. Westf. Mus. Naturkde. 51 (1/2), Münster: 313 S.

PRAAG, H.J. Van, WEISSEN, F., BRIGODE, N. DUFOUR, J. (1974): Evaluation de la quantité d'azote minéralisé par an, dans un sol de hêtraie ardennaise. - Bull. Soc. Roy. Botan. Belg. 107: 137-146. Bruxelles.

PRILL, H. (1987): Zur Nestbauaktivität der Spechte (Picidae) im Totalreservat des Naturschutzgebietes Serrahn. - Arch. Natursch. u. Landschaftsforsch. (Berlin) 27 (1): 57-61. Berlin.

RAABE, E.-W. 1950: Über die Vegetationsverhältnisse der Insel Fehmarn. - Mitt. Arbeitsgem. Floristik Schl.-Holst. u. Hmb. 1, Kiel: 106.

- (Hrsg.: DIERSSEN, K., MIERWALD, M.) (1987): Atlas der Flora Schleswig-Holsteins und Hamburgs. - Wachholtz, Neumünster: 654 S.

RAMEAU, J.-C, ROYER, J.-M. (1974): Les forêts acidiphiles du sue-est du bassin parisien. - Coll. Phytosoc. 3: 319-340. Lille.

RASSMUS, J. (1991): Das Pobüller Bauernholz - Kieler Notiz. Pflanzenkde. Schl.-Holst. u. Hmb. 21 (2/3): 61-148. Kiel.

REHFUESS, K.E. (1981): Waldböden. Entwicklung, Eigenschaften und Nutzung. - Pareys Studientexte 29, Hamburg/Berlin: 192 S.

REICHELT, G., WILMANNS, O. (1973): Vegetationsgeographie. Praktische Arbeitsweisen. - Westermann, Braunschweig: 212 S.

REINHOLD, F. (1944): Ergebnisse vegetationskundlicher Untersuchungen im Erzgebirge, den angrenzenden Gebirgen und im nordsächsischen Heidegebiet. - Forstw. Centralb. u. Tharandt. Forstl. Jahrb.-Gemeinschaftsausg. 1944/3: 167-191. Berlin.

REIMOSER, F. (1986): Wechselwirkungen zwischen Waldstruktur, Rehwildverteilung und Rehwildbejagbarkeit in Abhängigkeit von der waldbaulichen Betriebsform. - Diss. Univ. f. Bodenkultur in Wien, Wien: 319 S.

REVENSDORF, D. (1976): Lehrbuch der Faktorenanalyse. - Kohlhammer, Stuttgart/Berlin/Köln/Mainz: 356 S.

REVENTLOW-FARVE, E. (1847): Beiträge zur land- und forstwirtschaftlichen Statistik der Herzogthümer Schleswig-Holstein. - Köbner, Altona: 418 S.

RIVAS-MARTINEZ, S. (1974): Observaciones sobre la sintaxonomia de los bosques acidófilos europeos. Datos sobre la Quercetalia robori-petraeae en la Peninsula Iberica. - Coll. Phytosoc. 3: 255-260. Lille.

ROISIN, P. (1962): Contribution à l'étude de la végétation forestière des confins occidentaux du Massif ardennais. - Bull de l'Inst. Agron. e. d. Stat. de Rech. de Gembloux 3 (3/4): 387-457.

ROLL, H. (1938): Die Pflanzengesellschaften ostholsteinischer Fließgewässer. - Arch. Hydrobiol. 34 (2): 159-305. Stuttgart.

- (1939): Einige Waldquellen Holsteins und ihre Pflanzengesellschaften. - Bot. Jahrb. 70: 67-94. Stuttgart.

- (1940): Weitere Waldquellen Holsteins und ihre Pflanzengesellschaften. - Arch. Hydrobiol. 36: 424-465. Stuttgart.

ROLOFF, A. (1984): Nur zwei trockene Sommer oder mehr? Zum Bestimmen der Ursache derzeitiger Kronendürre und Absterbeerscheinungen in Buchenbeständen (Fagus sylvatica L.). - Forst- und Holzwirt 14/15: 364-366. Hannover.

- (1988): Morphologie der Kronenentwicklung von Fagus sylvatica L. (Rotbuche) unter besonderer Berücksichtigung neuartiger Veränderungen. II. Strategie der Luftraumeroberung und Veränderung durch Umwelteinflüsse. - Flora 180: 297-338. Jena.

ROMELL, L.-G. (1920): Physionomistique et écologie raisonnée. - Svensk Bot. Tidskr. 14: 136-146. Uppsala.

RUBNER, K (1960): Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues. - 5.Aufl., Radebeul/Berlin.

RÜCKERT, E., WITTIG, R. (1984): Der Flattergras-Buchenwald im Spessart. - Ber. Bay. Bot. Ges. 55: 85-93. München.

RÜHL, A. (1957): Über die Waldgesellschaften Schleswig-Holsteins. - Allg. Forst- u. Jagdztg. 128: 110-117. Frankfurt.

RUNGE, M. (1974): Die Stickstoffmineralisation im Boden eines Sauerhumus-Buchenwaldes. I. Mineralstickstoff-Gehalt und Netto-Mineralisation. II. Die Nitratproduktion. - Oecol. Plant. 9: 201-218 u. 219-230. Paris.

RUNKEL, M., KENNEWEG, H. (1986): Waldschadens- und Waldstrukturanalyse Schleswig-Holstein. - Landschaftsentw. u. Umweltforsch. 36, Berlin: 125 S.

-, ROLOFF, A. (1985): Schadstufen bei der Buche im Infrarot-Farbluftbild. - Allg. Forstzeitschr. 30-32: 789-792. München.

SACH, A. (1896): Das Herzogtum Schleswig in seiner ethnologischen und nationalen Entwicklung. - Bd. 1, Halle/Saale: 143 S.

SAGL, W. (1992): Betriebswirtschaftliche Aspekte zur "Naturnahen Waldwirtschaft".- Centralbl. Forstw. 109 (4): 205-220.

SAMEK, V., KRATZKY, J. (1960): Lesni typy vychodni části Krusnych hor. - Zaverecná zpráva vulhm-csazv.

SAUERWEIN, A. (1981): Geobotanische Untersuchungen im Raum des Kartenblattes Schwabach (MTB 6632). - Dipl.-Arb., unveröff., 87 S. Erlangen.

SCAMONI, A. (1953a): Naturwaldzellen. - Natur und Heimat 6: 176 S.

- (1953b): Über lerchenspornreiche Waldgesellschaften im Bereich des Diluviums der DDR. - Arch. Forstw. 2 (1): 232-244. Berlin.

- (1954a): Zur Frage der Charakterarten in der Vegetationskunde. - Wiss. Zeitschr. Humb.-Univ. Berlin, math.-nat. Reihe 4: 339-343. Berlin.

- (1954b): Die Vegetation des Unterspreewaldes. - Arch. Forstw. 3: 122-162 u. 230-260. Berlin.

- (1958): Zur Karte der natürlichen Vegetation der DDR. - Ber. Dtsch. Landeskde. 21: 53-74. Remagen.

- (1960): Waldgesellschaften und Waldstandorte - dargestellt am Gebiet des Diluviums der Deutschen Demokratischen Republik. - Akademie Verl., Berlin: 326 S.

- (1961): Der märkische Kiefern-Traubeneichenwald (Calamagrostido-Quercetum) als pflanzengeographische Erscheinung. - Arch. Forstw. 10: 270-307. Berlin.

- (1963a): Einführung in die praktische Vegetationskunde. - Fischer, 2. Aufl., Jena: 236 S.

- (1963b): Prinzipien der Karte der natürlichen Vegetation der Deutschen Demokratischen Republik 1:1 000 000. - In: TÜXEN, R. (Hrsg.): Ber. Int. Symp. Vegetationskartierung Stolzenau 1959: 47-59. Weinheim.

- (Hrsg.) (1964): Vegetationskarte der Deutschen Demokratischen Republik (1:500 000) mit Erläuterungen. - Akademieverlag Berlin: 108 S.

- (1969): Das chorologische und vegetationskundliche Verhalten der Stiel- und Traubeneiche im Flachland und Hügelland der DDR nebst Folgerungen für die forstliche Praxis. - Arch. Natursch. u. Landschaftsforsch. 9 (3/4): 265-270. Berlin.

- (1975): Die Wälder um Chorin. Vegetation und Grundlagen für die Erschließung und Pflege eines Landschaftsschutzgebietes. - Naturschutzarb. Berlin u. Brandenburg Beih. 4: 1-64. Berlin.

-, PASSARGE, H. (1959): Gedanken zu einer natürlichen Ordnung der Waldgesellschaften. - Arch. Forstw. 8 (5): 386-426. Berlin.

-, GROSSER, K.H., GÜRTLER, Ch., HOFMANN, G., HURTTIG, H. PASSARGE, H., SIEFKE, A., WEBER, H. (1963): Natur, Entwicklung und Wirtschaft einer jungpleistozänen Landschaft, dargestellt am Beispiel des Meßtischblattes Thurow/Kr. Neustrelitz, Teil 1. - Wiss. Abhandl. Deutsch. Akad. Landw. 56, Berlin: 340 S.

-, PASSARGE, H., HOFMANN, G. (1965): Grundlagen einer objektiven Systematik der Pflanzengesellschaften. - Feddes Repert. Beih. 142: 117-132. Berlin.

SCHEFFER, F., SCHACHTSCHABEL, P. (1984): Lehrbuch der Bodenkunde. - Enke, Stuttgart: 442 S.

SCHEUERER, M. (1989): Vegetationskundliche Untersuchungen am Scheuchenberg (Landkreis Regensburg) als Grundlage für den Naturschutz. - Hoppea 47:91-147. Regensburg.

SCHLÜTER, H. (1959): Waldgesellschaften und Wuchsbezirksgliederung im Grenzbereich der Eichen-Buchen- zur Buchenstufe am Nordwestabfall des Thüringer Waldes. - Arch. Forstw. 8 (5): 427-293. Berlin.

- (1982): Geobotanische Kennzeichnung und vegetationsökologische Bewertung von Naturraumeinheiten. - Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch. 22 (2): 69-77. Berlin.

SCHMITHÜSEN, J. (1950): Das Klimaxproblem, vom Standpunkt der Landschaftsforschung aus betrachtet. - Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. 2: 176-182. Stolzenau/Weser.

- (1968): Allgemeine Vegetationsgeographie. - De Gruyter, Berlin: 463 S.

- (1973): Begründung von Naturwaldzellen im Staatswald des Saarlandes. - Faun.-flor. Notizen aus dem Saarland 5 (1): 1-3. Saarbrücken.

SCHMITZ, H. (1951): Die Zeitstellung der Buchenausbreitung in Schleswig-Holstein. - Forstwiss. Centralbl. 70 (4): 193-203. Hamburg/Berlin.

- (1953): Die Waldgeschichte Ostholsteins und der zeitliche Verlauf der postglazialen Transgression an der holsteinischen Ostseeküste. - Ber. Deut. Bot. Ges. 66, 3: 151-166. Stuttgart.

SCHMUCKER, T., DRUDE, G. (1934): Verbreitungsgesetzte bei Pflanzen, besonders Allium ursinum. - Beih. Bot. Cbl. 52 A: 540-565. Dresden/Kassel.

SCHOBER, R. (1987): Ertragstafeln wichtiger Baumarten. - Sauerländer's Verl., Frankfurt/Main: 116 S.

SCHÖPFER, W. (1985): Zur Genauigkeit terrestrischer Waldschadensinventuren. - Forst- und Holzwirt 40 (8): 221-224. Hannover.

-, HRADETZKY, J. (1984): Der Indizienbeweis: Luftverschmutzung maßgebliche Ursache der Walderkrankung. - Forstwiss. Centralbl. 103 (4/5): 231-248. Hamburg/Berlin.

SCHOTT, C. (1956): Die Naturlandschaften Schleswig-Holsteins. - Wachholz, Neumünster: 110 S.

SCHRAUTZER, J. (1988): Pflanzensoziologische und standörtliche Chrakteristik von Seggenriedern und Feuchtwiesen in Schleswig-Holstein. - Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schl.-Holst. u. Hmb. 38, Kiel: 189 S.

-, HÄRDTLE, W., HEMPRICH, G., WIEBE C. (1991): Zur Synökologie und Synsystematik gestörter Erlenwälder im Gebiet der Bornhöveder Seenkette (Schleswig-Holstein). - Tuexenia 11: 293-307. Göttingen.

SCHRETZENMAYR, M. (1967): Der Aira flexuosa-Buchenwald (Markgraf 1925). - Bot. Jahrb. 86(1-4): 522-526. Stuttgart.

SCHRÖDER, D. (1935): Zur Waldentwicklung im Schleswiger Jungmoränengebiet. - Abh. Nat. Ver. Bremen 29 (3): 281-291. Bremen.

- (1937): Zur Waldentwicklung im Schleswiger Jungmoränengebiet. II. Praeboreal. - Jahrb. d. Moorkunde: 1-7. Hannover.

SCHUBERT, E. (1933): Zur Geschichte der Moore, Marschen und Wälder NW-Deutschlands II: Das Gebiet an der Oste und Niederelbe. - Mitt. d. Prov.-Stelle f. Naturdenkmalpfl. 4, Hannover: 148 S.

SCHUHWERK, F. (1984): Hieracium fuscocinereum Norrl. - auch in Schleswig-Holstein. - Kieler Notiz. Pflanzenkde. Schl.-Holst. u. Hmb. 16: 80-93. Kiel.

- (1986): Kryptogamengemeinschaften in Waldassoziationen - ein methodischer Vorschlag zur Synthese. - Phytocoenologia 14 (1): 79-108. Stuttgart/Braunschweig.

- (1988): Naturnahe Vegetation im Hotzenwald (Südöstlicher Schwarzwald). - Diss. Univ. Regensburg, 526 S. u. Anhang.

SCHWABE, A. (1985a): Zur Soziologie Alnus incana-reicher Waldgesellschaften im Schwarzwald unter besonderer Berücksichtigung der Phänologie. - Tuexenia 5: 413-446. Göttingen.

- (1985b): Monographie Alnus incana-reicher Waldgesellschaften in Europa. Variabilität und Ähnlichkeiten einer azonal verbreiteten Gesellschaftsgruppe. - Phytocoenologia 13(2): 197-302. Stuttgart/Braunschweig.

-, KRATOCHWIL, A. (1987): Weidbuchen im Schwarzwald und ihre Entstehung durch Verbiß des Wälderviehs. - Beih. Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ. 49:1-120. Karlsruhe.

SCHWICKERATH, M. (1944): Das Hohe Venn und seine Randgebiete. - Pflanzensoz.6, Jena. 278 S.

SEEWALD, C. (1977): Wald- und Grünlandgesellschaften im Drömling (Ostniedersachsen). - Diss. Bot. 41, Vaduz: 94 S.

SEIBERT, P. (1966): Der Einfluß der Niederwaldwirtschaft auf die Vegetation. - In: TÜXEN, R. (Hrsg.): Anthropogene Vegetation. - Ber. Int. Symp. Stolzenau/Weser, 336-346. Den Haag.

-, HAGEN, J. (1974): Zur Auswahl von Waldreservaten in Bayern. - Forstw. Centralbl. 93: 274-284. Hamburg/Berlin.

SISSINGH, G. (1970): Dänische Buchenwälder. - Vegetatio 21: 245-254. Den Haag.

- (1974): Forêts caducifoliées acidophiles dans les Pays-Bas (Quercion robori-petraeae). - Coll. Phytosoc. 3: 363-373. Lille.

SOO, R. (1962): Systematische Übersicht der pannonischen Pflanzengesellschaften V. Die Gebirgswälder I. - Acta Bot. Acad. Sci. Hung. 8: 335-366. Budapest.

SOUGNEZ, N. (1974): Les chênaies silicicoles de Belgique. - Doc. Phytosoc. 3: 183-249. Lille.

-, THILL, A. (1959): Carte de la végétation de la Belgique. - Texte explicatif de la planchette de Grupont 195 W., Grand: 82 S.

STATISTISCHES LANDESAMT SCHLESWIG-HOLSTEIN (1981): Nutzungsarten der Bodenflächen in Schleswig-Holstein. Ergebnisse der Flächenerhebung 1981. - Stat. Ber. Stat. Landesamtes Schl.-Holst., Kiel: 61 S.

- (1986): Nutzungsarten der Bodenflächen in Schleswig-Holstein. Ergebnisse der Flächenerhebung 1985. - Stat. Ber. Stat. Landesamtes Schl.-Holst., Kiel: 51 S.

- (1988): Baumschulen, Baumschulflächen und Pflanzbestände in Schleswig-Holstein 1988. - Stat. Ber. Stat. Landesamt Schl.-Holst., Kiel: 18 S.

STEFFEN, H. (1931): Vegetationskunde von Ostpreußen. - Pflanzensoziol. 1, Jena: 406 S.

STEIN, J. (1981): Biotopschutzprogramm Altholzinseln im hessischen Wald. - Beih. Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad. Württ. 20: 91-110. Karlsruhe.

STEINHAUSEN, D., LANGER, K. (1977): Clusteranalyse. Einführung in Methoden und Verfahren der automatischen Klassifikation. - De Gruyter, Berlin/New York: 206 S.

STEUBING, L. (1965): Pflanzenökologisches Praktikum. - Parey, Berlin/Hamburg: 262 S.

STEVENS, Y. (1979): Comment on OLSON: Choosing a test statistic in multivariate analysis of variance. - Psychol. Bull. 86: 355-360. Washington.

STEWIG, R. (1978): Landeskunde Schleswig-Holstein. - (Hirt) Geocolleg 5, Kiel: 216 S.

STÖCKER, G. (1965): Ein Beitrag zur Koinzidenz vegetations- und standortskundlicher Differenzierungen. - Arch. Naturschutz Landschaftsforsch. 5: 159-176. Berlin.

STRELITZKI, H.-W. (1986): Terrestrische Waldschadenserhebung Niedersachsen 1986. Ergebnisse der 2. Wiederholungsinventur. - Forst- und Holzwirt 41 (20): 541-544. Hannover.

STURM, K., WALDENSPUHL, Th. (1990): Zur Urteilsbegründung des Bundesverfassungsgerichtes über das Wirtschaftsziel im öffentlichen Wald. - AFZ 45: 1146-1148. München.

STUMPEL, A.H.P., KALKHOVEN, J.T.R. (1978): A vegetation map of the Netherlands, based on the relationship between ecotopes and types of potential natural vegetation. - Vegetatio 37 (3): 163-173. The Hague.

TANSLEY, A.G. (1920): The classification of vegetation and the concept of development. - Jour. Ecol. 8: 118-149. Oxford.

TARGAN, H. (1987): Wald- und Forstgesellschaften der unteren Mark und der Adelsdorfer Mark. - Dipl.-Arb., unveröff., 112 S. Erlangen.

TAUX, K. (1981): Wald- und Forstgesellschaften des Rasteder Geestrandes. - Oldenb. Jb. 81: 325-380. Oldenburg.

TCHOU, Y.-T. (1948): Etudes écologiques et phytosociologiques sur les forêts riveraines du Bas-Languedoc. - Vegetatio 1: 2-28 (Teil 1), 93-129 (Teil 2), 217-257 (Teil 3), 347-384 (Teil 4). Den Haag/Wageningen.

THIELKE, G. (1978): Leitlinien eines Artenschutzprogramms. - Beih. Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ. 11: 467-477. Karlsruhe.

THOMASIUS, H. (1992): Prinzipien eines ökologisch orientierten Waldbaus.- Forstw. Cbl. 111: 141-155. Hamburg, Berlin.

- (1994): Grundlagen eines ökologisch orientierten Waldbaus.- In: HATZFELDT, H. Graf (Hrsg.): Ökologische Waldwirtschaft. Grundlagen - Aspekte - Beispiele.- Müller, Heidelberg: 77-106.

THURSTONE, L.L. (1947): Multiple factor analysis. - Univ. Chicago Press, Chicago.

TOMBAL, P. (1974): Diagnose phytocoenologique des forêts proclimatiques acidiphiles de la région de Paris. - Doc. Phytosoc. 3: 301-309. Lille.

TRAUBOTH, V. (1981): Pflege von Waldschutzgebieten am Beispiel des NSG "Ibengarten". - Arch. Natursch. u. Landschaftsforsch. 21 (3): 149-158. Berlin.

TRAUTMANN, W. (1966): Erläuterungen zur Karte der potentiellen natürlichen Vegetation der Bundesrepublik Deutschland 1 : 200 000, Blatt 85 Minden. - Schriftenr. f. Vegetationskde. 1, Bad Godesberg: 137 S.

- (1969): Zur Einrichtung von Naturwaldreservaten in der Bundesrepublik Deutschland. - Natur und Landschaft 44 (4): 88-89. Mainz.

- (1971): Zur Einrichtung von Waldschutzgebieten in Nordrhein-Westfalen. - Schriftenr. Landschaftspfl. Natursch. 6: 203-308. Bonn-Bad Godesberg.

- (1972): Nordrhein-Westfalen: Potentielle natürliche Vegetation. - Deutscher Planungsatlas, Bd. I: Nordrhein-Westfalen 3: 1-29. Hannover.

- (1976a): Stand der Auswahl und Einrichtungen von Naturwaldreservaten in der Bundesrepublik Deutschland. - Natur u. Landschaft 51 (3): 67-72. Bonn/Stuttgart.

- (1976b): Veränderungen der Gehölzflora und Waldvegetation in jüngerer Zeit. - Schriftenr. f. Vegetationskde. 10: 91-108. Bonn-Bad Godesberg.

- (unter Mitarbeit von A. KRAUSE, W. MEYER, K. MEISEL, G. WOLF) (1973): Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200 000 - Potentielle natürliche Vegetation - Blatt CC 5505 Köln. - Schriftenr. f. Vegetationskde. 6, Bonn-Bad Godesberg: 172 S.

TREPL, L. (1987): Geschichte der Ökologie. - Athenäum, Frankfurt/M.: 280 S.

TÜXEN, R. (1930): Über einige nordwestdeutsche Waldassoziationen von regionaler Verbreitung. - Jahrb. Geograph. Ges. Hannover 1929, 55-116. Hannover.

- (1937): Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. - Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. 3: 1-170. Hannover.

- (1954): Über die räumliche, durch Relief und Gestein bedingte Ordnung der natürlichen Waldgesellschaften am nördlichen Rande des Harzes. - Vegetatio 5/6: 454-478. Den Haag.

- (1955): Das System der nordwestdeutschen Pflanzengesellschaften. - Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. 5: 155-176. Stolzenau/Weser.

- (1956): Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. - Angew. Pflanzensoz. 13: 4-42. Stolzenau/Weser.

- (1958): Die Eichung von Pflanzengesellschaften auf Torfprofiltypen. Ein Beitrag zur Koinzidenzmethode in der Pflanzensoziologie. - Angew. Pflanzensoz. 15: 131-141. Stolzenau/Weser.

- (1969): Erläuterungen zur Vegetationskarte des Naturlehrparks. - In: Erforschung des Naturlehrparks Haus Wildenrath. - Schriftenr. Landkr. Erkelenz 4: 35-44. Erkelenz.

- (1973): Vorschlag zur Aufnahme von Gesellschaftskomplexen in potentiellen natürlichen Vegetationsgebieten. - Act. Bot. Acad. Sci. Hungar. 19: 373-384. Budapest.

- (1974): Le Betulo-Querceteum de l'Allemagne du nord-ouest est-il une véritable association ou non? - Coll. Phytosoc. 3: 311-317. Lille.

- (1979): Anmerkungen zur synsystematischen Zuordnung der bodensauren Buchenwald-Gesellschaften des nordwestdeutschen Altmoränengebietes (zum Vortrag von Frau G. Jahn). - In: WILMANNS, O., TÜXEN, R. (Hrsg.): Werden und Vergehen von Pflanzengesellschaften. - Ber. Int. Symp. IVV Rinteln: 363-365. Vaduz.

- (1986): Unser Buchenwald im Jahresverlauf. - Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspfl. Bad.-Württ. 47: 1-128. Karlsruhe.

-, DIEMONT, H. (1937): Klimaxgruppe und Klimaxschwarm. Ein Beitrag zur Klimaxtheorie. - Jahresber. Naturhist. Ges. Hannover 88-89: 73-87. Hannover.

-, PREISING, E. (1942): Grundbegriffe und Methoden zum Studium der Wasser- und Sumpfpflanzen-Gesellschaften. - Deutsche Wasserwirtsch. 37 (1): 10-17 und 23 (2): 57-69. Stuttgart.

-, OHBA, T. (1975): Zur Kenntnis von Bach- und Quell-Erlenwäldern (Stellario nemori-Alnetum glutinosae und Ribo sylvestris-Alnetum glutinosae). - Beitr. naturk. Forsch. Südwestdeut. 34: 387-401. Karlsruhe.

ÜBERLA, K. (1971): Faktorenanalyse. - Springer (2. Aufl.), Berlin/Heidelberg/NewYork: 399 S.

ULRICH, B. (1981a): Ökologische Gruppierung von Böden nach ihrem chemischen Bodenzustand. - Zeitschr. Pflanzenernähr. u. Bodenkde. 144: 289-305. Weinheim.

- (1981b): Destabilisierung von Waldökosystemen durch Biomassennutzung. - Forstarchiv 52 (6): 199-203. Hannover.

-, GEHRMANN, J. (1987): Vergleichende Untersuchungen in unterschiedlich belasteten Fichtenbeständen. - In: KRAHL-URBAN, B., PAPKE, H., SCHIMANSKY, Ch., PETERS, K. (Red.): Waldschäden. - KFA Jülich: 50-55. Jülich.

VERBÜCHELN, G., KRECHEL, R. WITTIG, R. (1990): Die erlenreichen Waldgesellschaften der Schwalm-Nette-Platten und ihrer Randgebiete. Mit einer Übersicht der niederrheinischen Erlenwälder. - Tuexenia 10: 419-432. Göttingen.

- , SCHNEIDER, K. (1990): Rezente Zeugnisse historischer Waldwirtschaftsweisen am Niederrhein unter besonderer Berücksichtigung acidophiler Buchenniederwälder.- Fortsw. Cbl. 109: 296-308. Hamburg, Berlin.

VLIEGER, J. (1937): Apercu sur les unités phytosociologiques supérieures des Pays-Bas. - Nederl. Kruidkundig. Arch. 47: 335-353. Amsterdam.

VOLK, H. (1984): Neue Aufgaben der Wälder für den Naturschutz. - Mitt. forstl. Versuchs- u. Forschungsanstalt. Bad. Württ. 108: 175-187. Stuttgart.

VOSS, M. (1905): Chronik der Kirchengemeinde Ostenfeld. - Petersen, Husum: 155 S.

WAGNER, A. (1875): Die Holzungen und Moore Schleswig-Holsteins. - Rümpler, Hannover: 339 S.

WALTER, H., BRECKLE, S.-W. (1983): Ökologie der Erde. Teil I: Ökologische Grundlagen in globaler Sicht. - Fischer, Stuttgart: 238 S.

WARD, J.H. (1963): Hierarchical grouping to optimize an objective function. - Jour. Amer. Stat. Association 58: 236-244. Washington.

WARMING, E. (1896): Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Eine Einführung in die Kenntnis der Pflanzenvereine. - Borntraeger, Berlin: 412. S.

-, GRAEBNER, P. (1918): Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. - Borntraeger, Berlin: 988 S. (und 64 S. Lit.verz.).

WEBER, D.F., GAINEY, P.L. (1962): Relative sensitivity of nitrifying organisms to hydrogen ions in soils and in solutions. - Soil Sci. 94: 138-145. Baltimore (Mariland).

WEBER, E. (1974): Einführung in die Faktorenanalyse. - Fischer, Stuttgart/Jena: 192. S.

WEBER, H.E. (1983): Zeigerwerte für Rubus-Arten in Mitteleuropa. - Tuexenia 3:359-364. Göttingen.

- (1986): Waldumwandlung durch Beweidung in Niedersachsen. - Natur und Landschaft 61(9): 330-333. Köln/Bonn.

- (1988): Zur praktischen Anwendung des Codes der pflanzensoziologischen Nomenklatur und Vorschläge zur Ergänzung der Regeln. - Tuexenia 8: 383-392. Göttingen.

- (1990): Übersicht über die Brombeergebüsche Pterido-Rubetalia (Franguletea) und Prunetalia (Rhamno-Prunetea) in Westdeutschland mit grundsätzlichen Bemerkungen zur Bedeutung der Vegetationsstruktur. - Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 2: 91-119. Hannover.

WEISS, V. (1989): Naturwaldparzellen in Schleswig-Holstein. - Natur u. Landschaft 64 (12): 571-573. Bonn-Bad Godesberg.

WELSS, W. (1985): Waldgesellschaften im nördlichen Steigerwald. - Diss. Bot. 83, Vaduz: 174 S.

WESTHOFF, V., HELD, A.J. Den (1975): Plantengemeenschappen in Nederland. - 2. Aufl., Zutphen: 324 S.

-, MAAREL, E. v.d. (1978): The Braun-Blanquet approach. - In: WHITTAKER, R. (Hrsg.): Classification of Plant Communities. - Jun: 287-397. The Hague.

WEVERINCK, T. (1958): Beziehungen zwischen Böden und natürlicher Vegetation im nordwestdeutschen Altmoränengebiet. - Angew. Pflanzensoz. 15: 19-22. Stolzenau/Weser.

WHITTAKER, R.H. (1953): A consideration of climax theory: The climax as a population and pattern. - Ecol. Monogr. 22: 41-77. Durham.

- (1962): Classification of natural communities. - Bot. Rev. 28: 1-239. New York.

- (Hrsg.) (1973): Ordination and classification of communities. - Handb. Veg. Sci. 5, The Hague: 737 S.

-, GAUCH, H.G. (1973): Evaluation of ordination techniques. - In: WHITTAKER, R.H. (Hrsg.): Ordination and classification of communities. - Handb. Veg. Sci. 5, 287-321. The Hague.

WIEGLEB, G. (1980): Some applications of principal components analysis in vegetation ecological research of aquatic communities. - Vegetatio 42: 67-73. The Hague.

- (1981): Probleme der syntaxonomischen Gliederung der Potametea. - In: DIERSCHKE, H. (Red.): Syntaxonomie. - Ber. Int. Symp. IVV Rinteln: 207-249. Vaduz

WILDI, O. (1986): Analyse vegetationskundlicher Daten. Theorie und Einsatz statistischer Methoden. - Veröff. Geobot. Inst. ETH Stift. Rübel 90, Zürich: 226 S.

- (1991): The relational model for data bases in community studies. - Handb. Veg. Sci. 11, Dordrecht/Bosten/London: 41-46.

WILMANNS, O. (1967): Anthropogener Wandel in der Kryptogamen-Vegetation in Südwestdeutschland. - Ber. Geobot. Inst. ETH Stift. Rübel 37: 74-87. Zürich.

- (1984): Ökologische Pflanzensoziologie. - Quelle u. Meyer, 3. Aufl., Heidelberg: 372 S.

- (1993): Ökologische Pflanzensoziologie. - Quelle & Meyer, 5. Aufl., Heidelberg/Wiesbaden: 479 S.

-, KRATOCHWIL, A. (1983): Gedanken zur Biotopkartierung in Baden-Württemberg. Verfahren - Erreichtes - Geplantes. - Schriftenr. Deutscher Rat f. Landespfl. 41 ("Integrierter Gebietsschutz"): 55-68. Bonn-Bad Godesberg.

-, SCHWABE-BRAUN, A., EMTER, M. (1979): Struktur und Dynamik der Pflanzengesellschaften im Reutewaldgebiet des Mittleren Schwarzwaldes. - Doc. Phytosoc. N.S. 4:984-1024. Lille.

WINTERHOFF, W. (1978): Gefährdung und Schutz von Pilzen. - Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspfl. Bad.-Württ. 11: 161-167. Karlsruhe.

- u. Mitarbeiter (1984): Vorläufige Rote Liste der Großpilze (Makromyzeten). - In: BLAB, Z., NOWAK, E., TRAUTMANN, W., SUKOPP, H. (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. - Kilda, Greven: 162-184.

WIRTH, V. (1976): Veränderungen der Flechtenflora und Flechtenvegetation in der Bundesrepublik Deutschland. - Schriftenr. f. Vegetationskde. 10: 177-202. Bonn-Bad Godesberg.

- (1978): Die Kartierung von Flechten in Baden-Württemberg und ihr Beitrag zum Schutz von Arten und Biotopen. - Beih. Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ. 11: 135-154. Karlsruhe.

- (1980): Flechtenflora. - Ulmer, Stuttgart: 552. S.

- (1984): Rote Liste der Flechten (Lichenisierte Ascomyzeten). - In: BLAB, Z., NOWAK, E., TRAUTMANN, W., SUKOPP, H. (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. - Kilda, Greven: 152-162.

WITTIG, R. (1977): Rubus-Arten in Wallhecken als Zeigerpflanzen der potentiellen natürlichen Vegetation. - Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 19/20: 353-355. Todenmann/Göttingen.

WOLF, G. (1988): Dauerflächen-Beobachtungen in Naturwaldzellen der Niederrheinischen Bucht - Veränderungen in der Feldschicht. - Natur und Landschaft 63 (4): 167-172. Köln/Bonn.

WOLTER, M., DIERSCHKE, H. (1975): Laubwald-Gesellschaften der nördlichen Wesermünder-Geest. - Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 18: 203-217. Todenmann/Göttingen.

WULF, M. (1989): Classification and ecology of deciduous forests in the lowland of NW-Germany. - In: SJÖGREN, E. (Ed.): Forests of the world. Diversity and Dynamics. - Stud. plant ecol. 18: 273-275. Uppsala.

- (1992): Vegetationskundliche und ökologische Untersuchungen zum Vorkommen gefährdeter Pflanzenarten in Feuchtwäldern Nordwestdeutschlands. - Diss. Bot. 185, Berlin/Stuttgart: 246 S. + Anh.

ZACHARIAS, D. (1990): Flora und Vegetation von Waldrändern in Abhängigkeit von der angrenzenden Nutzung - unter Berücksichtigung auch der floristisch schwer charakterisierbaren Bestände.- Verh. Ges. Ökol. 19 (2): 336-345. Osnabrück.

- (1994): Flora und Vegetation von Wäldern der Querco-Fagetea im nördlichen Harzvorland Niedersachsens unter besonderer Berücksichtigung der Eichen-Hainbuchen-Mittelwälder.- Diss. Univ. Braunschweig, Polykopie: 290 S.

- , BRANDES, D. (1990): Species area-relationships and frequency - floristical data analysis of 44 isolated woods in nortwestern Germany.- Vegetatio 88 (1): 21-29. Dordrecht/Boston/London.

ZÖLITZ, R. (1989): Landesgeschichtliche Exkursionsziele in Schleswig-Holstein. - Wachholtz, Neumünster.

ZÖTTL, H. (1961): Dynamik der Stickstoffmineralisation im organischen Waldbodenmaterial. I. Beziehungen zwischen Bruttomineralisation und Nettomineralisation. - Plant and Soil 13 (2): 166-182. The Hague.

- (1965): Anhäufing und Umsetzung von Stickstoff im Waldboden. - Ber. Deut. Bot. Ges. 78: 167-180. Stuttgart.

ZUCK, W. (1952): Untersuchungen über das Vorkommen und die Biotope einheimischer Lumbriciden. - Jahresb. Ver. Vaterl. Naturk. Württemb. 107: 95-132. Stuttgart.

ZUNDEL, R. (1990): Einführung in die Forstwissenschaft.- Ulmer, Stuttgart: 359 S.

11. Anhang

Verzeichnis der Tabellen im Anhang:

Tabelle 1a: Datenmatrix für die multivariaten Analysen (Werte für Hauptwurzelhorizont)

Tabelle 1b: Datenmatrix für die multivariaten Analysen (Werte für A_h-Horizont)

Tabelle 2: Liste der im Rahmen vorliegender Arbeit untersuchten Syntaxa, häufig gebräuchlicher Synonyme und Vorschläge für "nomina conservanda"

Tabelle 3: Datenmatrix zu Abb.86 (Kap.7.2.1., S-Wert)

Tabelle 4: Datenmatrix zu Abb.87 (Kap.7.2.1., H-Wert)

Tabelle 5: Datenmatrix zu Abb.88 (Kap.7.2.1., Basensättigung)

Tabelle 6: Datenmatrix zu Abb.89 (Kap.7.2.1., pH-Wert)

Tabelle 7: Datenmatrix zu Abb.90 (Kap.7.2.1., C/N-Verhältnis))

Tabelle 8: Datenmatrix zu den Abb.91-92 (Kap.7.2.1., Mächtigkeiten der O- und A-Horizonte)

Tabelle 9: Numerierung und Lage (TK-Nummer) der untersuchten Waldgebiete

Verzeichnis der Abbildungen im Anhang:

Abb.1: Lage der Waldflächen im Untersuchungsgebiet

Tab.1a Datenmatrix für die multivariaten Analysen (Werte für Hauptwurzelhorizont)

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0.5	31	0	0	18.4	38.9	12.5	5.0	0.3	122	6.9	Alno-Fraxinetum, Cardamine-Ausbildung
2	0.5	33	0	0	15.2	60.3	12.8	5.2	0.0	84	6.9	- * -
3	0.5	31	0	0	10.1	82.9	13.1	4.7	0.0	135	7.2	- * -
4	0.5	30	0	0	11.0	88.5	14.4	5.4	0.0	67	7.0	- * -
5	0.5	39	0	0	16.1	96.7	12.6	5.4	0.0	104	7.0	- * -
6	0.5	35	0	0	12.5	77.0	11.8	4.9	11.6	110	7.4	Alno-Fraxinetum, Phalaris-Ausbildung
7	0.5	36	0	0	14.1	90.1	11.7	5.7	14.4	114	7.1	- * -
8	0.5	32	0	0	16.1	77.7	13.3	5.6	12.5	82	7.3	- * -
9	0.5	28	0	0	16.1	89.0	14.1	5.6	6.2	90	7.5	- * -
10	0.5	41	0	0	14.0	70.6	14.9	5.6	14.5	99	7.5	- * -
11	1.0	30	0	0	51.8	100.0	13.2	6.8	14.5	132	7.0	- * -
12	0.5	57	0	0	30.3	83.8	10.9	5.4	18.5	120	6.8	- * -
13	0.5	31	0	0	38.5	89.7	13.6	5.2	10.1	108	7.2	- * -
14	0.5	29	0	0	23.8	95.6	12.8	5.8	24.7	133	6.7	- * -
15	0.5	29	0	0	28.5	100.0	13.8	7.0	4.0	124	6.9	- * -
16	0.5	34	0	0	21.3	87.8	10.9	5.7	23.2	147	6.7	- * -
17	1.0	33	0	0	19.1	98.8	12.5	6.0	0.0	109	6.5	Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Lonicera-Ausbildung
18	1.0	39	0	0	12.7	88.3	16.2	5.7	0.0	68	6.2	- * -
19	1.0	33	0	0	9.0	93.8	15.8	5.0	0.0	107	6.2	- * -
20	1.0	30	0	0	9.6	90.9	12.4	5.0	0.0	96	6.2	- * -
21	0.5	47	0	0	11.6	31.0	12.6	4.9	0.04	108	6.1	- * -
22	1.5	36	0	0	7.7	72.7	13.7	4.5	0.0	86	5.8	- * -
23	1.0	31	0	0	13.7	98.3	11.7	5.7	0.0	86	6.1	- * -
24	1.0	32	0	0	10.6	100.0	14.4	5.8	0.0	86	6.3	- * -
25	1.0	29	0	0	9.1	97.4	11.3	5.1	0.0	86	6.5	- * -
26	1.0	40	0	0	10.9	100.0	12.6	5.5	19.1	108	6.1	Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Mercurialis-Ausbildung
27	0.5	31	0	0	16.6	71.5	12.7	5.2	25.2	45	6.1	- * -
28	0.5	24	0	0	12.7	74.1	13.0	5.4	22.5	9	6.2	- * -
29	0.5	30	0	0	17.0	94.7	14.0	5.8	19.5	114	5.5	- * -
30	0.5	39	0	0	12.7	100.0	14.1	5.6	28.0	104	5.9	- * -
31	0.5	34	0	0	35.0	77.7	13.8	4.6	19.8	102	6.0	- * -
32	0.5	32	0	0	21.6	98.9	14.7	6.4	8.6	90	5.9	- * -
33	1.0	33	0	0	14.8	71.1	13.2	5.1	18.4	109	6.0	- * -
34	1.0	16	0	0	162	100.0	13.6	7.2	35.5	0	5.1	Hordelymo-Fagetum, Lathyrus-Subassoziations-Gruppe
35	1.0	20	0	0	170	100.0	11.2	7.6	19.3	0	5.3	- * -
36	1.0	36	0	0	183	100.0	11.9	7.8	12.5	0	5.4	- * -
37	1.0	28	0	0	167	100.0	13.7	7.4	8.4	0	5.5	- * -
38	1.0	32	0	0	4.7	25.4	14.1	3.8	0.0	0	5.5	Hordelymo-Fagetum, geo-typicum
39	1.0	29	0	0	6.2	66.7	17.2	3.7	0.0	0	5.6	- * -
40	1.0	32	0	0	6.8	56.5	15.9	4.3	0.0	0	5.8	- * -
41	0.5	25	0	0	6.8	36.4	15.9	3.9	0.0	0	5.4	- * -
42	1.0	27	0	0	5.9	37.8	15.4	3.8	0.0	0	5.7	- * -
43	2.0	21	0	0	5.9	57.0	11.8	3.9	0.0	0	5.7	- * -
44	1.0	28	0	0	7.8	71.4	16.4	5.3	2.6	0	5.7	Hordelymo-Fagetum, geo-corydaletosum
45	1.0	29	0	0	9.4	59.0	15.6	4.9	0.0	0	5.2	- * -
46	1.0	42	0	0	6.2	54.6	15.2	4.6	0.0	0	5.5	- * -
47	0.5	41	0	0	8.5	51.2	13.3	4.1	0.0	0	5.6	- * -
48	1.0	40	0	0	18.5	91.6	14.7	5.1	0.0	0	5.8	- * -
49	1.0	30	0	0	14.3	68.8	14.1	4.9	0.0	0	5.8	- * -
50	0.5	38	0	0	11.8	58.3	14.0	4.5	0.0	0	5.6	- * -
51	1.0	16	0	0	8.3	66.7	15.3	4.4	0.0	0	5.4	Hordelymo-Fagetum, eu-typicum
52	2.5	15	0	0	9.9	82.6	12.6	4.6	0.0	0	5.6	- * -
53	2.0	18	0	0	8.6	65.4	12.6	3.9	0.0	0	5.6	- * -
54	2.0	18	0	0	6.5	30.5	13.5	4.8	0.0	0	5.8	- * -
55	1.0	22	0	0	5.2	83.3	13.9	4.4	0.0	0	5.8	- * -
56	2.0	18	0	0	6.0	45.5	14.2	3.9	0.0	0	5.7	- * -
57	1.5	16	0	0	7.5	43.3	13.6	3.8	0.0	0	5.6	- * -
58	1.5	26	0	0	4.3	20.6	13.9	4.0	0.0	0	5.5	- * -
59	0.5	26	0	0	8.5	19.4	17.4	4.8	0.0	0	5.9	- * -
60	2.0	15	0	0	8.6	51.2	17.7	4.0	0.0	0	5.6	- * -
61	2.5	12	0	0	8.6	64.7	13.4	3.5	0.0	0	5.8	- * -
62	1.5	17	0	0	10.8	100.0	13.6	5.8	0.0	0	5.8	- * -
63	1.5	17	0	0	9.1	56.9	13.2	5.4	8.9	0	5.6	- * -
64	1.0	16	0	0	6.5	29.6	14.2	4.5	0.0	0	5.7	- * -
65	2.0	28	0	0	89.2	100.0	13.6	7.5	13.2	0	5.5	Hordelymo-Fagetum, eu-corydaletosum
66	1.5	31	0	0	88.1	100.0	12.7	7.5	17.9	0	5.6	- * -
67	1.5	59	0	0	48.8	100.0	7.5	6.9	99.9	0	5.5	- * -
68	1.5	49	0	0	158	100.0	14.8	6.6	68.6	0	5.8	- * -
69	1.0	26	0	0	17.2	82.0	17.7	5.6	0.0	0	5.7	- * -

Tab.1a (Forts.):

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	70	1.0	27	0	0	16.0	76.9	16.8	5.4	0.0	0	5.6	- * -
	71	1.0	21	0	0	10.1	58.2	14.2	4.5	0.0	0	5.2	- * -
	72	1.0	24	0	0	9.1	55.6	13.9	4.8	0.0	0	5.2	- * -
	73	3.0	11	0	0	7.5	43.3	16.0	3.8	0.0	0	5.7	Galio-Fagetum, Ranunculus-Ausbildung
	74	2.5	15	0	0	4.4	31.8	18.8	3.6	0.0	0	5.8	- * -
	75	3.0	15	0	0	6.2	41.4	18.2	4.0	0.0	0	5.7	- * -
	76	3.0	18	0	0	2.6	17.0	21.0	3.4	0.0	0	5.6	- * -
	77	2.0	16	0	0	5.6	30.5	23.2	3.8	0.0	0	5.4	- * -
	78	3.0	15	0	0	3.8	30.9	19.2	3.2	0.0	0	5.4	Galio-Fagetum typicum
	79	3.5	12	0	0	1.3	9.3	28.8	3.1	0.0	0	5.5	- * -
	80	4.5	12	0	0	2.0	11.3	25.6	3.7	0.0	0	5.0	- * -
	81	2.5	10	0	0	2.0	8.4	23.1	3.2	0.0	0	5.1	Galio-Fagetum festucetosum
	82	4.0	11	0	0	3.9	18.2	16.6	3.7	0.0	0	5.0	- * -
	83	4.5	11	0	0	4.4	33.3	17.5	3.6	0.0	0	5.0	- * -
	84	5.0	10	0	0	4.9	15.5	16.7	3.7	0.0	0	5.5	- * -
	85	5.0	9	0	0	3.5	13.8	23.5	2.8	0.0	0	5.5	- * -
	86	4.5	11	0	0	1.6	6.3	21.2	2.8	0.0	0	5.4	- * -
	87	4.0	13	0	0	1.7	17.4	25.7	3.2	0.0	0	5.4	- * -
	88	5.0	12	0	0	1.2	17.8	26.6	2.7	0.0	0	5.8	- * -
	89	5.0	5	0	0	1.7	23.1	22.5	3.9	0.0	0	5.1	- * -
	90	5.0	19	0	0	2.3	23.5	25.4	3.2	0.0	0	5.2	- * -
	91	5.5	9	0	0	3.0	28.3	22.0	3.2	0.0	0	5.0	- * -
	92	5.0	11	0	0	2.8	27.1	20.8	3.3	0.0	0	5.1	- * -
	93	4.0	10	0	0	1.9	30.1	22.0	3.8	0.0	0	5.0	Galio-Fagetum polytrichetosum
	94	4.0	10	0	0	3.5	50.0	25.9	4.0	0.0	0	5.0	- * -
	95	4.5	9	0	0	2.5	26.2	25.0	3.1	0.0	0	5.0	- * -
	96	4.0	5	0	0	2.8	29.7	20.6	3.4	0.0	0	5.3	- * -
	97	4.0	5	0	0	1.8	20.5	24.0	2.9	0.0	0	5.1	- * -
	98	4.0	11	0	0	2.5	32.8	20.9	3.3	0.0	0	4.8	- * -
	99	3.5	8	0	0	2.0	24.1	20.0	3.3	0.0	0	5.2	- * -
	100	6.0	11	0	0	1.9	21.9	27.3	3.3	0.0	0	5.1	Avenella-Fagus-Gesellschaft, Typische Ausbildung
	101	5.0	7	0	0	1.4	15.3	25.3	3.0	0.0	0	5.1	- * -
	102	3.5	10	0	0	3.1	37.8	25.9	3.6	0.0	0	5.2	- * -
	103	4.5	4	0	0	2.6	34.4	25.1	4.1	0.0	0	5.1	- * -
	104	4.0	0	1	9	0.9	10.7	25.9	2.9	0.0	0	5.4	Avenella-Fagus-Gesellschaft, Typische Ausbildung
	105	4.5	0	3	8	1.4	15.3	28.2	3.0	0.0	0	5.2	- * -
	106	7.0	0	4	17	1.1	17.3	18.2	3.4	0.0	0	5.3	Betulo-Quercetum milietosum
	107	7.0	0	7	52	1.4	25.3	18.7	3.7	0.0	0	5.3	- * -
	108	7.0	1	5	56	1.2	12.4	20.5	3.8	0.0	0	5.3	- * -
	109	6.0	0	8	57	1.3	13.6	22.2	3.1	0.0	0	5.0	- * -
	110	5.0	2	4	54	1.2	11.8	24.4	2.8	0.0	0	4.9	- * -
	111	9.0	0	6	55	0.7	12.7	21.3	3.3	0.0	0	5.0	- * -
	112	9.0	1	19	63	0.8	7.9	22.8	2.6	0.0	0	5.7	- * -
	113	12.0	0	11	134	0.8	6.5	23.7	2.6	0.0	0	5.3	Betulo-Quercetum typicum
	114	5.0	0	8	45	2.2	29.4	21.1	3.9	0.0	0	5.5	- * -
	115	16.0	0	16	84	1.2	16.8	20.7	3.5	0.0	0	6.2	- * -
	116	28.0	0	8	100	1.8	16.7	20.7	3.4	0.0	0	5.8	- * -
	117	29.0	0	12	117	1.7	14.2	20.8	2.9	0.0	0	6.5	- * -

Spalte Nr.	
1	Laufende (Flächen-) Nr.
2	Mächtigkeit der organischen Auflage (in cm)
3	Mächtigkeit des $A_{a/h}$ (in cm)
4	Mächtigkeit des $A_{(h)e}$ (in cm)
5	Mächtigkeit des $B_{h/s}$ (in cm)
6	S-Wert (in mval/100ccm)
7	Basensättigung (in %)
8	C/N-Verhältnis
9	pH-Wert (in H_2O)
10	Kalkgehalt im Unterboden (ca.150 cm u.Fl., in Gew.-%)
11	Mächtigkeit des G_r (in cm, bezogen auf ein 2m-Profil)
12	mittlere Feuchtezahl
13	Vegetationstyp

Tab 1b: Datenmatrix für die multivariaten Analysen (Werte für Ah-Horizont)

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0.5	31	0	0	18.4	38.9	12.5	5.0	0.3	122	6.9	Alno-Fraxinetum, Cardamine-Ausbildung
2	0.5	33	0	0	15.2	60.3	12.8	5.2	0.0	84	6.9	- * -
3	0.5	31	0	0	10.1	82.9	13.1	4.7	0.0	135	7.2	- * -
4	0.5	30	0	0	11.0	88.5	14.4	5.4	0.0	67	7.0	- * -
5	0.5	39	0	0	16.1	96.7	12.6	5.4	0.0	104	7.0	- * -
6	0.5	35	0	0	12.5	77.0	11.8	4.9	11.6	110	7.4	Alno-Fraxinetum, Phalaris-Ausbildung
7	0.5	36	0	0	14.1	90.1	11.7	5.7	14.4	114	7.1	- * -
8	0.5	32	0	0	16.1	77.7	13.3	5.6	12.5	82	7.3	- * -
9	0.5	28	0	0	16.1	89.0	14.1	5.6	6.2	90	7.5	- * -
10	0.5	41	0	0	14.0	70.6	14.9	5.6	14.5	99	7.5	- * -
11	1.0	30	0	0	51.8	100.0	13.2	6.8	14.5	132	7.0	- * -
12	0.5	57	0	0	30.1	83.8	10.9	5.4	18.5	120	6.8	- * -
13	0.5	31	0	0	38.5	89.7	13.6	5.2	10.1	108	7.2	- * -
14	0.5	29	0	0	23.8	95.6	12.8	5.8	24.7	133	6.7	- * -
15	0.5	29	0	0	28.5	100.0	13.8	7.0	4.0	124	6.9	- * -
16	0.5	34	0	0	21.4	87.8	10.9	5.7	23.2	147	6.7	- * -
17	1.0	33	0	0	19.1	98.8	12.5	6.0	0.0	109	6.5	Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Lonicera-Ausbildung
18	1.0	39	0	0	12.7	88.3	16.2	5.7	0.0	68	6.2	- * -
19	1.0	33	0	0	9.0	93.8	15.8	5.0	0.0	107	6.2	- * -
20	1.0	30	0	0	9.6	90.9	12.4	5.0	0.0	96	6.2	- * -
21	0.5	47	0	0	11.6	31.0	12.6	4.9	0.0	108	6.1	- * -
22	1.5	36	0	0	7.7	72.7	13.7	4.5	0.0	86	5.8	- * -
23	1.0	31	0	0	13.7	98.3	11.7	5.7	0.0	86	6.1	- * -
24	1.0	32	0	0	10.6	100.0	14.4	5.8	0.0	86	6.3	- * -
25	1.0	29	0	0	9.1	97.4	11.3	5.1	0.0	86	6.5	- * -
26	1.0	40	0	0	10.9	100.0	12.6	5.5	19.1	108	6.1	Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Mercurialis-Ausbildung
27	0.5	31	0	0	16.6	71.5	12.7	5.2	25.2	45	6.1	- * -
28	0.5	24	0	0	12.7	74.1	13.0	5.4	22.5	9	6.2	- * -
29	0.5	30	0	0	17.0	94.7	14.0	5.8	19.5	114	5.5	- * -
30	0.5	39	0	0	12.7	100.0	14.1	5.6	28.0	104	5.9	- * -
31	0.5	34	0	0	35.0	77.7	13.8	4.6	19.8	102	6.0	- * -
32	0.5	32	0	0	21.6	98.9	14.7	6.4	8.6	90	5.9	- * -
33	1.0	33	0	0	14.8	71.1	13.2	5.1	18.4	109	6.0	- * -
34	1.0	16	0	0	162	100.0	13.6	7.2	35.5	0	5.1	Hordelymo-Fagetum, Lathyrus-Subassoziations-Gruppe
35	1.0	20	0	0	170	100.0	11.2	7.6	19.3	0	5.3	- * -
36	1.0	36	0	0	183	100.0	11.9	7.8	12.5	0	5.4	- * -
37	1.0	28	0	0	167	100.0	13.7	7.4	8.4	0	5.5	- * -
38	1.0	32	0	0	4.7	25.4	14.1	3.8	0.0	0	5.5	Hordelymo-Fagetum, geo-typicum
39	1.0	29	0	0	6.2	66.7	17.2	3.7	0.0	0	5.6	- * -
40	1.0	32	0	0	6.8	56.5	15.9	4.3	0.0	0	5.8	- * -
41	0.5	25	0	0	6.8	36.4	15.9	3.9	0.0	0	5.4	- * -
42	1.0	27	0	0	5.9	37.8	15.4	3.8	0.0	0	5.7	- * -
43	2.0	21	0	0	5.9	57.0	11.8	3.9	0.0	0	5.7	- * -
44	1.0	28	0	0	7.8	71.4	16.4	5.3	2.6	0	5.7	Hordelymo-Fagetum, geo-corydaletosum
45	1.0	29	0	0	9.4	59.0	15.6	4.9	0.0	0	5.2	- * -
46	1.0	42	0	0	6.2	54.6	15.2	4.6	0.0	0	5.5	- * -
47	0.5	41	0	0	8.5	51.2	13.3	4.1	0.0	0	5.6	- * -
48	1.0	40	0	0	18.5	91.6	14.7	5.1	0.0	0	5.8	- * -
49	1.0	30	0	0	14.3	68.8	14.1	4.9	0.0	0	5.8	- * -
50	0.5	38	0	0	11.8	58.3	14.0	4.5	0.0	0	5.6	- * -
51	1.0	16	0	0	8.3	66.7	15.3	4.4	0.0	0	5.4	Hordelymo-Fagetum, eu-typicum
52	2.5	15	0	0	9.9	82.6	12.6	4.6	0.0	0	5.6	- * -
53	2.0	18	0	0	8.6	65.4	12.6	3.9	0.0	0	5.6	- * -
54	2.0	18	0	0	6.5	30.5	13.5	4.8	0.0	0	5.8	- * -
55	1.0	22	0	0	5.2	83.3	13.9	4.4	0.0	0	5.8	- * -
56	2.0	18	0	0	6.0	45.5	14.2	3.9	0.0	0	5.7	- * -
57	1.5	16	0	0	7.5	43.3	13.6	3.8	0.0	0	5.6	- * -
58	1.5	26	0	0	4.3	20.6	13.9	4.0	0.0	0	5.5	- * -
59	0.5	26	0	0	8.5	19.4	17.4	4.8	0.0	0	5.9	- * -
60	2.0	15	0	0	8.6	51.2	17.7	4.0	0.0	0	5.6	- * -
61	2.5	12	0	0	8.6	64.7	13.4	3.5	0.0	0	5.8	- * -
62	1.5	17	0	0	10.8	100.0	13.6	5.8	0.0	0	5.8	- * -
63	1.5	17	0	0	9.1	56.9	13.2	5.4	8.9	0	5.6	- * -
64	1.0	16	0	0	6.5	29.6	14.2	4.5	0.0	0	5.7	- * -
65	2.0	28	0	0	89.2	100.0	13.6	7.5	13.2	0	5.5	Hordelymo-Fagetum, eu-corydaletosum
66	1.5	31	0	0	88.1	100.0	12.7	7.5	17.9	0	5.6	- * -
67	1.5	59	0	0	48.8	100.0	7.5	6.9	99.9	0	5.5	- * -
68	1.5	49	0	0	158	100.0	14.8	6.6	68.6	0	5.8	- * -
69	1.0	26	0	0	17.2	82.0	17.7	5.6	0.0	0	5.7	- * -

Tab.1b (Forts.):

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	70	1.0	27	0	0	16.0	76.9	16.8	5.4	0.0	0	5.6	- " -
	71	1.0	21	0	0	10.1	58.2	14.2	4.5	0.0	0	5.2	- " -
	72	1.0	24	0	0	9.1	55.6	13.9	4.8	0.0	0	5.2	- " -
	73	3.0	11	0	0	7.5	43.3	16.0	3.8	0.0	0	5.7	Galio-Fagetum, Ranunculus-Ausbildung
	74	2.5	15	0	0	4.4	31.8	18.8	3.6	0.0	0	5.8	- " -
	75	3.0	15	0	0	6.2	41.4	18.2	4.0	0.0	0	5.7	- " -
	76	3.0	18	0	0	2.6	17.0	21.0	3.4	0.0	0	5.6	- " -
	77	2.0	16	0	0	5.6	30.5	23.2	3.8	0.0	0	5.4	- " -
	78	3.0	15	0	0	3.8	30.9	19.2	3.2	0.0	0	5.4	Galio-Fagetum typicum
	79	3.5	12	0	0	1.3	9.3	28.8	3.1	0.0	0	5.5	- " -
	80	4.5	12	0	0	2.0	11.4	25.6	3.7	0.0	0	5.0	- " -
	81	2.5	10	0	0	2.0	8.4	23.1	3.2	0.0	0	5.1	Galio-Fagetum festucetosum
	82	4.0	11	0	0	3.9	18.2	16.6	3.7	0.0	0	5.0	- " -
	83	4.5	11	0	0	4.4	33.3	17.5	3.6	0.0	0	5.0	- " -
	84	5.0	10	0	0	4.9	15.5	16.7	3.7	0.0	0	5.5	- " -
	85	5.0	9	0	0	3.5	13.8	23.5	2.8	0.0	0	5.5	- " -
	86	4.5	11	0	0	1.6	6.3	21.2	2.8	0.0	0	5.4	- " -
	87	4.0	13	0	0	1.3	11.5	22.6	3.0	0.0	0	5.4	- " -
	88	5.0	12	0	0	1.6	8.1	24.3	3.1	0.0	0	5.8	- " -
	89	5.0	5	0	0	3.3	59.5	17.3	3.5	0.0	0	5.1	- " -
	90	5.0	19	0	0	1.0	5.2	22.0	2.9	0.0	0	5.2	- " -
	91	5.5	9	0	0	2.2	13.6	21.9	3.2	0.0	0	5.0	- " -
	92	5.0	11	0	0	0.1	0.5	24.4	2.6	0.0	0	5.1	- " -
	93	4.0	10	0	0	2.2	24.3	24.2	3.3	0.0	0	5.0	Galio-Fagetum polytrichetosum
	94	4.0	10	0	0	4.0	31.3	33.7	3.2	0.0	0	5.0	- " -
	95	4.5	9	0	0	2.5	13.9	24.5	3.0	0.0	0	5.0	- " -
	96	4.0	5	0	0	3.1	12.4	25.5	3.2	0.0	0	5.3	- " -
	97	4.0	5	0	0	1.0	5.2	28.2	3.1	0.0	0	5.1	- " -
	98	4.0	11	0	0	3.5	21.6	27.0	3.2	0.0	0	4.8	- " -
	99	3.5	8	0	0	0.4	3.6	28.3	3.3	0.0	0	5.2	- " -
	100	6.0	11	0	0	0.7	3.7	25.4	3.3	0.0	0	5.1	Avenella-Fagus-Gesellschaft, Typische Ausbildung
	101	5.0	7	0	0	1.6	6.6	28.2	3.2	0.0	0	5.1	- " -
	102	3.5	10	0	0	3.1	21.6	25.5	3.0	0.0	0	5.2	- " -
	103	4.5	4	0	0	2.9	17.7	25.1	3.6	0.0	0	5.1	- " -
	104	4.0	0	1	9	0.4	2.7	25.3	2.7	0.0	0	5.4	Avenella-Fagus-Gesellschaft, Typische Ausbildung
	105	4.5	0	3	8	2.0	12.1	26.0	2.9	0.0	0	5.2	- " -
	106	7.0	0	4	17	2.6	16.7	14.5	3.2	0.0	0	5.3	Betulo-Quercetum milietosum
	107	7.0	0	7	52	1.3	20.0	16.0	3.3	0.0	0	5.3	- " -
	108	7.0	1	5	56	0.0	0.0	26.0	3.5	0.0	0	5.3	- " -
	109	6.0	0	8	57	0.0	0.0	26.7	3.3	0.0	0	5.0	- " -
	110	5.0	2	4	54	0.0	0.0	32.5	2.7	0.0	0	4.9	- " -
	111	9.0	0	6	55	1.0	100.0	20.6	3.6	0.0	0	5.0	- " -
	112	9.0	1	19	63	0.0	0.0	22.0	3.6	0.0	0	5.7	- " -
	113	12.0	0	11	134	0.0	0.0	23.8	4.1	0.0	0	5.3	Betulo-Quercetum typicum
	114	5.0	0	8	45	3.5	26.2	22.5	3.3	0.0	0	5.5	- " -
	115	16.0	0	16	84	3.9	27.3	35.5	3.2	0.0	0	6.2	- " -
	116	28.0	0	8	100	1.3	100.0	19.9	4.2	0.0	0	5.8	- " -
	117	29.0	0	12	117	0.4	100.0	28.8	4.2	0.0	0	6.5	- " -

Spalte Nr.	
1	Laufende (Flächen-) Nr.
2	Mächtigkeit der organischen Auflage (in cm)
3	Mächtigkeit des $A_{a/h}$ (in cm)
4	Mächtigkeit des $A_{(h)e}$ (in cm)
5	Mächtigkeit des $B_{h/s}$ (in cm)
6	S-Wert (in mval/100ccm)
7	Basensättigung (in %)
8	C/N-Verhältnis
9	pH-Wert (in H_2O)
10	Kalkgehalt im Unterboden (ca.150 cm u.Fl., in Gew.-%)
11	Mächtigkeit des G_r (in cm, bezogen auf ein 2m-Profil)
12	mittlere Feuchtezahl
13	Vegetationstyp

Tab. 2: Liste der im Rahmen vorliegender Arbeit untersuchten Syntaxa, häufig gebräuchlicher Synonyme und Vorschläge für "nomina conservanda"

Ordnung	Verband	Assoziation/Subassoziations-Gruppe	häufige Synonyme	Vorschläge für "nomina conservanda"
Fagetalia sylv.	Alno-Ulmion	Alno-Fraxinetum Mikyska 1943	Carici remotae-Fraxinetum sensu Faber non Koch ex Tx.1937 Fraxino-Alnetum Matuszk.1952 Pruno padi-Fraxinetum Oberd.1953 Ribeso sylvestris-Fraxinetum Pass.1958 Chrysosplenio oppositifolii-Alnetum Möller 1979 p.p. Chrysosplenio alternifolii-Alnetum v. Glahn i.prep. Chrysosplenio alternifolii-Fraxinetum v. Glahn i.prep.	Pruno padi-Fraxinetum Oberd.1953
		Crepis paludosa-Fraxinus excelsior-Gesellschaft	Querco-Carpinetum Tx.1937 p.p. Stellario-Carpinetum Oberd.1957 p.p. Crepido-Fraxinetum Wulf 1992 p.p. Carpino-Fraxinetum v. Glahn i.prep.	
	Fagion	Hordelymo-Fagetum Kuhn 1937 em. Dierschke 1989	Hellebori foetidi-Fagetum Kuhn 1937 p.p. Fagetum boreoatlanticum allietosum Tx.1937 Fagetum boreoatlanticum elymetosum Tx.1937 Lathyro-Fagetum Hartm.1953 Melico-Fagetum Lohm. in Seibert 1954 p.p. Pulmonario-Fagetum Frehner 1963 Violo reichenbachianae-Fagetum Moravec 1979	
		Hordelymo-Fagetum/ Lathyrus vernus-Subassoziations-Gruppe	Lathyro-Fagetum Hartm.1953 incl. Actaeo-Fagetum sensu Pass.1960 incl. Mercuriali-Fagetum sensu Pass. u. Hof.1968 incl. Hedero-Fagetum sensu Pass. u. Hof.1968 incl. Actaeo-Fagetum sensu Suck 1991 Melico-Fagetum, Lathy. vern.-Subass.-Gr. Dierschke 1985	
		Hordelymo-Fagetum/ Geum urbanum-Subassoziations-Gruppe	Querco-Carpinetum asperuletosum sensu Ellenberg 1937 p.p. Fraxino-Fagetum Pass.1958 p.p. Melico-Fagetum geetosum v. Glahn i.prep.	
		Hordelymo-Fagetum/ Typische Subassoziations-Gruppe		
		Galio odorati-Fagetum Sougn. et Thill 1959 em. Dierschke 1989	Fagetum boreoatlanticum auct. p.p. Dentario-Fagetum auct. p.p. Querco-Carpinetum asperuletosum sensu Ellenberg 1939 p.p. Querco-Carpinetum dryopteridetosum sensu Tx.1937 p.p. Melico-Fagetum Lohm. in Seibert 1954 p.p. Milio-Fagetum Frehner 1963 incl. Abieti-Fagetum sensu Oberd.1938 incl. Festuco-Fagetum Schlüter in Grüneberg et Schlüter 1957 non Kuhn 1937	
		Fagetalia-Basalgesellschaft	incl. Oxalis-Milium-Buchenwald Hesm. u. Schröd.1963 p.p. incl. Flattergras-Buchenwald Burr. u. Wittig 1977 p.p. incl. Oxalido-Fagetum v. Glahn 1981 p.p.	
Quercetalia rob.-petr.	Quercion rob.-petr.	Quercetalia-Basalgesellschaft	incl. Oxalis-Milium-Buchenwald Hesm. u. Schröd.1963 p.p. incl. Flattergras-Buchenwald Burr. u. Wittig 1977 p.p. incl. Oxalido-Fagetum v. Glahn 1981 p.p.	
		Avenella flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft	Deschampsio-Fagetum Pass.1956 p.p. Periclymeno-Fagetum Pass.1957, p.p. Carici piluliferae-Fagetum Pass. et Hof.1968 p.p. Melanthemo-Fagetum Pass.1959 p.p. Trientali-Fagetum Tx.1960 p.p. Mnio-Fagetum Pass.1966 em. Pass. et Hof. 1968 p.p. Luzulo pilosae-Fagetum W. & A. Matusz.1973	
		Betulo-Quercetum (Gaume 1924) Tx.1937	incl. Betulo-Quercetum roboris Tx.1930 incl. Betulo-Quercetum petraeae Tx.1937 p.p. incl. Fago-Quercetum Tx.1955 incl. Violo-Quercetum Oberd.1957 incl. Luzulo-Quercetum sensu Knapp 1948 non Hilitzer 1932 incl. Holco-Quercetum Lemee 1937	Fago-Quercetum Tx.1955 oder Holco-Quercetum Lemee 1937

Tab. 3: Datenmatrix zu Abb. 86 (Kap. 7.2.1., S-Wert).

Vegetationstyp	Mittelwert	Standard-abweichung	Minimal-wert	Maximal-wert	Proben-anzahl
Alno-Fraxinetum, Cardamine-Ausbildung	14,1	2,9	10,1	18,4	6
Alno-Fraxinetum, Phalaris-Ausbildung	29,5	30,9	5,0	132,0	14
Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Lonicera-Ausbildung	11,7	3,2	7,7	19,1	10
Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Mercurialis-Ausbildung	14,5	6,9	6,6	35,0	14
Hordelymo-Fagetum, Lathyrus-Subassoziations-Gruppe	119,8	47,5	41,6	>156,0	8
Hordelymo-Fagetum geo-typicum	6,9	1,4	4,7	9,8	13
Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum	10,6	3,8	6,2	18,5	8
Hordelymo-Fagetum eu-typicum	7,7	1,9	4,3	10,8	16
Hordelymo-Fagetum eu-corydaletosum	54,3	49,5	9,1	>156,0	8
Galio-Fagetum, Ranunculus-Ausbildung	5,2	1,6	2,6	7,5	8
Galio-Fagetum typicum	2,3	0,8	1,3	3,8	5
Galio-Fagetum festucetosum	3,2	1,0	1,6	4,9	13
Galio-Fagetum polytrichetosum	2,2	0,9	1,0	4,0	9
Avenella-Fagus-Gesellschaft, Typische Ausbildung	1,7	0,9	0,9	2,9	4
Avenella-Fagus-Gesellschaft, Leucobryum-Ausbildung	0,4	0,2	0,2	0,7	4
Betulo-Quercetum milietosum	1,5	0,4	0,7	2,2	13
Betulo-Quercetum typicum	1,8	0,7	0,6	3,0	13

Tab. 4: Datenmatrix zu Abb. 87 (Kap. 7.2.1., H-Wert).

Vegetationstyp	Mittelwert	Standard-abweichung	Minimal-wert	Maximal-wert	Proben-anzahl
Alno-Fraxinetum, Cardamine-Ausbildung	7,4	10,2	0,6	28,9	6
Alno-Fraxinetum, Phalaris-Ausbildung	3,8	2,6	0,0	8,8	14
Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Lonicera-Ausbildung	4,9	8,4	0,0	25,9	10
Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Mercurialis-Ausbildung	4,7	3,5	0,0	10,1	14
Hordelymo-Fagetum, Lathyrus-Subassoziations-Gruppe	0,0	0,0	0,0	0,0	8
Hordelymo-Fagetum geo-typicum	9,0	3,5	3,1	13,8	13
Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum	4,9	2,9	0,0	8,5	8
Hordelymo-Fagetum eu-typicum	9,6	8,3	0,0	35,1	16
Hordelymo-Fagetum eu-corydaletosum	2,9	3,0	0,0	7,3	8
Galio-Fagetum, Ranunculus-Ausbildung	12,3	4,8	6,8	23,3	8
Galio-Fagetum typicum	13,9	4,3	8,5	21,3	5
Galio-Fagetum festucetosum	12,7	7,9	4,4	26,9	13
Galio-Fagetum polytrichetosum	6,3	1,5	4,6	8,8	9
Avenella-Fagus-Gesellschaft, Typische Ausbildung	6,7	2,5	4,0	10,4	4
Avenella-Fagus-Gesellschaft, Leucobryum-Ausbildung	8,2	0,2	8,0	8,5	4
Betulo-Quercetum milietosum	6,8	2,5	1,5	9,8	13
Betulo-Quercetum typicum	8,6	2,6	5,1	12,8	13

Tab. 5: Datenmatrix zu Abb. 88 (Kap. 7.2.1., Basensättigung).

Vegetationstyp	Mittelwert	Standard-abweichung	Minimal-wert	Maximal-wert	Proben-anzahl
Alno-Fraxinetum, Cardamine-Ausbildung	76,5	20,5	38,9	96,7	6
Alno-Fraxinetum, Phalaris-Ausbildung	82,4	16,8	36,0	100,0	14
Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Lonicera-Ausbildung	81,8	23,0	31,0	100,0	10
Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Mercurialis-Ausbildung	76,5	16,1	52,9	100,0	14
Hordelymo-Fagetum, Lathyrus-Subassoziations-Gruppe	100,0	0,0	100,0	100,0	8
Hordelymo-Fagetum geo-typicum	46,8	12,4	25,4	66,7	13
Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum	69,4	16,7	51,2	100,0	8
Hordelymo-Fagetum eu-typicum	52,4	23,1	19,4	100,0	16
Hordelymo-Fagetum eu-corydaletosum	84,1	17,9	55,6	100,0	8
Galio-Fagetum, Ranunculus-Ausbildung	31,0	10,3	17,0	43,5	8
Galio-Fagetum typicum	15,6	8,4	8,4	30,9	5
Galio-Fagetum festucetosum	24,5	10,1	6,3	37,0	13
Galio-Fagetum polytrichetosum	26,5	10,0	10,4	42,1	9
Avenella-Fagus-Gesellschaft, Typische Ausbildung	22,8	13,2	7,9	36,2	4
Avenella-Fagus-Gesellschaft, Leucobryum-Ausbildung	4,8	2,6	2,1	7,8	4
Betulo-Quercetum milietosum	20,9	12,4	9,9	56,9	13
Betulo-Quercetum typicum	17,8	8,5	7,7	35,6	13

Tab. 6: Datenmatrix zu Abb. 89 (Kap. 7.2.1., pH-Wert).

Vegetationstyp	Mittelwert	Standard-abweichung	Minimal-wert	Maximal-wert	Proben-anzahl
Alno-Fraxinetum, Cardamine-Ausbildung	5,3	0,4	4,7	6,1	6
Alno-Fraxinetum, Phalaris-Ausbildung	5,4	0,9	3,7	7,0	14
Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Lonicera-Ausbildung	5,3	0,5	4,5	6,0	10
Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Mercurialis-Ausbildung	5,1	0,6	3,8	6,4	14
Hordelymo-Fagetum, Lathyrus-Subassoziations-Gruppe	7,1	0,5	6,3	7,8	8
Hordelymo-Fagetum geo-typicum	4,1	0,4	3,5	5,0	13
Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum	4,8	0,4	4,1	5,3	8
Hordelymo-Fagetum eu-typicum	4,4	0,8	3,1	6,0	16
Hordelymo-Fagetum eu-corydaletosum	6,1	1,1	4,5	7,5	8
Galio-Fagetum, Ranunculus-Ausbildung	3,7	0,3	3,2	4,0	8
Galio-Fagetum typicum	3,3	0,2	3,1	3,7	5
Galio-Fagetum festucetosum	3,4	0,4	2,8	3,9	13
Galio-Fagetum polytrichetosum	3,4	0,5	2,6	3,9	9
Avenella-Fagus-Gesellschaft, Typische Ausbildung	3,4	0,7	2,7	4,4	4
Avenella-Fagus-Gesellschaft, Leucobryum-Ausbildung	2,7	0,0	2,7	2,7	4
Betulo-Quercetum milietosum	3,1	0,3	2,6	3,7	13
Betulo-Quercetum typicum	3,0	0,4	2,5	3,9	12

Tab.7: Datenmatrix zu Abb.90 (Kap.7.2.1., C/N-Verhältnis):

Vegetationstyp	Mittelwert	Standard-abweichung	Minimal-wert	Maximal-wert	Proben-anzahl
Alno-Fraxinetum, Cardamine-Ausbildung	13,0	0,6	12,5	14,4	6
Alno-Fraxinetum, Phalaris-Ausbildung	12,8	1,2	10,9	14,9	14
Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Lonicera-Ausbildung	13,4	1,4	11,3	16,2	10
Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Mercurialis-Ausbildung	13,3	0,6	12,6	14,7	13
Hordelymo-Fagetum, Lathyrus-Subassoziations-Gruppe	12,6	1,1	11,2	13,7	4
Hordelymo-Fagetum geo-typicum	15,1	1,7	11,8	17,5	9
Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum	14,8	1,0	13,3	16,4	7
Hordelymo-Fagetum eu-typicum	14,4	1,7	12,6	18,0	16
Hordelymo-Fagetum eu-corydaletosum	13,9	2,9	7,5	17,7	8
Galio-Fagetum, Ranunculus-Ausbildung	18,4	3,2	13,3	23,2	6
Galio-Fagetum typicum	24,2	3,5	19,2	28,8	4
Galio-Fagetum festucetosum	21,8	4,0	16,6	29,1	12
Galio-Fagetum polytrichetosum	21,0	1,8	18,2	24,2	7
Avenella-Fagus-Gesellschaft, Typische Ausbildung	25,3	0,8	24,2	26,5	4
Avenella-Fagus-Gesellschaft, Leucobryum-Ausbildung	25,5	1,1	24,4	26,6	2
Betulo-Quercetum milietosum	20,3	2,0	17,3	22,6	7
Betulo-Quercetum typicum	21,8	2,0	20,7	25,8	5

Tab.8: Datenmatrix zu den Abb.91-92 (Kap.7.2.1., Mächtigkeiten der O- und A-Horizonte):

Vegetationstyp	Horizontmächtigkeiten (Mittelwerte, in cm) im Probenanzahl				
	OL	Of	Oh	Aa/h	
Alno-Fraxinetum, Cardamine-Ausbildung	0,5	0,0	0,0	31,2	6
Alno-Fraxinetum, Phalaris-Ausbildung	0,5	0,0	0,0	34,1	14
Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Lonicera-Ausbildung	1,0	0,0	0,0	34,7	10
Crepis-Fraxinus-Gesellschaft, Mercurialis-Ausbildung	0,6	0,0	0,0	35,4	16
Hordelymo-Fagetum, Lathyrus-Subassoziations-Gruppe	0,9	0,0	0,0	29,5	8
Hordelymo-Fagetum geo-typicum	1,0	0,0	0,0	29,2	13
Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum	0,9	0,0	0,0	37,9	8
Hordelymo-Fagetum eu-typicum	1,3	0,3	0,3	19,9	16
Hordelymo-Fagetum eu-corydaletosum	1,3	0,0	0,0	33,1	8
Galio-Fagetum, Ranunculus-Ausbildung	1,4	0,7	0,4	14,3	8
Galio-Fagetum typicum	1,2	1,7	0,6	12,2	5
Galio-Fagetum festucetosum	1,8	2,1	1,1	11,2	21
Galio-Fagetum polytrichetosum	1,2	1,9	1,0	9,8	15
Avenella-Fagus-Gesellschaft, Typische Ausbildung	0,9	1,9	2,2	6,8	6
Avenella-Fagus-Gesellschaft, Leucobryum-Ausbildung	0,7	2,2	2,3	3,0	5
Betulo-Quercetum milietosum	1,5	3,2	3,4	0,4	20
Betulo-Quercetum typicum	1,5	4,1	4,8	0,2	17

Tab.9: Numerierung und Lage (TK-Nummer) der untersuchten Waldgebiete (k.Veg.aufn. = in diesem Waldgebiet wurden keine Vegetationsaufnahmen angefertigt)

Waldgebiet-Nr.	TK-Nr.
1	1423
2	1423
3	1423, 1424
4	1423
5	1423
6	1323
7	1323
8	1223
9	1223
10	1223, k.Veg.aufn.
11	1324
12	1324, k.Veg.aufn.
13	1324, k.Veg.aufn.
14	1324, k.Veg.aufn.
15	1324, k.Veg.aufn.
16	1625
17	1625, k.Veg.aufn.
18	1524, 1624
19	1624, k.Veg.aufn.
20	1524
21	1524, k.Veg.aufn.
22	1624
23	1325
24	1224
25	1124, 1224
26	1123
27	1625
28	1324
29	1526, 1626
30	1626
31	1123
32	1123
33	1123
34	1123
35	1525
36	1525
37	1525
38	1525
39	1525
40	1123
41	1222
42	1122
43	1625
44	1624
45	1624
46	1526
47	1526
48	1424
49	1424
50	1325
51	1325
52	1325, 1425

Waldgebiet-Nr.	TK-Nr.
53	1225
54	1224
55	1224
56	1224
57	1623
58	1621
59	1521
60	1521
61	1621
62	1623
63	1722
64	1623
65	1521
66	1421
67	1621
68	1626
69	1523, 1623
70	1521
71	1421
72	1320
73	1420
74	1321
75	1320
76	1420
77	1321
78	1521
79	1723
80	1721
81	1621
82	1720
83	1721
84	1721
85	1720
86	1721
87	1521
88	1521
89	1521
90	1521
91	1521
92	1521
93	1423, k.Veg.aufn.
94	1423, k.Veg.aufn.
95	1423, k.Veg.aufn.
96	1423, k.Veg.aufn.
97	1423, k.Veg.aufn.
98	1423, k.Veg.aufn.
99	1423, k.Veg.aufn.
100	1525
101	1324
102	1324, k.Veg.aufn.
103	1124
104	1325
105	1425
106	1524
107	1524
108	1124
109	1625

Waldgebiet-Nr.	TK-Nr.
110	1625, k.Veg.aufn.
111	1322, 1323
112	1323
113	1323
114	1325
115	1325
116	1325
117	1626
118	1526
119	1526
120	1524
121	1523
122	1526
123	1625
124	1324, k.Veg.aufn.
125	1324, k.Veg.aufn.
126	1324, k.Veg.aufn.
127	1324, k.Veg.aufn.
128	1324, k.Veg.aufn.
129	1324, k.Veg.aufn.
130	1324, k.Veg.aufn.
131	1323, k.Veg.aufn.
132	1323, k.Veg.aufn.
133	1323, k.Veg.aufn.
134	1323, k.Veg.aufn.
135	1323, k.Veg.aufn.
136	1323, k.Veg.aufn.
137	1323, k.Veg.aufn.
138	1323, k.Veg.aufn.
139	1323, k.Veg.aufn.
140	1225
141	1224
142	1224
143	1224
144	1225
145	1225
146	1225
147	1225
148	1224
149	1224
150	1721
151	1424
152	1325
153	1321, 1322
154	1425
155	1426
156	1325
157	1325
158	1625
159	1626
160	1626
161	1526
162	1525
163	1525
164	1525
165	1524
166	1524

Waldgebiet-Nr.	TK-Nr.
167	1624
168	1623
169	1623
170	1425
171	1425
172	1424
173	1425
174	1425
175	1425
176	1524
177	1422
178	1421
179	1521
180	1521
181	1421
182	1521
183	1521
184	1221
185	1322
186	1123
187	1121
188	1221
189	1220
190	1322, 1422
191	1220
192	1220
193	1322
194	1320
195	1721, 1821
220	1124
230	2230 (Ratzebg. See)

Die Nummern 196-219 und 221-229 wurden nicht vergeben.

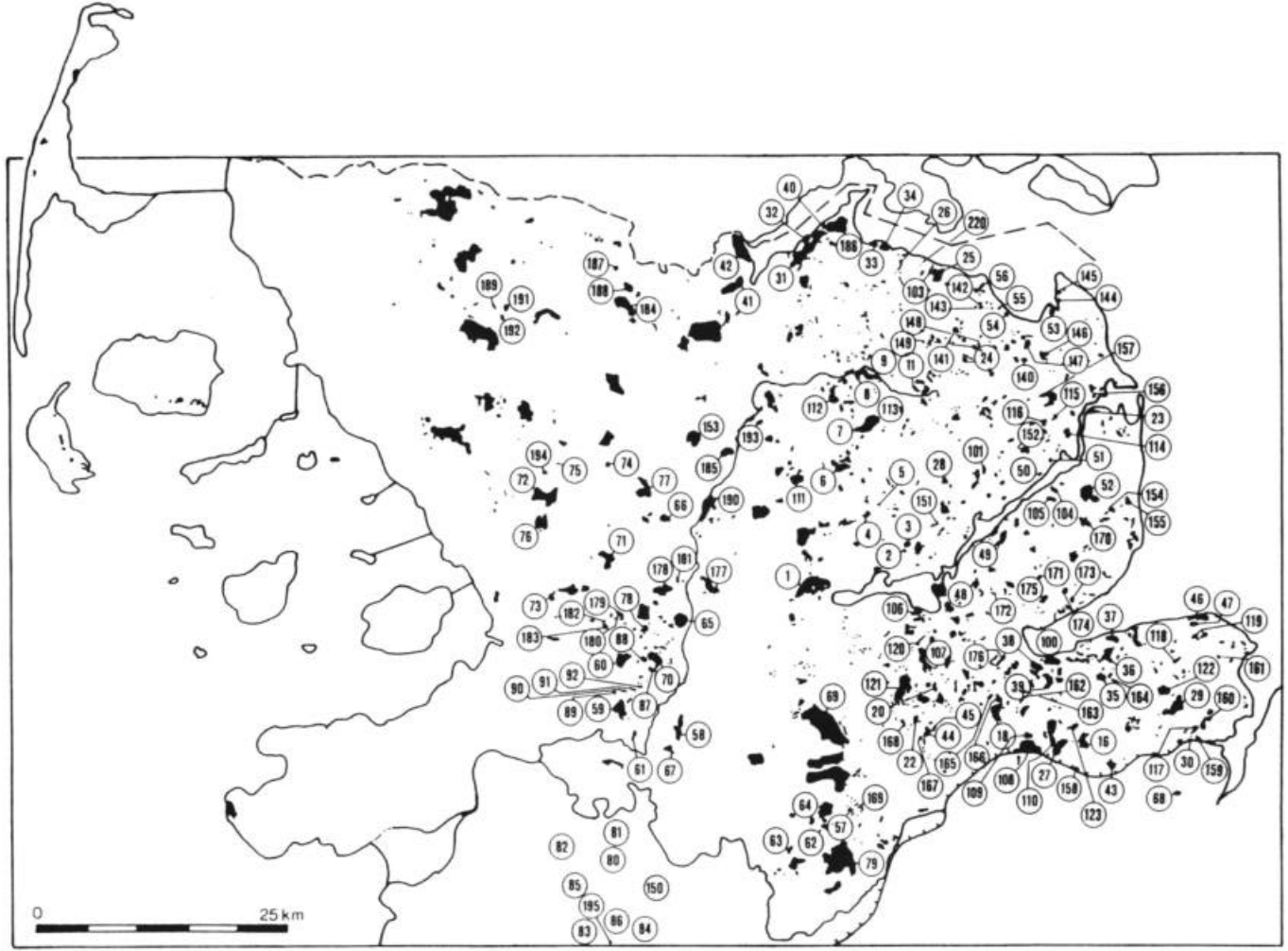


Abb.1: Lage der untersuchten Waldflächen im Landesteil Schleswig und angrenzenden Gebieten (Nummern zu Waldgebieten, in denen keine Vegetationsaufnahmen angefertigt wurden, blieben aus Gründen der Übersichtlichkeit unberücksichtigt)

12. Register

Abieti-Fagetum 181
Ackerbaukultur 25
Actaeo-Fagetum 137
Agrarreform 38
Ahorn-Eschen-Hangwald 147
Algorithmus (Statistik) 69ff
Alnetum incanae 87
Alno-Fraxinetum 91ff, 343
- Beschreibung 92ff
- Synchorologische Aspekte 112ff
- Synökologischer Vergleich 107ff
- Untereinheiten 94ff
Alno-Makrophorbietum 91
Alno-Padion 85
Alno-Ulmion 85ff, 92, 102, 117, 185, 354
- Gefährdung 291
- Gliederung 87ff
- Schutzmaßnahmen 292
Alnus glutinosa-Gesellschaft 85
Altersklasse 65
Altmoränenkomplex 15
Aluminium-Puffer-Bereich 205
Angeln 15, 21, 26, 30ff, 34, 39
Anmooroxigley 97, 100
Anmoorquellengley 97, 100, 107
Aperion 135
Artenschutz 296f
Artmächtigkeit 49
Asperulo-Fagetum s. Galio odorati-Fagetum
Assoziation (z. Begriff) 56f
Assoziationscharakterart 49, 54
Assoziationsvikariante 91
Atlantikum 24
Atlantischer Klimakeil 21
Auenwald 85, 116
Auenwaldstandort 85
Austauscher-Pufferbereich 205
Auswehungsprozesse 238
Avenella-Buchenwald 224, 230ff
Avenella flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft 135, 230ff, 346
- Beschreibung 230ff
- Synchorologische Aspekte 248ff
- Synökologischer Vergleich 246ff
- Untereinheiten 234ff

Bänder-Parabraunerde-Podsol 257
Basalgesellschaft 49, 58, 61
Basengradient 361
Basensättigung 63 (Bestimmung), 336
Bauerneigentum 38, 40
Baumschäden 65
Baumschicht 42, 46ff
Belaubung 11, 65f
Beschirmungsgrad 46
Bestandesdynamik 304, 306
Bestandespflege 290
Bestandesstruktur 304
Betulo-Quercetum 251ff, 277, 347
Betulo-Quercetum - Hochwälder 252ff
- Beschreibung 252ff
- Synchorologische Aspekte 277ff
- Synökologischer Vergleich 273ff
- Untereinheiten 256ff
Betulo-Quercetum - Niederwälder 281ff
- Beschreibung 281ff
- Untereinheiten 285ff
Betulo-Quercetum petraeae 251
Betulo-Quercetum roboris 251
Bewirtschaftungsform 283
Bioturbation 117
Biscopornum 29
Bleichkörner 196, 200
Bodenart 61
Bodenbildung 19
Bodenfließen 200
Bodenform 10, 62
Bodentyp 61, 80
Bohrstock 61
Bondenhölzung 38, 42, 46
Braunerde-Kolluvium 171
Braunerde-Podsol 256, 259, 266, 286
Braunerde-Rendzina 147
Bredstedt-Husumer-Geest 15
Brennholz 43
Bronzezeit 25f, 42
Bruchwald 85
Buchen-Eichen-Wald 280
Buchen-Eichenwald 251, 268
Buchenschäden 66, 317
C/N-Verhältnis 64 (Bestimmung), 337
Calamagrostio arundinaceae-Quercetum 228
Calluna-Heide 251

Carici elongatae-Alnetum 85
Carici piluliferae-Fagetum 215, 230
Carici piluliferae-Fagion 215
Carici remotae-Fraxinetum 87, 92
Carici-Fagetum 134
Carpinion 164, 211
Carpino-Fraxinetum 87
Cephalanthero-Fagenion 134
Charakterart 51
Chroma 62
Chrysosplenio alternifolii-Alnetum 87, 92
Chrysosplenio alternifolii-Fraxinetum 87, 92
Chrysosplenio oppositifolii-Alnetum 87, 92, 102
Circaeo-Alnetum 91
Cluster 70f
Clusteranalyse 71f, 343ff
Crepis paludosa-Fraxinus excelsior-Gesellschaft 116ff, 344
- Beschreibung 116ff
- Synchorologische Aspekte 131ff
- Synökologischer Vergleich 127ff
- Untereinheiten 118ff
DANCKWERTH 30
Dänischer Wohld 15, 30
Dauerlinie 81f, 127
Degenerationsphase 66
Deichbau 17, 43
Dentario-Fagetum 181
Deschampsio-Fagetum 215, 230
Dicrano-Fagetum 243
Dicranum majus-Buchenwald 243
Differentialart 49, 51, 57
Diskriminanzanalyse 69f, 77f, 356ff
Diskriminanzfunktion 79
Drahtschmielen-Buchenwald 230
Duvenstedter Berge 14
Dwogmarsch 19
Edaphon 131, 199
Eichen-Hainbuchen-Wald 164, 212
Eichenkratt 42
Eichenmischwald 24f, 227, 251
Eichenrückgang 40
Eider-Treene-Niederung 15
Eiderstedter Marsch 17
Eigenwert (Statistik) 74
Einstauraten 98
Einzelkorngefüge 259
Eisen-Humus-Komplex 257

Eisen-Humus-Podsol 266, 275
Eisenwald 30, 34
Eisenzeit 26, 29
Eluvialprozeß 200
Eluvialhorizont 218, 256, 275
Entkalkung 145, 174
Erlen-Eschenwald 93
Erneuerungszyklen 307
Ersatzgesellschaft 135, 251
Eschen-Auenwald 91
Euklidisches Abstandsmaß (Statistik) 71
Explorationstriebe 66
F-Mull 185, 189
Fagetalia sylvaticae 85
Fagetalia-Art 91, 107, 182
Fagetalia-Basalgesellschaft 216ff
Fagetum boreoatlanticum 181
Fagetum boreoatlanticum allietosum 136
Fagetum boreoatlanticum elymetosum 136
Fagion 133ff
- Gefährdung 293
- Gliederung 134f
- Schutzmaßnahmen 293
Fago-Quercetum petraeae 227, 251
Farbhelligkeit 62
Farbintensität 62
Farbtafel 62
Farbtiefe 62
Farbton 62
Farriswald 29
Feinpolyedergefüge 185, 218
Feldgemeinschaft 38
Fermentationshorizont 204, 257
Festuco-Fagetum 181
Feuchtegradient 361
Flattergras-Buchenwald 213ff
Flottsandauflagerung 218
Fockbek 29
Formation 54f
Formationskriterien 54
Förna 176, 182, 234
Fragmentbestände 58
Fragmentgesellschaft 58
Fraxino-Alnetum 92
Fraxino-Fagetum 148
Fraxino-Fagetum balticum 149
Früh-Mittelalter 26

Galio odorati-Fagenion 134, 207
Galio odorati-Fagetum 134, 181ff, 346
- Beschreibung 181ff
- Synchorologische Aspekte 206ff
- Synökologischer Vergleich 200ff
- Untereinheiten 184ff
Galium harcynicum-Nutzungsform 285
Ganglinie 81
Ganglinienverlauf 121
Gebietsassoziation 52, 87
Gefügeform 19
Genisto tinctoriae-Quercetum 228
Geologie (des Untersuchungsgebietes) 14
Geophyten 93, 116
Gesamtvarianz (Statistik) 70, 73ff
Geschiebelehm 205
Geschiebemergel 19, 98, 137
Geschiebesandlinsen 26
Gesellschaft 58
Gletschertor 15
Gley 17, 100
Gley-Podsol 19, 253, 268, 286
Grenzstandort 165, 275
Grundgesellschaft 59
Grundwasserboden 116
Grundwassereinfluß 97, 109
Grundwasserspiegel 107
Grundwasserspiegelsenkung 292
Gruppenzentroid (Statistik) 77
Gyttja 97
H-Wert 336
Hainsimsen-Eichenwälder 233
Hallenwald 168, 181
Hangwald 142
Hartholz 42
Hauptkomponente (Statistik) 74
Hauptkomponentenanalyse 70, 72ff, 347ff
Hauptkomponentenraum 73f
Hedero-Fagetum 137
Hellebori foetidi-Fagetum 136
Hoch-Mittelalter 27
Hochmoor 19
Hochwald 224
Hohe Geest 15
Holm 15
Holozän 14, 24
Holzgewinnung 43

Hordelymo-Fagetum 134, 136ff, 346
- Gliederung 136f
- Subassoziations-Gruppe von Geum urbanum 148ff
- Subassoziations-Gruppe von Lathyrus vernus 137ff
- Typische Subassoziations-Gruppe 168ff
Hue 62
Humifizierungshorizont 236, 257
Humusform 97, 185, 204, 234
Humushorizont 131
Husumer Geest 30
Hüttener Berge 14, 30, 34
Hydrologie 64
Identifikation (Statistik) 70
Ilici-Fagenion 226
Ilici-Fagetum 249
Ilici-Fagion 226
Illuvialprozeß 196
Immission 320
Isharno 29f
Kalkbuchenwald 148
Kalkmarsch 19
Kalziumkarbonat 65, 102
Kennart 51, 54f
Kennarten-Definition 51
Kernwüchse 296
Kernzone 308
Kiefernforst 251
Klassencharakterart 49
Klassifikation (Statistik) 70
Klassifizierung (Statistik) 71
Kleimarsch 19
Kliffküste 137
Klima 21
Klimaxbegriff 323
Knickmarsch 19
Kohlenstoff (Bestimmung) 64
Köhlerei 26, 43
Kolluvium 160
Kornpodsoligkeit 192
Kratt 42, 251, 282, 295
- Bewirtschaftung 288
- Flora 287
- Nutzung 287
Krautschicht 48
Kronenschlußgrad 46, 320
Kryoturbation 15
Ladung (Statistik) 72, 74

Lagerungsdichte 150, 160, 171, 187, 196, 218, 237
Landschaftsbild 14
Lathyro-Fagetum 136, 137
Laubdeposition 48
Laubmischwald 25
Laubverlagerung 234, 246
Laubverwehung 145, 241
Lebensräume 9
Lecker Geest 15
Lehmzeiger 196
Lessivierung 151
Lessivierungshorizont 275
Leucobryo-Fagetum 243
Leucobryum-Fagus-Gesellschaft 243
Lockergestein 141
Luzulo pilosae-Fagetum 230
Luzulo-Fagetum 236
Luzulo-Fagion 224
Luzulo-Quercetum 228, 233, 249, 251, 277
Luzulo-Querco-Fagetum 225
Maianthemo-Fagetum 230
Marmorierung 171, 187, 237
Marsch 17
Mastnutzung 44
Meerestransgression 15
Melampyro-Fagetum 225
Melico-Fagetum 136, 181
Melico-Fagetum geetosum 148
Mercuriali-Fagetum 137
Milio-Fagenion 215
Milio-Fagetum 181
Mineralisation 102, 131, 176
Minimum-Varianz-Methode (Statistik) 71
Mischholz 42
Mnio-Fagetum 230
Molineatalia-Arten 117, 131
Molinietalia-Arten 92
Montio-Cardaminetea-Arten 117
Moosschicht 48
Moränenkomplex 14
Moränenlandschaft 14
Moränenrücken 14
Mullartiger Moder 189, 204
Multivariate Methoden 68ff
MUNSELL-Farbwert 62
N-Deposition 183
Naturschutz (-aspekte) 289ff

Naturverjüngung 93, 116, 289, 290, 292
Nachwärmezeit 25
Naturwaldparzelle 308
Naturwaldreservate 302ff
- Ausweisungskriterien 305ff
- Ausweisungsvorschläge 310ff
- Bedeutung 302ff
Nelkenwurz-Waldgersten-Buchenwald 148ff, 160
Neolithikum 25
Niedermoor 15, 19
Niederschlagssummen 21
Niederschlagsverteilung 21
Niederwald 42, 286, 295 (vgl. auch 'Kratt')
- Bewirtschaftung 40, 283
- Nutzung 286
Nitrifikationsgrad 236
Nitrifikationsrate 236
Nitrobakter 236
Nitrosomonas 236
Nordfriesische Geestinseln 15
Nordfriesische Marsch 17
Nordfriesische Marschinseln 17
Oberbodenverhagerung 241
Oberbodenversauerung 185
Ökogramm 132, 211
Optimalphase 306
Ordination 341, 354
Ordinationsschema 351
Ordnungscharakterart 49
Ostenfelder Geest 39
Östliches Hügelland 14
Owschlag 15
Oxalido-Fagetum 213
Oxalis-Milium-Buchenwald 213
Oxidationshorizont 97, 121
Oxigley 118, 121, 131
Ozeanität 21
Parabraunerde 17, 136, 181, 185, 218, 234, 238
Parabraunerde-Podsol 245, 256, 266, 273
Parabraunerde-Pseudogley 160
Pararendzina 136, 142
Pararendzina-Kolluvium 174
Pedokomplex 17, 221
Periclymeno-Fagetum 227, 230
Perlgras-Buchenwald 205
pF-Wert 196
Pflanzensoziologisches System 55

pH-Wert 64 (Bestimmung), 336
Phäno-Al 200, 218
Phäno-Parabraunerde 199, 218, 234, 237
Phragmitetea-Arten 92
Pino-Quercetum 228
Platterbsen-Waldgersten-Buchenwald 137ff
Potentielle natürliche Vegetation (pnV) 322ff
- Begriffliche Grundlagen 322
- Kartierungsmethoden 325
- Praktische Anwendung 325
Podsol 19, 256
Podsol-Braunerde 256, 257, 286
Podsol-Parabraunerde 245, 256
Podsol-Solum 274
Podsolierung 234, 259
Podsolierungsgrad 275
Podsolierungsgradient 361
Polygono-Chenopodion 135
Polytrichum-Fagus-Gesellschaft 243
Postglazial 15
Primärwaldrest 286
Probennahme (Methode) 63
Profildifferenzierung 109, 151, 174, 189, 192, 266
Pruno padi-Fraxinetum 87
Pseudogley 17, 136, 148, 150
Pseudogley-Braunerde 171, 174
Pseudogley-Braunerde-Kolluvium 174
Pseudogley-Gley-Podsol 268
Pseudogley-Kolluvium 160
Pseudogley-Parabraunerde 170, 179
Pseudogley-Parabraunerde-Podsol 259, 262, 273
Pseudogley-Podsol 262
Pufferzonen (Waldschutz) 296, 307
Pulmonario-Fagetum 136
Quellflurelement 93
Quellzeiger 102
Quercetalia robori-petraeae 215, 223ff
- Gliederung 224ff
Quercetalia-Basalgesellschaft 219ff
Quercion (Hochwälder)
- Gefährdung 293
- Schutzmaßnahmen 295
Quercion (Niederwälder)
- Pflegemaßnahmen 295f
Quercion robori-petraeae 230
Quercion-Arten 256
Querco-Carpinetum asperuletosum 148, 181

Querco-Carpinetum dryopteridetosum 181
Querco-Fagetea-Arten 91, 123, 150
Quercus robur-Carpinus betulus-Gesellschaft 209ff
Rangstufe (Synsystematik) 54, 59
Raseneisenstein 26
Reduktionshorizont 97
Regenerationsfähigkeit 283
Regressionsmethode 76
Regulierung der Schalenwildbestände 290
Reher Kratt 296
Repräsentation (Statistik) 70
Resignationsphase (Waldschadenserhebung) 68
Restgesellschaft (Synsystematik) 58f
Restvarianz (Statistik) 74
Ribeso sylvestris-Fraxinetum 87, 92
Rodung 29, 42f
Rohhumus 262
Rohhumusartiger Moder 234
Rostbraunerde 17, 196, 199, 234, 238, 256
Rumpfassoziation 59, 134
Rumpfgesellschaft 58f
S-Wert 64 (Bestimmung), 336
Sanderfläche 26
Sandergeest 15
Sanderwurzel 15
Sauerklee-Buchenwald 213ff
Schadbild (Buche) 319
Schadenserhebung 65
Schadenswert 317
Schädigungsgrad 317
Schadindex 317
Schadstoffdeposition 320
Schadstufe 66, 317
Schadstufen-Schlüssel 66
Schadwirkung 320
Schlagfläche 297
Schlagflur 233
Schlagflurgesellschaft 283
Schlagholz 42
Schleswigsche Geest 30
Schleswigsche Vorgeest 15
Schmelzwassersand 15
Schutzaspekte (Wald-) 289
Schwansen 15, 29, 34
Semiterrestrische Böden 97
Senecioni-Epilobietum 283
Sesquioxidanreicherung 257

Sickerwasserzeiger 102, 110
Siedlungszeiger 26
Silbergrasflur 251
Solifluktion 15, 156
Solum 61
Soziabilität 49
Spät-Mittelalter 30
Staatsforst Schleswig 34
Stagnationsphase 66
Stauwasserboden 148
Stauwassereinfluß 160
Stauwasserkörper 237
Stauwassersohle 151
Stellario-Alnetum glutinosae 87
Stellario-Carpinetum 165
Stetigkeit 51
Stetigkeitsklasse 51
Stetigkeitstabelle 48
Stickstoff (Bestimmung) 64
Stickstoff-Sperre 205
Stickstoffmineralisation 241
Stieleichen-Hainbuchenwald 209ff
Stockhieb 296
Streurechen 241
Strukturdiagramm (Strukturbeschreibung) 182
Subassoziations-Gruppe 136
Subtyp 62
Subvarietät 62
Sumpfpippau-Eschenwald 123
Syntaxon 50
Synthetisches Merkmal (Statistik) 363
Tabellendarstellung 48f
Tabellenkopf 48
Temperatur 21
Terminalphase 306
Terra fusca 147
Tilio-Acerion 147
Tonanreicherungshorizont 19, 185
Tonverarmungshorizont 19
Topographie 14
Totholz (-körper) 48, 290
Trientali-Fagetum 230
Tunneltal 15
Typische Artenverbindung 51
Typischer Moder 199, 200, 216, 234
Typischer Mull 171
Umtriebszyklus 283

Urwaldforschung 306
Vaccinio vitis-idaeae-Quercetum 228
Value 62
Varietät (Bodentypologie) 62
Varimax-Methode (Statistik) 75
Vegetationsaufnahme 48
Vegetationsgeographische Charakteristika (USG) 327
Vegetationskundliche Methoden 46
Verbandcharakterart 49
Verhagerungszeiger 112
Verhüttung 26
Verjüngung 289
Verjüngungsphase 306
Verkoppelung 30, 38, 42
Verkoppelungserlaß 38
Verkoppelungsgesetze 39, 212
Vermoorung 17
Violo reichenbachianae-Fagetum 136
Violo-Quercetum 227, 251
Vitalität (Buche) 320
Vitalitätsstufe (Buche) 66
Vitalitätszustand (Buche) 65
Völkerwanderung 26, 27
Vorwald 234
Waldbegriff 46
Waldbiotopschutz 290
Waldentwicklung 25, 38
Waldfunktionen 289
Waldgeschichte 24
Waldmeister-Buchenwald 181ff
Waldnutzung 289
Waldnutzungsrecht (Schleswig-Holstein) 39
Waldrandpflege 301
Waldreichtum 30
Waldreservat 307
Waldrückgang 42
Waldsaumgesellschaft 320
Waldschäden (in Schleswig-Holstein) 317ff
Waldschadensanalyse (Methoden) 66
Waldschadenserhebung (Methoden) 65
Waldschutz 302
Waldschutzgebiet 302, 304
Waldschwingel-Waldmeister-Buchenwald 199
Waldstruktur 320
Waldverwüstung 43
Waldweide 44, 286
WARD-Verfahren (Statistik) 72

Weichholz 42
Weichholzgerechtsame 38, 42
Weichsel-Vereisung 14
Wiesenkalk 176
Wildverbiß 182
Wipfeltrieb (Buche) 65
Wirtschaftswald 307
Wurzelraum 200
Zeigerwert (sensu ELLENBERG) 341
Zerfallsphase 306
z-Standardisierung (Statistik) 73, 75
Zwischenholzart 183

MITTEILUNGEN DER ARBEITSGEMEINSCHAFT GEOBOTANIK IN SCHLESWIG-HOLSTEIN UND HAMBURG e.V.

Folgende Hefte sind noch lieferbar:

24, 1974 CLAUSEN, W., Zur Geschichte und Vegetation ostholsteinischer Stockausschlagwälder, 125 S., DM 8.20

25, 1975 USINGER, H., Pollenanalytische und stratigraphische Untersuchungen an zwei Spätglazialvorkommen in Schleswig-Holstein, 183 S., DM 16,80

26, 1976 MÖLLER, H., Soziologisch-ökologische Untersuchungen der Sandküstenvegetation an der schleswig-holsteinischen Ostsee, 166 S., DM 25,30

27, 1976 KLINGER, P.-U., Bearbeitung der mitteleuropäischen Sphagna cuspidata..., 59 S., DM 4,50

28a 1977 SCHREITLING, K.-Th., Wir bestimmen Laubbäume im Winter, 47 S., DM 4,00

28b 1977 SCHREITLING, K.-Th. Wir bestimmen Bäume im Sommer, 28 S., DM 2,40

29, 1978 MARTENSEN, H.-O. u. W. PROBST, Synoptische Rubus-Flora für Nordwestdeutschland und Nordeuropa, 144 S., DM 10,80

31, 1981 RAABE, E.W., Über die Vegetation des Vorlandes an der östlichen Nordseeküste, 124 S. und farbige Vegetationskarte, DM 20,80

32, 1982 RAABE, E.W., C. BROCKMANN u. K. DIERSSEN, Verbreitungskarten ausgestorbener, verschollener und sehr seltener Gefäßpflanzen in Schleswig-Holstein, 317 S., DM 30,00

33, 1984 Dierßen, K., Zur Flora u. Vegetation Schleswig-Holsteins und angrenzender Gebiete - Dem Andenken an E.W. RAABE gewidmet, 315 S., DM 34,00

35, 1985 GULSKI, M., Landschaftsökologische Untersuchungen im Hellbachtal (Kreis Herzogtum Lauenburg), 109 S., DM 10,80.

36, 1986 JANSEN, W., Flora des Kreises Steinburg, 403 S., DM 34,00

37, 1987 ALTROCK, M., Vegetationskundliche Untersuchungen am Vollstedter See unter besonderer Berücksichtigung der Verlandungs-, Niedermoor- und Feuchtgrünland-Gesellschaften, 128 S., DM 15,50.

39, 1988 MIERWALD, U., Die Vegetation der Kleingewässer landwirtschaftlich genutzter Flächen. Eine pflanzensoziologische Studie aus Schleswig-Holstein, 286 S., DM 30,00.

43, 1992 LÜTT, S., Produktionsbiologische Untersuchungen zur Sukzession der Torfstichvegetation in Schleswig-Holstein, 272 S., DM 20,00

44, 1992 Lütke Twenhöven, F., Untersuchungen z. Wirkung stickstoffhaltiger Niederschläge auf die Vegetation von Hochmooren, 172 S., DM 20,00

46, 1994 Zimmer, D., Erfassung der Flechtenflora der Stadt Kiel sowie ihre Auswertung unter immissionsökologischen Aspekten, 140 S., DM 15,00

47, 1994 Wagner, Chr., Zur Ökologie der Moorbirke Betula pubescens EHRH. in Hochmooren Schl.-Holsteins unter besonderer Berücksichtigung von Regenerationsprozessen in Torfstichen, DM 20,00

Die Preise gelten für Mitglieder der AG Geobotanik, für Studierende und für den Buchhandel. Sie entsprechen den reinen Herstellungskosten.

Anschrift der Arbeitsgemeinschaft:

Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.
Neue Universität, Biologiezentrum N 41a, D-24098 Kiel 1.

Tab. 13

Hordelymo-Fagetum Kuhn 37 em. Dierschke 89, Geum urbanum-Subassoziations-Gruppe

1. Typische Subassoziation
   1.1. Lonicera periclymenum-Gebietsvariante
   1.2. Primula elatior-Gebietsvariante
2. Corydalis cava-Subassoziation
   2.1. Lonicera periclymenum-Gebietsvariante
   2.2. Primula elatior-Gebietsvariante

1. / 1.1. / 1.2. / 2. / 2.1. / 2.2.

Laufende Nr. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 | 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 | 62 63 64 | 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88

Aufnahme-Nr. 184 203 247 588 589 591 592 597 598 731 164 165 178 179 186 195 232 730 | 6 28 97 108 113 125 118 568 19 53 82 83 93 98 101 121 128 129 162 105 106 | 92 116 120 122 125 137 35 359 375 386 396 10 158 144 147 156 157 160 45 326 327 328 | 596 515 516 | 572 312 313 332 308 146 316 402 407 1 3 20 563 571 580 581 332 320 321 322 324 100 7 0

Waldgebiet-Nr. 58 62 67 67 67 67 67 58 58 58 57 57 58 58 59 61 65 58 | 24 28 46 49 51 1 1 141 16 36 18 18 20 46 47 1 1 1 25 49 49 20 52 1 1 1 29 108 111 5 114 25 25 53 54 25 25 36 36 103 25 25 | 58 67 67 | 144 101 101 104 100 108 101 116 116 2 20 2 140 143 149 148 104 26 26 26 26 25 25 25

Gemi./Ostl. Hügelland G G G G G G G G G G G G G G G G G G | H H H

Tab.17

Gelände-Nr. Fagetum Scrophulario nodosae et Tilli 53 em. Pirc=Lohe 69

1. Ranunculus ficaria-Ausbildung (monotyp.)
1.1. Deschampsia cespitosa-Variante
1.1.1. Typische Subvariante
1.1.2. Stellaria nemorum-Subvariante
2. Corylus avellana-Subassoziation
2.1. Typische Subassoziation
2.2. Deschampsia cespitosa-Variante

1. | 1.1. | 1.1.1. | 1.1.2. | 2. | 2.1. | 3. | 3.1. | 3.1.1. | 3.1.2. | 3.2. | 4. | 4.1. | 4.2.

Laufende Nr. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147

Aufnahme-Nr. 192 192 192

Tab. 20

Artenarme Buchenwald-Gesellschaften

1. Fagetalia-Basalgesellschaft
2. Quercetalia-Basalgesellschaft

			1.														2.																	
Laufende Nr.			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27					
Aufnahme-Nr.			524	526	528	529	527	705	709	721	707	743	708	701	719	199	702	724	726	727	728	729	735	744	773	774	775	776	780					
Waldgebiet-Nr.			90	89	91a	91b	89	181	179	58	181	70	178	177	58	62	177	58	58	58	58	58	77	70	189	189	191	192	193					
Geest/Östl. Hölland			G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G					
Bodenprofil-Nr.							195		169	194					172			162	168		170	171												
Aufnahmemonat			9	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	9	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7					
Inkl.(^{0})/Expos.									20									1N																
Deckung B1 (%)			80	90	90	90	70	80	80	80	75	85	75	95	75	85	85	65	85	85	90	75	80	85	90	90	85	90	85					
Deckung B2 (%)			10	5	2	3	15	3	25	0	1	5	15	7	2	2	5	1	1	2	10	5	2	1	2	2	10	2	2					
Deckung St (%)			0	<1	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	<1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Deckung K (%)			85	60	65	70	75	85	75	80	80	70	75	75	65	75	93	70	85	85	80	70	55	80	65	75	60	70	70					
Deckung Kgypt.(%)			<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	3	2	2	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	0	1					
Fläche (m^{2})			63	150	100	100	100	100	120	120	100	64	80	100	150	100	100	100	100	100	150	100	64	64	100	100	64	100	100					
Artenzahl			23	20	25	20	23	16	20	19	18	20	30	24	18	26	21	20	23	20	23	24	25	20	24	22	23	25	25					
Fagus sylvatica	B1		5.5	4.5	4.5	5.5	2a1	4.5	3.3	4.5	4.5	3.4	3.4	4.4	4.5	4.5	5.5	4.5	5.5	5.5	5.5	3.4	3.4	4.5	2a1	4.4	3.4	3.4	5.5	4.5				
	B2		2a3	+.1	.	+.1	2a1	+.1	.	.	+.1	+.1	2a1	2a1	+.1	+.1	.	+.1	+.1	+.1	2a3	+.1	+.1	+.1	.	+.1	2a1	+.1	+.1	.				
	St		.	+.1	.	.	+.1	.	.	.	+.1	.	.	.	.	.	+.1	.	.	.	.	.	.	.	+.1	.	.	.	.	.				
	K		.	1.1	1.1	.	+.1	1.1	1.1	+.1	+.1	+.1	1.1	.	.	+.1	1.1	.	+.1	.	+.1	1.1	1.1	+.1	1.1	.	.	.	.	.				
Quercus robur	B1		+.1	2b3	+.1	+.1	4.5	2b3	3.4	2b3	2b3	3.5	3.4	.	+.1	2a3	.	.	.	+.1	3.4	3.4	2b1	4.5	4.5	4.4	3.4	2a1	2b3					
	K		+.1	.	+.1	1.1	+.1	.	.	+.1	.	+.1	+.1	+.1	+.1	r.1		+.1	+.1	.	.	+.1	+.1	.	.	.	.	.	.					
Acer pseudo-platanus	B1		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a1	.	+.1	.	.	.					
	K		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	1.1	.	I	I					
Carpinus betulus	B1		.	.	2b3	.	.	.	.	.	2b3	2b3	.	.	.	.	.	.	.	.	2a1	.	.	.	.	.	.	I	.					
	B2		.	.	.	+.1	+.1	.	2b1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a1	.	.	.	.	.	.	.	I	+					
	K		.	+.1	+.1	+.1	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	+.1	r.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II	I				
Fraxinus excelsior	K		.	.	+.1	r.1	.	r.1	.	.	.	.	+.1	.	.	.		.	r.1	+.1	.	.	.	.	+.1	.	.	+.1	.	I	II				
OC Fag. Lamiastrum galeobdolon			2a3	2m1	2m3	2a4	2a4	2m3	2m1	1.3	2a3	1.1	2m1	2m1	1.1	1.2	2m1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.				
	Stellaria nemorum		.	.	.	.	.	.	.	1.3	1.3	+.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.				
	Sambucus nigra (St,K)		.	.	+.1	r.1	.	.	.	.	r.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.				
	Atrichum undulatum		1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	2m3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.				
	Circaea lutetiana		.	.	.	r.1	.	.	.	.	.	r.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.				
OC+DO	Malanthemum bifolium		.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	.	1.1	.	2m3	2m1	.	2m1	1.1	2m1	1.1	+.1	2m1	+.1	1.1	2m1	2m1	2m3						
Querc.	Polytrichum formosum		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m3	2m3	1.3	.	.	1.3	2m3	2m3	1.3	1.3	2m3	2m3	2m3	2m3	2m3	2m3	2m3	2m3					
	Avenella flexuosa		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					
	Frangula alnus (St,K)		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r.1	r.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					
KC	Milium effusum		3.4	3.5	4.5	2a3	2a4	2m3	2m2	2m2	2a4	2m2	1.2	2m2	2m3	2a4	1.2	2a3	2m3	2m3	2m2	2b4	1.2	2m2	2m3	2a3	2a3	2a3	2m3					
	Anemone nemorosa		v	2m1	2m1	v	2m1	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v					
	Stellaria holostea		2a4	2a4	2m3	2m3	2a4	2a4	2m3	2a4	2m3	2m3	2m3	2m3	.	1.2	2m3	2m3	1.3	2m3	2m3	2m3	2a3	2a3	2a3	2m3								
	Polygonatum multiflorum		1.3	1.3	1.3	.	1.3	1.3	1.3	.	1.3	+.1	1.3	1.3	1.3	1.1	1.3	+.1	+.1	1.3	+.1	1.3	.	1.3	1.3								
	Convallaria majalis		.	.	.	.	2m3	2m2	1.2	2m2	2m2	+.1	1.2	.	2m2	3.4	.	2b3	1.2	1.2	2m2	2m2	1.2	1.1	2m1	2m1	2a3	.	1.1					
	Hedera helix (K)		.	1.1	2m1	2m1	1.1	.	.	1.1	.	.	.	.	2m1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	+.1	1.1	1.1	1.1	1.1	+.1	2m1	2m1					
	Athyrium filix-femina		1.2	.	.	1.2	.	.	.	1.2	.	.	.	1.2	.	1.2	.	+.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.					
	Corylus avellana (K)		r.1	+.1	.	.	+.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r.1	r.1	.	.					
	Mochringia trinerva		.	2m3	1.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.3	1.3	.					
	Crataegus laevigata agg. (K)		r.1	.	r.1	r.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					
	Carex remota		.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	+.2	+.2	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I				
Sonstige	Oxalis acetosella		2m3	2a3	2m3	3.4	2a3	5.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	2a3	5.5	3.4	5.5	5.5	5.5	5.5	3.4	3.4	4.5	4.4	4.5	2m3	3.4	4.5				
	Sorbus aucuparia (St,K)		+.1	1.1	1.1	1.1	+.1	+.1	1.1	+.1	.	1.1	+.1	1.1	+.1	1.1		+.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	2a3	1.1	+.1				
	Dicranella heteromalla		2m3	2m2	2m2	.	2m2	2m2	2m2	2m2	.	2m2	2m3	2m3	2m3	.	2m2	2m3	2m2	2m2	2m2	2m2	2m2	2m2	2m2	2m2	2m2	.	2m2					
	Mnium hornum		2m2	2m2	2m2	2m2	.	2m2	2m2	.	2m2	2m3	2m3	2m3	2m3	2m2	2m3	.	2m3	2m2	2m3	2m3	2m2	2m3	2m2	2m2	2m2	2m3	.	2m3				
	Rubus idaeus		1.1	1.1	.	.	1.1	.	+.1	+.1	.	+.1	.	+.1	+.1	1.1	1.1	1.1	.	+.1	+.1	1.1	1.1	+.1	+.1	1.1	+.1	+.1	1.1	1.1				
	Lonicera periclymenum		.	1.1	2m3	2m1	2a4	.	2m1	.	+.1	.	1.1	1.3	1.1	2a3	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	2m1	1.1	1.1	2a3	1.1	1.1	2a3	1.1					
	Rubus fruticosus agg.		1.1	1.1	+.1	+.1	1.1	.	.	+.1	.	+.1	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	r.1	r.1	+.1	1.1	1.1	1.1	2a3	.					
	Luzula pilosa		.	.	.	1.2	.	+.2	.	1.2	.	1.2	+.2	.	+.2	1.2	1.2	1.2	+.2	.	+.2	1.2	1.2	1.2	1.2	.	1.2	1.2	1.2	1.2					
	Dryopteris dilatata		1.2	.	.	.	+.2	+.2	1.2	.	.	+.2	+.2	1.2	.	.	1.2	.	.	.	.	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2					
	Galeopsis bifida et tetrahit		1.1	1.1	.	.	1.1	.	.	.	+.1	.	r.1	.	r.1	.	.	.	+.1	.	1.3	r.1	+.1	.	+.1	1.1	+.1	.	.					
	Dryopteris carthusiana		1.2	.	.	.	1.2	.	+.2	.	+.2	.	.	.	.	1.2	1.2	+.2	.	.	1.2	1.2	.	.	.	.	1.2	+.2							
	Hypnum cupressiforme		.	.	.	.	2m2	.	.	2m2	.	2m2	2m2	.	2m2	.	.	.	.	1.2	.	.	.	2m2	.	.	.	.							
	Stellaria media		.	.	.	1.1	.	r.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	+.1	.							
	Dactylis glomerata agg.		+.2	.	+.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	+.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.							
	Carex pilulifera		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	+.2	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.							
	Plagiothecium curvifolium		.	.	.	.	.	.	.	2m2	2m2	2m3	.	.	.	.	.	2m2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.							

Zusätzlich vorkommende Arten (Aufnahme-Nr./Deckung.Soziabilität):

je dreimal: Lophocolea heterophylla 3/2m2, 11/1.2, 14/2m2

je zweimal: Holcus mollis 8/1.3,, 26/+.1
Plagiothecium succulentum 3/2m2, 12/2m3
Viburnum opulus (St,K) 1/+.1, 2/+.1
Viola riviniana et reich. 4/1.2, 11/+.2

je einmal: Acer pseudo-platanus (B2) 23/+.1
Agrostis tenuis 17/1.2
Ajuga reptans 11/r.1

je einmal: (Forts.)
Bryum spec. 8/1.2
Carpinus betulus (St) 19/+.1
Dicranum scoparium 11/1.2
Dryopteris filix-mas 12/1.2
Epilobium montanum 23/1.1
Eurhynchium praelongum 25/+.1
Evernia furfuracea 11/r.1
Fraxinus excelsior (B1) 12/+.1
Hieracium laevigatum 20/r.1
Hieracium sylvaticum 3/1.2
Ilex aquifolium (St,K) 1/+.2
Isopterygium elegans 11/2m2
Lophocolea cuspidata agg. 11/r.1
Plagiothecium nemorale 23/1.2
Quercus robur (B2) 15/+.1
Sorbus aucuparia (B2) 4/+.1
Trientalis europaea 25/r.1
Viola reichenbachiana 3/1.2
Viola riviniana 17/1.2

Tab. 7

Alno-Fraxinetum Mikyska 1943

1. Cardamine flexuosa-Ausbildung
2. Stellaria nemorum-Ausbildung
2.1. Mnium-Aegopodium-Variante
2.2. Typische Variante
2.3. Pulmonaria obscura-Variante

| | | | 1. | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabelle 22: Übersichtstabelle zur Ordnung Quercetalia robori-petraeae in Mitteleuropa
(gekürzte Stetigkeitstabelle)

1. 2. 3. 4. (4.1. 4.2.) 5. (5.1. (5.1.1. 5.1.2.) 5.2. (5.2.1. 5.2.2.)) 6.

Spalte Nr. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | 10 11 12 13 | 14 15 16 | 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 | 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 | 65 66 67 68 69 70 71 72 73
Zahl der Aufnahmen 274 20 18 5 9 57 17 25 23 | 5 13 24 7 | 5 38 13 | 6 8 15 54 36 9 23 81 6 9 20 22 66 5 15 8 10 63 7 6 6 | 26 21 23 12 6 7 11 10 5 6 11 12 57 45 62 6 18 5 8 12 6 29 8 5 14 12 22 | 9 12 15 30 9 6 16 5 5

Pagus sylvatica B (bzw. B-K) V V V V V V V V V | V V V V | V V V | V V V V II II II II IV IV IV V V V III III III IV V + . V . . I II I I | II . I . V . III . IV V V . I II I I | . . I . . . . . (III) (III)
St ()=vermutl II V . . . . . I . . . . . III . . . . .

1. Luzulo-Fagetum Meusel 1937
2. Gesellschaften innerhalb der Quercetalia (ohne synsystematischen Rang) bzw. Quercetalia-Basalgesellschaft (hier Einheiten mit nur lokaler Bedeutung)
3. Gesellschaften innerhalb des Quercion (ohne synsystematischen Rang, Einheiten mit nur lokaler Bedeutung)
4. Betulo-Quercetum (Gaume 1924) Tx. 1937
   4.1. Betulo-Quercetum milietosum
   4.2. Betulo-Quercetum typicum
        (weitere Feingliederungen zur besseren Veranschaulichung edaphischer
        oder nutzungsgeschichtlicher Bestandescharakteristika sind notwendig,
        blieben in vorliegender Tabelle aber aus Gründen der Übersichtlichkeit unberücksichtigt)
5. Luzulo-Quercetum Hilitzer 1932 em. Neuh. et Neh.-Nov. 1967
   5.1. Luzulo-Quercetum typicum
        5.1.1. Teucrium-Gebietsausbildung (westl. Verbreitung)
        5.1.2. Calamagrostis-Gebietsausbildung (östl. Verbreitung)
   5.2. Luzulo-Quercetum genistetosum
        5.2.1. Teucrium-Gebietsausbildung (westl. Verbreitung)
               (entspr. dem Q. silenetosum sensu Oberd. 1957))
        5.2.2. Calamagrostis-Gebietsausbildung (östl. Verbreitung)
6. Vaccinio-Quercetum Oberd. 1957 em. Neuh. et Neh.-Nov. 1967

Herkunft der Aufnahmekollektive in Tabelle 22:

1) Dierschke 1985, Luzulo-Fagetum, südl. Niedersachsen
2) Krause 1972, Luzulo-Fagetum, Hunsrück
3) Garlach 1970, Luzulo-Fagetum, Solling
4) R. Knapp 1946, Melampyro-Fagetum achyrietosum, Odenwald, aus Hartmann und Jahn 1967
5) Bartsch 1940 und Oberdorfer 1957, Luzulo-Fagetum typicum, Schwarzwald
6) Noirfalise 1956, Luzulo-Fagetum typicum, Ardennen
7) Niemann 1962, Luzula luzuloides-Buchenwald, Thüringer Wald
8) Sanek 1961, Luzulo-Fagetum typicum, Erzgebirge, aus Hartmann und Jahn 1967
9) W. & A. Matuszkiewicz 1960, Luzulo-Fagetum, Riesengebirge

10)-12) Passarge und Hofmann 1968, Trientali-Fagetum, nordostdeutsches Flachland (Nord-Mecklenburg)
13) Braun-Blanquet 1967, Ilici-Fagetum, Baskenland

14) Passarge und Hofmann 1968, Trientali-Fagetum, nordostdeutsches Flachland (Nord-Mecklenburg)
15) Von Glahn und Härdtle in Dierßen et al. 1988, Luzulo pilosae-Fagetum, Schleswig-Holstein
16) Passarge 1959, Periclymeno-Fagetum, Ost-Mecklenburg

17)-18) Durin et al. 1967, Ilici-Fagetum (versch. Ausbildungen), westliches und nordwestliches Frankreich
19) Dinter 1982, Fago-Quercetum milietosum, Niederrheinische Sandplatte
20) Von Glahn und Härdtle in Dierßen et al. 1988, Violo-Quercetum milietosum, Schleswig-Holstein
21) Sougnez 1974, Violo-Quercetum roboris, Belgien (Flandrien u. Campinien)
22) Noirfalise und Sougnez 1956, Luzulo-Quercetum violetosum rivinianae, Nord-Ardennen
23) Noirfalise und Sougnez 1956, Luzulo-Quercetum typicum, Nord-Ardennen
24) Dierschke 1985, Luzulo-Quercetum, südl. Niedersachsen
25) Roisin 1969, Luzulo-Quercetum typicum und dryopteridetosum, Ardennen
26) Durin et al. 1967, Ilici-Fagetum (versch. Ausbildungen), westliches und nordwestliches Frankreich
27) Tüxen 1937, Querceto roboris-Betuletum molinietosum, Nordwestdeutschland
28) Tüxen 1937, Querceto roboris-Betuletum typicum, Nordwestdeutschland
29) Von Glahn und Härdtle in Dierßen et al.1988, Violo-Quercetum typicum, Schleswig-Holstein
30) Schwickerath 1944, Querceto-Betuletum boreoatlicum, trockene Form (trennartenfrei), Ardennen (Hohes Venn)
31) Tüxen 1937, Querceto sessiliflorae-Betuletum (mitteleurop. Variante), Nordwestdeutschland
32) Tüxen 1937, Querceto sessiliflorae-Betuletum molinietosum, Nordwestdeutschland
33) Schwickerath 1944, Querceto-Betuletum boreoatlanticum, trockene Form (mit Ilex aquifolium), Ardennen (Hohes Venn)
34) Sougnez 1974, Betulo-Quercetum roboris, Flandrien und Campinien (Belgien)
35) Passarge 1966a, Molinio-Quercetum, Prignitz
36) Härdtle 1989, Betulo-Quercetum, Schleswig
37) Passarge 1962, Molinio-Quercetum, SW-Mecklenburg und Altmark

38) Glavac und Krause 1969, Luzulo-Quercetum typicum, Mittelrheingebiet
39) Schuhwerk 1988, Betulo-Quercetum petr. typicum, Hotzenwald
40) Schuhwerk 1988, Betulo-Quercetum petr. cladonietosum, Hotzenwald
41) aus Neuhäusl und Neuhäuslova-Novotna 1967, Molinio-Quercetum (Pleurocium-Subass.), Tschechoslowakei
42) Hofmann 1965, Agrostis-Quercus-Gesellschaft, östl. Uckermark
43) Passarge 1957, Myrtillus-Fagum-Gesellschaft, Havelland
44) Neuhäusl u. Neuhäuslova-Nov. 1967, Molinio-Quercetum, Waldgebiete um Prag und Ostböhmische Tiefebene
45) n. versch. Autoren aus Neuhäusl und Neuhäuslova-Novotna 1967 (Tab.3, Sp.1-10), Molinio-Quercetum (Populus-Subass.), Tschechoslowakei
46) Schlüter 1959, Calluno-Quercetum, Thüringer Wald
47) Mikyska 1965, Fago-Quercetum deschampsietosum flexuosae, Ostböhmische Tiefebene, aus Neuhäusl u. Neuhäuslova-Nov. 1967
48) Sanek und Kratzky 1960, Luzulo-Quercetum, Erzgebirge
49) Schlüter 1959, Melampyro-Fagetum myrtilletosum, NR-Abfall Thüringer Wald
50) Welß 1985, Violo-Quercetum luzuletosum, nördl. Steigerwald
51) Glavac und Krause 1969, Luzulo-Quercetum silenetosum, Mittelrheingebiet
52) Bohn 1981, Luzulo-Quercetum, Rhön
53) Oberdorfer 1957, Quercetum silenetosum, südl. Schwarzwald
54) Schuhwerk 1988, Betulo-Quercetum silenetosum, Hotzenwald (südöstlicher Schwarzwald)
55) Hohenester 1985 (Mskr.), Genisto-Quercetum, Mittelfränkisches Becken
56) Welß 1985, Violo -Quercetum peucedanetosum, nördl. Steigerwald
57) Klika 1939, Quercus sessilis-Genista tinctoria-Association, Chlumec (CS)
58) H.D.Knapp 1978, Genisto-Quercetum, Vogtland
59) Welß 1985, Violo-Quercetum typicum, nördl. Steigerwald
60) Mraz 1963, Festuco ovinae-Quercetum, Sazava-Tal (CS)
61) H.D.Knapp 1979, Genisto-Quercetum, Sachsen
62) H.D.Knapp und Böhnert 1978, Genisto-Quercetum, Böhmische Mittelgebirge
63) H.D.Knapp 1979, Genisto-Quercetum, Böhmisches Mittelgebirge, Südrand des Erzgebirges, Egertal, Oberlausitz
64) Scheuerer 1989, Luzulo-Quercetum (sensu Pass.53), Landkreis Regensburg (Scheuchenberg)

65) Hofmann 1965, Calamagrostido-Quercetum, östl. Uckermark
66) Sauerwein 1981, Pino-Quercetum, Schwabach (MTB 6632)
67) Hohenester 1985 (Mskr.), Vaccinio-Quercetum, Mittelfränk. Becken
68) Hechtel 1988, Pino-Quercetum, Nürnberger Reichswald
69) Brunner 1990, Vaccinio-Quercetum, Sebalder Reichswald
70) n. versch. Autoren aus Neuhäual u. Neuhäuslova-Nov. 1967 (Tab. 3, Sp.10-15), Vaccionio-Quercetum (Calluna vulgaris-Subass., Hieracium sylv.-Variante), Waldgebiete bei Horsovsky Tyn und Bezdruzice (CS)
71) Targan 1987, Pino-Quercetum, Untere Mark unds Aldelsdorfer Mark (TK 6231 u. 6232)
72) Oberdorfer 1957, Vaccinio-Quercetum (rein), Bayerischer Wald und Oberpfalz
73) Oberdorfer 1957, Vaccinio-Quercetum cytisetosum, Bayerischer Wald und Oberpfalz

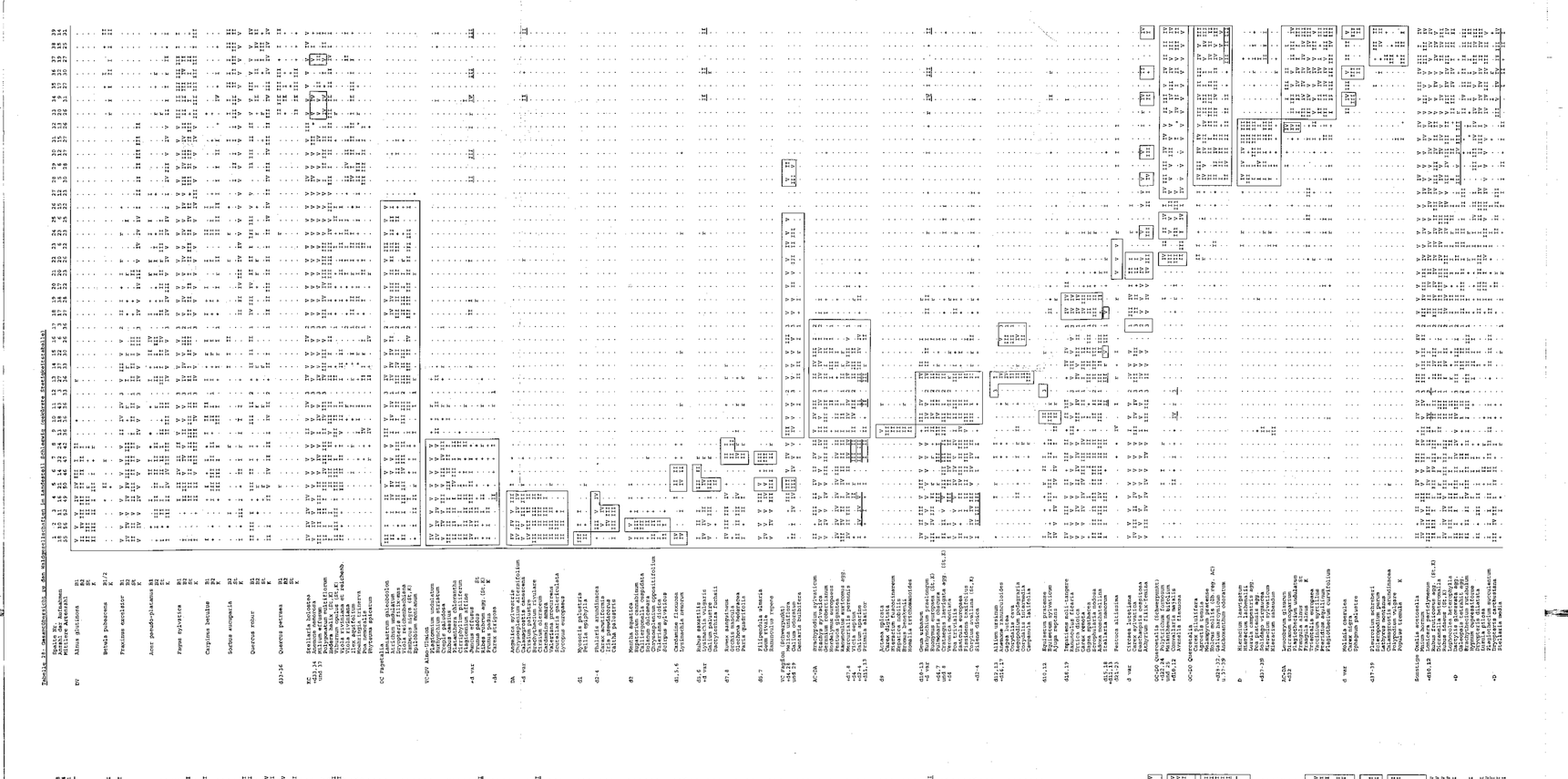
(berücksichtigt sind lediglich hoch stete sowie für einzelne Vegetationstypen bezeichnende Arten;
Tabellengliederung nach HÄRDTLE und WELß 1992, ergänzt;
eine neuere Bearbeitung des Verbandes Quercion robori-petraeae wird durch den Arbeitskreis Pflanzensoziologie der RTG vorbereitet)

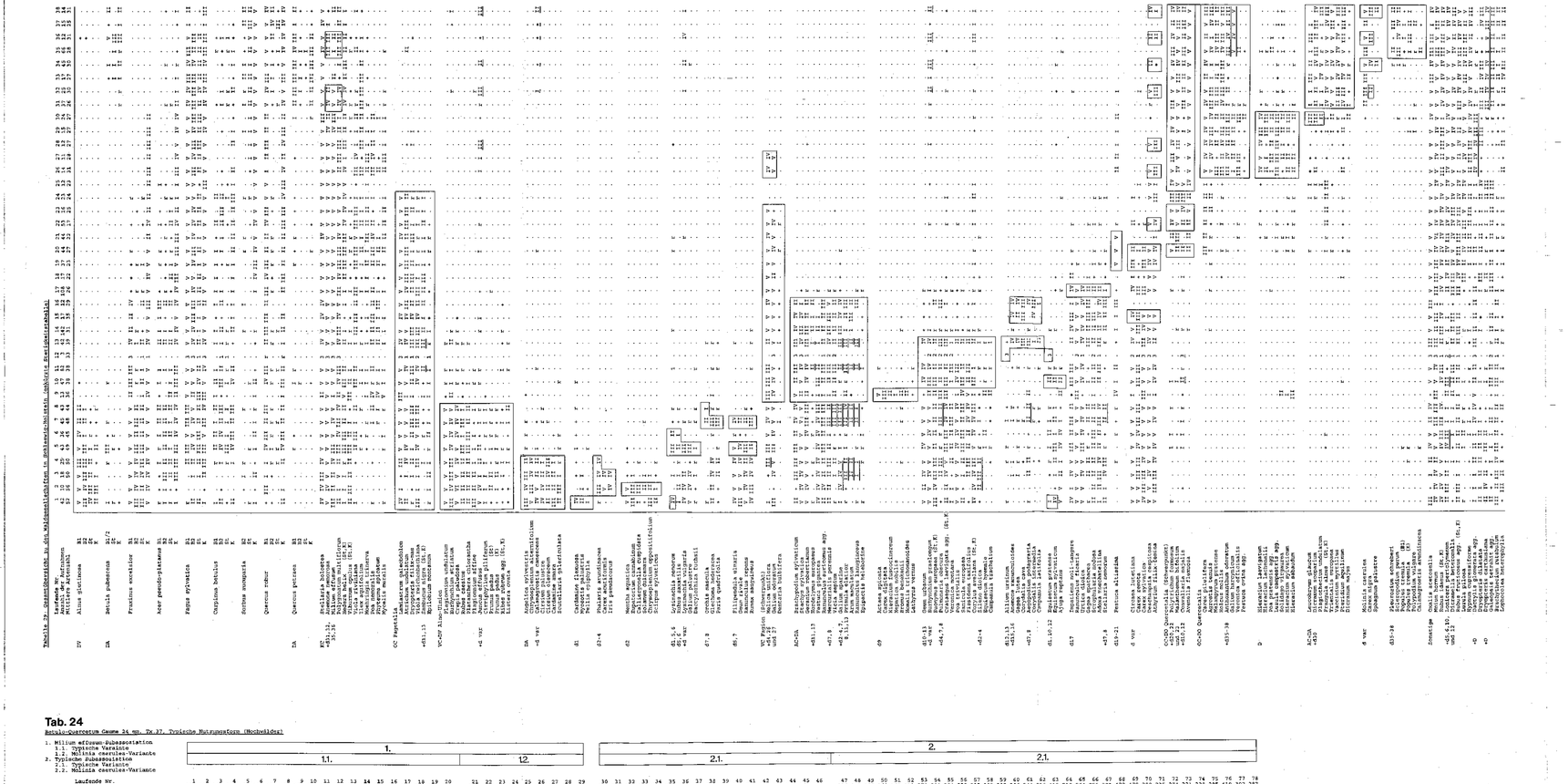
Tab. 23

Avenella flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft

1. Galium odoratum-Ausbildung
   1.1. Deschampsia cespitosa-Variante
   1.2. Typische Variante
2. Typische Ausbildung
   2.1. Deschampsia cespitosa-Variante
   2.2. Typische Variante
3. Leucobryum glaucum-Ausbildung

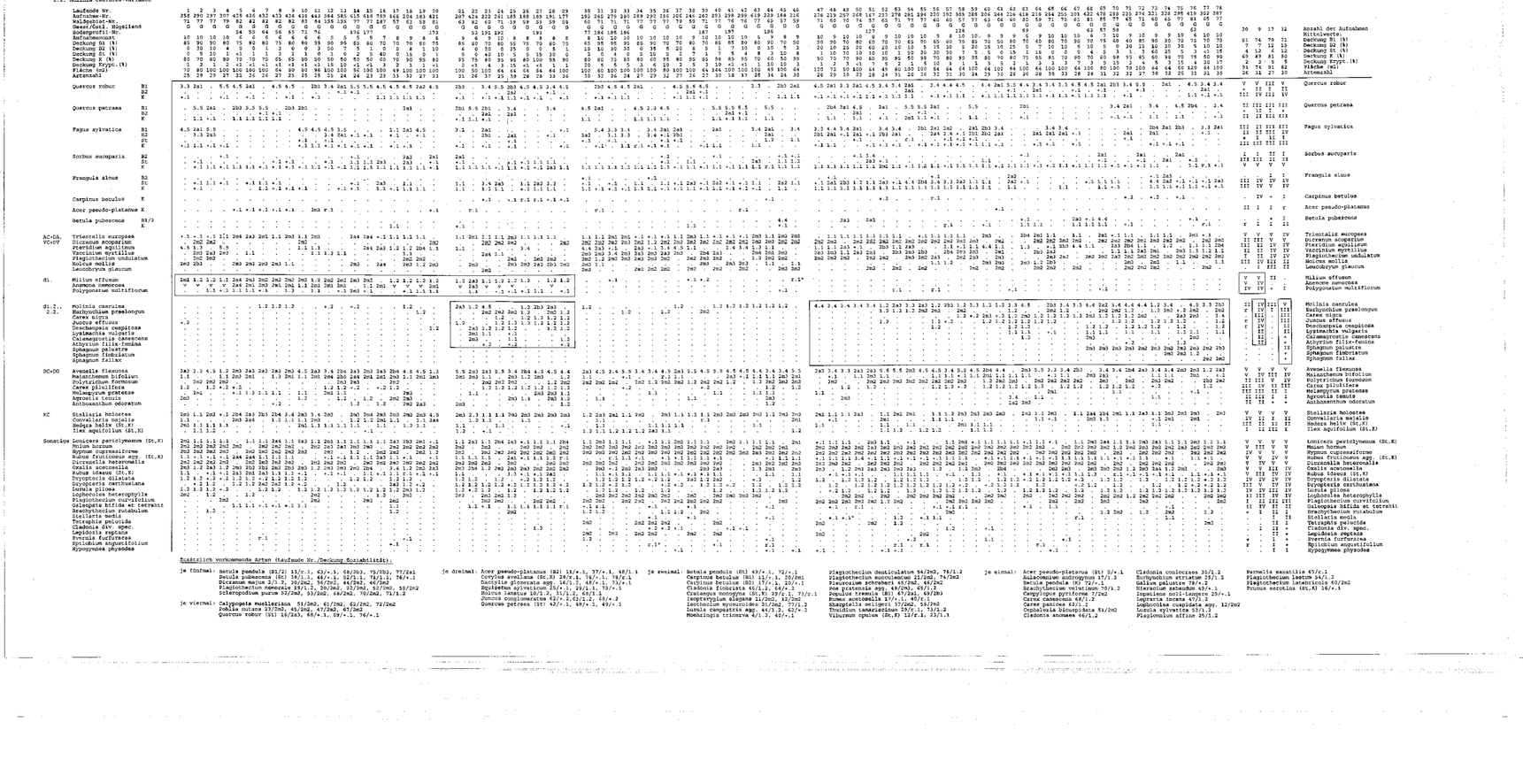
| | | 1. | | | | | | | | | | | 2. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |





Tab. 24

Betula-Quercetum Gesamt 24 ag. Zv.27. Tyrolsche Mutzgrastorn (Hochwälder)



Spalte 1: Alno-Fraxinetum, Cardamine flexuosa-Ausbildung
2: Alno-Fraxinetum, Phalaris arundinacea-Ausbildung, Mentha aquatica-Variante
3: Alno-Fraxinetum, Phalaris arundinacea-Ausbildung, Typische Variante
4: Alno-Fraxinetum, Phalaris arundinacea-Ausbildung, Pulmonaria obscura-Variante
5: Crepis paludosa-Fraxinus excelsior-Gesellschaft, Lonicera periclymenum-Ausbildung, Filipendula ulmaria-Variante
6: Crepis paludosa-Fraxinus excelsior-Gesellschaft, Lonicera periclymenum-Ausbildung, Typische Variante
7: Crepis paludosa-Fraxinus excelsior-Gesellschaft, Mercurialis perennis-Ausbildung , Filipendula ulmaria-Variante
8: Crepis paludosa-Fraxinus excelsior-Gesellschaft, Mercurialis perennis-Ausbildung , Typische Variante
9: Hordelymo-Fagetum, Lathyrus vernus-Subassoziations-Gruppe
10: Hordelymo-Fagetum geo-typicum, Lonicera periclymenum-Gebietsvariante
11: Hordelymo-Fagetum geo-typicum, Primula elatior- Gebietsvariante
12: Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum, Lonicera periclymenum-Gebietsvariante
13: Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum, Primula elatior- Gebietsvariante
14: Hordelymo-Fagetum eu-typicum, Deschampsia cespitosa-Variante, Typische Subvariante
15: Hordelymo-Fagetum eu-typicum, Deschampsia cespitosa-Variante, Stellaria nemorum-Subvariante
16: Hordelymo-Fagetum eu-corydaletosum, Typische Variante
17: Hordelymo-Fagetum eu-corydaletosum, Deschampsia cespitosa-Variante
18: Galio odorati-Fagetum, Ranunculus ficaria-Ausbildung, Deschampsia cespitosa-Variante, Stellaria nemorum-Subvariante
19: Galio odorati-Fagetum, Ranunculus ficaria-Ausbildung, Deschampsia cespitosa-Variante, Typische Subvariante
20: Galio odorati-Fagetum typicum, Deschampsia cespitosa-Variante
21: Galio odorati-Fagetum festucetosum, Deschampsia cespitosa-Variante, Typische Subvariante
22: Galio odorati-Fagetum festucetosum, Deschampsia cespitosa-Variante, Polytrichum formosum-Subvariante
23: Galio odorati-Fagetum festucetosum, Typische Variante
24: Galio odorati-Fagetum polytrichetosum, Deschampsia cespitosa-Variante
25: Galio odorati-Fagetum polytrichetosum, Typische Variante
26: Fagetalia-Basalgesellschaft
27: Quercetalia-Basalgesellschaft
28: Avenello flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft, Galium odoratum-Ausbildung, Deschampsia cespitosa-Variante
29: Avenello flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft, Galium odoratum-Ausbildung, Typische Variante
30: Avenello flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft, Typische Ausbildung, Deschampsia cespitosa-Variante
31: Avenello flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft, Typische Ausbildung, Typische Variante
32: Avenello flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft, Luzulo-Fagetum typicum-Ausbildung
33: Betulo-Quercetum typicum (Typische Mutzungsform), Typische Variante
34: Betulo-Quercetum milletosum (Typische Nutzungsform), Molinia caerulea-Variante
35: Betulo-Quercetum typicum (Typische Nutzungsform) , Typische Variante
36: Betulo-Quercetum typicum (Typische Nutzungsform), Molinia caerulea-Variante
37: Betulo-Quercetum milletosum (Galium harcynicum-Nutzungsform)
38: Betulo-Quercetum typicum (Galium harcynicum-Nutzungsform), Typische Variante
39: Betulo-Quercetum typicus (Galium harcynicum-Nutzungsform), Molinia caerulea-Variante

Herkunft der Aufnahmen:
Alle Aufnahmen sind den Vegetationstabellen aus vorliegender Arbeit entnommen.
Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind nur solche Arten berücksichtigt,
- die für einzelne Vegetationstypen bezeichnend sind,
- oder die in mindestens einem Vegetationstyp mit über 40 % Stetigkeit
  bzw. in über 20 der beschriebenen Vegetationstypen vorkommen.

Spalte 1: Alno-Fraxinetum, Cardamine flexuosa-Ausbildung
2: Alno-Fraxinetum, Phalaris arundinacea-Ausbildung, Mentha aquatica-Variante
3: Alno-Fraxinetum, Phalaris arundinacea-Ausbildung, Typische Variante
4: Alno-Fraxinetum, Phalaris arundinacea-Ausbildung, Pulmonaria obscura-Variante
5: Crepis paludosa-Fraxinus excelsior-Gesellschaft, Lonicera periclymenum-Ausbildung, Filipendula ulmaria-Variante
6: Crepis paludosa-Fraxinus excelsior-Gesellschaft, Lonicera periclymenum-Ausbildung, Typische Variante
7: Crepis paludosa-Fraxinus excelsior-Gesellschaft, Mercurialis perennis-Ausbildung , Filipendula ulmaria-Variante
8: Crepis paludosa-Fraxinus excelsior-Gesellschaft, Mercurialis perennis-Ausbildung , Typische Variante
9: Hordelymo-Fagetum, Lathyrus vernus-Subassoziations-Gruppe
10: Hordelymo-Fagetum geo-typicum, Lonicera periclymenum-Gebietsvariante
11: Hordelymo-Fagetum geo-typicum, Primula elatior- Gebietsvariante
12: Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum, Lonicera periclymenum-Gebietsvariante
13: Hordelymo-Fagetum geo-corydaletosum, Primula elatior- Gebietsvariante
14: Hordelymo-Fagetum eu-typicum, Deschampsia cespitosa-Variante
15: Hordelymo-Fagetum eu-typicum, Deschampsia cespitosa-Variante, Typische Subvariante
16: Hordelymo-Fagetum eu-corydaletosum, Typische Variante
17: Galio odorati-Fagetum, Ranunculus ficaria-Ausbildung
18: Galio odorati-Fagetum typicum
19: Galio odorati-Fagetum festucetosum, Deschampsia cespitosa-Variante, Typische Subvariante
20: Galio odorati-Fagetum festucetosum, Deschampsia cespitosa-Variante, Polytrichum formosum-Subvariante
21: Galio odorati-Fagetum festucetosum, Typische Variante
22: Galio odorati-Fagetum polytrichetosum, Deschampsia cespitosa-Variante
23: Galio odorati-Fagetum polytrichetosum, Typische Variante
24: Fagetalia-Basalgesellschaft
25: Quercetalia-Basalgesellschaft
26: Avenello flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft, Galium odoratum-Ausbildung, Deschampsia cespitosa-Variante
27: Avenello flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft, Galium odoratum-Ausbildung, Typische Variante
28: Avenello flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft, Typische Ausbildung, Deschampsia cespitosa-Variante
29: Avenello flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft, Typische Ausbildung, Typische Variante
30: Avenello flexuosa-Fagus sylvatica-Gesellschaft, Luzuhoryum glauum-Ausbildung
31: Betulo-Quercetum typicum (Typische Mutzungsform), Typische Variante
32: Betulo-Quercetum milletosum (Typische Nutzungsform), Molinia caerulea-Variante
33: Betulo-Quercetum typicum (Typische Nutzungsform), Typische Variante
34: Betulo-Quercetum typicum (Typische Nutzungsform), Molinia caerulea-Variante
35: Betulo-Quercetum milletosum (Galium harcynicum-Nutzungsform), Typische Variante
36: Betulo-Quercetum milletosum (Galium harcynicum-Nutzungsform), Molinia caerulea-Variante
37: Betulo-Quercetum typicum (Galium harcynicum-Nutzungsform), Typische Variante
38: Betulo-Quercetum typicum (Galium harcynicum-Nutzungsform), Molinia caerulea-Variante

Herkunft der Aufnahmen:
Aus Von Glahn 1 prep. Spalte 1: 24 Aufnahmen, Spalte 3: 7 Aufnahmen, Spalte 4: 9 Aufnahmen, Spalte 5: 22 Aufnahmen, Spalte 6: 32 Aufnahmen, Spalte 7:
13 Aufnahmen, Spalte 8: 19 Aufnahmen, Spalte 10: 29 Aufnahmen, Spalte 11: 19 Aufnahmen, Spalte 13: 10 Aufnahmen, Spalte 14: 43 Aufnahmen, Spalte 15:
14 Aufnahmen, Spalte 16: 6 Aufnahmen, Spalte 17: 53 Aufnahmen, Spalte 19: 17 Aufnahmen, Spalte 20: 24 Aufnahmen, Spalte 21: 28 Aufnahmen, Spalte 22:
10 Aufnahmen, Spalte 23: 10 Aufnahmen, Spalte 24: 8 Aufnahmen, Spalte 26: 9 Aufnahmen, Spalte 27: 5 Aufnahmen, Spalte 30: 11 Aufnahmen, Spalte 31:
17 Aufnahmen, Spalte 32: 16 Aufnahmen, Spalte 34: 53 Aufnahmen, Spalte 35: 47 Aufnahmen, Spalte 36: 12 Aufnahmen;
alle übrigen Aufnahmen aus vorliegender Arbeit
Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind nur solche Arten berücksichtigt,
- die für einzelne Vegetationstypen bezeichnend sind,
- oder die in mindestens einem Vegetationstyp mit über 40 % Stetigkeit
  bzw. in über 20 der beschriebenen Vegetationstypen vorkommen.