

**Die Folgeböden landwirtschaftlich genutzter
nordostdeutscher Niedermoore**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität
zu Kiel

vorgelegt von
Caroline Schleier

Kiel, Dezember 2007



Referent: Prof. Dr. H.-R. Bork
Korreferent: Prof. Dr. K. Dierssen
Tag der mündlichen Prüfung: 01. Februar 2008
Zum Druck genehmigt: Kiel, 01. Februar 2008

Der Dekan

Zusammenfassung

Die intensive Nutzung von Niedermooren hat zum Torfabbau und damit zum Verlust von Moorflächen geführt. Trotz Extensivierung reichen die Grundwasserstände nicht aus, um einen weiteren Torfabbau zu verhindern. Die fortschreitenden Abbauprozesse führen zum Verlust der niedermoortypischen Eigenschaften und zur Entstehung neuer Böden. Ziel der Arbeit war es, anhand von Bodenkennwerten und Ertragsuntersuchungen Aussagen zu den Eigenschaften und Nutzungsmöglichkeiten zu erarbeiten und eine Definition und Klassifizierung vorzulegen. Niedermoor-Folgeböden werden definiert als ehemalige Niedermoorböden, deren Torfmächtigkeit unter 3 dm, bzw. deren Gehalt an Organischer Bodensubstanz unter 30 M.% gesunken ist. Als ursächliche anthropogene Nutzung kommen nicht nur landwirtschaftliche Nutzungsformen sondern auch Torfabbau sowie Wasserablassung aus Seen vor. In Anlehnung an die Terminologie der KA5 werden anhand des Ausgangssubstrates mineralische, organo-mineralische und organische Niedermoor-Folgeböden unterschieden. Die mineralischen Folgeböden wurden überwiegend auf Mineralbodeninseln gefunden und lagen kleinräumig vor. Sie zeigen bei seltener Pflugtätigkeit und/oder Bioturbation heterogen ausgeprägte Horizonte. Auch in weitgehend homogen ausgebildeten humosen Oberböden kommen meist Eintragungen von Torf, Mudde und/oder Sand vor. Die mineralischen Niedermoor-Folgeböden weisen mit der Abnahme des Gehaltes an Organischer Bodensubstanz eine Abnahme der Gehalte an C_t und N_t , der potentiellen Kationenaustauschkapazität, des Porenvolumens, des Anteils an Äquivalent-Feinporen und der Einheitswasserzahl auf, die Trockenrohddichte steigt an. Bei weiterem Abbau der Organischen Bodensubstanz wird von einer Verstärkung der Standortheterogenitäten ausgegangen. Für die organo-mineralischen und organischen Folgeböden sind typische Horizonte beschrieben worden. Die Durchmischung von Kalkmudde und Torf führt zu neuen Horizonten, die nicht mehr eindeutig einer Hauptkomponente zugeordnet werden können. Für diese Böden ist auch eine erhöhte Mineralisierung der Organischen Bodensubstanz zu erwarten. Für kleinräumige organische Muddevorkommen könnte der erhöhte Tonmineralgehalt bei hoher biologischer Aktivität einen stabilisierenden Effekt auf den Gehalt der Organischen Bodensubstanz in mineralischen Folgeböden haben. Liegen sie flächig vor, könnten sie als Kapillarsperren fungieren. Die Auswertung von Moormächtigkeitskarten zeigt für Versumpfungsmoore überwiegend kleine inselhafte oder größere schmale, bzw. inselhaft durchbrochene Formen mineralischer Folgeböden. Die Bodenschätzungskarten der Tarmow belegen nicht nur die Entstehung von mineralischen Niedermoor-Folgeböden, sondern auch die relativ gute Bewertung für die Grünlandnutzung. Die Ertragsversuche haben eine stärkere Witterungsabhängigkeit und mögliche Probleme in der Wasserversorgung auf höher gelegenen Mineralbodeninseln gezeigt, die von Maispflanzen besser als von der Saatgrasmischung ausgeglichen wurde. Umfangreichere Untersuchungen zur Ertragsfähigkeit der Folgeböden sind notwendig. Es werden Vorschläge gemacht, wie sich die Niedermoor-Folgeböden am besten in die Bodenklassifizierung einbinden ließen. Für die flachen Rest-Niedermoore wird die Einführung des Bodensubtyps Mulmflachniedermoor vorgeschlagen. Für Oberbodenhorizonte mit Gehalten an Organischer Bodensubstanz zwischen 15 und 30 M.% wird ein von der Entstehungsart losgelöster Begriff vorgeschlagen. Zur Entlastung mächtiger Moorböden können Intensivnutzungen auf mineralische Folgeböden verlagert werden. Für Moorgleye stellen Tiefpflugsanddeckkulturen eine Nutzungsmöglichkeit dar. Als Extremstandorte kommen Muddeböden für Naturschutzziele in Frage.

Abstract

The cultivation of fens leads to mineralization and humification of peat. In the end these processes result in the loss of fens. In spite of extensive cultivation the groundwater table is too low to prevent mineralization. Therefore, the typical fen properties get lost, new soils arise. The objects of this study were to determine soil properties and cultivation possibilities as well as a definition and classification of post-fen soils. Following the German definition for fens, post-fen soils can be defined as former fens with an organic matter content decreased below 30 m.% respectively a peat thickness less than three dm. The post-fen soils arise from agriculturally cultivated and peat cutted fens as well as from drained lakes. According to the German soil classification mineral post-fen soils can be differed from organo-mineral and organic post-fen soils. Most of the mineral post-fen soils have been found in small extensions upon mineral hills. Due to sporadic plowing and/or bioturbation, heterogenous horizons develop. Even in most of the rather homogenously structured horizons inclusions of peat, gyttja and/or sand could be found. For the mineral post-fen soils the decrease of organic matter content was connected with a decrease of C_t and N_t , potential cation exchange capacity, total porosity, volume of fine pores and standard water index, while dry bulk density increased. A further loss of organic matter content is suspected to enhance the spacial varieties. Typical horizons of organo-mineral and organic post-fen soils have been described. The mixing of peat and calcareous gyttja leads to new horizons, which cannot be explicitly assigned to one of both substrates. In addition, a strengthened mineralization for these soils is expected. Possibly, the higher clay content of the small organic gyttja inclusions within underlying sand could have a stabilizing impact on the organic matter content of the mineral post-fen soils. However, in continuous depositions they can function as capillar barriers. On the basis of the analysis of maps, presenting the peat thicknesses of a large paludification fen area, the spacial allocation of mineral post-fen soils is expected in small isolated areas or in areas, that are larger, but thin or interrupted by lots of small areas. Soil assessment maps for the Tarmow area in Brandenburg prove the development of mineral post-fen soils and give a good assessment for the usage as grassland. The results of yield and lysimeter investigations demonstrate an increasing dependency on weather factors for the mineral post-fen soils and - compared to grassland - a better adaptation of corn plants with regard to water supply. Further yield investigations are necessary. Proposals for the classification of post-fen soils and residual fens are made. Additionally, a new term for the topsoils containing an organic matter content between 15 und 30 m.% is suggested detached from the genetical factors. To release the fen areas with deep peat layers, intensive cultivations could be displaced to the mineral post-fen soils. Deep ploughing is a possible solution for post-fen soils characterized by a residual peat thickness less than 3 dm. Some gyttja soils are worth considering conservation and protection.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	I
Abstract	II
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VII
Danksagungen	IX
1 Einführung	1
1.1 Stand des Wissens	2
1.2 Hypothesen und Ziele	12
1.3 Definition des Begriffes Niedermoor-Folgeboden	13
2 Material und Methoden	15
2.1 Untersuchungsgebiete	15
2.2 Bodeneigenschaften	18
2.2.1 Profilaufnahmen	18
2.2.2 Bodenphysikalische Untersuchungen	19
2.2.3 Bodenchemische Untersuchungen	19
2.3 Nutzungseignung	20
2.3.1 Kartenauswertungen	20
2.3.2 Parzellenversuch	21
2.3.2.1 Bodenprofile und Standortheterogenität	22
2.3.2.2 Witterungsverlauf, Grundwassergang und Bodenwassergehalt	24
2.3.2.3 Erträge und Futterwert	25
2.3.3 Grundwasserlysimeter	26
2.3.4 Praxisflächen	26
2.4 Statistische Berechnungen und graphische Darstellungen	29
3 Mineralische Folgeböden	31
3.1 Horizonte	31
3.1.1 Oberbodenhorizonte	31
3.1.2 Unterbodenhorizonte	35
3.2 Böden	38
3.3 Bodenchemische Eigenschaften	40
3.3.1 Organische Bodensubstanz	40
3.3.2 Kohlenstoff und Stickstoff	40

3.3.3	Elementverteilung	41
3.3.4	Potentielle Kationenaustauschkapazität	43
3.4	Bodenphysikalische Eigenschaften	45
3.4.1	Trockenrohddichte	45
3.4.2	Einheitswasserzahl	47
3.4.3	Wasserretentions-Kurven und Porengrößenverteilung	47
3.5	Zusammenfassende Darstellung der Bodeneigenschaften	53
3.6	Diskussion	55
4	Organo-mineralische und Organische Folgeböden	61
4.1	Kalkmudden	61
4.1.1	Profilbeschreibungen	62
4.1.2	Horizonte	65
4.1.3	Bodenkennwerte	68
4.2	Feindetritusmudde-Horizonte und -Böden	73
4.2.1	Profilbeschreibungen	73
4.2.2	Bodenkennwerte	74
4.3	Sonstige Muddevorkommen	76
4.4	Zusammenfassende Darstellung der Eigenschaften der organischen und organo-mineralischen Folgeböden	79
4.5	Diskussion	80
5	Leistungsfähigkeit der Folgeböden	85
5.1	Mineralische Folgeböden	85
5.1.1	Flächenformen	85
5.1.2	Bodenwerte	90
5.1.3	Erträge und Futterwert	94
5.1.4	Wasserbilanzen und Nährstoff-Teilbilanzen	99
5.1.5	Diskussion	105
5.2	Organo-mineralische und organische Folgeböden	108
6	Schlussfolgerungen	111
6.1	Klassifizierung der Folgeböden	111
6.1.1	Substratsystematische Kennzeichnung	112
6.1.2	Bodensystematische Kennzeichnung	115
6.2	Nutzungsempfehlungen	117
	Literaturverzeichnis	123
A	Anhang	137

Abbildungsverzeichnis

2.1	Untersuchungsgebiete	15
2.2	Maisparzelle mit Grundwasserschreiber	21
2.3	Moormächtigkeiten der Niedermoorparzelle	22
2.4	Klimadiagramme der Wetterstation Paulinenaue	24
2.5	Grundwasserstände auf dem Parzellenversuch (Tagesmittelwerte)	25
3.1	Homogen ausgebildete Oberböden	34
3.2	Verzahnte humose Oberböden	34
3.3	Humose Unterbodenhorizonte	35
3.4	Eisenoxide und Muddevorkommen in den Unterböden	37
3.5	C_t , N_t und C/N-Verhältnisse der mineralischen Folgeböden	42
3.6	KAK_{pot} der mineralischen Folgeböden - Oberböden	44
3.7	KAK_{pot} der mineralischen Folgeböden - Unterböden	46
3.8	ρ_t der mineralischen Folgeböden und Niedermoore	46
3.9	W_1 der mineralischen Folgeböden und Niedermoore	47
3.10	W_1 und ρ_t der mineralischen Folgeböden und Niedermoore	48
3.11	Porenvolumenverteilung der mineralischen Folgeböden und Niedermoore (1)	50
3.12	Porengrößenverteilung der mineralischen Folgeböden und Niedermoore (2)	51
3.13	Bodenkennwerte der einzelnen Bodentypen	54
4.1	Kalkmuddeboden in Sommerfeld	66
4.2	Kalkmuddehorizonte	67
4.3	Die Porengrößenverteilungen der Kalkmudden (PV: Porenvolumen, Porengrößen entsprechend Tab. 2.1)	73
4.4	Detritusmudden im Profil 48	75
4.5	Holzmuდეprofil 28, Stülpe II	78
4.6	ρ_t , KAK_{pot} , C/N-Verhältnisse der organischen und organo-mineralischen Folgeböden	81
5.1	Moormächtigkeiten des Oberen Rhinluches	86
5.2	Flächengrößen und Thinness ratio der sehr geringmächtigen Moorflächen	88
5.3	Flächengrößen und Thinness ratio der geringmächtigen Moorflächen	89
5.4	Böden der Bodenschätzungskarten (Tarmow) – Böden	92
5.5	Bodenwerte der Bodenschätzungskarten (Tarmow) – Bodenwerte	93
5.6	Bodenwassergehalte auf den Parzellen	96
5.7	Gras-Erträge der Parzellenstandorte 1998 bis 2000	98
5.8	Globalstrahlung und Evapotranspiration auf den Lysimetern	102
5.9	Wasserbilanzen der Lysimeter	103
5.10	Stickstoff-Teilbilanzen der Lysimeter	104
5.11	Kaliumbilanzen der Lysimeter	106
5.12	Landwirtschaftlich genutzte Kalkmudde	110
6.1	Übersicht über die Prozesse und Horizonte der Folgebodenentstehung	113
6.2	Übersicht über die mineralischen Folgeböden	119
A.1	Profilaufnahmen im Oberen Rhinluch und Havelluch	138
A.2	Profilaufnahmen im Randow-Welse-Bruch und Zieithener Seebruch	139
A.3	Profilaufnahmen im Baruther Urstromtal	140

A.4	Profilaufnahmen im Unteren Spreewald	140
A.5	Klimadiagramme der Untersuchungsgebiete	169
A.6	Wasserretentionskurven der mineralischen Folgeböden und Niedermoore (1)	170
A.7	Wasserretentionskurven der mineralischen Folgeböden und Niedermoore (2)	171
A.8	Wasserretentionskurven der mineralischen Folgeböden und Niedermoore (3)	172
A.9	Wasserretentionskurven der mineralischen Folgeböden und Niedermoore (4)	173
A.10	Wasserretentionskurven der Kalkmuddestandorte Stendell	174
A.11	Wasserretentionskurven de Kalkmuddestandorte Sommerfeld und Moorhof	175
A.12	Übersicht Parzellenversuch	176
A.13	Grundwasserstände auf dem Parzellenversuch (Wochenmittelwerte)	176

Tabellenverzeichnis

2.1	Äquivalente Porengrößenbereiche	19
2.2	Bodenphysikalische und bodenchemische Untersuchungsmethoden	20
2.3	Kennwerte der Parzellenstandorte	23
2.4	Niederschläge und Temperaturen - Parzellen	25
2.5	Kennwerte der Mineralboden-Lysimeter	26
2.6	Kennwerte der Praxisflächen	27
3.1	Übersicht über die mineralischen Folgebodenprofile	39
3.2	Gehalte an Organischer Bodensubstanz der mineralischen Folgeböden und Niedermoore	40
3.3	C_t , N_t und C/N-Verhältnis der mineralischen Folgeböden und Niedermoore	41
3.4	Korrelationskoeffizienten von C_t , N_t und C/N-Verhältnis der mineralischen Folgeböden	41
3.5	Korrelationskoeffizienten für Elemente und OBS - mineralische Folgeböden	43
3.6	Elementverteilung	44
3.7	Potentielle Kationenaustauschkapazitäten der mineralischen Folgeböden	45
3.8	Kennwerte der Oberbodenhorizonte der ausgewählten Profile	49
3.9	Porengrößen der mineralischen Folgeböden und Niedermoore	53
4.1	Übersicht organische und organo-mineralische Folgeböden	62
4.2	Kennwerte der Kalkmudde-Standorte	68
4.3	Kennwerte der Kalkmuddeprofil-Proben für die pF-Bestimmung	72
4.4	Kennwerte der Feindetritusmudde-Profile	76
4.5	Kennwerte des Standortes Dorotheenhof	77
4.6	Kennwerte der kleinräumigen Muddevorkommen	79
5.1	Moormächtigkeitsbereiche im Oberen Rhinluch (Flächenangaben)	87
5.2	Sehr geringmächtige Moorflächen im Oberen Rhinluch (Flächenangaben)	90
5.3	Futterwerte für Mais und Saatgras	100
6.1	Einteilung der Folgeböden nach genetischen Gesichtspunkten	112
6.2	Bodensystematische Einordnung der mineralischen Folgeböden	118
A.1	Bodenkennwerte der Profile 1 bis 15	163
A.2	Bodenkennwerte der Profile 16 bis 33	164
A.3	Bodenkennwerte der Profile 34 bis 47	165
A.4	Bodenkennwerte der Profile 48 bis 62	166
A.5	Ergebnisse der Korngrößenanalyse (1)	167
A.5	Ergebnisse der Korngrößenanalyse (2)	168
A.6	Unterschiede in den k_u -Apparaturen	177
A.7	Eigenschaften des Vertikal-Registrierpegels	177
A.8	Bodenbearbeitung auf den Parzellen	177
A.10	Ergebnisse der U-Tests - mineralische Folgeböden	178
A.11	Übersicht über die zitierten Literaturwerte - mineralische Folgeböden (1)	179
A.12	Übersicht über die zitierten Literaturwerte - mineralische Folgeböden (2)	180
A.13	Korrelationskoeffizienten der Äquivalent-Porengrößenanteile - Kalkmudden	181
A.14	Vertikale Substratabfolgen: Substratsystematische Einheiten	181
A.15	Gehalt an OBS und ρ_t der Oberböden - Parzellen	181
A.16	Zustandsstufen, Wasserstufen und Klima in der Bodenschätzung	182

A.17 Erträge auf den Parzellen, Landwirtschaftlichen Nutzflächen und Lysimetern	183
A.18 Bodenwassergehaltsbestimmung auf den Parzellenversuchen	184

Danksagungen

Dr. Wilhelm Schmidt, der aus seinem großen Erfahrungsschatz die Problematik der Folgebodenentstehung erarbeitet hat, danke ich für diesen Themenvorschlag und die vielen wertvollen Anregungen.

Meinen Betreuern Prof. Dr. Hans-Rudolf Bork, Universität Kiel, und Prof. Dr. Monika Frielinghaus, ZALF Müncheberg e.V., danke ich für die vielfältige Unterstützung und Hilfe in allen Phasen der Arbeit. Ebenso gilt mein Dank den Paulinenauern Dr. Axel Behrendt, Dr. Gisbert Schalitz, Dr. Dieter Hölzel und ihren fleißigen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen für ihre tatkräftige wie vielseitige Unterstützung auf den Parzellen und Lysimetern sowie im Labor der Forschungsstation Paulinenaue.

Den Mitarbeitern des ZALF Müncheberg e.V. Dr. Ole Wendtroth, Dr. Uwe Schindler, Norbert Wypler und Nico Zindler danke ich für die Unterstützung an den Evaporationsapparaturen, ebenso Frau Hantel von der Forschungsstation Dedelow für die Einheitswasserzahlen sowie dem Zentrallabor für Kationenaustauschkapazitäten und Elemente.

Frau Dr. Kraudelt und Frau Zeiger sei für die Hilfe im Bodenkundlichen Labor der Universität Potsdam gedankt.

Den Geschäftsführern und Mitarbeitern der Landwirtschaftlichen Betriebe im Rhin-Havelluch danke ich für die Zusammenarbeit ebenso wie den Studierenden der Universität Potsdam. Meinen Freunden und Freundinnen, die bei Gelände-, Labor- und Computerarbeiten geholfen haben, danke ich herzlich.

Dr. Horst Lehrkamp, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, sei für die Überlassung der Moormächtigkeitskarten sowie Frau Werban, Oberfinanzdirektion Cottbus, und Herrn Plagemann, Oberfinanzdirektion Kyritz, für die Überlassung der Bodenschätzungskarten gedankt.

Bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt bedanke ich mich für die Finanzierung des Stipendiums.

Meiner Familie und allen Freunden, die mich unterstützt und motiviert haben, sei herzlich gedankt.

Besonderer Dank gilt Dominik, Miranouk und Lenja für unendliches Verständnis und zeitliche Entbehrungen.

1 Einführung

Moore gehören zu den Feuchtgebieten (SCOTT & JONES, 1995), die weltweit aufgrund unterschiedlicher Formen anthropogener Nutzungen von einem immensen Rückgang betroffen sind (MITSCH & GOSSELINK, 2000). Bereits in der Erklärung der Vereinten Nationen von Rio de Janeiro zu Umwelt und Entwicklung wurde gefordert, dass noch unberührte Feuchtgebiete nicht erschlossen werden sollen (BMU, 1992). Auch im Ramsar-Übereinkommen wird neben der herausragenden Bedeutung von Feuchtgebieten als Lebensräume (AUGUST, 2007) dem Interessenkonflikt zwischen Nutzern und Naturschützern eine wichtige Rolle zugemessen (DAVIS, 1994; RAMSAR CONVENTION, 1996).

Moore bedecken mit ca. 4 Mio. km² etwa 3% der Landmasse weltweit (DIERSSEN & DIERSSEN, 2001). Die Nutzung von Mooren hat dazu geführt, dass der Anteil an Standorten mit Torfakkumulation drastisch abgenommen hat. Dies gilt aufgrund der intensiven Nutzungsformen insbesondere für die europäischen Staaten, die mit einem Mooranteil von etwa 5 % an der Gesamtfläche als moorreich eingestuft werden (SUCCOW & JOOSTEN, 2001, S. 2). Nach JOOSTEN (2000) weisen lediglich die osteuropäischen Staaten mit großen Mooranteilen an der Gesamtfläche sowie einige nordeuropäische Staaten noch höhere Anteile wachsender Moore auf. Dagegen liegt ihr Anteil in den meisten westeuropäischen Staaten nur noch bei ≤ 1 %. Mit etwa 16.700 km² bedeckten Anfang des 18. Jahrhunderts Moorökosysteme rund 4 bis 5 % der Gesamtfläche Deutschlands (SCHOPP-GUTH, 1999). DIERSSEN & DIERSSEN (2001) geben die gegenwärtige Niedermoorfläche mit 10.603 km² an, über 95 % davon als landwirtschaftlich genutzte Fläche. Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern sind mit 9,2 % (LANDGRAF & SCHULTZ-STERNBERG, 2001) bzw. 12,5 % (SUCCOW & JOOSTEN, 2001, S. 407) die Bundesländer mit den höchsten Anteilen von Moorböden an der Landesfläche. Die intensive Nutzung hat dazu geführt, dass in den neuen Bundesländern nur noch etwa 1 % der ursprünglichen Moorfläche von Moorbiotopen bedeckt ist, die potentiell torfbildend sind (SUCCOW & JOOSTEN, 2001, S. 407). Für die alten Bundesländer geht SCHOPP-GUTH (1999, S. 11) von ähnlichen Verhältnissen aus. Da in den entwässerten Mooren keine Torfakkumulation mehr stattfindet, haben die meisten Moore ihre Funktion als Senke für Stoffe und Wasser verloren und sich aufgrund der Mineralisierung des Torfes vielfach zu Quellen gewandelt (KUNTZE, 1993). Verbunden ist diese Entwicklung mit einer Reihe negativer ökologischer Effekte wie dem Freisetzen von klimarelevanten Gasen und Nährstoffen in hohen Mengen, der Eutrophierung, dem Verlust von Wasserspeicherkapazität und dem Rückgang der Artenvielfalt. Dies gilt vor allem für Moore, die zu landwirtschaftlichen Zwecken entwässert wurden. Mittel- bis langfristig führt die Mineralisierung zum vollständigen Verzehr des Torfkörpers und damit zum Moorverlust. Dies ist auf Niedermoores, die vor der Nutzung flachgründig ausgeprägt waren, bereits vielfach geschehen. JOOSTEN (1999) schätzt den Verlust von Mooren in Europa seit Nutzungsbeginn auf einen Flächenanteil von 10 bis 20 %. Für Ungarn gibt DÖMSÖDI (1988) an, dass sich die Moorfläche auf ein Drittel und die Torfmenge auf ein Viertel seit Nutzungsbeginn verringert haben. ZEITZ et al. (1995) geben den Verlust an Moorfläche für das Rhinluch in Brandenburg

seit 1970 mit ca. 500 ha an, was einem Anteil an der Gesamtfläche von etwa 5 % entspricht. Für eine Testfläche im Rhinluch mussten ZEITZ et al. (1992) im Zeitraum von 1969 bis 1991 die Vervielfachung des Anmooranteils und eine Halbierung des Anteils tiefgründiger Niedermoore verzeichnen. LANDGRAF & SCHULTZ-STERNBERG (2001) rechnen den Verlust an Moorfläche für das Land Brandenburg auf 70.000 ha hoch. Für das Donaumoos in Süddeutschland berichtet PFADENHAUER et al. (1991) von 5000 ha Moorfläche, die in etwa 200 Jahren seit Nutzungsbeginn verloren gegangen ist.

Es ist mit weiteren Verlusten an Moorfläche zu rechnen, da in den vorliegenden Entwicklungskonzepten den flachgründigen Niedermooren vielfach ein geringer moorökologischer Wert zugeschrieben wird. PFADENHAUER et al. (1991), PFADENHAUER (1999) und ZEITZ & LEHRKAMP (1995) nennen eine Mindest-Moormächtigkeit von 1 m, um ein Niedermoor aus bodenökologischer Sicht renaturieren zu können. Geringere Moormächtigkeiten kommen nur in Frage, wenn das Wasserdargebot für eine ganzjährige Vernässbarkeit ausreicht. Ein Großteil der flachgründigen Niedermoore wird somit weiterhin einer mehr oder weniger intensiven Entwässerung und damit Mineralisierung unterliegen, bis der Torfkörper aufgezehrt und der Niedermoorboden damit verloren gegangen sein wird. Für das Obere Rhinluch gehen LANDGRAF & SCHULTZ-STERNBERG (2001) davon aus, dass bis auf wenige sehr tiefgründige Bereiche im Kremmener Luch und um den Bützsee durch eine 400 Jahre währende Nutzungsgeschichte das in vielen tausend Jahren gewachsene Moor verschwunden sein wird, wenn keine Landnutzungsänderungen vorgenommen würden. Darüberhinaus wird erwartet, dass die Entwicklung des Klimas zur weitgehenden Trockenlegung der Niedermoore in Brandenburg führen wird (GERSTENGARBE, 2003).

Es ist zu erwarten, dass mit dem Wandel vom Niedermoorboden zu einem anderen Boden Veränderungen in den Boden- und Standorteigenschaften verbunden sind, die bisher nicht wissenschaftlich untersucht worden sind. Mit dieser Arbeit zu den ehemaligen Niedermooren in Nordostdeutschland soll ein Beitrag dazu geleistet werden.

1.1 Stand des Wissens

Im Folgenden wird zunächst ein kurzer Überblick über Moor- und Torftypen sowie Muddesubstrate gegeben, bevor die Entwicklung von entwässerten Niedermoor- und Muddeböden erläutert wird. Anschließend wird nach einem kurzen Überblick zu den Nutzungskonzepten für Niedermoore die Weiterentwicklung der Moore in Nicht-Moorböden erläutert.

Die herausragende Stellung der wachsenden Moore liegt in ihrer positiven Stoffbilanz begründet, d.h. die Akkumulation der pflanzlichen Überreste übersteigt ihre Zersetzung. Voraussetzung für die Moorbildung ist ein Wasserüberschuss in der Landschaft. Durch den Luftabschluss der im wassergesättigten Bereich verbleibenden Biomasse kommen die biochemischen Ab- und Umbauprozesse weitgehend zum Erliegen. So wird der Kohlenstoff-Kreislauf unterbrochen, Wasser wird der Landschaft entzogen und Nährstoffe werden in der Ansammlung von organi-

scher Substanz festgelegt: wachsende Moore fungieren als Stoff- und Wasserspeicher der Landschaft (KUNTZE, 1988; SUCCOW & JOOSTEN, 2001).

Moor- und Torftypen

SUCCOW (1986a) unterscheidet die hydrologischen Moortypen Verlandungs-, Überflutungs-, Versumpfungs-, Durchströmungs-, Quell-, Hang-, Kessel- und Regenmoor nach der Wasserspeisung der Moore. Dabei werden die Regenmoore von Niederschlagswasser, die übrigen von Grund- bzw. Mineralbodenwasser gespeist. Ökologische Moortypen werden nach der stofflichen Zusammensetzung der Torfe als oligotroph-sauer, mesotroph-sauer, mesotroph-subneutral, mesotroph-kalkhaltig und eutroph unterschieden. Die im Prozess der Moorbildung sedentär entstandenen Substrate werden als Torf bezeichnet und nach Bodenkundlicher Kartieranleitung KA5 (AG BODEN, 2005) und nach der Deutschen Industrienorm DIN 4047-4 (1995) über einen Gehalt an Organischer Bodensubstanz (OBS) von ≥ 30 Trockenmasse-% (M.%) definiert. Torfe gleicher botanischer Artenzusammensetzung der Pflanzenreste werden zu Torfarten zusammengefasst. Sie treten meist als Mischtorfe auf, die sich aus unterschiedlichen Torfarten zusammensetzen. SCHMIDT (1985) schätzt für die ehemalige DDR das Vorkommen in Volumenprozent-Anteilen wie folgt ein: 25 % Feinseggentorf, 20 % Erlenbruchtorf, 15 % Schilftorf, 10 % Grobseggentorf, 10 % Schneidentorf, 5 % Braunmoostorf sowie 15 % sekundär veränderter Torfe. WORESCHK UND PÖHLER (1977) gehen von Seggentorfen und Schilftorfen als dominierende Torfarten aus.

Mudden

Ein weiteres Moorsubstrat sind die Mudden, die im Gegensatz zum sedentär gebildeten Torf Sedimente darstellen. Zunächst wurden sie als Süßwassersedimente (WEBER, 1907), später als Süßwassersedimente mit deutlich sichtbarem Anteil an Organischer Substanz gekennzeichnet. Dieser Anteil an Organischer Substanz wurde nach Vorschlägen von MERKT et al. (1971) auf ≥ 5 M.% festgelegt. Die organische Komponente wird aus Resten von Phyto- und Zooplankton und am Seeboden lebender Organismen, aus Exkrementen der beiden letzteren und aus aufgearbeitetem Material von Uferpflanzen gebildet. Daneben sind mineralische Beimengungen vertreten.

Eine Gliederung der Mudden, auf die in Kapitel 6.1 ab Seite 111 noch näher eingegangen wird, erfolgt nach STEGMANN et al. (2001) je nach Gehalt an organischem, carbonatischem und silikatischem Material in

- *Organomudden* (Fein-, Mittel-, und Grobdetritusmudde, Lebermudde als Abart der Feindetritusmudde, Schwemmmudde, Torfmudde und Laubmudde),
- *Kalkmudden* (Fein- und Grobkalkmudde, sowie Leberkalkmudde als Abart der Feinkalkmudde),
- *Silikatmudden* (Ton-, Schluff- und Sandmudde),

während in der KA5 *organo-mineralische* (Sand-, Schluff-, Ton-, Diatomeen- und Kalkmudde) von *organischen* Mudden (Leber-, Torf- und Detritusmudde) unterschieden werden. In der deutschen Bodensystematik gehören Böden aus oberflächlich anstehenden Mudden der Klasse Subhydrischer Böden (Unterwasserböden) innerhalb der Abteilung Semisubhydrischer und Subhydrischer Böden an. Eine genauere Horizont-Nomenklatur und weitere Untergliederung ist bisher nicht erfolgt.

Die für die Bildung von Kalkmudden notwendige Kalkausscheidung erfolgt durch Ausfällung (präzipitativ), durch Ablagerung von Pflanzen (phytogen - v.a. über Caraceen) oder Tieren (zoogen - meist über Mollusken). Zur Ausfällung von Carbonaten kommt es bei einer Verschiebung des Calciumcarbonat-Kohlendioxid-Wasser-Gleichgewichts:



Diese Verschiebung wird durch Temperaturanstieg, Druckentlastung im bewegten Wasser und vor allem durch die Nutzung des Kohlendioxids von Wasserpflanzen zur Assimilation ausgelöst. Da eine ausreichende Kalkversorgung des Wassers und die ständige Nachlieferung zur Bildung von Kalkmudden notwendig ist, während die Bildung von Detritusmudden an zufluss- und grundwasseranschlusslose Seen gebunden ist, fungieren Mudden als hydrologische Indikatoren. Wechsel von Muddearten sprechen für eine veränderte Wasserspeisung der Seen (MAUERSBERGER & MAUERSBERGER, 1997).

Von den Kalkmudden sind Wiesenkalke abzugrenzen, die keine Muddeablagerungen darstellen sondern mit Kalziumkarbonat durchsetzten Torf (GÖTLICH, 1990; MERKT et al., 1971). Wiesenkalke entstehen nicht durch Sedimentation sondern gemeinsam mit dem Torf bei der Moorentstehung oder bei Durchströmung von Torf mit kalkhaltigem Wasser, wobei es zu primärer oder sekundärer Anreicherung von Kalk kommen kann. Kalziumkarbonat wird am Grundwassersaum abgelagert, wenn das Grundwasser verdunstet.

Durch die Ablassung des Wassers aus Seen ist es zu der Bildung von Mudden an der Oberfläche gekommen (BIRNBACHER, 1958; KIVINEN, 1938a; UGGLA, 1964b). Diese Standorte werden in Deutschland als Muddemoore (SUCCOW, 1986a), in Polen als Gytjtjamoore bezeichnet (JASNOWSKI, 1972). Sie wurden auch in der KA4¹ als Substratabfolge "Mudden über mineralischem liegenden Substrat" genannt, die Zuordnung zu einem Moorbodentyp blieb hier aber bemerkenswerterweise offen. Für die Landwirtschaft waren Kalkmudden als Düngemittel von Interesse (GEHL, 1959). Ein kleinräumiges Auftreten von Mudden kann im Zusammenhang mit periglaziär entstandenen Eiskeilpseudomorphosen (EISSMANN, 1981) vorkommen.

Nutzung der Moore und ihre Konsequenzen

Von 281.000 ha Niedermoorfläche in Brandenburg (LANDGRAF & SCHULTZ-STERNBERG, 2001) sind 90% für landwirtschaftliche Zwecke entwässert worden. In Ostdeutschland liefern die Niedermoore über ein Drittel des Grobfutteraufkommens für die Tierproduktion (ZEITZ et al., 1992). Vor allem die tiefgreifenden Entwässerungen im Zuge der Umstellung auf industriemäßige landwirtschaftliche Produktion seit Ende der sechziger Jahre – Grundwasserflurabstände von 1 m und mehr wurden eingestellt, um die Befahrbarkeit mit schweren Maschinen zu sichern (WOJAHN & SCHMIDT, 1987) – haben zu den gravierenden Struktur- und Funktionsänderungen der Niedermoore geführt, die vielfach in der Literatur beschrieben wurden (z.B.: ILLNER, 1982, 1983, 1984; ILLNER & LEHRKAMP, 1981; ILNICKI, 1983; OKRUSZKO, 1968; OKRUSZKO & SZUNIEWICZ, 1968; SAUERBREY & LEHRKAMP, 1994; SAUERBREY &

¹Tab. 49, S. 259

SCHMIDT, 1993; SCHMIDT, 1994; SCHMIDT & ILLNER, 1976; SCHMIDT et al., 1981; SUC-COW, 1986b; TITZE, 1984; WOJAHN & SCHMIDT, 1987; ZEITZ et al., 1987). Die Durchlüftung der Torfe bedingt zunächst den Wegfall der Auftriebskräfte und damit die Sackung² der hochkompressiblen Torfe. Bei tiefgründigen Mooren sind auch die im Grundwasserbereich verbleibenden Schichten von Sackung betroffen. SCHMIDT et al. (1981) geben eine Erhöhung der Normalspannung um einen bis zum 30fachen höheren Betrag in 1 m Tiefe an. Bei weiteren Entwässerungen fallen die Sackungen erheblich geringer aus als bei der Erst-Entwässerung. Deutlich sichtbare Folge der Sackung ist die Absenkung der Geländeoberflächen. Durch wechselnde Grundwasserstände hervorgerufene Quellungs- und Schrumpfungsprozesse führen zur Herausbildung zunächst von Rissen und Spalten im Torf, und anschließend von polyedrischem Aggregatgefüge (OKRUSZKO, 1968; OKRUSZKO & SZUNIEWICZ, 1968; SCHMIDT, 1994; SUC-COW, 1986a). Die Durchlüftung des Torfes führt zum Wiedereinsetzen der biochemischen Ab- und Umbauprozesse Mineralisierung und Humifizierung und damit zum Torfverzehr unter Freisetzung hoher Stoffmengen. Dabei werden klimarelevante Gase in die Atmosphäre (z.B.: AUGUSTIN et al., 1996, 2001; FLESSA et al., 1998; KASIMIR-KLEMEDTSSON et al., 1997) und Nährstoffe ins Grund- und Oberflächenwasser emittiert (z.B.: BARTELS & SCHEFFER, 1996; KUNTZE, 1993; DE MARS et al., 1996; VERHOEVEN, 1986; VERHOEVEN et al., 1990). Die Verzahnung dieser vielseitigen Prozesse führt zur Herausbildung der Bodenentwicklungsstufen Erdfen und Mulm mit ihren charakteristischen Horizonten:

- nHv vererdeter Oberbodenhorizont: krümeliges bis feinpolyedrisch-körniges Aggregatgefüge;
- nHm vermulmter Oberbodenhorizont: schwarze, stark bis sehr stark zersetzte Torfsubstanz mit im trockenen Zustand pulvrig-stäubigem, schwer benetzbarem Korngefüge, bzw. mit im feuchten Zustand schmierig-körnigem, verschlammtem dichtem Kohärentgefüge;
- nHa Unterbodenhorizont in Absonderungsgefüge; grob- bis feinpolyedrische Gefügekörper (zum Oberboden feiner werdend), bei Grobpolyedergefüge sind Torfart und Zersetzungsgrad meist noch ansprechbar. In trockenem Zustand bröckelig, mit ausgeprägten Gefügeoberflächen;
- nHt Torfschrumpfungshorizont, der zum Untergrund überleitet; grob-prismatisch gegliedertes Rissgefüge ohne horizontale Bruchlinien zum pedogen unveränderten Torf des Untergrundes. Torfart und Zersetzungsgrad meist noch ansprechbar.

Mit der Vermulmung von Niedermoorstandorten gehen vielfach Erscheinungen wie die Abnahme der pflanzenverfügbaren Wasserspeicherkapazität, die Verringerung der Wasserleitfähigkeit (SCHWÄRZEL, 2000; ZEITZ, 1992) und kapillaren Leitfähigkeit, die Erhöhung der Winderosionsgefährdung (SAUERBREY & SCHMIDT, 1993) sowie hohe Temperaturunterschiede im Tagesgang einher (HENNING, 1995), die zur Degradierung der Standorte führen. Die Untersuchungen von SCHINDLER et al. (2003a) haben dagegen gezeigt, dass mit feiner werdender Aggregatstruktur bei fortschreitender Bodenentwicklung die hydraulische Leitfähigkeit wieder zunimmt und im Mulmstadium teilweise sogar den nahezu unveränderten Torf übertraf. Die kapillare Wasserversorgung wird von Grundwasserständen über 70 cm, Muddevorkommen in der Kapillarzone, geringen Durchlässigkeiten im Grundwasserbereich und durch starke Grundwasserschwankungen im Tagesverlauf verursachte Hystereseeffekte gemindert. WESSOLEK et al.

²vielfach auch als Setzung oder Kompression bezeichnet.

(2002) fanden die höchsten Torfabbauraten und CO₂-Emissionen bei der Kombination von niedrigen Grundwasserflurabständen und hohen Wasserbilanzdefiziten während der Vegetationsperiode.

Mudden als Böden

Während die Entwicklungen, denen Torfe nach Entwässerung unterliegen, vielfach untersucht worden sind, liegt für die Eigenschaften von Mudden und Muddeböden eine weitaus geringere Anzahl an Untersuchungen vor. Der überwiegende Teil der Veröffentlichungen über Mudden untersucht diese als Unterwasserablagerungen, nicht als Böden. PASSARGE (1901) erwähnt zwar Horizontbildungen in den untersuchten Kalkschlammablagerungen, sie werden aber nicht weiter als solche thematisiert. GROSSE-BRAUCKMANN (1961) veröffentlichte eine ausführliche Abhandlung über die Terminologie von organischen Sedimenten, in der zum ersten Mal diskutiert wurde, Seesedimente als Bodensubstrate zu betrachten, die auch in DIN-Vorschriften aufgeführt werden sollten. Er empfiehlt, den Begriff Mudde als Quartärsediment mit auffälligem Gehalt an organischer Substanz zu definieren. Auf der Grundlage von älteren Veröffentlichungen kommt er zu der Abgrenzung der Mudden von Gytjtja, Dy und Sapropel, da in letzteren die organische Komponente über den Namen weitergehend charakterisiert wird und sie in der Bodensystematik von KUBIENA (1953) auch als Bodentypen angesehen wurden. Heute werden nach KA5 Sapropel, Gytjtja, Dy und Protopedon der Klasse der Subhydrischen Böden zugeordnet. Gytjtja setzt sich dabei aus nährstoffreichen, gut durchlüfteten limnischen Sedimenten (i.d.R. Mudden) und Sapropel aus Faulschlamm zusammen. In der KA4 wurden oberflächlich anstehende oder nur geringmächtig von mineralischen oder Torfschichten bedeckte (< 2 dm) organische Mudden mit einer Mächtigkeit von mehr als 2 dm der Abteilung der Moore zugeordnet. Diese Zuordnung entfällt in der vom AK FÜR BODENSYSTEMATIK DER DBG (1998) vorgelegten Systematik der deutschen Böden. Eine Ausweisung entsprechender Böden bzw. entsprechender Horizontabfolgen ist auch in der KA5 nicht erfolgt.

BIRNBACHER veröffentlichte 1958 Untersuchungen zur Erschließung einer Lebermudde- und Kalklebermudde-Fläche im Federseemoor. Er beschreibt die starke Schrumpfung der Mudden (Lebermudde auf 10 %, Kalkmudde auf 17 % des Ausgangsvolumens), die aufgrund weitgehend irreversibler Gelbildung nur noch einen geringen Teil an Wasser wieder aufnehmen können (Lebermudde 48 %, Kalklebermudde 37%) und dabei nur etwa die Hälfte ihres Ausgangsvolumens wieder erreichen. Darüber hinaus zeigt er durch mechanische Untersuchungen, die eine Umwandlung vom Gel- zum Solzustand nachweisen, die schlechte Eignung von Lebermudde als Baugrund auf. Auch weist er darauf hin, dass bei Trocknung vorwiegend horizontale Risse entstehen. Mit 90 Vol% weisen diese Mudden ein sehr großes Porenvolumen bei sehr hohen Anteilen an Feinporen auf. BIRNBACHER (*ebenda*) behandelt zudem die Entstehung pflanzenschädlicher Schwefelsäure bei Entwässerung, wenn Schwefeleisenverbindungen (FeS₂) oxidiert werden. Er schlägt eine scharfe Entwässerung vor, die eine schnelle Oxidierung und Abführung der Schwefelsäure durch die Schrumpfrisse nach sich zieht. Frische Lebermudde besitzt ähnlich wie schwere Tone so gut wie keine Wasserdurchlässigkeit. EGGELSMANN (1962) berichtet mit k-Werten von etwa 0,1 bis 2,0 m·d⁻¹ bei Substanzvolumina von 10 bis 2 Vol.% von deutlich höheren Wasserdurchlässigkeiten als BIRNBACHER (1958) und auch GEBHARDT (1964, 1979) in ihren Durchlässigkeitsuntersuchungen von Mudden. Auch ILLNER (1962) kommt zu

dem Ergebnis, dass Mudden eine "sehr geringe Wasserdurchlässigkeit" haben, die selten $0,1 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$ übersteigt. Im Rahmen seiner Dissertation über die Wasserhaushaltsdynamik von Niedermooren untersuchte SCHWÄRZEL (2000) neben tiefgründigen Niedermooren auch einen Niedermoorgley, einen Gley sowie einen Niedermoorstandort mit hoch anstehender Kalkmudde: Die Substanzvolumina zwischen Torf und Kalkmudde unterscheiden sich kaum, der Anteil an Grobporen ist gering und der leicht pflanzenverfügbare Wasseranteil ist in den Kalkmudden etwa dreimal so hoch wie in den vererdeten Torfen. Die Kalkmudden weisen eine sehr viel höhere hydraulische Leitfähigkeit auf als die untersuchten Torfe. Dagegen zeigen die mit Kalkmudde durchsetzten Torfhorizonte zu den kalkmuddefreien Torfen kaum Unterschiede. Der Niedermoorgley weist ein geringeres Porenvolumen auf als die Niedermoorhorizonte und mit 40 Vol.% eine hohe nutzbare Feldkapazität sowie eine geringe Luftkapazität. Im Rahmen eines Studienprojektes der Technischen Universität Berlin und der Humboldt-Universität Berlin wurden für Kalkmudden im gleichen Untersuchungsgebiet potentielle Kationenaustauschkapazitäten von 200 mmol_c bei einem Anteil an Calcium von über 90%, geringe Wasserleitfähigkeiten (4 bis $7 \text{ cm} \cdot \text{d}^{-1}$), hohe Gesamtporenvolumina zwischen 70 und 80 Vol.% bei einem hohen Anteil an nutzbarer Feldkapazität (ca. 40 Vol.%), Fein- (ca. 30 Vol.%) und Mittelporen (ca. 40 Vol.%) sowie geringem Anteil an Grobporen (ca. 6 Vol.%) (PAULMANN & MARQUART, 1998, *unveröff.*) ermittelt. SCHMIDT (1992b,a) legt Einheitswasserzahlen und Reindichten für Mudden vor. Dabei weist er den engen Zusammenhang von Reindichte und Glührückstand nach, aus dem er eine Regressionsformel zur Ableitung der Reindichte aus dem Glührückstand liefert. 2006 legt CHMIELESKI erstmals umfassende Untersuchungen über entwässerte Muddeböden in Deutschland vor. Sie weist nach, dass entwässerte Mudden einer Pedogenese unterliegen, die ausgelöst durch Schrumpfs- und Quellungsprozesse zur Ausbildung von Aggregatgefüge und leeren oder aufgefüllten Schrumpfrissen führen. Sie kommt zur Unterscheidung von fünf Horizonten in den entwässerten Detritusmudden:

- I. Vererdete Mudde mit stark zersetzten Torffasern durchsetzt, Krümelgefüge, meist tief-schwarze bis schwarzbraune Farbe, nach Wasserabsenkung infolge weiter anhaltender Grundnässe entstanden, Einmischung von Mudde durch Bodenbearbeitung und Bioturbation.
- II. Schrumpfungshorizont 1 aus Mudde mit losen zusammenhaltenden kleinen Aggregaten (1-3 mm mächtig, dachziegelartig angeordnet).
- III. Schrumpfungshorizont 2 aus Mudde mit verdichteten größeren Aggregaten (5-10 mm mächtige Platten, dachziegelartig angeordnet)
- IV. Schrumpfungshorizont 3, Polyeder, innerhalb der Polyeder Kohärentgefüge, Farbe und Festigkeit ähnlich unveränderter Mudde (bis zu $50 \text{ cm } \varnothing$).
- V. Horizont ohne pedogenetisch begingte morphologische Veränderungen.

Von der Entwässerungstiefe hängt die Entstehung von Plättchengefüge in Stärken von wenigen Millimetern bis zu einigen Zentimetern ab. Für entwässerte Kalkmudden beschreibt sie vier Horizonte:

- I. Oberbodenhorizont (Mischsubstrat aus Mudde und stark zersetztem Torf mit klumpigen Muddeaggregaten bis 5 cm).

- II. Schrumpfungshorizont (aus Aggregaten in unregelmäßigem Polyedergefüge mit Eisenoxid und Makroresten wie Muscheln und Fasern)
- III. Konsolidierungshorizont (aus Polyedern, die innerhalb Kohärentgefüge aufweisen)
- IV. Gallerthhorizont (ohne pedogenetisch bedingte Veränderungen).

Die Gesamtporenvolumina reichten in den untersuchten Detritusmudden bis zu 80 Vol.%, in den Kalkmudden bis zu 74 Vol.%. Für entwässerte Detritusmudden stellt sie eine Verringerung des Gesamtporenvolumens und der nutzbaren Feldkapazität sowie eine Erhöhung des Anteils an äquivalenten Feinporen fest. Anders als in der KA5 vorgesehen, zählt sie auch Substrate mit einem Gehalt an Organischer Bodensubstanz unter 5 M.% zu den Mudden, wenn sie Mollusken oder Diatomeen aufweisen. Das MLUV hat 2005 einen Steckbrief "Kalkmudde" herausgegeben, in dem beispielhaft Kalkanmoorgley aus Fluvicarbonatsand über Kalkmudde über Fluvicarbonatsand beschrieben ist. Darin wird der Kalkmudde-Horizont als ein Übergangshorizont (efFr-Gco) beschrieben, der nicht nach KA5 definiert ist. Liegt ein Torfkörper ≤ 3 dm über einer Kalkmudde vor, ist er nicht mehr nach KA5 eindeutig anzusprechen.

Sehr viel umfangreicher und früher haben sich schwedische, russische und v.a. polnische Wissenschaftler den Eigenschaften und einer Systematik der durch Nutzung veränderten Mudden gewidmet. Dies liegt in erster Linie darin begründet, dass in Polen ein großer Anteil an Seen zur Erweiterung der landwirtschaftlichen Nutzfläche entwässert worden ist (UGGLA, 1964b). In Polen werden die Gytjtjaböden nach UGGLA (1964b) den hydromorphen Böden zugeordnet und in die Typen Moor-Gytjtjaböden und Mursch-Gytjtjaböden unterteilt, die wiederum als Detritus-Gyttjen, Kalk-Detritus-Gyttjen und Kalk-Gyttjen vorliegen können. Im Gegensatz zum deutschen Begriff Vermullung werden in der polnischen Literatur seit den Ausführungen von TOMASZEWSKI (1947) unter Vermurschung allgemein die bei wechselnden Grundwasserständen in den obersten Horizonten eintretenden Prozesse zusammengefasst. Den deutschen Begriffen Erdfen und Mulm entsprechen die von OKRUSZKO (1964) definierten MI- und MIII-Horizonte, sowie die Zwischenstufe des MII-Horizontes. UGGLA (1967) kommt zu einer Einteilung des Types Murschboden in die drei Subtypen Torf-Murschboden, Mudde-Murschboden und Murschartiger Boden³. Die Mudde-Murschböden werden weiter in Torfmudde-Murschböden und Gytjtja-Murschböden aufgeteilt, letztere können als Detritusgyttja-Murschböden und Kalkdetritusgyttja-Murschböden vorkommen. Für diese beschreibt UGGLA (1967) eine den Niedermoorböden sehr ähnliche Bodenentwicklung. Er weist auf Schrumpfrisse meist bis in die maximale Entwässerungstiefe und auf die Bildung eines polygonalen Mikroreliefs hin, das durch schrumpfbedingte Spalten Bülte herausbildet. Die Spalten werden später humos aufgefüllt. Die Gytjtja-Murschböden sind - wie die vermullten Torfe - durch höhere Dichte sowie geringere Porenvolumina und Wasserkapazitäten gekennzeichnet (UGGLA, 1964b). Kalkmudde schrumpft deutlich weniger als Detritusmudde oder Kalkdetritusmudde (UGGLA, 1968; UGGLA et al., 1969). Zudem setzt in bereits pedogenetisch veränderten Mudden eine Abnahme der Schrumpfungsgeschwindigkeit früher ein als bei unveränderten Mudden (UGGLA, 1968). Dass Detritusmudden bei Entwässerung mineralisiert werden, schließen UGGLA & MIROWSKI (1968) aus Huminstoff-Untersuchungen.

In Schweden gehören Muddenböden zu der Untereinheit limnic soils der organischen Böden,

³mit der Ergänzung: bzw. Anmoor-Boden

und werden weiter unterteilt in gyttja (> 30 M.% OBS), clay gyttja (6 bis 30 M.% OBS) und gyttja clay (1 bis 6 M.% OBS). Des Weiteren werden Muddeböden von anderen Mineralböden abgegrenzt, wenn sie gleichzeitig im Unterboden einen Gehalt an OBS > 1 %, eine Trockenroh-dichte von < 1,1 mg·m⁻³ und eine Porosität von > 60 % aufweisen (BERGLUND, 1996). BERGLUND (1995) beschreibt zudem ebenfalls entwässerungsbedingte Horizontbildung. Die Entwässerung führt zudem zu einer irreversiblen Schrumpfrissbildung sowie zu einer daraus resul-tierenden hohen Wasserleitfähigkeit (BERGLUND & PERSSON, 1996). BERGLUND (1996) er-wähnt ähnliche Beobachtungen zur Bildung von Schwefelsäure nach Entwässerung wie BIRN-BACHER (1958) und weist zudem auf relativ hohe potentielle Kationenaustauschkapazitäten und geringe Luftkapazitäten hin.

KIVINEN (1938a,b) unterscheidet Tongyttjen und eigentliche Gyttja, wobei erstere kaum Pflan-zenreste, letztere feinverteilte organische Substanz und Schalen von Diatomeen aufweisen. Er stellte eine Zunahme der Trockenroh-dichte mit abnehmendem Gehalt an Organischer Substanz sowie teils irreversible horizontale wie vertikale Schrumpfprozesse bei Trocknung fest.

Nach WOJAHN & SCHMIDT (1987) kommen in den Neuen Bundesländern Moorböden mit hoch anstehender Mudde im Untergrund auf 16100 ha Fläche vor. Flachgründige und sehr flach-gründige Torfschichten über Sand schätzen sie auf 36200 ha Fläche.

Einordnung von Mooren, Mudden und Gleyen in die Substrat- und Bodenklassifikation ⁴

Die Moore bilden eine selbständige Abteilung, weil mit ihrer Bildung das Ausgangsmaterial zugleich entsteht (AG BODEN, 1994). Es gibt zwei Klassen: *Natürliche Moore (H)* mit den Typen Niedermoor (HN) und Hochmoor (HH) und *Erd- und Mulmmoore (K)* unter anderem mit den Typen Erdniedermoor, basenreich (KV) und Mulmniedermoor (KM). Für beiden Typen existieren die Subtypen (Norm-)...niedermoor (KMn), Kalk...niedermoor (KMc) und Über-gangs...niedermoor (KMu) sowie ein Erdniedermoor-Mulmniedermoor (KVKM).

Mudden sind bisher nur in der Abteilung der Semisubhydrischen und Subhydrischen Böden, der Klasse der Subhydrischen Böden (J) und dem Typ Gyttja (JG) erwähnt, der aber nicht wei-ter charakterisiert ist. Ein Bodentyp, in dem die Stadien der Bodenentwicklung entwässerter und/oder freigelegter Mudden vertreten sind, existiert noch nicht.

Vom Grundwasser beeinflusste Böden werden innerhalb der Abteilung Semiterrestrischer Bö-den der Klasse Gleye zugeordnet. Ihr sind u.a. die Bodentypen Gley (GG), Anmoorgley (GM) und Moorgley (GH) zugeordnet. Der Humusgley (GGh) stellt einen Subtyp des Gleys, der Hu-musreiche Humusgley (GGhh) eine Varietät des Humusgleys dar. Der Bodentyp Anmoorgley weist u.a. die Subtypen (Norm-)Anmoorgley (GMn) und Kalkanmoorgley (GMc), der Boden-tyt Moorgley (GH) u.a. den Subtyp Niedermoorgley (GHn) auf.

Im Rahmen der Substratsystematischen Kennzeichnung werden Torf- und Muddesubstrate als Sondersubstrate wie folgt eingeteilt:

⁴Ein Überblick über die Grundzüge der Boden- und Substratklassifikation in der Bundesrepublik Deutschland ist im Anhang ab Seite 184 zusammengestellt.

Hauptgruppe	Gruppe	Untergruppe
Torf (H)	Niedermoortorf (Hn)	Niedermoortorf (Hn)
Organomudde (Fh)	Organomudde (Fh)	Lebermudde (Fhl) Torfmudde (Fhh) Detritusmudde (Fhg)
Mineralmudde (Fm)	Mineralmudde (Fm)	Sandmudde (Fms) Schluffmudde (Fmu) Tonmudde (Fmt) Diatomeenmudde (Fmi) Kalkmudde (Fmk)

Zur Bildung von Bodenformen werden die pedogenen und die lithogenen Einheiten kombiniert. Bodensubtypen sollen mit Substrattypen gemeinsam genannt werden. So entsteht beispielsweise die Bodenform HNvv:og-Hn/f-s(Sf), bzw. basenreiches Mulmniedermoor bestehend aus Niedermoortorf über Fluvisand (aus Auensand).

CHMIELESKI legt Vorschläge für die Substratklassifikation von Mudden in drei Obergruppen - Silikat-, Karbonat- und Organomudden - vor. Die diagnostischen Unterscheidungsmerkmale sind dabei vor allem Glühverlust und Karbonatgehalt, ergänzt um genauere Unterteilung anhand von Korngröße und Anwesenheit von Diatomeenschalen (Silikatmudden), Stufen des Karbonatgehaltes und Größe der Kalkpartikel (Karbonatmudden) sowie Fasergehalt und Humusgehalt (Organomudden). Kommen Diatomeen oder Mollusken vor, soll nach ihren Vorschlägen der Mindestgehalt an Organischer Bodensubstanz auf 1 M.% herabgesetzt werden. Für die Einordnung in die Bodenklassifikation schlägt sie eine Einordnung in die Abteilung Moore mit einer neuen Klasse Muddemoore, neuen Typen Karbonat-, Silikat- und Organomuddemoor und neuen Subtypen Norm-, Erd- und Mulm-... muddemoor. Dabei müsste für die Einordnung in die Abteilung Moore die Grenzziehung des Gehaltes an Organischer Bodensubstanz von mindestens 30 M.% entfallen oder ergänzt werden.

Nutzungskonzepte für Niedermoore in Deutschland

Nach der Vereinigung Deutschlands 1990 ergab sich die Chance, neue Konzepte mit dem vorrangigen Ziel der Moorerhaltung und -wiederherstellung umsetzen zu können. Damit wurden Wissenschaftler, Behörden und Landnutzer vor eine große und schwierige Aufgabe gestellt. Im Zuge der ersten teilweise großräumigen Forschungsprojekte wurden die Grenzen bei der Umsetzung von Renaturierungen durch Wiedervernässung deutlich. So wird bereits im Zwischenbericht des BMBF-Verbundprojektes 'Ökosystemmanagement für Niedermoore' eine großflächige Wiedervernässung von Niedermooren aufgrund der klimatischen Situation Norddeutschlands für unwahrscheinlich erklärt (KUNTZE, 1995). EGGELSMANN (1989) weist zudem auf das Problem der Wasserregulierung in flachgründigen Versumpfungsmooren hin. Das bewegte Untergrundrelief hat zu starken Heterogenitäten in den Geländehöhen und damit im Wasserregime geführt. So kommt es zu einem kleinräumigen Mosaik von Nass-, Feucht- und Trockenstellen mit hoher biotischer Vielfalt (KUNTZE, 1995). In Brandenburg stellt sich eine Steuerung des Landschaftswasserhaushaltes aufgrund der trockeneren Klimabedingungen noch schwieriger dar als in Mecklenburg-Vorpommern (QUAST, 1995, 1997). Zudem liegt mit den großen

Versumpfungsmooren der Urstromtäler der Anteil der flach- bis mittelgründigen Niedermoorgebiete deutlich höher als in Mecklenburg-Vorpommern, dessen Moore großteils als Talmoore mit mächtigen Torfschichten ausgebildet sind (UMWELTMINISTERIUM MECKLENBURG-VORPOMMERN, 2000). RATZKE & DANN (1996) geben den Verlust an Moorfläche mit 13 % für Mecklenburg-Vorpommern an und weisen darauf hin, dass es sich dabei nur um große zusammenhängende Flächen handelt und der Verlust von kleinräumigen Vorkommen unberücksichtigt geblieben ist.

Für eine Abwägung der unterschiedlichen Interessen von Natur- und Artenschutz, Bodenschutz, Wassermanagement und Landwirtschaft sind unterschiedliche Nutzungs- und Entwicklungskonzepte für Niedermoor aufgestellt worden. Das Landesumweltamt Brandenburg hat 1997 eine auf einer Studie von ZEITZ et al. (1997) beruhende Handlungshilfe für Planungen entwickelt (SCHULZ-STERNBERG & ZEITZ, 1997). Darin wird eine Zonierung mit unterschiedlichen Leitbildern der Niedermoornutzung und -entwicklung angestrebt. Die tiefgründigen Niedermoorbereiche sollen einer Wiedervernässung (Moorregenerationszone) zugeführt werden, mittelgründige Niedermoorbereiche sollen zur Speicherung von Winterniederschlägen und durch nur extensive landwirtschaftliche Nutzung zum Artenschutz beitragen (Moorstabilisierungszone). Die flachgründigen und nicht wiedervernässbaren Niedermoorbereiche werden aufgrund ihres geringen Potentials für Biotop- und Artenschutz der landwirtschaftlichen Nutzung, vor allem als Grünland, vorbehalten. Diese Empfehlungen entsprechen den Ergebnissen anderer Arbeiten (EGGELSMANN, 1989; KRETSCHMER, 2000; LUTHARDT, 1993; PFADENHAUER, 1999). Die Notwendigkeit von Umweltmonitoringsystemen für Moore verdeutlichen DIERSSEN & DIERSSEN (2001).

Folgen der fortgesetzten Niedermoornutzung

Damit bleibt der weitaus größte Teil der Niedermoorflächen unter Nutzung und wird weiterhin entwässert werden. Auch die angestrebten hohen Grundwasserstände können nur zu einer Verlangsamung bzw. Reduzierung, jedoch nicht zu einem Ende des Torfverzehr führen (EGGELSMANN, 1989). Hinzu kommen noch die Auswirkungen des Klimawandels, der die Feuchtgebiete in Brandenburg bedroht (GERSTENGARBE, 2003). Die fortlaufende Mineralisierung führt letztlich zum Verlust an Torfen und insgesamt zu einer weiteren Verringerung der Moorflächen. Bereits 1982 weisen SCHMIDT & KREIL auf dieses Problem hin. In anderen Arbeiten wurde diese Entwicklung ebenfalls erwähnt (ILLNER, 1983; SCHULZ, 1995), aber nicht weiter untersucht. Zur Zeit wird im Havelländischen Luch im Auftrag des Havelkreises eine Großflächenkartierung durchgeführt, um festzustellen, welche Grünlandflächen noch als Moorflächen anzusprechen sind. Da sie gute Erfahrungen mit Maisanbau auf ehemaligen Moorflächen gemacht haben, unterstützen die Landnutzer dieses Vorhaben (SCHALITZ, 2007, *(unveröff.)*). In Polen wurde 1964 eine Arbeit über "Dunkle humose Sandböden" von UGGLA et al. vorgelegt, die zwischen Niedermoorböden und Mineralböden liegen. Er führt ihre Entstehung auf langsame Entwässerung von Moorböden zurück. Sie weisen einen Gehalt an Organischer Bodensubstanz zwischen 5 und 13 M.% auf. Der Humus ist durch einen hohen Anteil an Huminsäuren mit einem hohen Polymerisationsgrad charakterisiert. Die Autoren beschreiben die Vergleyung der Böden sowie das Vorhandensein eines B-Horizontes mit Verlagerung von Ca, Fe, Mn. Die Porosität liegt bei 49 bis 58 Vol.%. Im Sommer trocknen diese Böden sehr stark aus, so dass

bis zu 70 % des Porenvolumens mit Luft gefüllt ist. Ob eine solche Entwicklung auch für Nordostdeutschland zu erwarten ist, ist bisher ungeklärt. Genauere Untersuchungen über die Böden, die entstehen werden, wenn Niedermoore verloren gegangen sind, liegen noch nicht vor.

1.2 Hypothesen und Ziele

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, welcher weiteren Entwicklung die Niedermoore unterliegen werden, die nicht erhalten werden können und sich mittel- bis langfristig zu anderen Böden entwickeln werden. Die vorliegende Arbeit baut auf den folgenden Arbeitshypothesen auf:

- Auf den weiterhin mehr oder weniger stark entwässerten Niedermooren führt Mineralisierung zum vollständigen Verzehr des Torfkörpers und damit zum Verlust der für Niedermoore typischen Eigenschaften.
- Die Entwicklungsrichtung der so entstehenden Böden wird vor allem durch die Eigenschaften des Untergrundes bestimmt. Aus mineralisch unterlagerten Niedermooren entstehen Mineralböden, die gute Ackerböden sein können. Aus mudeunterlagerten Böden entstehen Böden, die bisher in Struktur und Eigenschaften zum Teil kaum bekannt sind, und sich in wichtigen Bodeneigenschaften deutlich von anderen Böden unterscheiden können.
- Durch die Verlagerung der notwendigen intensiven landwirtschaftlichen Nutzung auf einige dieser Böden kann ein Beitrag zur Entlastung von mittel- bis tiefgründigen Niedermooren ohne größere Ertragseinbußen geleistet werden.

Die Überprüfung dieser Thesen ergab die folgenden Fragen und damit zugleich die Ziele der Arbeit:

- Wie sind diese ehemaligen Niedermoorböden zu definieren?
- Welche Böden entstehen und wie können sie klassifiziert werden?
- Welche Eigenschaften weisen sie in Abhängigkeit vom Untergrundmaterial der ehemaligen Niedermoore auf?
- Wie können sie genutzt werden?

Zur Klärung dieser Fragen sind in unterschiedlichen Niedermooren Brandenburgs exemplarisch Bodenprofile aufgenommen worden. Wichtige bodenchemische und bodenphysikalische Kennwerte wurden ermittelt und durch einen Vergleich von Niedermoor und ehemaligem Niedermoor bewertet. Darauf basierend erfolgt eine Klassifizierung, die sich hauptsächlich an den Vorgaben aus der KA5 und der TGL 24300/04 orientiert. Ergänzt um Ertragsmessungen, Untersuchungen an Grundwasserlysimetern sowie Auswertungen von Karten wurde ein Nutzungskonzept erarbeitet, das in bestehende Konzepte zur Entwicklung von Niedermooren eingliedert werden kann und diese ergänzen soll.

1.3 Definition des Begriffes Niedermoor-Folgeboden

Niedermoor-Folgeböden sind ein weiteres Stadium der Niedermoorbodenentwicklung, welches erreicht ist, wenn die anthropogene Nutzung zu einem Unterschreiten der Torfmächtigkeit unter 3 dm bzw. des Gehaltes Organischer Bodensubstanz unter 30 M.% geführt hat und damit die für Niedermoore typischen Merkmale fehlen. Somit handelt es sich um mineralische oder organische Böden ohne oder mit nur geringmächtigen Torfschichten. Zwischengelagerte mineralische oder Muddeschichten werden dem Torfkörper zugerechnet. Eine Muddemächtigkeit von mehr als 3 dm wird als eigenständiges Substrat angesehen. Als ursächliche anthropogene Nutzung kommen nicht nur landwirtschaftliche Nutzungsformen (Schwarzkultur, Sanddeckkulturen, Tiefpflugsanddeckkulturen, Moordammkulturen) sondern auch Torfabbau sowie Wasserablassung aus Seen, die Mudden an die Geländeoberfläche bringen können, vor.

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiete

Die Untersuchungen wurden in den Gebieten Oberes Rhinluch, Havelluch, Radow-Welse-Bruch, Baruther Urstromtal, Unterer Spreewald und Ziethener Seebruch durchgeführt. Die Lage der Untersuchungsgebiete ist in Abbildung 2.1 verzeichnet. Im Folgenden werden die Gebiete kurz charakterisiert.

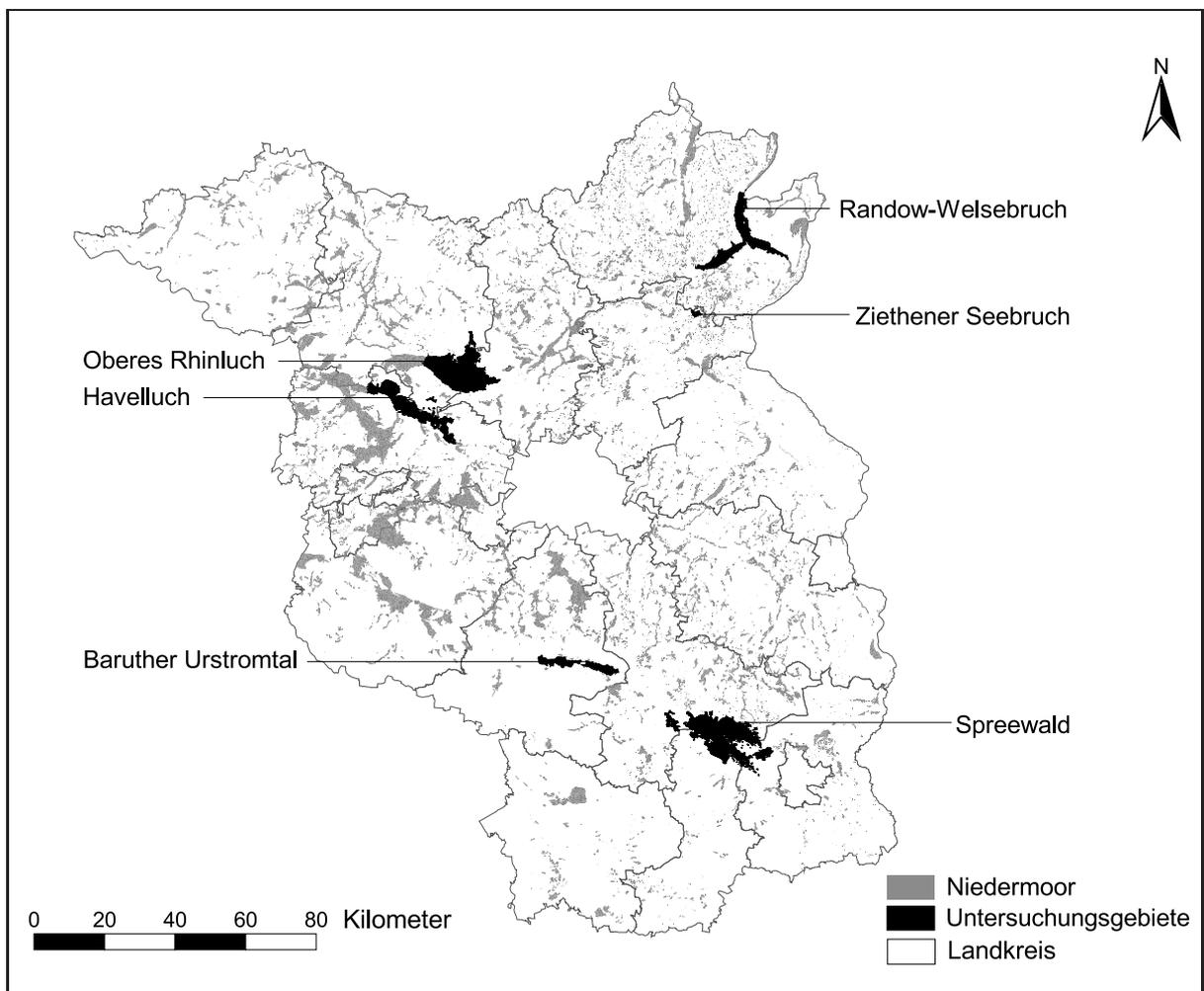


Abb. 2.1: Untersuchungsgebiete (auf der Grundlage der Digitalen Moorkarte des Landes Brandenburg mit freundlicher Genehmigung des Landesumweltamtes Brandenburg)

Abb. 2.1: Investigation areas (based upon the digital fen map of Brandenburg by courtesy of Landesumweltamt Brandenburg)

Oberes Rhinluch

Das Rhinluch (s. Karte A.1) liegt etwa 70 km nordwestlich von Berlin im Thorn-Eberswalder Urstromtal. Es bildet mit dem Oberen Rhinluch, dem Unteren Rhinluch und dem Havelländischen Luch eine naturräumliche Einheit. Das Rhinluch ist im Wesentlichen durch das Quartär, insbesondere die Weichselvereisung mit ihren drei Haupteisrandlagen Brandenburger, Frankfurter und Pommersche Phase, geprägt worden. Typisch sind die weiten ausgedehnten Niedermoorflächen, die kleinflächig von Mineralbodeninseln und Horsten durchsetzt sind. Der größte Anteil der Moorflächen ist nach SUCCOW (1981) ein mit Verlandungsmooren vergesellschaftetes Versumpfungsmoor mit überwiegend kalkreichen Schilftorfen. Der hohe Kalkgehalt entstammt den das Luch umgebenden Grundmoränenplatten aus Geschiebemergel. Die Moorflächen weisen eine durchschnittliche Mächtigkeit von 12 dm auf (ZEITZ, 1993). Von 1969/70 bis 1993 wurde ein Flächenverlust von 503 ha durch oxidativen und mikrobiellen Torfverzehr sowie von 280 ha durch Tiefpflugsanddeckkultur festgestellt. Den Anteil der Flächen mit einer Moormächtigkeit > 12 dm schätzen ZEITZ et al. (1995) auf 30 %. 37,3 % der Fläche wurden von ZEITZ & LEHRKAMP (1995) als Bodentyp Erdfen ausgewiesen, 56,5 % als degradiert. ZEITZ et al. (1995) nennen für das Obere Rhinluch vier Zeiträume, die die stärksten landschaftsökologischen Veränderungen hervorriefen: 1825-1840 (intensive Torfstecherei), 1882-1903 (abnehmende Torfstecherei mit nachfolgender Versumpfung der Flächen), 1960-1970 (Zustand vor der Komplexmelioreation) und 1985-1988 (Zustand nach der Komplexmelioreation, Saatgrasanbau).

Havelländisches Luch

Das Havelländische Luch (s. Karte A.1) liegt im Warschau-Berliner Hauptstromtal, das sich bei Friesack mit dem Eberswalder Urstromtal vereinigt. Die weiten Talsandniederungen sind mit Grundmoränenflächen sowie End- und Stauchmoränen vergesellschaftet (MUNDEL, 1969b). Es liegt etwa 70 km nordwestlich von Berlin. Der überwiegend vorkommende hydrologische Moortyp ist ein mit Auen-Überflutungs- und Verlandungsmooren vergesellschaftetes Versumpfungsmoor. C¹⁴-Datierungen von MUNDEL (1969b) belegen für die ältesten Moore den Beginn des Moorwachstums vor etwa 8.000 bis 12.000 Jahren. An der Basis der Verlandungsmoorebereiche lagern vor allem Feindetritusmudden. Es kommen hauptsächlich Schilf- und Schilf-Bruchwaldtorfe, sowie Seggen- und Braunmoostorfe vor. Die ersten Entwässerungen fanden zu Beginn des 18. Jahrhunderts statt; zu Beginn der 1970er Jahre wurden Komplexmelioreationen durchgeführt (BROMMAUER, 1979).

Randow-Welse-Bruch

Das Randow-Welse-Bruch (s. Karte A.2) liegt etwa 90 km nordöstlich von Berlin. Es ist ein mit Verlandungsmooren vergesellschaftetes, als Talmoor ausgebildetes Durchströmungsmoor (Randowbruch). Die Moorkartierungen (INSTITUT FÜR GRÜNLAND- UND MOORFORSCHUNG PAULINENAUE— ARBEITSGRUPPE MOORBODENKARTIERUNG, 1964, 1965, 1963) weisen eine Fläche von 5.518 ha mit überwiegend tiefgründigen Torfköpern (> 12 dm) aus. Die Haupttorfarten Seggen- und Schilftorf sind vor allem als Mischtorfe ausgebildet. In unterschiedlicher Verbreitung und Mächtigkeit kommen Kalk-, Ton- und Torfmudden vor. Ein Flächenanteil von 37,6 % lag 1985 als Mulm, 24,6 % als Erdfen vor. Entwässerungen wurden nachweislich seit 1720 durch kulturtechnische Maßnahmen durchgeführt (LEHRKAMP, 1987). Eine Erhöhung der Grundwasserflurabstände auf 5 bis 6 dm wurde nach der Binnenmelioreation von 1912 bewirkt, die sich erst nach der Komplexmelioreation 1971 auf 8 bis 12 dm vergrößerten.

Baruther Urstromtal

Das Baruther Urstromtal (s. Karte A.3) liegt etwa 30 bis 40 km südöstlich von Berlin in der Jungmoränenlandschaft. Es wird abgegrenzt durch Niederen Fläming und Lausitzer Grenzwall im Süden, das Teltow-Plateau bzw. das Berliner Urstromtal im Norden und Nordosten. Südöstlich schließt sich der Unterspreewald, im Westen die Nuthe an. Das Baruther Urstromtal ist eine meist 4 bis 5 km breite überwiegend vermoorte Niederung mit verbreiteten Raseneisenablagerungen, die schon im 14. Jahrhundert abgebaut wurden. Talsandflächen finden sich am Rand und inselartig eingelagert. Typisch sind Binnendünenbildungen überwiegend an den Rändern der Niederung. Das Baruther Urstromtal entstand als Abflussbahn der eiszeitlichen Schmelzwässer während des Brandenburger Stadiums der Weichsel-Eiszeit vor etwa 15000 Jahren (KRAUSCH, 1967). Es ist als Grundwasseranstiegsmoor (Versumpfungsmoor) (LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG, 2004) ausgebildet, doch kommen auch Verlandungsmoore vor (JUSCHUS, 2001). Die Torfe sind überwiegend als Großseggen-Bruchwaldtorfe ausgebildet. KRAUSCH (1967) weist im Zusammenhang mit der Erschließung der Fläming-Hochfläche auf die Anlegung der Flämingwiesen im 12. Jahrhundert hin. Der Ausbau der vorhandenen Vorfluter, vor allem des 1952 gebauten Neuen Grabens, führte zu einer stärkeren Grundwasserabsenkung um bis zu 5 dm. Im Zuge der Intensivierung der Landwirtschaft durch Komplexmelioration sank der Grundwasserstand weiter. Der größte Teil der Talniederung wird als Grünland genutzt. Auf den Talsandinseln und den Randzonen wird vorwiegend Ackerbau betrieben.

Spreewald

Der Spreewald (s. Karte A.4) erstreckt sich in einer Länge von 75 km und einer Breite von maximal 15 km nordwestlich von Cottbus in Richtung des etwa 100 km entfernt liegenden Berlin. Er lässt sich in den Oberspreewald und den Unterspreewald gliedern, die durch unterschiedliche kaltzeitliche Prozesse entstanden sind. KOPP (2002) unterscheidet die beiden Naturraumbirke (Mesochoren) in Oberspreewaldniederung (Mesochorentyp Überflutungsmoor in Auen-niederung) und Unterspreewaldniederung (Mesochorentyp Vollhydromorphe Sand-Auenlehm-Mesochore in Auenniederung). Der Untere Spreewald verläuft etwa 20 km (Luftlinie) entlang der Spree in Süd-Nord-Richtung von Lübben bis Alt-Schadow. Die Aue erreicht hier eine Breite von 4,5 km (VÖTT, 1999, S.3ff). Die waldreichen Sander und Endmoränen im Norden entstammen dem Brandenburger Stadium der Weichseleiszeit, die südlichen Grundmoränenplatten der Saalevereisung. Die Torfmächtigkeit beträgt durchschnittlich 3 bis 8 dm, stellenweise bis zu mehreren Metern. Typisch ist die Ausbildung der Klockschicht, einer Übergangszone vom Torf zum mineralischen Untergrund aus meist eisenhaltigem humosem schluffigtonigem Feinsand, der durch die Einschwemmung pechartig verdichtet ist. An manchen Stellen treten Raseneisenerze auf. Die extremen Naturbedingungen erlaubten eine verstärkte Besiedelung des inneren Spreewaldes erst im 18. Jahrhundert. Den bis 1975 durchgeführten wasserwirtschaftlichen Maßnahmen folgte eine intensive landwirtschaftliche Nutzung durch Produktionsgenossenschaften. Parallel blieben kleinräumig Reste von traditioneller Landwirtschaft bestehen (SCHEMEL & UFER, 1993). Die aufgenommenen Bodenprofile liegen im Unteren Spreewald an der nördlichen Grenze zum Biosphärenreservat Spreewald (MUNR, 1998).

Ziethener Seebruch

Das Ziethener Seebruch (s. Karte A.2) liegt ca. 60 km nordöstlich von Berlin am östlichen Rand des Biosphärenreservats Schorfheide-Chorin. Es ist als flache Senke mit Ton, Geschiebemergel

und sandigen Substraten als mineralischer Basis ausgebildet und umfasst ca. 170 ha (CHMIELESKI, 2002). Bis zu Beginn des 19. Jahrhunderts war das Ziethener Seebruch ein teilweise noch offener, einen Werder umspülender See (AUTORENKOLLEKTIV, 1981). Das Ziethener Seebruch besteht aus zwei übereinander liegenden Verlandungsmooren SCHALITZ et al. (2006). Im unteren Verlandungsmoor bildete sich über einer Detritusmuddeschicht in einer Mächtigkeit bis zu 3,5 m eine Braunmoostorfschicht, deren Schichtmächtigkeit bis zu 2,5 m erreicht. Durch anschließende Verschlechterung der Abflussverhältnisse kam es wiederum zur Seebildung, die zur flächendeckenden Ausbildung einer Detritusmuddeschicht führte. Diese erreicht Schichtmächtigkeiten von bis zu 1 m. Nach Seeablassung Mitte des 19. Jahrhunderts verblieb diese Detritusmuddeschicht an der Oberfläche. Erneutes Torfwachstum führte nur auf einem Teil der Fläche zu einer Torfmächtigkeit von wenigen Zentimetern. 30,4 % der Fläche weisen eine Moormächtigkeit bis zu 12 dm auf. In das Ziethener Seebruch sind sieben Mineralbodeninseln unterschiedlicher Größe eingelagert. CHMIELESKI (2006) weist anhand von Pollenanalysen ein gleichzeitiges Vorkommen von telmatischen und limnischen Organismen nach, letztere sind typisch für Flachwasserbereiche. Ende der 1950er Jahre wurde ein Schöpfwerk errichtet¹. Hauptsächliche Nutzungsform ist die Weidehaltung von Milchkühen.

2.2 Bodeneigenschaften

2.2.1 Profilaufnahmen

Zur Kennzeichnung der Folgeboden-Eigenschaften wurden in den genannten Untersuchungsgebieten Bodenprofile ausgehoben, nach KA4 angesprochen² und beprobt. Die Auswahl erfolgte unter Zuhilfenahme von Moormächtigkeitskarten bzw. Bodenschätzungskarten so, dass ein Folgeboden mit einem im letzten degradierten Niedermoorstadium befindlichen Vergleichsprofil in direkter Umgebung aufgenommen werden konnte³.

Teilweise wurden mehrere Folgeböden mit einem korrespondierenden Niedermoorboden aufgenommen. In zwei Fällen haben die Laboranalysen ergeben, dass der Vergleichsstandort ebenfalls als Folgeboden angesprochen werden musste. Die Muddeböden wiesen zum Teil keine oder nur sehr geringmächtige Torfaufgaben auf und wurden dann ohne korrespondierenden Niedermoorboden aufgenommen. Auf Tiefenbohrungen wurde verzichtet, da für die bearbeitete Fragestellung die oberen Schichten von entscheidender Bedeutung sind.

Inklusive der Standorte zur Ertragsmessung wurden 62 Bodenprofile untersucht. Zur Kennzeichnung der Profile wurden die genaue Lage, der Grundwasserstand und die Tiefe des Wurzelhorizontes aufgenommen. Zur Beschreibung der einzelnen Horizonte wurden Tiefe bzw. Mächtigkeit, Farbe, Textur der Untergrundsstrate und Entwicklungsstufe der Torfe, Vorhandensein von Kalk (HCl-Probe) und Bodenfeuchte aufgenommen. Die Höhen- und Lagebestimmung

¹Nach telefonischer Auskunft der Mitarbeiter der Agrargenossenschaft Großziethen.

²Bis zum Abschluss der Arbeit ist die KA5 erschienen, die gerade bei den Mooren einige Veränderungen gebracht hat. Die Ansprache nach KA5 erfolgte daher nachträglich.

³Mineralische Böden können innerhalb von Niedermoorflächen auf Mineraldurchdringungen vorkommen, die nie unter Vermoorungseinfluss standen. Um sicher gehen zu können, dass tatsächlich Niedermoor-Folgeböden aufgenommen wurden, sind ausschließlich solche Standorte ausgewählt worden, die noch erkennbare feine Torfreife im Oberboden aufwiesen. Auch wenn nicht mehr festgestellt werden kann, ob die Torfmächtigkeit ehemals mehr als 3 dm betragen hat, ist so sichergestellt, dass auf den Standorten einmal Torf gebildet worden ist.

Porengrößen <i>pore sizes</i>	Abkürzung <i>abbreviation</i>	Porendurchmesser (μm) <i>pore diameters (μm)</i>	Wassergehalt bei pF <i>water content at pF</i>	Wassersäule (cm) <i>watercolumn (cm)</i>
weite Grobporen	wGP	> 50	< 1,8	1-60
enge Grobporen	eGP	50-10	1,8	60-300
Mittelporen	MP	10-0,2	2,5	300-15000
Feinporen	FP	0,2	4,2	> 15000

Tab. 2.1: Äquivalente Porengrößenbereiche nach HARTGE & HORN (1999)

Tab. 2.1: Equivalent pore sizes (HARTGE & HORN, 1999)

erfolgte mittels Nivelliergerät (BAUMANN, 1999). Die Lage ist in Hoch- und Rechtswerten des Gauß-Krüger-Koordinatensystems bezogen auf das Potsdam-Datum angegeben. Gestörte Beutel- und ungestörte 100 cm³-Stechzylinder-Proben wurden aus den Oberböden in der Tiefe von 2,0-2,5 dm und aus den Unterböden in der Tiefe von 4,0-4,5 dm entnommen. In neun Fällen musste aufgrund des Profilaufbaus von diesen Tiefen geringfügig abgewichen werden⁴. Weitere Horizonte wurden gegebenenfalls zusätzlich beprobt. Nachfolgend werden als Oberbodenproben die in 2,0-2,5 dm Tiefe entnommenen, als Unterbodenproben die in 4,0-4,5 dm Tiefe entnommenen Proben bezeichnet. Abweichende Tiefen werden jeweils gesondert gekennzeichnet. Für die Bestimmung der Wasserretentionskurven wurden auf der Grundlage der Laborergebnisse geeignete Profile ausgewählt und zu einem späteren Zeitpunkt beprobt. Da die räumliche Heterogenität der Folgebodenflächen sehr groß ist, wurden Trockenrohddichte, Gehalt an Organischer Bodensubstanz, pH-Wert und Einheitswasserzahl erneut bestimmt.

2.2.2 Bodenphysikalische Untersuchungen

Die Bestimmung von Bodenwassergehalt, Substanzvolumen, Trockenrohddichte und Textur erfolgte nach DIN-Vorschriften. Wasserretentionskurven wurden nach einer Evaporationsmethode an zwei unterschiedlichen Apparaturen (SCHINDLER, 1980; WENDROTH et al., 1993) aufgenommen. In Tabelle A.6 sind die Unterschiede beider Apparaturen benannt. Die Berechnungen, die auf VAN GENUCHTEN (1980) beruhen, wurden nach SCHINDLER (1980) für alle Bemessungen durchgeführt. Zusätzlich wurde der Wassergehalt der Proben bei pF 4,2 in einem Drucktopf ermittelt. Aus den Ergebnissen wurden die in Tabelle 2.1 definierten Äquivalent-Porengrößen abgeleitet. Die Ermittlung der Einheitswasserzahl erfolgte für alle Torfe, Mudden und humosen Oberböden nach SCHMIDT (1986). In Tabelle 2.2 sind die angewendeten bodenphysikalischen Untersuchungsmethoden aufgeführt.

2.2.3 Bodenchemische Untersuchungen

Die bodenchemischen Untersuchungen erfolgten in wechselndem Probenumfang nach DIN-Vorschriften, mit Ausnahme des C/N-Verhältnisses. Der Gehalt an Organischer Bodensubstanz wurde als Glühverlust bei 550°C bestimmt. Die Bestimmung des Karbonatgehaltes erfolgte für die im Feld mittels HCl-Probe positiv getesteten Proben. Zur Ermittlung des C/N-Verhältnisses wurden C_t- und N_t-Gehalte mittels Gaschromatographie ermittelt. Die Elementgehalte an

⁴Oberböden: Profil 27, 28: 1,0-1,5; Profil 37: 2,1-2,6; Profil 43: 1,0-1,5 dm

Unterböden: Profil 43: 2,5-3,0; Profil 52: 6,0-6,5; Profil 54: 5,5-6,2; Profil 58, 62: 5,0-5,5 dm

Bodenkennwert <i>Soil property</i>	Einheit <i>unit</i>	Methode <i>method</i>
<i>Bodenphysikalische Untersuchungsmethoden</i>		
Trockenrohddichte ^a	g·cm ⁻³	DIN ISO 11272
Bodenwassergehalt ^a	Vol.-%	DIN 19 683/4
Textur ^a	M.-%	DIN 19683-1
Wasserretentionskurve ^b	-	SCHINDLER (1980); WENDROTH et al. (1993)
Wassergehalt bei pF 4,2 ^b	Vol.-%	Drucktopf Extractor 15 bar (08.25.01); Eijkelkamp Agrisearch Equipment, Niederlande)
Einheitswasserzahl ^c	-	SCHMIDT (1986)
<i>Bodenchemische Untersuchungsmethoden</i>		
Gehalt Organischer Bodensubstanz ^a	M.-%	DIN 19684-33
pH Wert ^a	-	DIN 19684-1
Karbonatgehalt ^d	M.-%	DIN 19684-35
Potentielle Kationenaustauschkapazität ³	cmol _c ·l ⁻¹	DIN ISO 13536
C/N-Verhältnis ^a	-	Gaschromatographie Vario EL; Elementar Analysensysteme GmbH, Hanau
Elementverteilung ³	M.ppm	ICP-Emissionsspektrometer

^aim Bodenkundlichen Labor des Institutes für Geoökologie, Universität Potsdam

^bim Institut für Bodenlandschaftsforschung des ZALF Müncheberg e. V.

^cin der Forschungsstation Dedelow des ZALF Müncheberg e. V.

^dim Zentrallabor des ZALF Müncheberg e. V.

Tab. 2.2: Bodenphysikalische und bodenchemische Untersuchungsmethoden

Tab. 2.2: Soil physical and soil chemical investigation methods

Aluminium, Kalzium, Eisen, Kalium, Magnesium, Mangan und Phosphor wurden mittels ICP-Emissionsspektrometer bestimmt. Tabelle 2.2 zeigt die angewendeten Untersuchungsmethoden.

2.3 Nutzungseignung

2.3.1 Kartenauswertungen

Für das Obere Rhinluch erfolgten in den Jahren 1968 bis 1970 Moorbodenaufnahmen durch die Arbeitsgruppe Moorbodenkartierung des Instituts für Günland- und Moorforschung Paulinaue. Neben drei Standortgutachten erfolgte die Darstellung der Ergebnisse in Form von Moormächtigkeitskarten. Diese stellen Isolinien gleicher Moormächtigkeit in den Schritten 2-4 dm, 4-8 dm, 8-12 dm, 12-30 dm und > 30 dm dar. Dabei wurden sowohl mineralische Überlagerungen als auch Muddevorkommen der Gesamtmächtigkeit zugezählt. Die 17 Kartenblätter im Kartenmaßstab 1:5000 beruhen auf der Basis eines Bohrrasters von 100 x 100 m. Sie wurden von Herrn Dr. Lehrkamp, Humboldt-Universität zu Berlin⁵, zur Verfügung gestellt. URBAN (1999, *unveröff.*) legte im Rahmen einer Diplomarbeit die Moorbereiche mit 2-4 dm, 4-8 dm und > 8 dm digital vor, die dann nach eigener Überarbeitung zur Auswertung der Verteilung von sehr flachgründigen und flachgründigen Niedermoorbereichen herangezogen werden konnten. Zur Bewertung der Flächenformen wurde eine einfache Formel von DAVIS (1986, 2003) ange-

⁵Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Institut für Pflanzenbauwissenschaften



Abb. 2.2: Maisparzelle mit Grundwasserschreiber auf dem Parzellenversuch Paulinenaue
Abb. 2.2: Corn plot with automated groundwater measurement at investigation site Paulinenaue

wendet, die auf den Größen Flächeninhalt (A) und Umfang (U) beruht:

Thinness Ratio: $TR = 4 \cdot \pi \cdot A^2 / U^2$.

Von der Oberfinanzdirektion Kyritz wurden Arbeitskarten von Neuschätzungen in Niedermoorgebieten zur Verfügung gestellt. Es handelt sich dabei um in die alten Flurinselkarten handzeichnerisch eingetragene Nachschätzungen von 1997. Diese konnten nicht zufriedenstellend georeferenziert werden, da die Verzerrungen sehr stark waren und Referenzpunkte nicht eindeutig zugeordnet werden konnten. Daher konnten keine Flächenberechnungen durchgeführt werden. Die Auswertung der Karten erfolgte unter Berücksichtigung der Verzerrung.

2.3.2 Parzellenversuch

Im Havelluch bei Paulinenaue (s. Karte A.1) wurde im Sommer 1997 ein Kleinparzellenversuch mit vier Teilparzellen von 20 m^2 Fläche auf jeder Parzelle eingerichtet (s. Abb. 2.2 und Abb. A.12). In direkter Nachbarschaft konnten Parzellen auf einem Niedermoor-, einem Niedermoorogley und einem Humusogley angelegt werden⁶. Einen Überblick über die zur Einrichtung der Parzellen vorgenommene Bodenbearbeitung gibt Tabelle A.8. Je vier Teilparzellen wurden mit einer Saatgrasmischung aus Wiesen-Schwingel (*Festuca pratensis*), Wiesen-Lieschgras (*Phleum pratense*), Wiesen-Rispengras (*Poa pratensis*) und Weißklee (*Trifolium repens*) und je vier mit Mais der Sorte Total S 200 bestellt. Der Mais wurde in $7,5 \text{ dm}$ Reihenabstand doppelt gelegt und später vereinzelt. Bei den Düngegaben ist von praxisüblichen Anwendungen für die Maisnutzung ausgegangen worden. Es wurden $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ Phosphor und je $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ Stickstoff und Kalium aufgebracht, wobei Stickstoff auf den Saatgrasflächen in zwei Gaben ausgestreut wurde. Bodenprofile wurden ebenfalls aufgenommen, beprobt und auf die in Tabelle 2.2 genannten Kennwerte hin untersucht. Die Probennahme für die Bestimmung der Wasserretention und der

⁶Die ursprüngliche Ausweisung der Parzellen als Niedermoor-, Anmoor- und Humusogley-Parzelle musste korrigiert werden, als zur Erfassung kleinräumiger Standortheterogenitäten im Jahr 1998 je Parzelle 12 Bohrlochansprachen (Pürckhauer) sowie auf der Niedermoor- und Anmoor-Parzelle Torfmächtigkeitssondierungen im $2 \times 1 \text{ m}$ -Raster (mittels einer einfachen Torfsonde) durchgeführt wurden und die Ergebnisse (s. Tab. A.15) zeigten, dass der Boden der Anmoor-Parzelle als Niedermoorogley anzusprechen war.

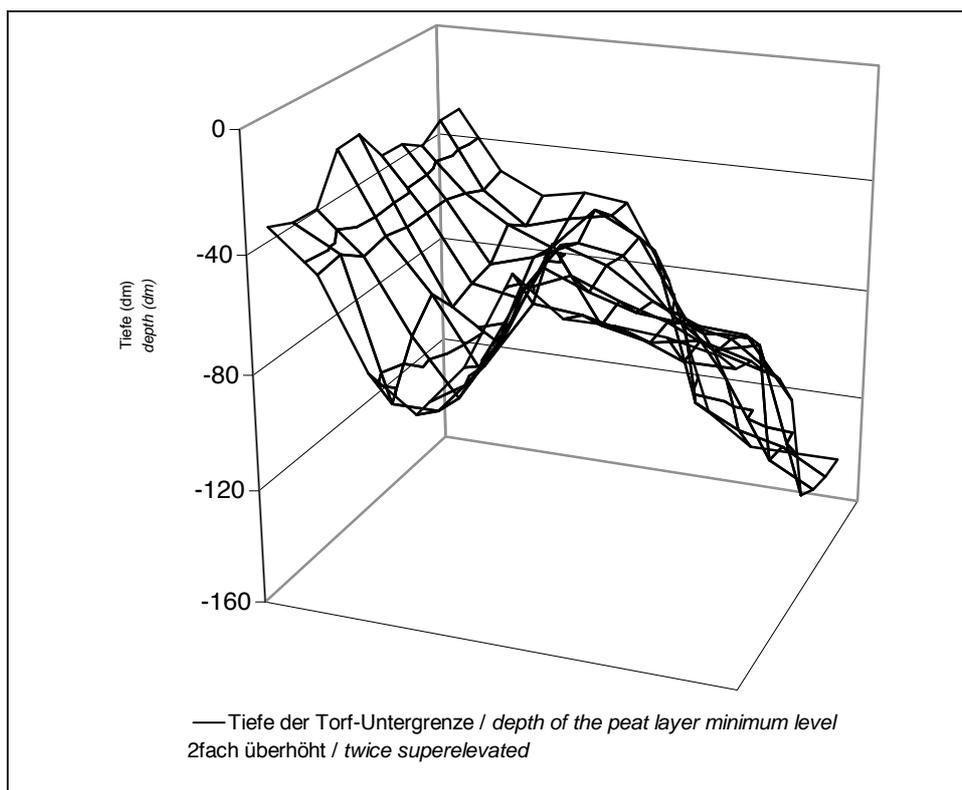


Abb. 2.3: Moormächtigkeiten der Niedermoorparzelle

Abb. 2.3: Peat thicknesses of the fen soil at the investigation site Paulinenaue

ungesättigten Wasserleitfähigkeit erfolgte 1998 auf den Maisparzellen zum Zeitpunkt nach der Saatbettbereitung im Frühjahr und kurz vor der Ernte im Herbst, auf den Grasparzellen einmal im Frühjahr.

2.3.2.1 Bodenprofile und Standortheterogenität

Im Folgenden wird ein Überblick über die aufgenommenen Böden auf dem Parzellenversuch gegeben. Wie in Kapitel 6.1 ausführlich erläutert wird, ist die bodenkundliche Einordnung der Folgeböden und flachgründigen Niedermoore nach KA4 mit erheblichen Problemen verbunden. Daher ist an dieser Stelle auf die Benennung von Horizontsymbolen und Bodentypen verzichtet worden.

Niedermoor

Auf den Niedermoor-Parzellen sind nach der metergenaue Sondierung 1998 Torfmächtigkeiten zwischen 2,95 dm und 14,5 dm nachgewiesen worden, bei einer mittleren Moormächtigkeit von 6,9 dm (SF 2,9 dm). Abbildung 2.3 zeigt die großen Unterschiede in den Torfmächtigkeiten. Die Profilbeschreibung eines Profils mit sehr großer Torfmächtigkeit befindet sich im Anhang. Bei geringer mächtigen Torfauflagen zeigte sich ein Profilaufbau aus drei unterschiedlich mäch-

tigen Horizonten:

- schwarz, organisch, carbonatfrei, Polyedergefüge, sehr stark zersetzter, vermullter Niedermoortorf
- rotgräulich hellocker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, Redoxmerkmale, mittelsandiger Feinsand
- gräulich hellocker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, mittelsandiger Feinsand

Niedermoorgley

Die mittlere Moormächtigkeit beträgt 2,8 dm bei einem Standardfehler von 0,2 dm. Die Parzelle wird damit als Niedermoorgley ausgewiesen. Die Standortheterogenität ist auf dieser Parzelle nicht so stark ausgeprägt wie auf dem Niedermoor. Das aufgenommene Profil zeigte den Aufbau:

- 0 - 2,8 dm: schwarz, organisch, carbonatfrei, Feinpolyedergefüge, sehr stark zersetzter, vermullter Niedermoortorf
- 5,0 dm: ockergrau, stark humos, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, humose und schluffige Einschlüsse, mittel schluffiger Sand, Wühlergang in 5 dm Tiefe
- 5,0 dm - : hellgrau, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, reduziert, Mittelsand

Humusgley

Die mittlere Oberboden-Mächtigkeit der Humusgley-Parzelle liegt bei 4,9 dm (SF 0,2 dm), dabei nehmen die Oberboden-Mächtigkeiten zum Weg und in die Höhe ab. Das Bodenprofil ist im vorderen Bereich aufgenommen worden und zeigte folgenden Aufbau:

- 0 - 3,0 dm: dunkelgrau, sehr stark humos, carbonatfrei, Krümelgefüge
- 4,1 dm: rotgräulich ocker, stark humos, carbonatfrei, Kohärentgefüge, schluffige Einschlüsse, Wühlergang mit Einträgen von Oberbodenmaterial, Redoxmerkmale
- 9,0 dm: gräulich hellocker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, Mittelsand
- 9,0 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, reduziert

Standort <i>site</i>	Profil <i>profile</i>	Tiefe <i>depth</i> dm	OBS <i>om</i> M.-%	pH <i>pH</i>	ρ_t ρ_t g·cm ⁻³	Textur <i>texture</i>
Niedermoor <i>fen</i>	54	2,0-2,5	66,02	5,53	0,451	-
		5,5-6,2	2,35	6,15	1,326	fSms
Niedermoorgley <i>histic gleysol</i>	55	2,0-2,5	46,67	5,74	0,649	-
		4,0-4,5	0,91	6,63	1,327	mS
Humusgley <i>humic gleysol</i>	56	2,0-2,5	14,52	5,10	0,872	-
		4,0-4,5	0,84	7,26	1,476	fSms

Tab. 2.3: Kennwerte der Parzellenstandorte (Mittelwerte, OBS - Gehalt an Organischer Bodensubstanz, ρ_t - Trockenrohdichte)

Tab. 2.3: *Properties of the investigation sites (median, om - organic matter content, ρ_t - dry bulk density)*

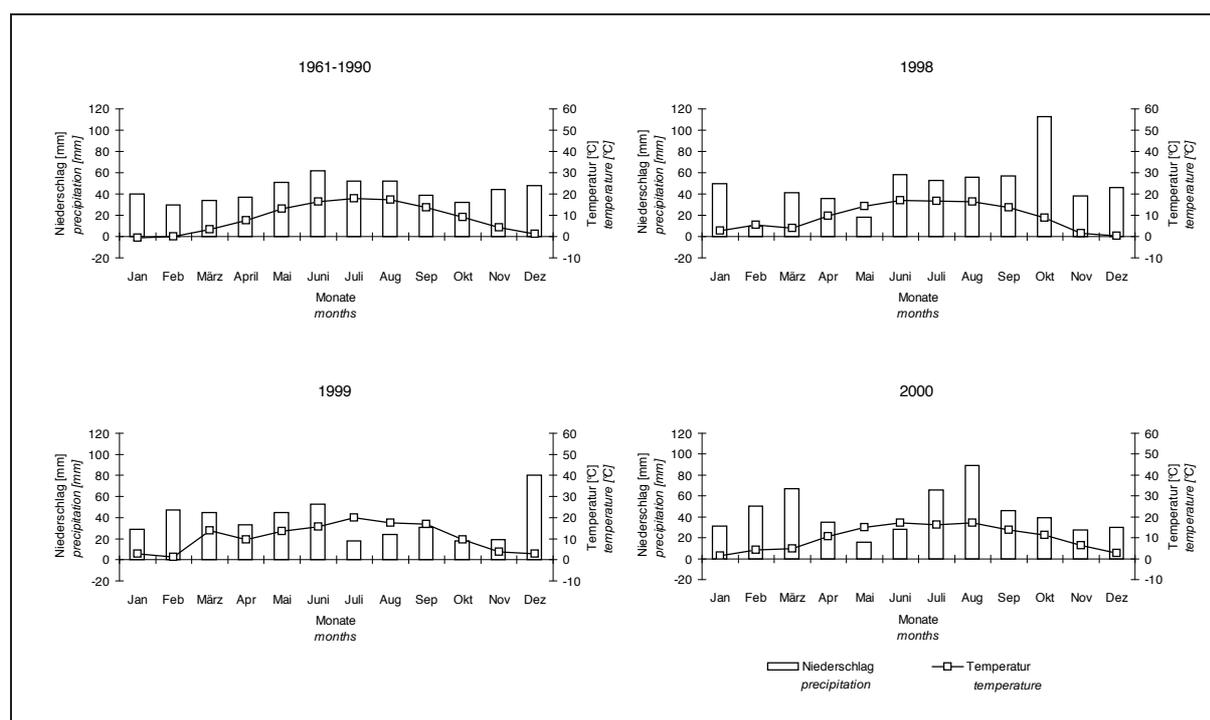


Abb. 2.4: Klimadiagramme der Wetterstation Paulinenaue für die Jahre 1998-2000 und das vieljährige Mittel (1961-1990)

Abb. 2.4: Climatological data of the investigation site in Paulinenaue 1998 - 2000 and the mean value (1961-1990)

2.3.2.2 Witterungsverlauf, Grundwassergang und Bodenwassergehalt

Die Klimastation Paulinenaue hat u.a. Niederschlag, Lufttemperatur in der Höhe von 5 cm und von 2 m über dem Boden sowie die relative Luftfeuchte aufgezeichnet.

Zur Aufnahme der Grundwasserstände wurde zwischen den Standorten Niedermoorgley und Humusgley im Herbst 1997 ein Vertikal-Registrierpegel (genauerer s. Tab. A.7) installiert. An 124 Tagen (11,3 %)⁷ kam es zum Datenverlust, wenn die Grenzen des Aufnahmebogens über- oder unterschritten wurden. Sie wurden bei der graphischen Darstellung (Abb. 2.5) nicht berücksichtigt. Auf den anderen Standorten sind alle 14 Tage die Grundwasserstände von Hand abgelesen worden.

Der volumetrische Bodenwassergehalt nach DIN 19683-4 wurde während der Vegetationsperiode auf allen Standorten in sechs Tiefen (5-10, 15-20, 15-30, 45-50, 60-65 und 80-85 cm) bestimmt (Abb. 5.6). Wenn der Probenahmezeitraum von 14 Tagen nicht eingehalten werden konnte, wurden die fehlenden Werte interpoliert. Die Probenahmezeitpunkte sind in Tabelle A.18 im Anhang aufgelistet.

⁷1998: 42 Tage (11,5 %), 1999: 37 Tage (10,1 %), 2000: 45 Tage (12,3 %)

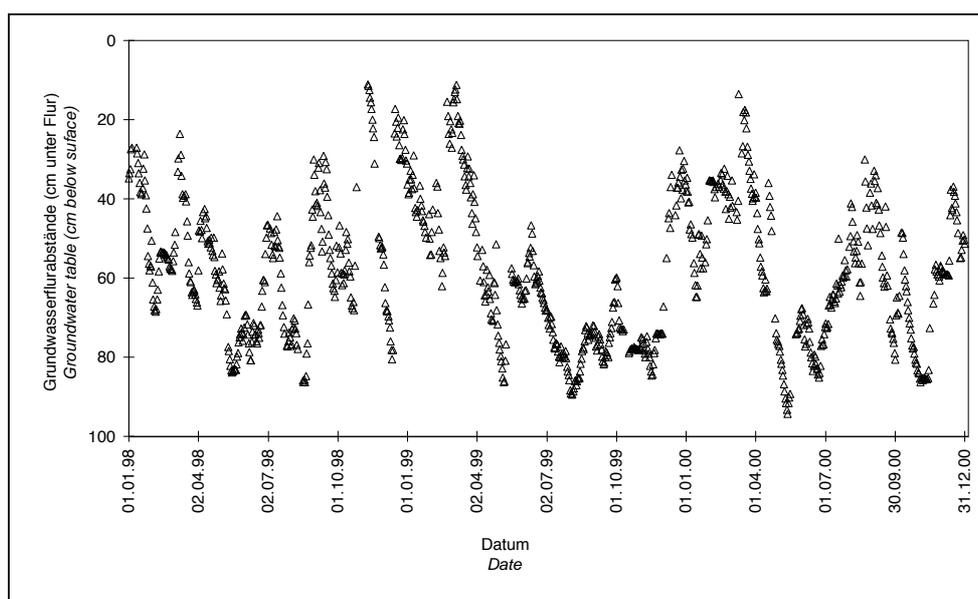


Abb. 2.5: Grundwasserstände auf dem Parzellenversuch - Niedermoorgley (Tagesmittelwerte)
Abb. 2.5: Groundwater tables at the investigation site Paulinenaue - histic gleysol (daily mean values)

	1998		1999		2000		1961-1990	
	N mm	T °C	N mm	T °C	N mm	T °C	N mm	T °C
Jahr / year	576	9,5	442	10,1	511	10,4	521	8,6
April bis Oktober / April to October	391	14,1	222	15,0	312	14,9	325	13,6

Tab. 2.4: Niederschlagssummen und Durchschnitts-Temperaturen - Parzellen; N - Niederschlag, T - Temperatur
Tab. 2.4: Sums of precipitation and average temperature - investigation site Paulinenaue; N - precipitation, T - temperature

2.3.2.3 Erträge und Futterwert

Die Saatgras-Ernte erfolgte in zwei Schnitten mit je 4 Wiederholungen. Je 7,5 m² wurden mit einem Frontmäher abgemäht und gewogen. Ein Teil der Pflanzen ist für die Trockensubstanzbestimmung und Laboruntersuchungen entnommen worden. Die Trockensubstanzbestimmung erfolgte durch Wiegen vor und nach Trocknung bei 60 °C im Trockenschrank. Für Laboruntersuchungen wurden die Proben gemahlen. Die Maisernte erfolgte Ende Oktober. Um Oaseneffekte weitgehend auszuschließen, wurden nur die Maispflanzen der beiden mittleren Reihen (4 laufende Meter in 4 Wiederholungen) mit einem Messer abgehackt, nach Kolben und Restmasse (Stengel, Blätter, Lieschen) sortiert und getrennt gewogen. Es wurden Proben entnommen, die gehäckselt (Restmasse) bzw. gekuttert (Kolben) wurden. Die Trockensubstanzbestimmung erfolgte durch Wiegen vor und nach Trocknung bei 60 °C im Trockenschrank. Für die Laboruntersuchungen wurden die Proben gemahlen. Die Futterwertbestimmung wurde im Jahr 1998 für die Grasproben beider Schnitte und die Maisproben der Praxisflächen, im Jahr 1999 für die Maisproben der Parzellen durchgeführt. Es wurden Trockensubstanz, Rohasche- und Roh-

Tiefe <i>depth</i> dm	ρ_t ρ_t $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	OBS <i>om</i> M. %	pH <i>pH</i>
0-2,0	0,43	59,5	6,6
2,0-5,0	0,38	64,2	6,5
5,0-14,5	-	0,88	6,5

Tab. 2.5: Kennwerte der Mineralboden-Lysimeter (ρ_t : Trockenrohddichte, OBS: Gehalt an Organischer Bodensubstanz)

Tab. 2.5: *Properties of the mineral soil in the lysimeters (ρ_t : dry bulk density, om: organic matter content)*

fasergehalt bestimmt. Der Gehalt an Rohprotein wurde rechnerisch aus dem Stickstoffgehalt⁸ ermittelt. Aus den Rohnährstoffen wurden nach Formeln von WEISSBACH et al. (1996) die Umsetzbare Energie (ME) in $\text{MJ}\cdot\text{kg TS}^{-1}$ und der Energetische Futterwert in Nettoenergie-Laktation NEL ($\text{MJ NEL}\cdot\text{kg}\cdot\text{TS}^{-1}$) errechnet.

2.3.3 Grundwasserlysimeter

Die Anbauvarianten Saatgras und Mais wurden in den Jahren 1999 und 2000 zusätzlich auf Lysimetern der Paulinenaue Grundwasserlysimeteranlage eingerichtet. Diese wurde 1968 in Betrieb genommen und umfasst 103 Lysimetergefäße, die mit hydromorphen Böden des nordostdeutschen Jungpleistozäns gefüllt sind (BEHRENDT et al., 1999). Die Gefäße sind durch eine kreisrunde Oberfläche von 1 m^2 und eine Tiefe von $1,5 \text{ m}$ gekennzeichnet. Durch Einspeisung von Zusatzwasser aus Glasballons konnten die beiden Grundwasserstände 4 dm und 8 dm konstant eingestellt werden. Für die Ermittlung der aktuellen Evapotranspiration in der Vegetationsperiode wurden Niederschlag, Zuflusswasser- und Abflusswassermengen von April bis November bilanziert. In der Winterperiode wurden Niederschlag und Abfluss gemessen und bilanziert. Die Abflüsse sind regelmäßig beprobt und ihre Nährstoffgehalte (N, P, K, Ca) bestimmt worden. Es wurden insgesamt acht mit Boden aus dem Havelluch bei Paulinenaue gefüllte Grundwasserlysimeter für den Anbauversuch bereitgestellt. Zum einen handelt es sich um geringmächtiges Niedermoor über Mittel- bis Feinsand mit den in Tabelle 2.5 aufgeführten Bodenkennwerten. Zum anderen wurde als Folgeboden ein Gley ausgewählt, der aus einem Oberboden ($0-6,0 \text{ dm}$) mit dem Gehalt an Organischer Bodensubstanz von $2,8 \text{ M.}\%$ und einem humusfreien Sand eines Sandhorstes aufgebaut ist. Bearbeitung, Saat und Ernte erfolgten analog zum Parzellenversuch, mit einer Ausnahme im Jahr 1999, in dem der Bewuchs im Winter so dicht wurde, dass ein dritter Schnitt notwendig war. In leichter Abweichung vom Parzellenversuch wurden $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ Stickstoff und Kalium, $30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ Phosphor und $106 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ Calcium gedüngt. Im Jahr 1999 musste aufgrund des sehr starken Bewuchses die Stickstoffdüngung auf $60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ auf den Graslysimetern reduziert werden.

2.3.4 Praxisflächen

Auf den Flächen der Landwirtschaftlichen Betriebe Königshorster Landwirtschafts GmbH, M+F Rhinluch GmbH Wustrau-Altfriesack und Mutterkuhhaltung GmbH Hakenberg wurden im Früh-

⁸als %N multipliziert mit dem Faktor 6,25

Betrieb <i>company</i>	Profil <i>profile</i>	Tiefe <i>depth</i> dm	OBS <i>om</i> M.-%	pH <i>pH</i> -	ρ_t ρ_t g·cm ⁻³	Textur <i>texture</i> -	W ₁ W ₁ -
Wustrau	57	2,0-2,5	10,32	7,61	1,005	-	0,37
		4,0-4,5	0,38	8,54	1,515	fSms	-
Hakenberg	58	2,0-2,5	41,10	6,79	0,626	-	0,87
		5,0-5,5	2,09	6,81	1,405	fSms	-
		2,0-2,5	30,41	5,60	0,660	-	0,64
Königshorst	59	4,0-4,5	0,83	6,73	1,420	fSms	-
		2,0-2,5	45,45	6,20	0,487	-	0,98
		4,0-4,5	1,50	-	1,467	fSms	-
Königshorst	61	2,0-2,5	16,53	7,69	0,954	-	0,39
		4,0-4,5	0,87	8,78	1,411	fSms	-
		2,0-2,5	8,24	7,84	1,374	-	0,28
		5,0-5,5	1,27	8,27	1,476	fSms	-

Tab. 2.6: Kennwerte der Praxisflächen (Mittelwerte, OBS: Gehalt an Organischer Bodensubstanz, ρ_t : Trockenroh-dichte, W₁: Einheitswasserzahl)

Tab. 2.6: *Properties of the company sites (median, om: organic matter, ρ_t : dry bulk density, W₁: standard water index, texture according KA5)*

jahr 1998 Niedermoor- und Folgeboden-Standorte ausgewählt (Lage s. Karte A.1). Auf den Flächen der Mutterkuhhaltung GmbH Hakenberg und der Königshorster Landwirtschafts GmbH musste im ersten Jahr einige Meter von den ausgewählten Standorten abgewichen werden, da Wildschweine in den Feldern die Maispflanzen niedergetreten hatten. Durch diese Abweichung konnte nicht in allen Fällen der ideale Vergleich zwischen Niedermoor und Folgeboden erfolgen. Die Auswertung der Ergebnisse in Kapitel 5 erfolgte daher unter Berücksichtigung der entsprechenden Bodenentwicklung. Eine Übersicht über die Standortcharakteristika gibt Tabelle 2.6⁹. In den Jahren 1998 und 1999 wurden unmittelbar vor der Ernte je 3 laufende Meter Maispflanzen abgehackt, nach Kolben und Restmasse sortiert und auf einer Balkenwaage gewogen. Ein Teil wurde für die Trockensubstanzbestimmung und Laboruntersuchungen entnommen. Die Aufbereitung der Proben erfolgte analog zu den Proben der Parzellenversuche. Bodenprofile sind ebenfalls aufgenommen, beprobt und auf die in Tabelle 2.2 genannten Bodenkennwerte hin untersucht worden. Die Beprobung der Praxisflächen für die Bestimmung von Wasserretention und ungesättigter Wasserleitfähigkeit konnte erst im Jahr 2000 erfolgen. Da in jenem Jahr der Betrieb Hakenberg die untersuchte Fläche auf Grünland umgestellt hatte, liegt für diese Fläche nur die Bestimmung zum Zeitpunkt der Saatbettbereitung vor.

Bodenprofile

Wustrau

Die Profile der M+F GmbH Wustrau liegen ca. 25 m voneinander entfernt. Das Folgeboden-Profil (57) zeigte folgenden Aufbau:

⁹Eine Absenkung der Entnahmetiefe für die Unterbodenproben auf 5,0-5,5 dm war am Königshorster Humusgley-Standort (Muddeeinlagerungen) sowie am Wustrauer Niedermoor-Standort (stark geneigte Torfgrenze) notwendig.

- 0 - 2,7 dm: schwärzlich dunkelbraun, sehr stark humos, stark carbonathaltig, Sandeintragungen durch Pflugtätigkeit, Krümelgefüge
- 11,0 dm: rötlich hellocker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, Oxidationsmerkmale, Eisenkonkretionen, mittelsandiger Feinsand
- 11,0 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, reduziert

Bis in die Tiefe von 4 dm wurde Kalk nachgewiesen. Grundwasser stand in der Tiefe von 12 dm an. Die Durchwurzelungstiefe lag bei 2,6 dm.

Das Niedermoor-Profil (58) lag 3,7 dm tiefer und zeigte folgenden Aufbau:

- 0 - 2,9/3,1 dm: schwärzlich dunkelbraun, organisch, carbonatfrei, stark zersetzt, vermulmter Niedermoor-
torf
in welligem Übergang zu:
- 4,2/5,6 dm: dunkelbraun, carbonatfrei, verdichtet, aggregierter Niedermoorortof
in eben geneigtem Übergang zu:
 - 9,5 dm: gräulich ocker, mittel humos, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, mit großen Holzresten, in
6,5 dm Tiefe Mollusken, Reduktionsmerkmale, mittelsandiger Feinsand
- 9,5 dm - : gräulich blau, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, reduziert

Kalk wurde nur stark vereinzelt an den Mollusken nachgewiesen. Das Grundwasser stand in der Tiefe von 8 dm an, die Durchwurzelungstiefe lag bei 2,1 dm.

Hakenberg

Da Wildschweine die Maispflanzen auf beiden vorkundeten Standorten der Praxisfläche der Mutterkuhhaltung GmbH Hakenberg großflächig niedergetreten hatten, und kein anderes Niedermoor mehr gefunden wurde, musste auf Niedermoorgleye mit unterschiedlich stark mit Untergrundmaterial durchmischten Torfen zurückgegriffen werden. Die beiden Profile liegen 60 m voneinander entfernt. Das Profil 59 zeigte folgenden Aufbau:

- 0 - 2,7/3,0 dm: dunkelbraun, organisch, carbonatfrei, Krümelgefüge, Pflughorizont, Verzahnungshori-
zont aus Organomudde, Sand (Oxidationsmerkmale) und Niedermoorortof
- 4,7 dm: rötlich hellocker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, mittelsandiger
Feinsand, humos aufgefüllte Wurzelreste, Oxidationsmerkmale
darin eingelagert in der Tiefe bis:
- 4,8 dm: mittelbraun, carbonatfrei, organisch, Eislinen und Eiskeil, wenig Pflanzenreste,
- 6,0 dm: rötlich gräulich hellocker, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, Redoxmerkmale
- 6,0 dm - : gräulich hellocker, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, reduziert

Kalk wurde im gesamten Profil nicht festgestellt. Das Grundwasser stand in der Tiefe von 6,5 dm an. Die Durchwurzelungstiefe lag bei 2,1 dm.

Das 0,6 dm tiefer gelegene Profil 60 zeigte folgenden Aufbau:

- 0 - 2,5/3,0 dm: schwarzbraun, organisch, carbonatfrei, Kohärentgefüge, sehr stark zersetzt, vereinzelt
punktförmige Muddeintragungen, vermulmter Niedermoorortof
- 3,5 dm: rötlich gräulich hellocker, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, Oxidations-
merkmale, vereinzelt Muddeinlagerungen

- 6,0 dm: rötlich grau, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, mittelsandiger Feinsand, Redoxmerkmale ein mit Torf aufgefüllter Trichter bis zu einem Dränrohr in 6,0 dm Tiefe durchzieht das Profil.

6,0 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, reduziert

Durch das Profil zog sich unterhalb des Torfhorizontes ein senkrecht verlaufender trichterförmiger Torfbereich, oberhalb eines Dränrohres. Es ist davon auszugehen, dass es sich dabei um eine künstliche Auffüllung nach Verlegung des Dränrohres handelt. Kalk wurde im gesamten Profil nicht nachgewiesen. Das Grundwasser stand in der Tiefe von 6,0 dm an. Die Durchwurzelungstiefe lag bei 2,2 dm.

Königshorst

Auf der Praxisfläche des Betriebes Landwirtschafts-GmbH Königshorst stellte sich schon bei der Vorerkundung heraus, dass nur noch ein kleiner Bereich als Niedermoor angesprochen werden konnte. Da auch hier wegen Verwüstungen durch Wildschweine auf andere Bereich ausgewichen werden musste, sind zwei Mineralböden aufgenommen worden. Die Profile liegen ca. 30 m auseinander. Profil 61 zeigte den folgenden Aufbau:

- 0 - 3,2 dm: dunkelbraun, extrem humos, carbonatfrei, Krümelgefüge, stark verdichtet
- 4,8 dm: rötlich gräulich hellocker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, mittelsandiger Feinsand, Redoxmerkmale
- 8,0 dm: hellocker, carbonatfrei, Einzelkorngefüge
- 8,0 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, reduziert

Die Durchwurzelungstiefe lag bei 2,5 dm. Das Grundwasser stand in 8 dm Tiefe an.

Das 1,14 dm höher gelegene Profil 62 zeigte den folgenden Aufbau:

- 0 - 3,5 dm: rötlich hellbraun, sehr stark humos, carbonatfrei, Einzelkorn-, Kohärent- und Krümelgefüge, eingetragene dunkelbraune Mineralmudde, eingetragener Sand, Oxidationsmerkmale, Verzahnungshorizont
- 5,0 dm: rötlichbraun, sehr stark humos, carbonatfrei, Kohärentgefüge, Oxidationsmerkmale, Mudde
- 6,5 dm: rötlich hellocker, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, mittelsandiger Feinsand, starke Oxidationsmerkmale
- 7,5 dm: hellocker, carbonatfrei, Einzelkorngefüge
- 7,5 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, reduziert

Kalk wurde bis in die Tiefe von 5 dm nachgewiesen. Die Durchwurzelungstiefe lag bei 2,1 dm. Das Grundwasser stand in 7,5 dm Tiefe an.

2.4 Statistische Berechnungen und graphische Darstellungen

Aus den Wiederholungen der Bodenkennwerte Gehalt an Organischer Bodensubstanz, Trockenrohichte, Potentielle Kationenaustauschkapazität und C/N-Verhältnis wurden:

$$\text{arithmetischer Mittelwert } (\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i),$$

$$\text{Varianz } (s^2 = \frac{1}{1-n} \sum x_i'^2) \text{ und}$$
$$\text{Standardabweichung } (s = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n^2}})$$

berechnet. Bei Abweichungen von mehr als 5 % erfolgten Nachbestimmungen. Bei Korrelationsberechnungen wurde bei signifikanten Abweichungen von der Normalverteilung der Rangkorrelations-Koeffizient nach Spearman sowie die Mutungsbereichabschätzung mit Hilfe der Fisher-Transformation berechnet (SCHÖNWIESE, 2000, S. 177ff). α -Level wurde festgelegt auf 5 %, das heißt $p \geq 0,05$ wurde als statistisch nicht signifikant (n.s.) bewertet, $p < 0,05$ als signifikant (*), $p < 0,01$ als hoch signifikant (**) und $p < 0,001$ als höchst signifikant (***). Aus den Wiederholungen (n) der Feuchtmasse- und Trockenmasse-Ertäge wurden arithmetischer Mittelwert, Varianz und Standardfehler ($\pm s/\sqrt{n}$) bestimmt und dargestellt. Die Höhe der Abweichungen ließ keine Regressionsberechnungen zu. Die Wiederholungen der Wasserspannungskurven wurden graphisch übereinandergelegt dargestellt, um die Abweichungen abbilden zu können. Für die Darstellung der Porengrößenverteilungen wurden aus jeder Kurve die Wassergehalte an den definierten Wasserspannungen interpoliert. Anschließend wurden arithmetischer Mittelwert und Standardfehler berechnet und graphisch dargestellt. Für Mittelwertvergleiche wurden Mann-Whitey-U-Tests mit den genannten Signifikanzniveaus durchgeführt. Den Empfehlungen von WEBSTER (2001) folgend, wurden gemeinsam mit Mittelwerten auch die Standardfehler im Text erwähnt.

3 Mineralische Folgeböden

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sind 26 Profilreihen mit insgesamt 62 Bodenprofilen untersucht worden. Es wurde versucht, eine möglichst große Bandbreite von Niedermoor-Folgeböden zu erfassen. Um die teils sehr unterschiedlichen Böden übersichtlich gruppieren zu können, erfolgt zunächst eine Einteilung anhand des Ausgangssubstrates, die der Terminologie zur Einteilung der Mudden (s. Kap. 1.1, S. 3) folgt:

organo-mineralische Folgeböden aus bzw. über Sandmudde, Schluffmudde, Tonmudde, Kalkmudde;

organische Folgeböden aus bzw. über Detritusmudde, Torfmudde;

mineralische Folgeböden aus bzw. über Sand, Ton, Schluff, Kalk.

Entsprechend der auf Seite 13 gegebenen Definition werden den mineralischen Niedermoor-Folgeböden alle vormaligen Niedermoor-Böden zugeordnet,

- deren Gehalt an Organischer Bodensubstanz unter 30 M.% gesunken ist,
- und/oder deren Torfkörper eine Mächtigkeit von 3 dm unterschreiten,
- und die von mineralischem Substrat (in der Regel Lockersubstrat) gebildet bzw. unterlagert werden.

Diesen Vorgaben entsprechen 33 der aufgenommenen Profile.

3.1 Horizonte

Die untersuchten Ober- und Unterbodenhorizonte können unter Berücksichtigung der Kriterien Gehalt an Organischer Bodensubstanz, Bodenstruktur, Mächtigkeit, Vorhandensein und Verteilung von Einlagerungen bzw. Eintragungen und Ausprägung von Vergleichungsmerkmalen gruppiert werden. Die Bezeichnung der Horizonte nach KA4 bzw. KA5 war in einigen Fällen mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden, so dass teilweise mit eigenen Bezeichnungen und Symbolen gearbeitet werden musste.

3.1.1 Oberbodenhorizonte

Torf-Oberbodenhorizonte

In 19 Profilen wiesen die Oberböden einen Torfkörper auf, dessen Mächtigkeit weniger als 3 dm betrug. In einem Profil wurde ein vermulmter Torf-Horizont (nHm) über einem Torf-Absonderungs-Horizont (nHa) ausgewiesen. Die Gesamtmächtigkeit beider Horizonte lag unter 3 dm. Alle weiteren Torf-Horizonte wurden als vermulmt ausgewiesen. 11 Horizonte lagen ohne nennenswerte Eintragungen oder Verzahnungen vor. 5 Horizonte waren mit entweder

humosem Oberboden-Substrat, Mudden oder mineralischem Unterboden-Substrat verzahnt. In zwei Fällen war der Torf mit zwei unterschiedlichen Substraten verzahnt. Der Torfanteil hat in diesen Verzahnungs-Horizonten überwogen und der Gesamtgehalt an Organischer Bodensubstanz lag über 30 M.%. In zwei Profilen waren Torf-Oberbodenhorizonte von äußert humosen Oberboden-Horizonten überlagert. In beiden Fällen handelt es sich um anthropogene Auftragungen.

Exkurs: Prozesse der Substratvermischung

Drei Prozesse, die zur Vermischung der Substrate Sand/lehmgiger Sand, Torf und Mudde geführt haben, können unterschieden werden.

Bioturbation kam in Form der Gänge und Bauten von großen Bodenwühlern und in Form von Wurmgängen vor. Die Wühlergänge können leer oder nur teilweise aufgefüllt sein (wie im linken Foto) und dann als Makroporen fungieren oder wie im rechten Foto zu Torf- bzw. humosen Eintragungen in den Unterböden und Sandeintragungen in den Torf bzw. humosen Sand führen.



Bodenbearbeitung, insbesondere die Pflugtätigkeit, führt zu unterschiedlich ausgeprägten Vermischungen. Sinkt die Mächtigkeit des Torfkörpers unter die Pflugtiefe, werden Torf und Sand klumpenförmig vermischt. Bleibt eine weitere Vermischung aus, können äußerst heterogen ausgeprägte Oberbodenhorizonte entstehen, in denen die drei Substrate nebeneinander liegen.



Erosion durch Wasser oder Wind von den umliegenden Mineralböden kann ebenfalls mineralisches Substrat in den Torf eintragen. Die Erosionsform und die Entfernung zur Erosionsquelle beeinflussen die Menge, Zusammensetzung und die Verteilung des Kolluviums. Durch Pflügen und/oder Bioturbation kann es zu einer Durchmischung des erodierten Materials mit dem Torf bzw. humosen Sand kommen, andernfalls entsteht ein Auftrag. Erosionsprozesse - auch während der Torfbildung - werden als Ursache für die Versandungen in einigen Torfen gesehen.



Homogen ausgeprägte humose Oberbodenhorizonte

In 13 Böden wiesen die Oberböden einen Gehalt an Organischer Bodensubstanz unter 30 M.% auf. Sie lagen krümelig bis feinstaubig strukturiert vor, wobei die Bodensubstanz homogen ausgeprägt war. Sechs von ihnen wiesen den für Anmoore typischen Gehalt an Organischer Bodensubstanz zwischen 15 und 30 M.% auf. In den Folgeböden wurde die Bildung dieses für Mineralböden hohen Gehaltes an Organischer Bodensubstanz nicht wie in Anmooren durch langanhaltend oberflächennahes Grundwasser gefördert, sondern durch den gegensätzlichen Prozess der Mineralisierung von Torf, sozusagen aus einer regressiven Torf-Entwicklung. Daher wurden diese Horizonte nicht als Anmoor-Horizonte (Aa) bezeichnet, sondern den Ah-Horizonten zugeordnet. Um später die Ah-Horizonte unterschiedlicher Gehalte an Organischer Bodensubstanz vergleichen zu können, wurde die Humusstufe nach KA5 mit angegeben: Ah_{h4}-Horizonte (< 8 M.%), humusreiche Ah_{h5}-Horizonte (8 bis < 15 M.%) und humusreiche Ah_{h6}-Horizonte (15 bis < 30 M.%).

In 5 Bodenprofilen wurden homogen ausgeprägte humusreiche Ah_{h5}-Horizonte gefunden. In zwei Fällen handelte es sich um Kolluvial-Horizonte, die über einem Torfhorizont und über verzahnten Ah_{h4}- bzw. humusreichen Ah_{h5}-Horizonten lagerten. Zwei Horizonte wurden aufgrund ihres niedrigeren Gehaltes an Organischer Bodensubstanz als Ah_{h4}-Horizonte angesprochen. Einer von beiden überlagerte noch einen humusreichen Ah_{h5}-Horizont. Oxidationsmerkmale wurden in drei Horizonten gefunden.

Verzahnte humose Oberbodenhorizonte

In 9 Bodenprofilen lagen die humosen Oberbodenhorizonte sehr heterogen ausgeprägt vor, wobei zwei Gruppen zu unterscheiden sind. Zum einen handelt es sich um Horizonte mit einer vorherrschenden Struktur aus humosem Sand mit Einlagerungen von Mudden, mineralischem Untergrundssubstrat oder Resten des ehemaligen Torfkörpers. In Abbildung 3.2a ist einer dieser 5 Horizonte abgebildet: Profil 19 (Profilreihe VII: Bützsee). In den humosen Sand sind linsenartig Untergrundssubstrat und an der Grenze zum Untergrundssubstrat Torfreste eingelagert. In der KA5 ist kein Verzahnungshorizont vorgesehen, der diesen Horizont ausreichend charakterisieren würde. In Anlehnung an die bestehenden Verzahnungshorizonte kann der Boden als nHm+rGor+Ah-Horizont gut beschrieben werden. Dagegen setzen sich 4 Oberböden aus Torfresten, Mudden, humosem Sand und/oder mineralischem Untergrund zusammen ohne dass eine vorherrschende Grundstruktur vorliegt. Abbildung 3.2b zeigt einen solchen Oberboden aus dem Profil 26 (Profilreihe X: StülpeI). Von Torf und Sand sind in diesem Profil gesondert Proben entnommen worden: Der Gehalt an Organischer Bodensubstanz reicht von 0,8 M.% im Sand bis zu 49,5 M.% im Torf. Als Mittelwert des gesamten Horizontes wurde ein Gehalt an Organischer Bodensubstanz von 25,1 M.% bei einem Standardfehler von 13,1 M.% ermittelt. In Anlehnung an die Verzahnungshorizonte nach KA5 kann der Horizont entweder als rGro+Ah_{h5}+nHm bezeichnet werden, was dem flächenmäßigen Anteil der Substrate entspricht, aber zur Folgerung verleitet, dass es sich noch um einen Torf-Horizont handelt. Mit der Bezeichnung als rGro+nHm+Ah_{h5} wird zwar dem Gesamt-Humusgehalt Rechnung getragen, sie impliziert aber, dass der Ah_{h5}-Anteil überwiegt. Beide Varianten können nicht als zufriedenstellend angesehen werden. In vier der heterogen ausgeprägten Horizonte wurden Oxidationsmerkmale gefunden, die jeweils aus dem eingetragenen Sand stammten.



Abb. 3.1: Homogen ausgebildete Oberböden: (a) Flacher Torfhorizont (nHm); (b) humoser Oberboden (extrem humoser Ah_{h6})

Abb. 3.1: *Homogeneous topsoils: (a) shallow peat horizon in profile 60, Hakenberg; (b) humic topsoil Ah_{h6} in profile 7, Linumhorst I*



Abb. 3.2: Verzahnte humose Oberböden

Abb. 3.2: *Heterogeneous topsoils: (a) profile 19, Bützsee; (b) profile 26, Stülpe I*

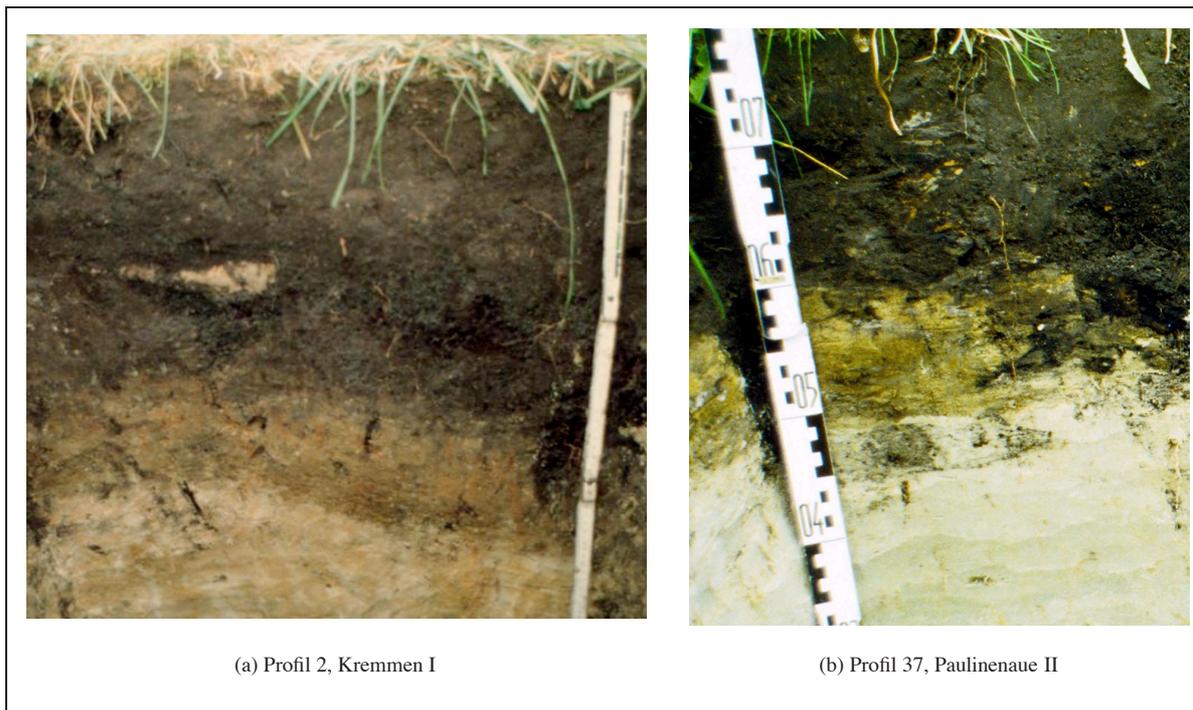


Abb. 3.3: Humose Unterbodenhorizonte: (a) durchgehender lehmig sandiger Horizont; (b) linsenförmige Einlagerungen

Abb. 3.3: Humic subsoil horizons: (a) loamy sandy horizon in profile 2, Kremmen I (b) humic deposits in lenses in profile 37, Paulinenaue II

3.1.2 Unterbodenhorizonte

Humose Unterbodenhorizonte

In 8 Profilen¹ befand sich unterhalb des humosen oder Torf-Oberbodens ein meist lehmiger und nur geringmächtiger Unterbodenhorizont mit Gehalten an Organischer Bodensubstanz zwischen 2,5 und 6,9 M.%. Eine mögliche Erklärung für den relativ hohen Gehalt an Organischer Bodensubstanz wäre eine Verlagerung von Humusstoffen aus dem abgebauten Torf, die dann von den Tonmineralen gebunden wurden. Möglich ist auch, dass es sich um tonhaltige Mineralmudden handelt, deren Organische Bodensubstanz durch Mineralisierung teilweise bereits unter den Gehalt von 5 M.% gesunken ist. Der Boden, dessen Unterbodenhorizont einen Gehalt an Organischer Bodensubstanz von 6,9 M.% aufweist, ist beispielsweise auf einer Fläche aufgenommen worden, für die in der Bodenschätzung ein lehmiges Untergrundsubstrat ausgewiesen wurde. Es kann also davon ausgegangen werden, dass es sich in diesem Fall um Humusverlagerungen in den lehmigen Sand handelt und nicht um eine Mudde. Alle 8 humosen Unterbodenhorizonte weisen Oxidationsmerkmale auf, teils als Konkretionen und/oder an verwitterte Wurzelbahnen oder Wurmgänge gebunden.

¹Profile 1, 2, 3, 36, 37, 38, 55, 56

Reliktisch und aktuell vergleyte Unterbodenhorizonte

Alle untersuchten Böden wiesen vergleyte Unterbodenhorizonte auf. Im Gegensatz zu den sehr viel stabileren Oxidationsmerkmalen sind die Reduktionsmerkmale nach Entwässerung nicht mehr lange erkennbar, da sie durch Oxidation gelöst werden (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL, 1992, S. 425ff). In einigen Böden war aus diesem Grund eine Unterscheidung zwischen aktueller und reliktscher Vergleyung nicht möglich. Zum Beispiel sind in Profil 23 zwei Torfhorizonte über einem Go- und einem Gr-Horizont gelagert. Da bekannt ist, dass die Fläche, auf der der Boden aufgenommen wurde, entwässert worden ist, kann gefolgert werden, dass ursprünglich ein Moorboden mit dem Profilaufbau Niedermoortorf über Gr-Horizont bestanden hat. Daher wurde der Go-Horizont als entwässertes rGro-Horizont angesprochen, obwohl sich rein phänologisch keine reliktschen Merkmale ausweisen lassen.

In einigen Böden konnte an einem teilweise mehrfachen Wechsel von Horizonten mit Oxidationsmerkmalen und Horizonten ohne Oxidationsmerkmale gut abgelesen werden, welcher Horizont reliktsch und welcher Horizont aktuell vergleyt ist. So konnten beispielsweise in Profil 32 mit dem Profilaufbau Ah_{h6}/rGr/rGor/rGr/rGor/Go/Gr in den rGr-Horizonten ebenfalls keine Reduktionsmerkmale festgestellt werden. Der Wechsel der Horizonte mit Oxidationsmerkmalen belegt aber die Entwässerungsstufen und damit den fossilen Charakter der Wasserdynamik. Teilweise fanden sich Eisenoxide als Konkretionen (Abb. 3.4b) und an Makroporen (wie in Profil 55, Abb. 3.4a) oder Wurzelreste gebunden (Abb. 3.4c).

Typisch für die Böden im Baruther Urstromtal (Schönefeld) sowie teilweise im Havelluch (Paulinenaue) waren gleichmäßig verteilte, vertikal eingelagerte Wurzel- und Holzreste, die mit dem Talsand abgelagert wurden. Hier fanden sich typische rotbraune bis schwarze extrovertierte Eisen- und Mangankonzentrationen an den Holzoberflächen (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL, 1992, S. 380). Vereinzelt fanden sich auch größere Holzreste, in einem Fall ein Ast von über einem Meter Länge.

Unterbodenhorizonte mit Muddevorkommen

In den Unterböden von 8 mineralischen Folgeböden² sind durchgehende Muddehorizonte³ (F) gefunden worden. Aufgrund der Mächtigkeiten von weniger als 3 dm konnten die Böden nicht den organo-mineralischen oder organischen Folgeböden zugeordnet werden. In 5 Niedermoorprofilen⁴ kamen durchgehende Muddeschichten im Unterboden vor.

Verzahnungen mit Mudden sind auf das häufige Vorkommen von periglazial gebildeten Eislin sen oder Eiskeilen in Versumpfungsmooren, meist an der Grenze zwischen Torf und mineralischem Untergrund zurückzuführen. Für das Havelländische Luch hat MUNDEL (1969a) das Vorkommen der Relikte von Eislin sen und Eiskeilen nachgewiesen.

In Anlehnung an die Verzahnungshorizonte nach KA5 wurden eigene Verzahnungshorizonte

²Profile 4, 27, 28, 29, 45, 50, 52, 62

³Wie bei den Ausführungen zu den organischen und organo-mineralischen Folgeböden noch genauer ausgeführt wird, besteht ein Problem in den unzureichenden Möglichkeiten, Mudden nach KA5 anzusprechen. Bisher sind Mudden als F-Horizonte der Subhydrischen Böden vorgesehen und als Horizonte am Gewässergrund definiert. Wird die Bodenform angegeben, kann eine etwas genauere Ausweisung der Mudden über das Substrat erfolgen. Innerhalb der Beschreibung des Profilaufbaues ist aber noch nicht einmal eine Ausweisung als Mineral- oder Organomudde möglich. Einzige diagnostische Kennzeichnung ist das Vorhandensein von Oxidations- bzw. Reduktionsmerkmalen. Aber auch dies ist eigentlich für Gewässerböden beschrieben worden und nicht für Horizonte, die seit mehreren Jahrzehnten teilweise tief entwässert wurden bzw. noch werden.

⁴Profile 5, 9, 34, 44, 46

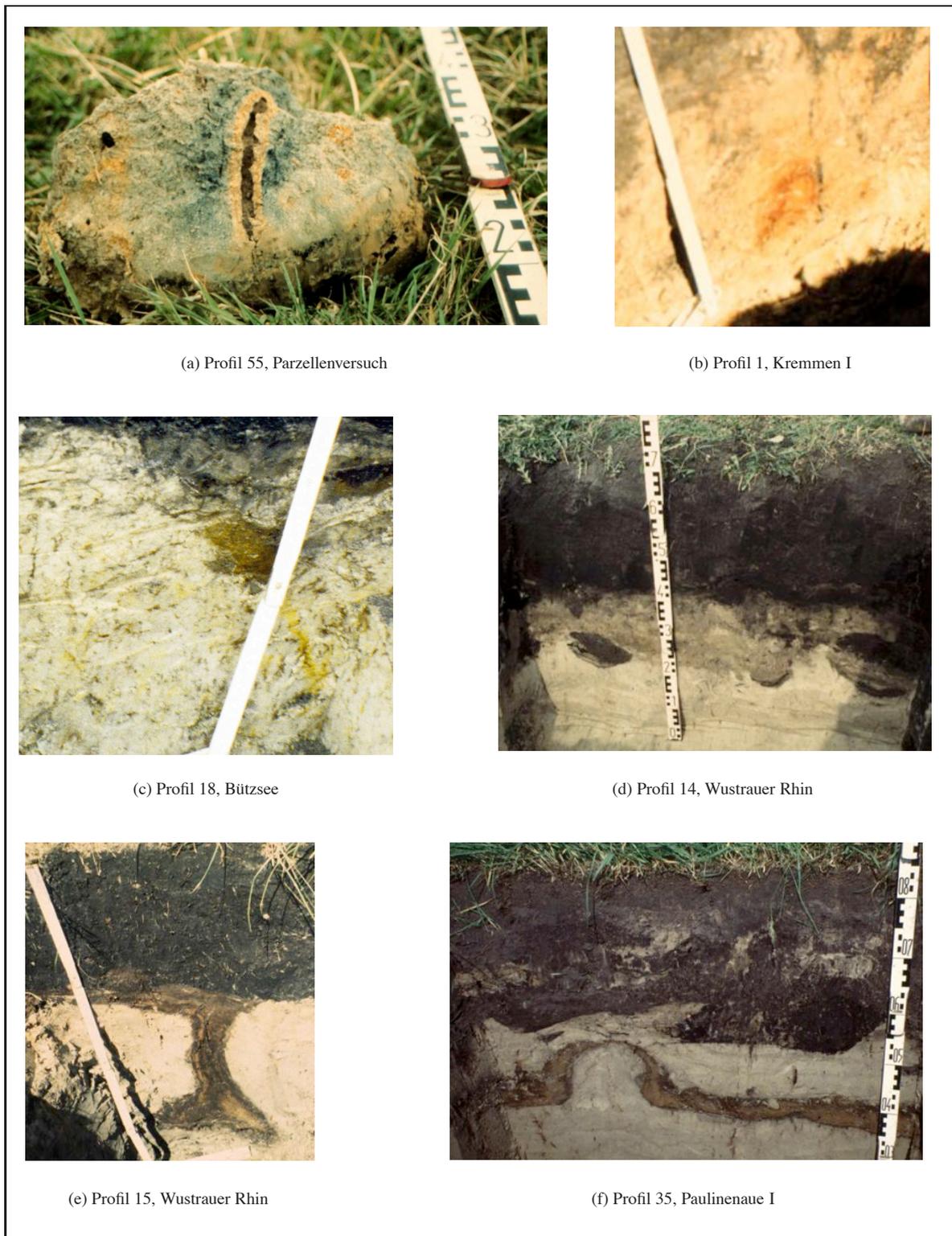


Abb. 3.4: Eisenoxide und Muddevorkommen in den Unterböden: (a) Eisenkonzentration an einer Makropore; (b) Eisenkonkretion; (c) Eisenoxide an Wurzelbahnen; (d) Organomudde in ehemaligen Eislinen; (e) Organomudde in ehemaligem Eiskeil; (f) Organomudde in ehemaliger Eisbildung

Abb. 3.4: *Iron oxides and organic gyttya depositions in mineral subsoils: (a) iron concentration surrounding a macropore in profile 55, Parzellenversuch; (b) iron concretion in profile 1, Kremmen I; (c) iron oxides around roots in profile 18, Bützsee; (d) organic gyttya deposits of former ice lenses in profile 14, Wustrauer Rhin; (e) organic gyttya deposits of former ice wedge in profile 15, Wustrauer Rhin; (f) organic gyttya deposit of former ice formation in profile 35, Paulinaue I*

gebildet: Die Grundwasserprägung führt zur Ausweisung von G-Horizonten, die Einlagerung wird als Verzahnung zugefügt: 13 G-Horizonte⁵ wurden als F+(r)Go,r-Horizonte⁶, nur ein Horizont wurde als nHm+rGr-Horizont ausgewiesen (Profil 7). Abgesehen von der unzureichenden Charakterisierung der Mudden kann die Bezeichnung dieser Horizonte damit zufriedenstellend erfolgen. Diese kleinräumigen Muddevorkommen werden später im Zusammenhang mit den organo-mineralischen und organischen Folgeböden behandelt (s. Kap. 4.3).

In den Böden des Parzellenversuches kamen zudem Unterbodenhorizonte mit linsenförmigen schluffigen Bereichen vor, die einen Gehalt an Organischer Bodensubstanz über 2 M.% aufweisen. Hier könnte es sich um ehemalige Mineralmudden handeln, deren Gehalt durch Mineralisierung unter 5 M.% gesunken ist.

3.2 Böden

Auch bei der Einteilung der Bodenprofile in die Bodensubtypen der KA5 kam es zu erheblichen Schwierigkeiten. Die Einordnung der mineralischen Folgeböden in die Abteilung Semiterrestrische Böden und in die Klasse Gleye erscheint am treffendsten, da alle Böden G-Unterbodenhorizonte aufwiesen und für alle Bodensubtypen die Varietät "entwässert" vorgesehen ist. Allerdings ist die Einordnung in diese Klasse für Böden vorgesehen, die durch höherstehendes Grundwasser - zeitweilig bis mindestens 4 dm unter Geländeoberfläche - entstanden sind, was bei den aufgenommenen Folgeböden nicht zutreffend ist.

Die 19 Profile, die noch einen Torf-Horizont aufweisen, dessen Mächtigkeit aber 3 dm unterschreitet, wurden dem Bodentyp Moorgley (GH) und dem Bodensubtyp Niedermoorgley (GHn) zugeordnet. Für Moorgleye sind allerdings im Profilaufbau H/IIGr bzw. nH/IIGr keine Mudden vorgesehen. Die Torfhorizonte der Profile 13 und 29 waren von Organomudde-Horizonten unterlagert, so dass sich eine Gesamtmächtigkeit an organischen Horizonten von > 3 dm ergab. Dennoch wurden sie mit der Einordnung in den Bodensubtyp Niedermoorgley den mineralischen Böden zugeordnet. Die anderen aufgenommenen Niedermoorgleye können mit einer Ergänzung des H/IIGr-Profilaufbaus um die reliktschen G-Horizonte ausreichend gut beschrieben werden.

18 Bodenprofile wurden zunächst dem Bodensubtyp Normgley (GGn) zugeordnet, der durch den Profilaufbau Ah/Go/Gr bei Mächtigkeiten der anhydromorphen Horizonte von weniger als 4 dm und Mächtigkeiten der Ah/Go-Horizonte zwischen $4 \leq 8$ dm gekennzeichnet ist. Alle Gleye wurden der Varietät "entwässert" zugeordnet. Anhand ihres Gehaltes an Organischer Bodensubstanz wurden 7 Profile der Varietät "humusreich" zugeordnet. 10 weitere Profile mit humusreichen Ah_{h6}-Horizonten wurden als humusreiche* Gleye (GGh*)⁷ gekennzeichnet, um sie sowohl von den Anmooren als auch von den humusreichen Gleyen unterscheiden zu können. Ein Profil (51) wies einen Ah_{h4}- über einem Ah_{h4}-Go-Horizont auf, konnte aber nicht dem Bodensubtyp Humusgley (GGh) zugeordnet werden, da die Gesamtmächtigkeit der beiden Horizonte 4 dm unterschritt. Drei Profile wurden dem Bodensubtyp Humusgley und der Varietät

⁵Profile 9, 12, 14-19, 35, 47, 51, 59, 60

⁶Ein Komma trennt alternativ auftretende Symbole, in Klammern gesetzte Symbole können entfallen.

⁷entspricht nicht den Vorgaben durch die KA4.

Folgeböden <i>post-fen soils</i>					Niedermoores <i>fens</i>
GGn			GGh	GHn	KMn
h4	h5	h6	h4	h5	
<i>Rhinluch</i>					
		1, 2, 7, 57	8, 15, 18	4, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 45	3, 5, 6, 9, 44
<i>Havelländisches Luch</i>					
	35	36, 47	56	37	38, 46, 55, 59, 60
<i>Baruther Urstromtal</i>					
	20, 60	22, 24, 26, 61		23, 25, 27, 28, 29	21
<i>Randow-Welsebruch</i>					
		32			33
<i>Spreewald</i>					
51			52	50	

Tab. 3.1: Übersicht über die aufgenommenen mineralischen Folgebodenprofile und die korrespondierenden Niedermoorprofile (Bodensubtypen GHn: Niedermoorogley; GGh: Humusogley; GGn: Normogley; KMn: Normmulm-niedermoor. Humusstufen der Oberböden h4: 4-<8 M.%; h5: 8-<15 M.%; h6: 15-<30 M.%)

Tab. 3.1: Survey of the investigated mineral post-fen soils and fen soils (GHn: histic gleysol, GGh: humic gleysol, GGn: gleysol, KMn: fen; humus contents of the topsoils: h4: 4-<8 M.%; h5: 8-<15 M.%; h6: 15-<30 M.%)

"humusreich" zugeordnet, wobei in einem Bodenprofil ein Ah_{h6}-Horizont ausgewiesen wurde.

Ein weiteres Problem stellt die bodensystematische Einordnung der meisten korrespondierenden Moorprofile dar. Mit mindestens 3 dm Torfaufgabe werden sie eindeutig in die Abteilung Moore, anhand des vermulmten Torfes in die Klasse Erd- und Mulmmoore (K) und in den Bodentyp Mulmniedermoor (KM) eingeordnet. Die Zuordnung auf der Ebene des Subtyps, bis zu der eine Bodenansprache in der Regel erfolgen soll, ist dann nicht mehr ohne weiteres möglich: Alle 11 Profile weisen vermulmten Torf in einer Mächtigkeit von weniger als 4 dm auf. In 6 Bodenprofilen war auch ein nHa-Horizont vorhanden. Die Vermulmung der Böden legt eine Einordnung als Mulmniedermoor nahe, obwohl wichtige diagnostische Horizonte (nHt, nHw) fehlen. Um diesen Unterschied kennzeichnen zu können, wurden sie im Rahmen dieser Arbeit als Normmulm-niedermoor* (KMn*)⁸ gekennzeichnet.

Für zwölf Böden wurde ein Grundwasserstand ≤ 7 dm, für 23 Böden ein Grundwasserstand > 7 dm. . . < 10 dm und für 14 Böden ein Grundwasserstand ≥ 10 dm festgestellt. Eine aktuell hohe biologische Aktivität durch Regenwürmer konnte nur in Profil 1 festgestellt werden. Alle anderen Böden, die durch Bioturbation gekennzeichnet waren, wiesen keine Regenwürmer auf.

In Tabelle 3.1 sind alle Profile aufgeführt und den Untersuchungsgebieten zugeordnet. Ab Seite 141 im Anhang befinden sich die Profilbeschreibungen.

⁸Dies entspricht nicht den Vorgaben der KA5

	alle Oberböden <i>all topsoils</i>	alle Torfe <i>all peats</i>	Torfe <i>peats</i> Moorgleye <i>histic gleysols</i>	Niedermoore <i>fens</i>	Ah _{h6}	Ah _{h5}	Unterböden <i>subsoils</i>
<i>n</i>	58	30	17	13	17	11	58
\bar{x}	34,60	51,09	45,92	57,87	21,00	10,64	2,03
<i>s</i>	20,23	13,89	13,71	10,89	3,60	2,99	1,81
<i>Min</i>	4,38	30,03	30,03	41,10	15,57	4,38	0,24
<i>Max</i>	80,07	80,07	80,07	77,62	27,74	14,52	8,98

Tab. 3.2: Gehalte an Organischer Bodensubstanz (M.%) der mineralischen Folgeböden und Niedermoore (*n*: Anzahl; \bar{x} : arithmetischer Mittelwert; *s*: Standardabweichung; *Min*: Minimum; *Max*: Maximum)

Tab. 3.2: *Organic matter contents (m.%) of the mineral post-fen and fen soils (n: number; \bar{x} : mean; s: standard deviation; Min: minimum; Max: maximum; Ah_{h6}, Ah_{h5}: mineral post-fen topsoils)*

3.3 Bodenchemische Eigenschaften

3.3.1 Organische Bodensubstanz

Der Gehalt an Organischer Bodensubstanz wurde von 58 Oberböden untersucht und in Tabelle 3.2 zusammengefasst. Der niedrigste aufgenommene Wert beträgt 4,38 M.%, der höchste 80,07 M.%. Es sind 11 Oberböden mit einem Gehalt < 15 M.% (Ah_{h5}) sowie 17 Oberböden mit einem Gehalt an Organischer Bodensubstanz von 15...< 30 M.% (Ah_{h6}) gefunden worden. In der Gruppe der Torfe (> 30 M.%) umfassen die Gehalte an Organischer Bodensubstanz eine Spannweite von 50 M.%. Dabei finden sich der höchste wie der niedrigste Gehalt an Organischer Bodensubstanz in den Torfen der Moorgleye. Der niedrigste Gehalt an Organischer Bodensubstanz in den Torfen der Niedermoore liegt gut 10 M.% über dem niedrigsten Gehalt der Moorgleye.

Für 58 Unterbodenproben bis zu einer Tiefe von 4,5 dm ist ebenfalls der Gehalt an Organischer Bodensubstanz bestimmt worden. Dabei weisen die meisten Proben einen Gehalt an Organischer Bodensubstanz bis 2 M.% auf. Bei den Horizonten mit höherem Gehalt an Organischer Bodensubstanz handelt es sich entweder um die mit Humus angereicherten lehmigen Unterbodenhorizonte, die in Kapitel 3.1.2 beschrieben wurden, oder um die mittel- bis feinsandigen Unterböden, in die Holzreste eingelagert oder Muddereste eingetragen waren.

3.3.2 Kohlenstoff und Stickstoff

Die Bestimmung der Gesamtkohlenstoff- und Gesamtstickstoffgehalte erfolgte für insgesamt 25 Oberböden (Tab. 3.3): 16 Torfe der Niedermoore und Niedermoorgleye mit Glühverlusten von 30,4 bis 68,9 M.% und 9 Ah_{h5}- und Ah_{h6}-Horizonte mit Glühverlusten von 8,2 bis 25,2 M.%, die aufgrund des geringen Probenumfangs zusammengefasst betrachtet werden (Ah_{h5,6}). Die Berechnung verteilungsfreier Rangkorrelationen ergab eine hochsignifikante Abnahme von Gesamtkohlenstoff- ($R^2=0,852^{**}$) und Gesamtstickstoffgehalten ($R^2=0,520^{**}$) bei abnehmenden Gehalten an Organischer Bodensubstanz in den Oberböden. Für die Unterböden wurde ebenfalls eine Abnahme der Gesamtkohlenstoff- ($R^2=0,775^{**}$) und Gesamtstickstoffgehalte ($R^2=0,666^{**}$) bei abnehmenden Gehalten an Organischer Bodensubstanz gefunden. Für das

	C_t C_t		N_t N_t		C/N-Verhältnis C:N ratio	
	<i>Oberböden - topsoils</i>					
	nH	Ah _{h5,6}	nH	Ah _{h5,6}	Torfe	Ah _{h5,6}
<i>n</i>	16	9	16	9	16	9
\bar{x}	20,72	7,98	1,41	0,58	15,51	14,11
<i>s</i>	3,36	2,65	0,37	0,20	3,69	2,93
<i>Min</i>	13,18	3,66	0,63	0,25	12,14	11,56
<i>Max</i>	25,33	11,65	1,87	0,94	26,94	21,66
	<i>Unterböden - subsoils</i>					
<i>n</i>	21		21		21	
\bar{x}	0,61		0,06		10,78	
<i>s</i>	0,38		0,03		2,60	
<i>Min</i>	0,08		0,01		3,17	
<i>Max</i>	1,68		1,13		15,98	

Tab. 3.3: C_t - und N_t -Gehalt (M.%) und C/N-Verhältnis der mineralischen Folgeböden und Niedermoore (*n*: Anzahl; \bar{x} : arithmetischer Mittelwert; *s*: Standardabweichung; *Min*: Minimum; *Max*: Maximum)

Tab. 3.3: C_t (m.%), N_t (m.%) and C:N ratio of the mineral post-fen and fen soils (*n*: number; \bar{x} : mean; *s*: standard deviation; *Min*: minimum; *Max*: maximum; nH: peats; Ah_{h5,6}: mineral topsoils)

	C_t C_t	N_t N_t	C/N-Verhältnis C:N ratio
Oberböden - topsoils	0,852**	0,520**	0,140
Unterböden - subsoils	0,775**	0,666**	0,128

Tab. 3.4: Korrelationskoeffizienten von C_t , N_t und C/N-Verhältnis der mineralischen Folgeböden bezogen auf den Gehalt an Organischer Bodensubstanz (*n* = 25)

Tab. 3.4: Correlation coefficients of C_t , N_t and C:N ratio related to organic matter content of mineral post-fen and fen soils (*n* = 25)

C/N-Verhältnis wurde in den Ober- und Unterböden keine signifikante Änderung in Relation zum Gehalt an Organischer Bodensubstanz gefunden (s. Abb. 3.5, Tab. 3.4).

3.3.3 Elementverteilung

Mit den Profilen der Parzellen und Praxisflächen sowie vier ausgewählter Profilvereihen wurden 17 Ober- und 16 Unterbodenproben auf die Gehalte an Phosphor, Mangan, Eisen, Magnesium, Calcium, Aluminium, Natrium und Kalium untersucht (s. Abb 3.6). Besonders auffällig sind die Elementverteilungen des Profils 24 aus der Profilvereihe X: Stülpe I. Alle Elementkonzentrationen liegen im Folgebodenprofil 24 deutlich unter denen der anderen mineralischen Folgeböden. Hier findet sich mit 3,7 ein sehr niedriger pH-Wert. Im korrespondierenden Niedermoorprofil liegt der Eisengehalt mit 7,71 % höher als in den anderen Profilen, die aus den gefundenen Eisenkonkretionen stammen⁹. Auf der Nachbarfläche mit der Profilvereihe Stülpe II lagen die pH-Werte noch niedriger, bis unter 2,8. Die Gräben beider Flächen waren rot verockert, was auf eine enorme Auswaschung von Eisensulfid schließen lässt. Bei Sauerstoffzutritt wird dieses

⁹Eisenkonkretionen wurden in der zweiten Profilaufnahme gefunden.

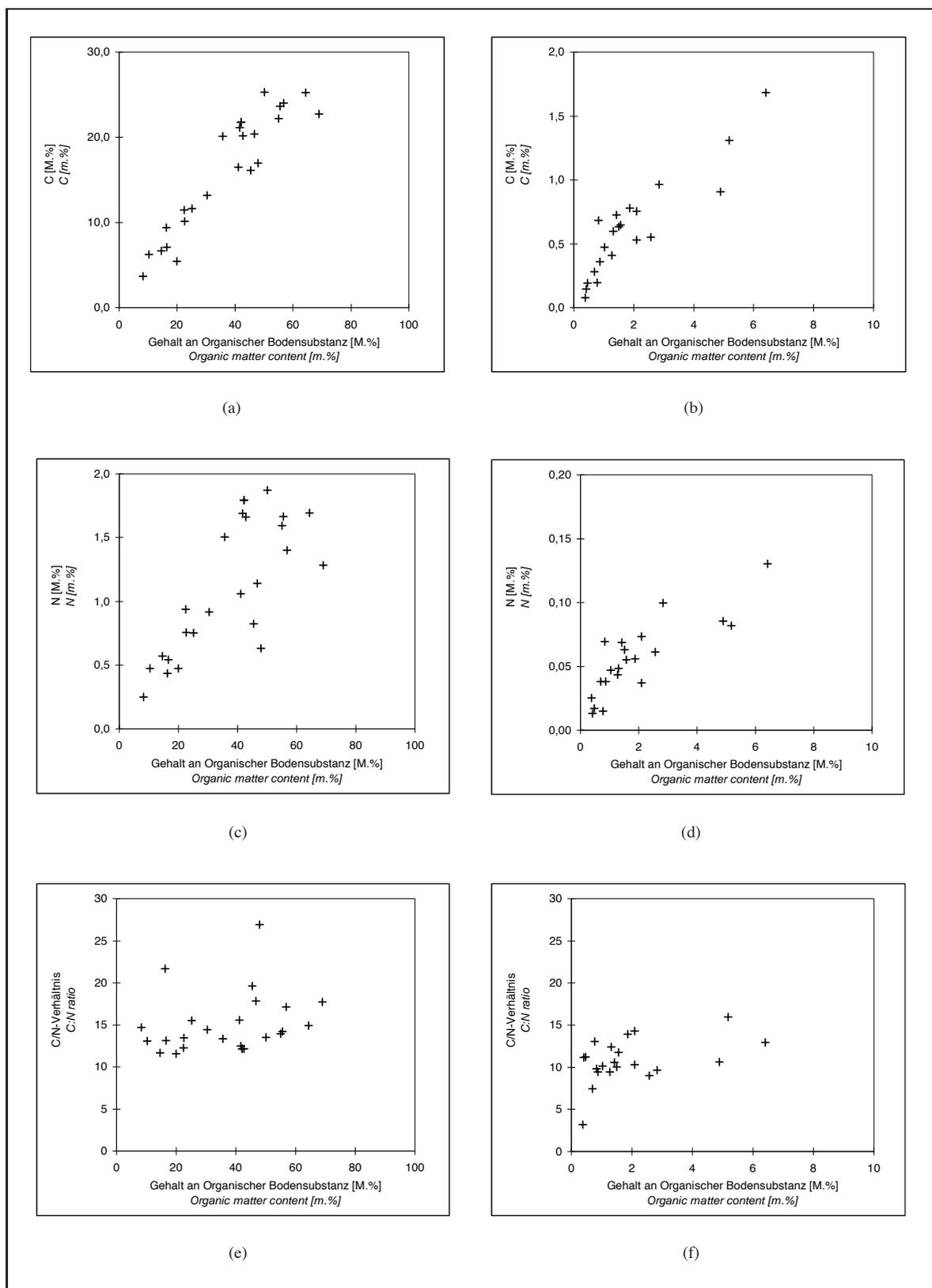


Abb. 3.5: Gehalte an C_t und N_t sowie C/N-Verhältnisse der Ober- (a, c, e) und Unterböden (b, d, f) mineralischer Folgeböden in Abhängigkeit vom Gehalt an Organischer Bodensubstanz (n=25)

Abb. 3.5: C_t , N_t and C:N ratio of the mineral post-fen and fen topsoils (a, c, e) and subsoils (b, d, f) related to the organic matter content (n=25)

	Fe	P	Ca	Mn	Mg	Al	Na	K	OBS /om
Fe	°	0,649*	0,354	0,680*	0,282	0,063	0,544*	0,201	0,276
P		°	0,554*	0,705**	0,117	-0,100	0,590*	-0,022	0,709**
Ca			°	0,632*	0,447	-0,224	0,538*	0,142	0,312
Mn				°	0,069	-0,226	0,496*	-0,212	0,333
Mg					°	0,453	0,604*	0,761**	0,017
Al						°	0,108	0,406	0,053
Na							°	0,245	0,548*
K								°	-0,220
OBS / om									°

Tab. 3.5: Korrelationskoeffizienten für Elemente und Gehalt an Organischer Bodensubstanz - mineralische Folgeböden (n=18; $\alpha=0,05$; signifikante Korrelationen > 0,6 sind fett hervorgehoben)

Tab. 3.5: Correlation coefficients of elements and organic matter content - mineral post-fen soils (om: organic matter content; n=18; $\alpha=0,05$; significant correlations > 0,6 are marked bold)

in Schwefelsäure umgewandelt (SUCCOW & STEGMANN, 2001), was die niedrigen pH-Werte erklärt.

Für die Prüfung von möglichen Zusammenhängen zwischen den Elementgehalten mit dem Gehalt an Organischer Bodensubstanz wurden verteilungsfreie Rangkorrelationen errechnet, deren Korrelationskoeffizienten in Tabelle 3.5 dargestellt sind. Der Phosphorgehalt korreliert hochsignifikant mit dem Eisengehalt und dem Gehalt an Organischer Bodensubstanz. Aluminium spielt als Bindungspartner für Phosphor keine Rolle. Auch die Korrelation des Mangangehaltes mit dem Gehalt an Organischer Bodensubstanz, Calciumgehalt und Eisengehalt zeigt die für Böden typischen Bindungspartner bzw. Adsorbenten. Der Gehalt an Magnesium ist positiv korreliert mit dem Gehalt an Kalium und Natrium. Die Kaliumgehalte der mineralischen Oberböden und der Unterböden liegen vergleichbar niedrig wie die Kaliumgehalte der Torfe.

3.3.4 Potentielle Kationenaustauschkapazität

Die potentielle Kationenaustauschkapazität im Boden wird vor allem durch den Gehalt und die Art von Organischer Bodensubstanz und Tonmineralen bestimmt. Für die untersuchten Torfe und mineralischen Oberboden-Horizonte zeigt sich die starke Abhängigkeit vom Gehalt an Organischer Bodensubstanz (s. Abb. 3.6). In die Berechnungen sind 22 Torfe der Bodentypen Moorgley und Niedermoor mit Glühverlusten von 30,0 bis 77,6 M.% eingegangen. Von den Gleyen sind 12 Ah_{h6}-Horizonte mit Glühverlusten von 15,6 bis 26,6 M.% und 11 Ah_{h4,5}-Horizonte mit Glühverlusten von 4,4 bis 14,5 M.% berücksichtigt. Die Werte der potentiellen Kationenaustauschkapazitäten der Torfe liegen zwischen 73,4 und 127,7 cmol_c·l⁻¹, die der Ah_{h6}-Horizonte zwischen 39,0 und 98,6 cmol_c·l⁻¹, die der Ah_{h4,5}-Horizonte zwischen 18,3 und 60,8 cmol_c·l⁻¹. Da die Daten nicht normalverteilt vorlagen, wurde eine verteilungsfreie Rangkorrelation errechnet. Sie ergab eine hochsignifikante Abnahme der potentiellen Kationenaustauschkapazitäten mit sinkenden Gehalten an Organischer Bodensubstanz ($R^2=0,894^{**}$). Im Gegensatz zu den zunächst berichteten Ergebnissen mit weniger Proben (SCHLEIER & BEHRENDT, 2000; SCHLEIER, 2000), zeigen sich innerhalb der drei Oberboden-Gruppierungen die Bestimmtheitsmaße dieses Zusammenhangs in der Reihenfolge:

Ah_{h6} ($R^2=0,460^*$) < Ah_{h4,5} ($R^2=0,556^*$) < Torfe ($R^2=0,666^{**}$).

	OBS / om	P	Mn	Fe	Mg	Ca	Al	Na	K
<i>Torfe / peats (n=9)</i>									
\bar{x}	51,59	0,13	0,04	2,54	0,12	3,36	0,87	0,05	0,05
<i>s</i>	11,25	0,06	0,03	1,91	0,04	1,30	0,60	0,02	0,03
<i>Min</i>	30,41	0,06	0,01	1,06	0,05	1,58	0,32	0,01	0,03
<i>Max</i>	68,94	0,11	7,71	0,19	6,41	2,27	0,10	0,11	
<i>Ah-Horizonte / mineral post-fen topsoils (n=8)</i>									
\bar{x}	17,10	0,06	0,03	1,06	0,08	2,73	0,46	0,01	0,04
<i>s</i>	5,48	0,03	0,03	0,53	0,04	2,35	0,15	0,01	0,02
<i>Min</i>	8,24	0,01	<0,01	0,10	0,01	0,04	0,12	<0,01	0,02
<i>Max</i>	25,17	0,11	0,09	1,75	0,14	7,08	0,62	0,03	0,08
<i>Unterbodenhorizonte / subsoil horizons (n=16)</i>									
\bar{x}	2,42	0,02	0,01	0,95	0,07	0,45	0,69	0,01	0,04
<i>s</i>	2,30	0,01	0,01	1,22	0,06	0,51	0,82	0,01	0,02
<i>Min</i>	0,38	<0,01	<0,01	0,08	0,01	0,05	0,11	<0,01	0,01
<i>Max</i>	8,98	0,05	0,03	4,36	0,23	1,78	2,69	0,06	0,09

Tab. 3.6: Elementverteilung (M.%) der mineralischen Folgeböden und Niedermooere (OBS: Gehalt an Organischer Bodensubstanz (M.%); *n*: Anzahl; \bar{x} :arithmetischer Mittelwert; *s*: Standardabweichung; *Min*: Minimum; *Max*: Maximum)

Tab. 3.6: Total element contents (m.%) of the mineral post-fen and fen soils (*om*: organic matter content (m.%); *n*: number; \bar{x} : mean; *s*: standard deviation; *Min*: minimum; *Max*: maximum)

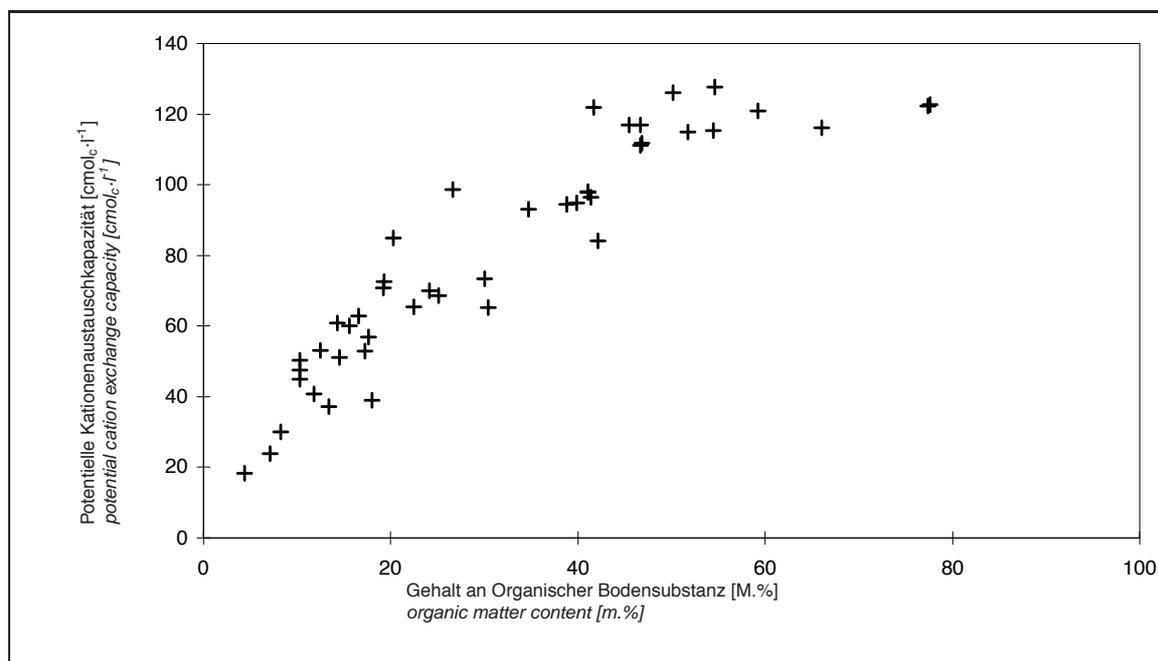


Abb. 3.6: Die potentiellen Kationenaustauschkapazitäten der mineralischen Folgeböden in Abhängigkeit vom Gehalt an Organischer Bodensubstanz - Oberböden (n=45)

Abb. 3.6: Potential cation exchange capacities of the mineral post-fen soils related to the organic matter content - topsoils (n=45)

	Unterböden <i>subsoils</i>			Oberböden <i>topsoils</i>		Torfe / <i>peats</i>
	Ss	S12, S13, S14, Ls4, Su2, Su3, St3		Ah, Ah _{h5}	Ah _{h6}	
<i>n</i>	39		20	11	12	22
\bar{x}	8,44		20,31	41,6	66,9	106,5
<i>s</i>	4,19		12,13	12,5	14,5	16,9
<i>Min</i>	2,43		5,27	18,3	39,0	65,3
<i>Max</i>	18,35		55,32	60,8	98,6	127,7

Tab. 3.7: Potentielle Kationenaustauschkapazitäten ($\text{cmol}_c \cdot \text{l}^{-1}$) der Ober- und Unterböden der mineralischen Folgeböden im Vergleich (*n*: Anzahl; \bar{x} : arithmetischer Mittelwert; *s*: Standardabweichung; *Min*: Minimum; *Max*: Maximum)

Tab. 3.7: Potential cation exchange capacities ($\text{cmol}_c \cdot \text{l}^{-1}$) of the mineral post-fen and fen top- and subsoils (*n*: number; \bar{x} : mean; *s*: standard deviation; *Min*: minimum; *Max*: maximum; Ah, Ah_{h5}, Ah_{h6}: mineral post-fen topsoils)

Den Einfluss der Tonminerale zeigen die Ergebnisse der Unterbodenhorizonte. In Tabelle 3.7 sind die potentiellen Kationenaustauschkapazitäten der Bodenartenuntergruppe "reiner Sand" und der stärker ton- und schluffhaltigen Bodenarten verglichen. Es zeigen sich erwartungsgemäß höhere potentielle Kationenaustauschkapazitäten bei den tonhaltigeren Untergrundsubstraten.

Bei Betrachtung der austauschbaren Kationen Magnesium, Calcium, Natrium und Kalium, fällt zunächst auf, dass in 3 Proben der Ah_{h4,5}-Horizonte, in 10 Proben der Torfe sowie in zwei Proben der Unterböden die Summe der Kationen teils weit über der ermittelten potentiellen Kationenaustauschkapazität liegt, was auf die Abgabe von löslichen Salzen an die Austauschlösung zurückgeführt wird (DIN ISO 13536, 1997; ROWELL, 1997). Die drei Proben der Ah_{h4,5}-Horizonte sowie die beiden Proben der Unterböden sind die einzigen Proben mit nachgewiesenem Kalkgehalt. In den Torfen dagegen wurde Kalk nur in einer Probe nachgewiesen. Der Anteil der Calcium-Ionen an den ausgetauschten Kationen liegt in allen Oberboden-Gruppen über 90 %. Zweithäufigstes ausgetauschtes Kation ist in allen drei Oberboden-Gruppen Magnesium. In den Torfen und Ah_{h6}-Horizonten folgen Natrium vor Kalium, in den Ah_{h4,5}-Horizonten Kalium vor Natrium.

3.4 Bodenphysikalische Eigenschaften

3.4.1 Trockenrohddichte

Die Trockenrohddichte wurde für 58 Oberböden ermittelt (Abb. 3.8): 30 Torfe der Niedermoor-oglee und Niedermoores mit Glühverlusten von 30,0 bis 80,1 M.%, 17 Ah_{h6}-Horizonte mit Glühverlusten von 15,6 bis 27,7 M.% und 11 Ah_{h4,5}-Horizonte mit Glühverlusten von 4,4 bis 14,5 M.%. Die Trockenrohddichten der Torfe liegen zwischen 0,35 und 0,96 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$, die der Ah_{h6}-Horizonte zwischen 0,83 und 1,11 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$, die der Ah_{h4,5}-Horizonte zwischen 0,76 und 1,37 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$. Die Rangkorrelation ergibt eine hochsignifikante Zunahme der Trockenrohddichten mit abnehmenden Gehalten an Organischer Bodensubstanz ($R^2=0,882^{**}$). Die 49 untersuchten Unterböden wiesen Trockenrohddichten zwischen 1,02 und 1,60 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ bei einem Mittelwert von 1,44 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (SF 0,02 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$) auf.

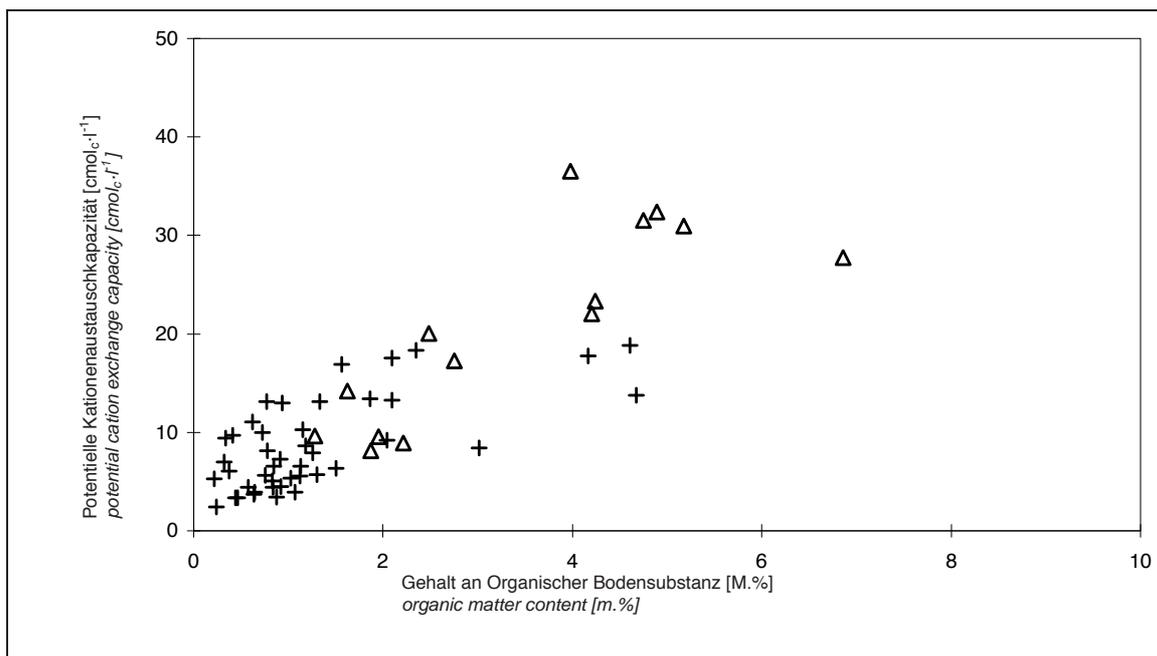


Abb. 3.7: Die potentiellen Kationenaustauschkapazitäten der mineralischen Folgeböden in Abhängigkeit vom Gehalt an Organischer Bodensubstanz - Unterböden (n=57)

Abb. 3.7: Potential cation exchange capacities of the mineral post-fen soils related to the organic matter content - subsoils (n=57)

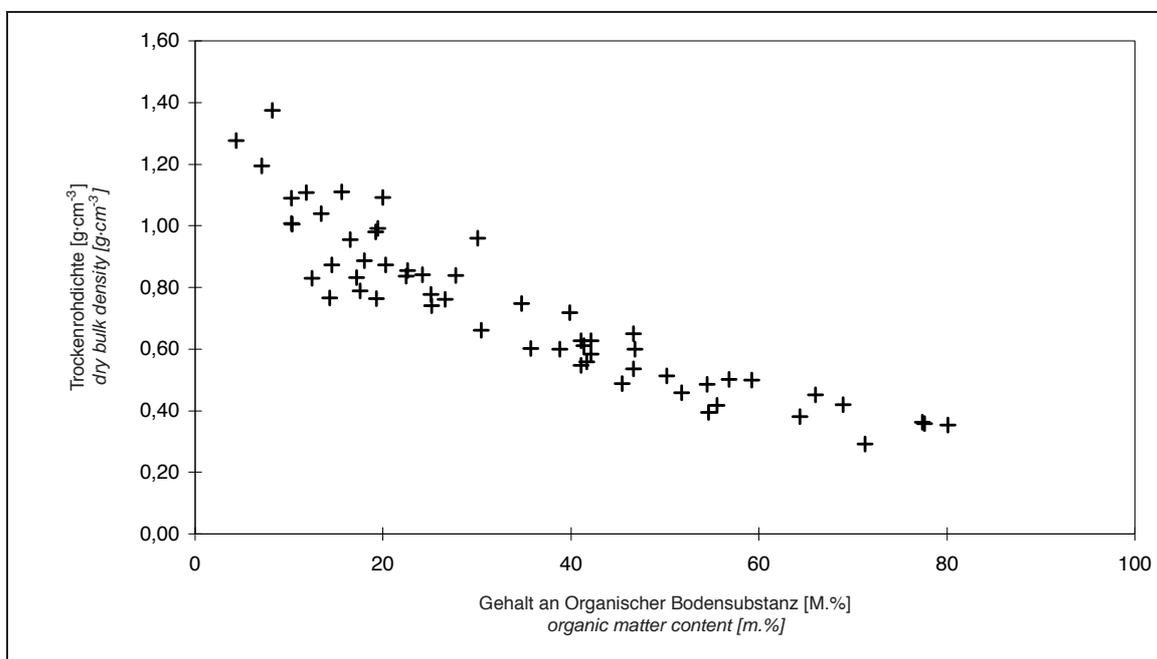


Abb. 3.8: Die Trockenrohddichten der mineralischen Folgeböden und Niedermoore in Abhängigkeit vom Gehalt an Organischer Bodensubstanz (n=58)

Abb. 3.8: Dry bulk densities of the mineral post-fen soils related to the organic matter content (n=58)

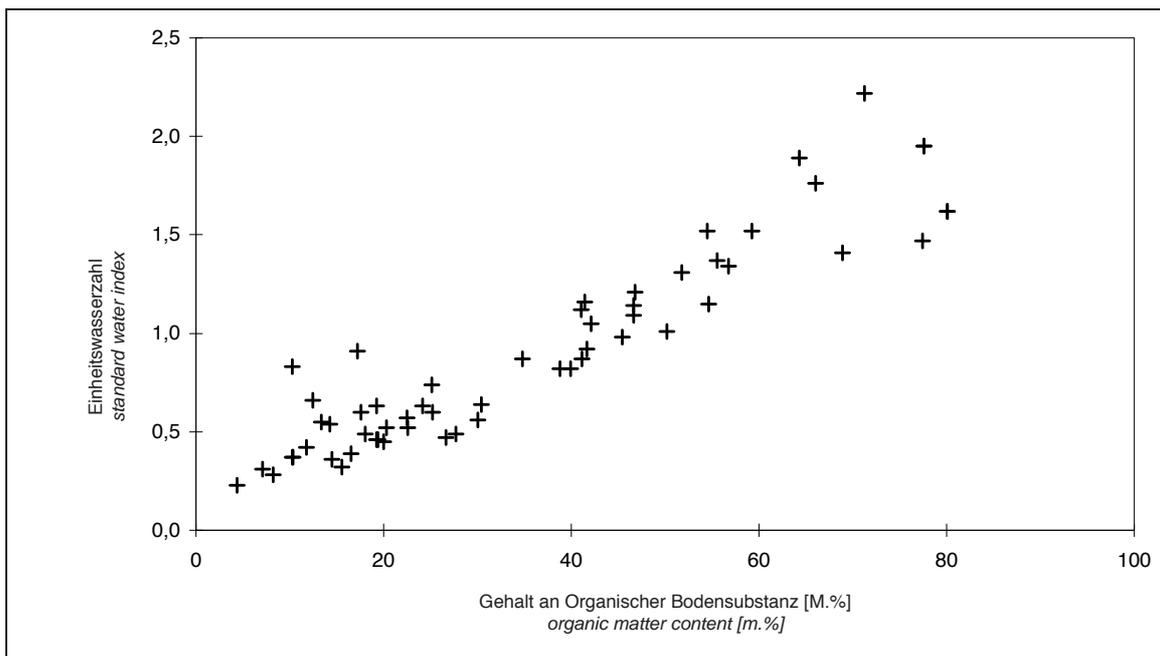


Abb. 3.9: Die Einheitswasserzahlen der mineralischen Folgeböden in Abhängigkeit vom Gehalt an Organischer Bodensubstanz (n= 58)

Abb. 3.9: Standard water index of the mineral post-fen and fen soils related to organic matter content (n=58)

3.4.2 Einheitswasserzahl

Die Ermittlung der Einheitswasserzahl (Abb. 3.9) erfolgte für die gleichen 58 Oberböden, für die auch die Trockenrohddichte bestimmt worden ist. Die Wertespannen für die Gehalte an Organischer Bodensubstanz können dort nachgelesen werden. Die Einheitswasserzahlen der Torfe liegen zwischen 0,56 und 2,22, die der Ah_{h6}-Horizonte zwischen 0,32 und 0,91, die der Ah_{h4,5}-Horizonte zwischen 0,23 und 0,83. Die Rangkorrelation ergibt eine hochsignifikante Abnahme der Einheitswasserzahlen mit abnehmenden Gehalten an Organischer Bodensubstanz ($R^2=0,827$). Dabei zeigt sich der engste Zusammenhang bei den Torfen bis 60 M.% Gehalt an Organischer Bodensubstanz ($R^2=0,810^{**}$). Trockenrohddichte und Einheitswasserzahl sind noch etwas enger negativ korreliert¹⁰ ($R^2=0,854^{**}$).

3.4.3 Wasserretentions-Kurven und Porengrößenverteilung

Die Bestimmung der Wasserretentionskurve und die Ableitung der Porengrößenverteilung wurden für insgesamt 22 Horizonte durchgeführt.

Die in Tabelle 3.8 aufgeführten Bodenkennwerte der fünf aus den Profilaufnahmen ausgewählten Profilaare zeigen, dass die untersuchten Folgeboden-Oberböden der zweiten Profilaufnahme höhere Gehalte an Organischer Bodensubstanz aufweisen als bei der ersten Profilaufnahme. Die miteinander verglichenen Böden weisen Unterschiede im Gehalt an Organischer Bodensubstanz zwischen 35,6 und 52,4 M.% auf. Es kommen ausschließlich humusreiche* Gleye vor. Mit

¹⁰In diese Rangkorrelation sind zusätzlich die Werte von zwei Torfen eingegangen.

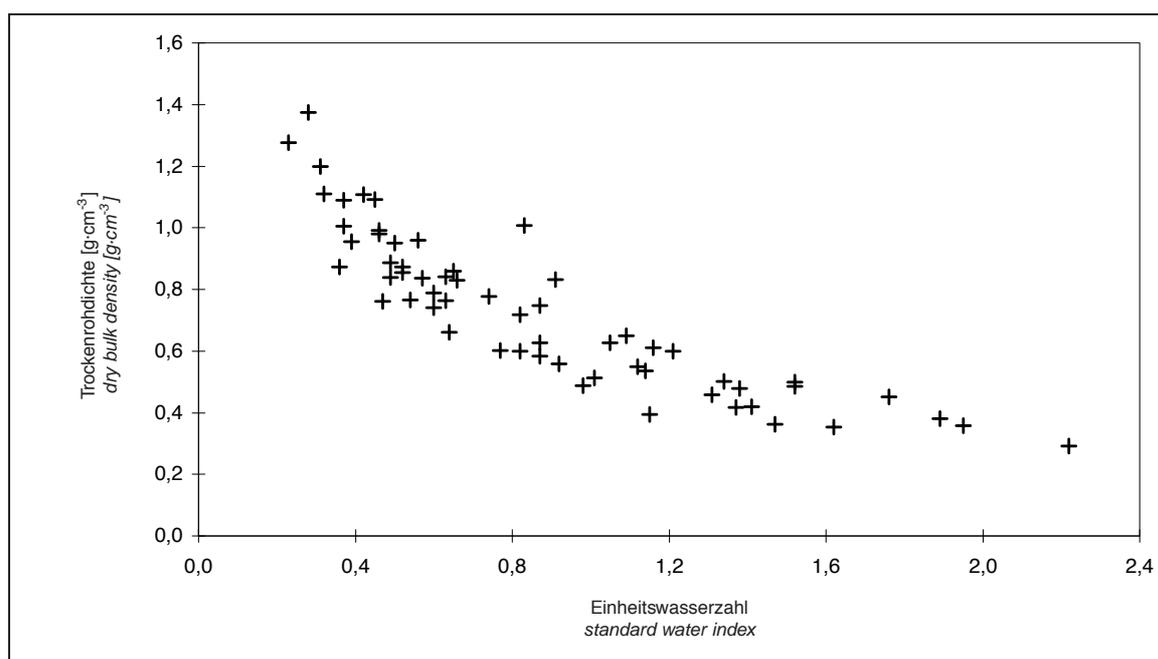


Abb. 3.10: Die Einheitswasserzahlen der mineralischen Folgeböden und Niedermooere in Abhängigkeit der Trockenrohddichte (n=60)

Abb. 3.10: Standard water index of mineral post-fen and fen soils related to dry bulk density (n=60)

Kremmen und Paulinenaue wurden zwei lehmig-sandig unterlagerte Standorte untersucht (SI2 und SI3), die übrigen weisen mittel- bis feinsandige Unterböden auf.

Mit der Untersuchung auf den Parzellenstandorten und Landwirtschaftlichen Nutzflächen wurden ein humusreicher Humusgley (56), zwei humusreiche Gleye (57, 62), ein humusreicher* Gley (61), drei Niedermoorgleye (55, 59, 60) sowie drei Niedermoorprofile (54, 58) untersucht. In den Unterböden befanden sich ausschließlich sandige Substrate. Die Bodenkennwerte dieser Profile können den Tabellen 2.3 und 2.6 auf den Seiten 23 und 27 entnommen werden. Die Differenz der Gehalte an Organischer Bodensubstanz zwischen Torf und Folgeoberboden liegt auf den Parzellenversuchen mit 51,9 M.% am höchsten, in Wustrau mit 30,78 Vol.% am niedrigsten. Die beiden Niedermoorgleye in Hakenberg weisen eine Differenz von -15,04 M.% in den Gehalten an Organischer Bodensubstanz der Torfe auf. Die Gley-Oberböden in Königshorst weisen eine Differenz von -8,29 M.% auf.

In den Abbildungen A.6 bis A.9 sind die Wasserretentions-Kurven der Niedermooere und Folgeböden der Profilaufnahmen, Parzellen und Praxisflächen dargestellt. Zunächst zeigen sich unterschiedlich starke Abweichungen innerhalb der Wiederholungen. Gute Übereinstimmungen zeigen die Kurven der Maisparzellen (Frühjahrsaufnahme) sowie der Niedermooere Stülpe und Linumhorst. In den Wiederholungen der Niedermooere Schönefeld, Paulinenaue, Kremmen sowie auf den Praxisflächen kommt es zu deutlichen Abweichungen. In Schönefeld, Wustrau und Königshorst können diese Abweichungen auf Sandeintragungen zurückgeführt werden. Dagegen spiegeln sich bei den Niedermooeren Hakenberg, Kremmen und Paulinenaue die unter-

Standort <i>site</i>		OBS <i>om</i> M. %	pH <i>pH</i> -	ρ_t ρ_t g·cm ⁻³	W_1 W_1 -
Linumhorst	Niedermoor	64,3	7,4	0,38	1,89
	humusreicher* Gley	25,3	5,8	0,86	0,52
Kremmen	Niedermoor	68,9		0,42	1,41
	humusreicher* Gley	25,2	7,5	0,74	0,60
Schönefeld	Niedermoor	56,8	3,8	0,50	1,34
	humusreicher* Gley	19,4		0,99	0,46
Stülpe	Niedermoor	55,6	5,0	0,42	1,37
	humusreicher* Gley	20,0	5,3	1,09	0,45
Paulinenaue	Niedermoor	80,1	6,3	0,35	1,62
	humusreicher* Gley	27,7	5,0	0,84	0,49

Tab. 3.8: Kennwerte der Oberbodenhorizonte der ausgewählten Profile (OBS: Gehalt an Organischer Bodensubstanz; ρ_t : Trockenrohdichte; W_1 : Einheitswasserzahl)

Tab. 3.8: *Properties of the topsoils of the eglected soils (om: organic matter; ρ_t : dry bulk density; W_1 : standard water index)*

schiedlichen Apparaturen wider. Auf den Folgeböden zeigen sich starke Abweichungen in den Kurven von Königshorst, Wustrau, Hakenberg, Kremmen und Stülpe. In Stülpe und Hakenberg können die Abweichungen ebenfalls auf die unterschiedlichen Apparaturen, in Kremmen, Königshorst und Paulinenaue wiederum auf punktuelle sandige bzw. lehmig sandige Eintragungen zurückgeführt werden. Bei den Saatgrasparzellen zeigen sich die höchsten Abweichungen innerhalb der Wiederholungen auf dem Niedermoor und im niedrigen Wasserspannungsbereich des Humusgleyes. Abweichungen in den hohen Spannungsbereichen finden sich in den Folgeböden Linumhorst und Paulinenaue sowie in beiden Böden Hakenberg. Die starken Abweichungen erklären sich in diesem Fall durch die unterschiedlich starken Eintragungen von Sand und Mudderesten in die Oberbodenhorizonte. Deutlich zeigt sich die starke Verdichtung in den Königshorster Oberböden in den geringen Unterschieden der Wasserspannung bis etwa 10 cm Wassersäule.

Der Verlauf der Wasserspannungskurve der Folgeböden in Königshorst, Stülpe, Linumhorst, Paulinenaue und auf den Parzellen nähert sich dem typischen Verlauf der Kurve eines Sandbodens an.

Die Abweichungen der Wasserretentions-Kurven kommen in den Standard-Fehlern (SF) der abgeleiteten Porengrößen zum Tragen (Abb. 3.11, 3.12). Tabelle 3.9 ermöglicht einen Vergleich zwischen den Oberböden der Niedermoore, Niedermoorgleye und Gleye.

Es zeigt sich zunächst, dass das Gesamtporenvolumen in den Ah_{h4,5}-Horizonten niedriger ist als in den korrespondierenden Torf-Horizonten der Niedermoore. Am stärksten ist diese Verringerung auf den Saatgrasparzellen (-32,22 Vol.%), am geringsten in Paulinenaue (-11,62 Vol.%). Auch wenn zwischen den Torfen der Niedermoore und der Niedermoorgleye kein gesicherter Unterschied der Gesamtporenvolumina zu finden ist, zeigt der Vergleich der korrespondierenden Niedermoor- und Niedermoorgley-Profile auf den Parzellen eine Verringerung des Gesamtporenvolumens um bis zu -7,23 Vol.% im Niedermoorgley-Torf. Der Vergleich der beiden Niedermoorgleye auf der Maisfläche Hakenberg zeigt mit 14,47 Vol.% ebenfalls eine beträchtli-

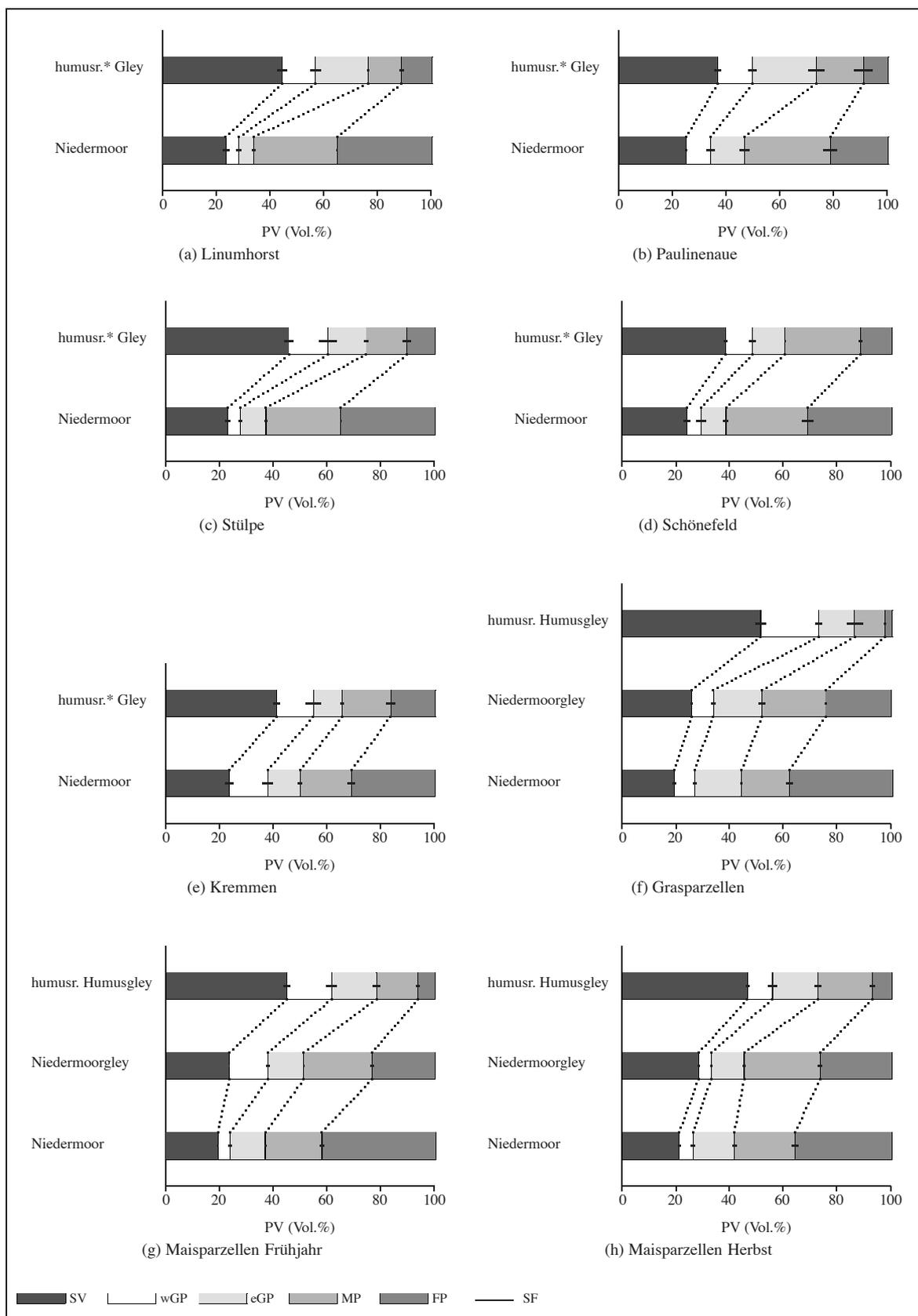


Abb. 3.11: Porenvolumenverteilung der mineralischen Folgeböden und Niedermoore (1)

Abb. 3.11: Pore size distribution of post-fen and fen soils (1)

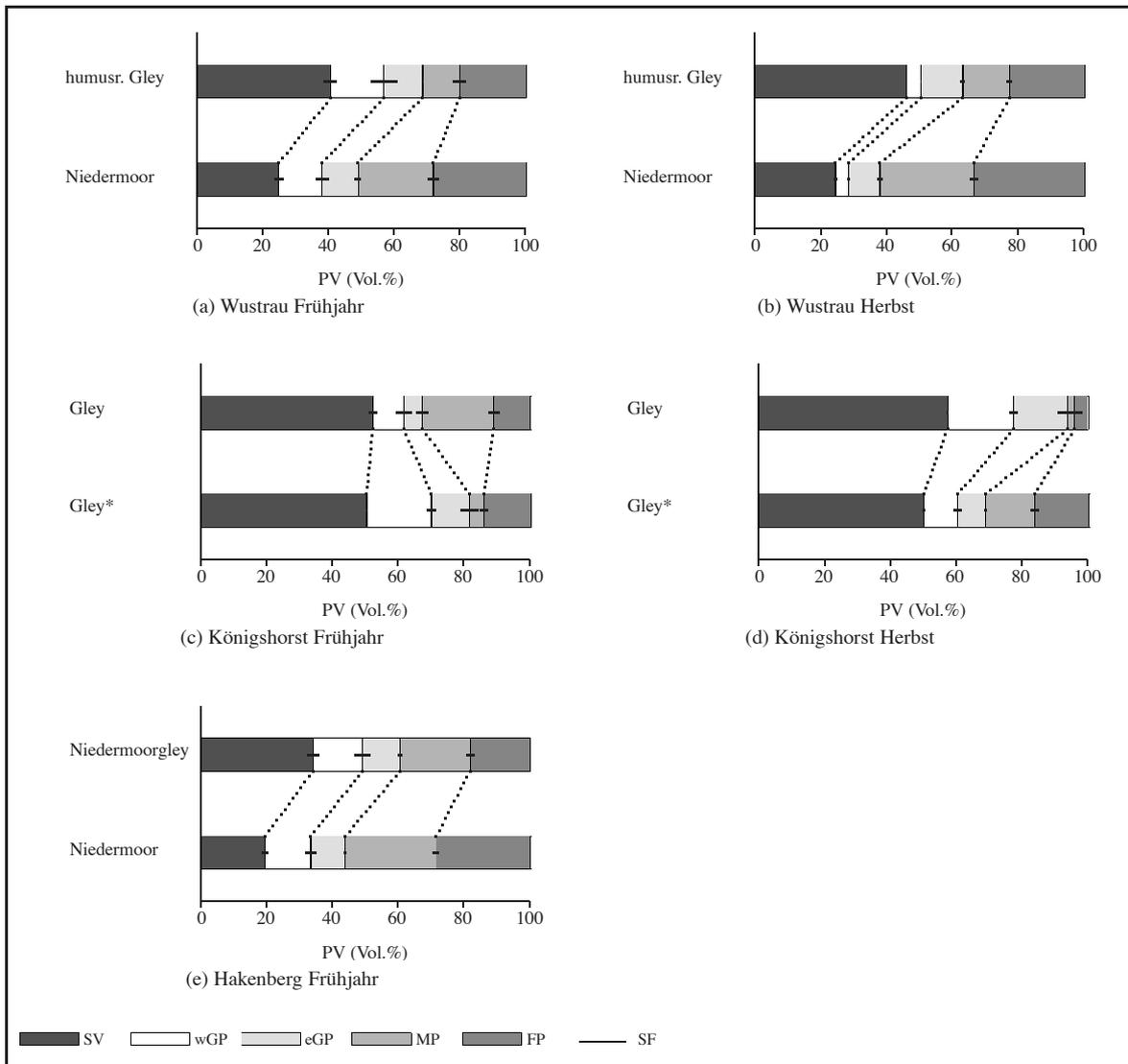


Abb. 3.12: Porenvolumenverteilung der mineralischen Folgeböden und Niedermoore (2) (PV: Porenvolumen)
Abb. 3.12: Pore size distribution of post-fen and fen soils (2) (PV: pore volume)

che Differenz auf. Bei den geringeren Unterschieden im Gehalt an Organischer Bodensubstanz der beiden Gleye in Königshorst zeigen sich mit -1,71 Vol.% im Frühjahr und -7,24 Vol.% im Herbst auch geringere Unterschiede in den Gesamtporenvolumina.

Innerhalb des Porenraumes zeigen sich die Veränderungen am deutlichsten im Bereich der äquivalenten Fein- und Grobporen-Anteile. In allen $A_{h4,5}$ -Horizonten verringert sich der Anteil der Äquivalent-Feinporen; am stärksten wieder auf den Saatgrasparzellen¹¹ (-36,02 Vol.%), am geringsten in Wustrau (-8,11 Vol.% in der Frühjahrsaufnahme). Die Verringerung des Anteils an Äquivalent-Feinporen ist in den lehmig-sandig unterlagerten Böden Paulinenaue mit -12,36 Vol.% am geringsten. Auf den Parzellen nimmt der Anteil an Äquivalent-Feinporen vom Torf des Niedermoors zum Torf des Niedermoorgleys um bis zu -19,01 Vol.% ab. Auch bei den beiden Niedermoorgleyen in Hakenberg zeigt sich ein um 10,47 Vol.% höherer Anteil an Äquivalent-Feinporen im Torf mit höherem Gehalt an Organischer Bodensubstanz. Bei den Gleyen in Königshorst zeigt der Gley gegenüber dem Gley* einen verringerten äquivalenten Feinporanteil im Frühjahr (-3,24 Vol.%) und im Herbst (-12,46 Vol.%).

Mit Ausnahme der Böden in Kremmen (-0,55 Vol.%) und auf den Maisparzellen (-0,35 Vol.% in der Herbstaufnahme) liegt der Anteil an weiten Äquivalent-Grobporen in den $A_{h4,5}$ -Horizonten höher als in den korrespondierenden Niedermoortorfen. Am stärksten zeigt sich diese Zunahme wiederum auf den Saatgrasparzellen (+14,02 Vol.%), wo der Anteil an weiten Äquivalent-Grobporen des Folgebodens mit 21,58 Vol.% (SF 0,65 Vol.%) am höchsten liegt. Die geringste Zunahme zeigt sich in Wustrau mit 0,31 Vol.% in der Herbstaufnahme. In Hakenberg liegt der Anteil an weiten Äquivalent-Grobporen im Niedermoorgley mit dem höheren Gehalt an Organischer Bodensubstanz um -1,19 Vol.% niedriger. In Königshorst zeigt die Frühjahrsaufnahme eine Abnahme um -10,19 Vol.%, die Herbstaufnahme dagegen eine Zunahme um +9,93 Vol.% vom Gley* zum Gley.

Im Bereich der nutzbaren Feldkapazität, also der Summe von engen Äquivalent-Grobporen und Äquivalent-Mittelporen, zeigen sich mit Ausnahme der Böden in Schönefeld¹² (+0,42 Vol.%) geringere Werte in den $A_{h4,5}$ -Horizonten als in den Torfen. Die Böden in Wustrau zeigen die stärkste Veränderung mit einer Abnahme von -11,14 Vol.%, die Böden der Maisparzellen mit -0,93 Vol.% die geringste Veränderung. Auf den Saatgrasparzellen und in Kremmen zeigen beide Porenanteile eine Abnahme, während auf den anderen Böden die Anteile an engen Äquivalent-Grobporen zu- und an Äquivalent-Mittelporen abnehmen. Zwischen den beiden Niedermoorgleyen in Hakenberg liegt die nutzbare Feldkapazität im Boden mit höherem Gehalt an Organischer Bodensubstanz ebenfalls um 5,19 Vol.% höher, bei einer Abnahme des Anteils an Äquivalent-Mittelporen um +6,16 Vol.%. Bei der Frühjahrsaufnahme in Königshorst liegt der Anteil an nutzbarer Feldkapazität im Gley um 11,72 Vol.% höher als im Gley*, bei einer Zunahme des Anteils an Äquivalent-Mittelporen um +17,59 Vol.%. Bei der Herbstaufnahme ist dagegen eine Abnahme um -4,71 Vol.% zu verzeichnen. Die nutzbare Feldkapazität des Gleys* im Frühjahr liegt dabei deutlich unter den Werten der anderen Gleye*.

¹¹Der Anteil an Äquivalent-Feinporen liegt im Torf des Niedermoors mit bis zu 42,43 Vol.% außergewöhnlich hoch.

¹²Der Gley auf dieser Fläche hatte heterogen strukturiert vorgelegen.

			OBS	GPV	wGP	eGP	MP	FP	nFK
			<i>om</i>						
			M.%	Vol.%	Vol.%	Vol.%	Vol.%	Vol.%	Vol.%
Ah	n=14	x	16,12	53,83	13,63	13,77	14,71	11,72	28,48
<i>mineral post-fen soils</i>		SF	1,69	1,544	1,25	1,18	1,71	1,51	1,93
Torfe (alle)	n=15	x	54,45	76,04	8,51	12,00	25,22	30,31	37,89
<i>all peats</i>		SF	3,31	0,94	1,09	0,81	1,12	1,68	1,16
Torfe (HN)	n=10	x	60,09	77,19	7,18	11,44	25,25	33,32	36,69
<i>peats (fens)</i>		SF	3,62	0,64	1,14	1,02	1,58	1,73	1,11
Torfe (GH)	n=5	x	43,18	73,75	11,16	13,13	25,18	24,28	40,30
<i>peats(histic gleysols)</i>		SF	2,86	2,16	1,83	1,19	1,12	1,58	2,31

Tab. 3.9: Porengrößen der mineralischen Folgeböden und Niedermoore (entsprechend Tab. 2.1)

Tab. 3.9: Pore sizes of the post fen and fen topsoils (*om*: organic matter content, pore sizes according to Tab. 2.1)

3.5 Zusammenfassende Darstellung der Bodeneigenschaften

In Abbildung 3.13 und Tabelle 3.9 sind die Bodenkennwerte der Niedermoore und Gleye nach ihren Oberbodenhorizonten gruppiert zusammengefasst. Die Darstellung in boxplots gibt noch einmal eine übersichtliche Zusammenfassung der Veränderungen in den Bodenkennwerten bei der Folgebodenentstehung. Mit der starken Abnahme an Organischer Bodensubstanz von den Niedermoortorfen über Ah_{h6}- und Ah_{h4,5}-Horizonte zeigt sich auch eine Abnahme von potentieller Kationenaustauschkapazität, Einheitswasserzahl, Gesamtporenvolumen und vom Anteil an Äquivalent-Feinporen sowie eine Zunahme der Trockenrohichte. Die Ergebnisse des Mittelwertvergleiches (s. Tab. A.10) zeigen für die Ah_{h4,5} und Ah_{h6}-Horizonte höchst signifikante Unterschiede zu den Torfen für die Kennwerte Gehalt an Organischer Bodensubstanz, potentielle Kationenaustauschkapazität, Einheitswasserzahl und Trockenrohichte. Für diese Kennwerte zeigt sich ebenso ein signifikanter bis hochsignifikanter Unterschied zwischen den Torfen der Niedermoore und der Niedermoorgleye, sowie zwischen den Ah_{h4,5} und Ah_{h6}-Horizonten. Das Gesamtporenvolumen der Ah_{h5,6}-Horizonte unterscheidet sich höchst signifikant von den Gesamtporenvolumina der Torfe. Die Anteile an weiten Äquivalent-Grobporen weisen nur im Vergleich zwischen den Ah_{h5,6}-Horizonten und allen Torfen einen signifikanten Unterschied auf, dagegen jeweils keinen signifikanten Unterschied im Vergleich zu den Niedermoor- bzw. Niedermoorgley-Torfen. Für die Anteile an engen Äquivalent-Grobporen konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Horizonten gefunden werden. Die Anteile an Äquivalent-Mittel- und Feinporen zeigen im Vergleich zwischen den Ah_{h5,6} und den Torfen einen hoch bis höchst signifikanten Unterschied auf. Auch zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Äquivalent-Feinporen der Torfe der Niedermoore und Niedermoorgleye. Die nutzbare Feldkapazität der Ah_{h5,6}-Horizonte unterscheidet sich signifikant nur von den Torfen der Niedermoorgleye und im Vergleich mit allen untersuchten Torfen.

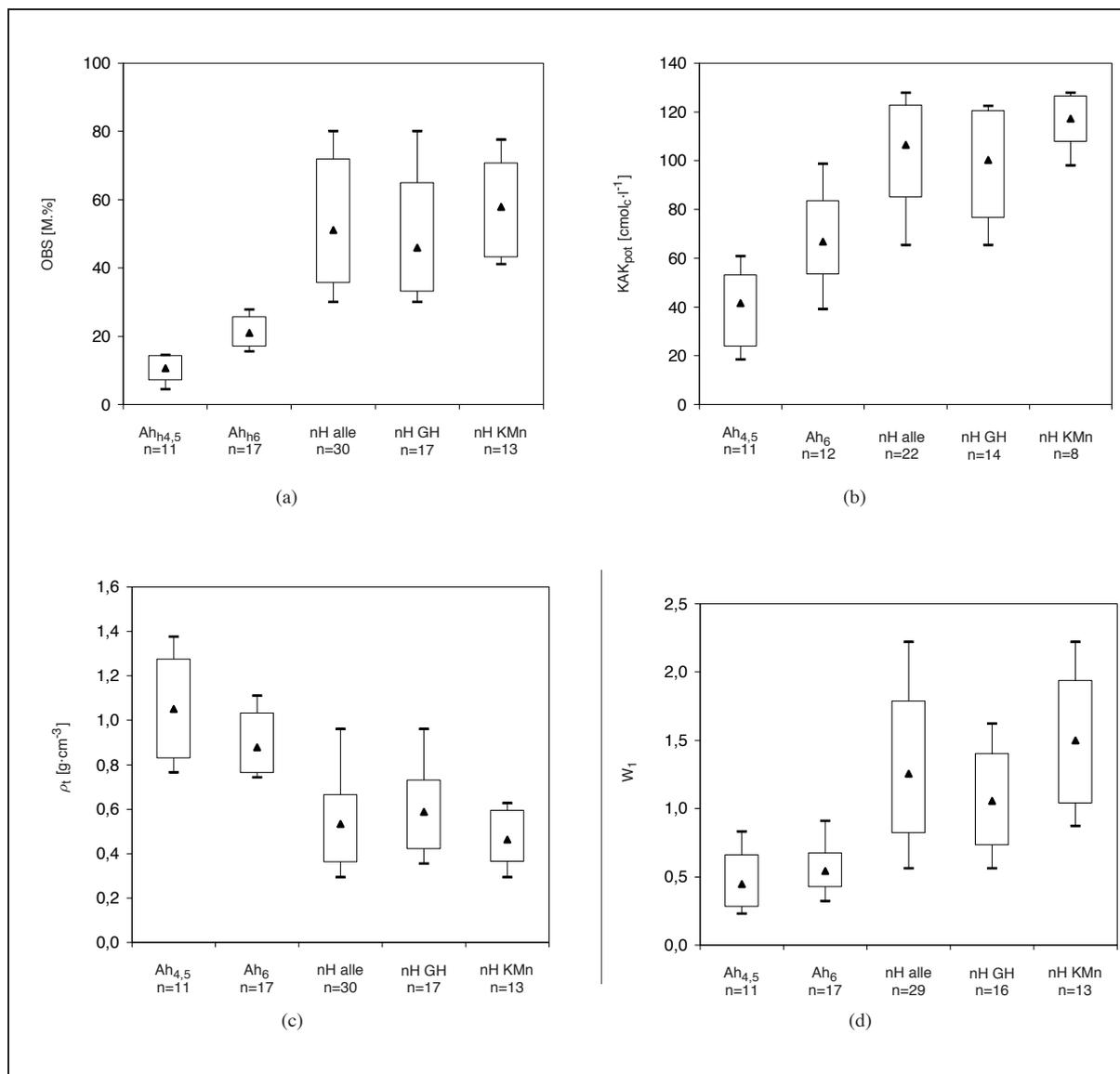


Abb. 3.13: Übersicht über die Bodenkennwerte der einzelnen mineralischen Folgeböden und Niedermoore (OBS: Gehalt an Organischer Bodensubstanz; KAK_{pot}: Potentielle Kationenaustauschkapazität; ρ_t: Trockenrohddichte; W₁: Einheitswasserzahl; ⊥: Minimum; ⊤: Maximum; □□: Quantile (10, 90 %); ▲: Median)

Abb. 3.13: Soil properties of the mineral post-fen and fen soils (Ah_{4,6}: mineral post-fen topsoils; nH: peat; GH: histic gleysol; KMn: fen; OBS: organic matter content; KAK_{pot}: potential cation exchange capacity; ρ_t: dry bulk density; W₁: standard water index; ⊥: minimum; ⊤: maximum; □□: quantiles (10, 90 %); ▲: median)

3.6 Diskussion

Die untersuchten mineralischen Folgeböden zeigen große Unterschiede in der Ausprägung ihrer Horizonte. Ein homogener Oberboden, in dem organische und mineralische Komponenten gleichmäßig verteilt vorlagen, war die Ausnahme. Unterschiedlich starke Eintragungen, die entweder auf biologische Ursachen (große Wühlergänge, kleinere Wurmgänge) oder auf Pflugtätigkeit zurückzuführen sind, kamen in einem Großteil der Böden vor. Zur Zeit der industriellen Landwirtschaft wurde alle 2 bis 3 Jahre eine Neusaat durchgeführt, für die ein Pflügen der Flächen notwendig war. Hat der Torfkörper entweder aufgrund seiner ursprünglich geringmächtigen Ausbildung oder als Folge von Kompression und Abbauprozessen in seiner Mächtigkeit die Pflugtiefe unterschritten, wird das Untergrundssubstrat beim Pflügen nach oben gebracht. Je nachdem, wie häufig der Boden vor Umstellung auf extensive Bewirtschaftung gepflügt wurde, ist die Durchmischung unterschiedlich stark ausgeprägt. So kam es im Extremfall zu einem Unterschied im Gehalt an Organischer Substanz von fast 50 M.% in direkt benachbarten Bereichen innerhalb eines Horizontes. In einigen Horizonten findet sich ein Nebeneinander von Sand, Mudden und Torf. Dort, wo die humosen Oberböden mit einem homogenen vorherrschenden Substrat ausgebildet vorliegen, ist es wahrscheinlich, dass der Torfkörper vor Nutzung nicht sehr mächtig gewesen ist und relativ früh eine Durchmischung stattgefunden hat. Gestützt wird diese Vermutung von der Feststellung, dass die Profile mit stärker homogen ausgebildeten Oberböden jeweils auf einer Mineralbodeninsel lagen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen bestätigen, dass mit der fortschreitenden Humifizierung und Mineralisierung bei anhaltender Entwässerung der Gehalt an Organischer Bodensubstanz sinkt. Dies führt zu starken Veränderungen der Bodeneigenschaften.

Die C/N-Verhältnisse der Torfe liegen in von ZEITZ & LEHRKAMP (1994) und SUCCOW & STEGMANN (2001) für eutrophe Torfe, sowie von ESCHNER & LISTE (1995) für den Dümmer genannten Bereichen, die der Folgeböden sind vergleichbar mit Werten von UGGLA et al. (1964), BENKENSTEIN et al. (1996) und CAPRIEL (1997), obwohl ein Vergleich schwierig ist, da die Spannweiten der C/N-Verhältnisse generell sehr hoch liegen¹³. Während die Gesamtgehalte an Stickstoff und Kohlenstoff durch den Um- und Abbau der Organischen Bodensubstanz sinken, konnte keine Änderung des Verhältnisses von Kohlenstoff zu Stickstoff festgestellt werden. Demnach kommt es nicht zu einer weiteren relativen Anreicherung an Stickstoff, wie sie im Zuge der Niedermoorbodenentwicklung beobachtet wurde (SUCCOW & STEGMANN, 2001). Dies kann in erster Linie darauf zurückgeführt werden, dass die untersuchten Niedermooritorfe bereits sehr stark degradiert waren.

Die Phosphorgehalte der mineralischen Oberböden bestätigen die Angaben von SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (1992, S.245). Die Phosphorgehalte der Torfe liegen höher, was sich durch die nachgewiesene Abhängigkeit vom Gehalt an Organischer Bodensubstanz erklärt. Sie liegen ebenfalls über den Werten für weniger stark zersetzte Torfe, die BIENIEK (1988b) gefunden hat. Die Mangan- und Eisen-Gehalte der mineralischen Folgeböden (Oberböden) liegen in den von SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (1992, S.276-279) genannten typischen Bereichen für mineralische Böden. Im Vergleich zu den Werten, die KUNTZE (1984) für Mineralböden nennt, liegen die Mangangehalte etwas niedriger, die Eisenwerte dagegen um ein Vielfaches darüber. Die Korrelation von Eisen und Mangan kann auf die hydromorphen Prozesse zurückgeführt werden.

¹³Im Anhang ab Seite 179 sind zitierte Werte in Tabellen aufgeführt.

Gerade für Mangan und Eisen sind die Gesamtgehalte der Böden allerdings nicht sehr aussagekräftig, da sie in hydromorphen Böden vielfach in Form von Konkretionen und damit schlecht verfügbar vorliegen. Je weiter der Abbau der Organischen Bodensubstanz voranschreitet, wird erwartet, dass der Anteil des in Konkretionen gebundenen Eisens und Mangans zunimmt und damit die Elemente immer schlechter verfügbar werden. Genaue Untersuchungen zu der Verfügbarkeit sind hier allerdings erforderlich. Die niedrigen K-Gehalte lassen vermuten, dass sich die Folgeböden ebenso als Kalium-Mangelstandorte herausbilden wie die Niedermoore (MUNDEL, 1990). MUNDEL (1994) findet in den hydromorphen Mineralböden des Havelländischen Luches etwas höhere Kaliumvorräte. Auch die von ALTERMANN et al. (2005) untersuchten Schwarzerden und die von UGGLA et al. (1964) untersuchten dunklen humosen Böden der marurischen Sandergebiete wiesen ähnlich geringe Kaliumgehalte auf. Die Magnesiumgehalte der mineralischen Oberböden sind höher als in den von SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (1992, S. 231) untersuchten Sandböden und die von ALTERMANN et al. (2005) untersuchten Schwarzerden. Da nur die Gesamtgehalte an Elementen untersucht wurden, kann keine Aussage über ihre Verfügbarkeit getroffen werden. Hier besteht weiterer Untersuchungsbedarf.

Die starke Abnahme der potentiellen Kationenaustauschkapazitäten in den Folge-Oberböden gegenüber den Torfen liegt darin begründet, dass mit der Mineralisierung der Organischen Bodensubstanz der Hauptaustauscher verloren geht. Die Werte der potentiellen Kationenaustauschkapazitäten liegen aber immer noch deutlich über den nach KA5 aus dem Gehalt an Organischer Bodensubstanz ableitbaren Werten und über den Werten für die dunklen humosen Sandböden in Polen (UGGLA et al., 1964). Sie sind vergleichbar mit Angaben in der Literatur für Löß-Schwarzerden (ALTERMANN et al., 2005; KÖRSCHENS & KLIMANEK, 1980). Die lehmig-sandig unterlagerten Folgeböden weisen bei gleichen Gehalten an Organischer Bodensubstanz höhere Werte der potentiellen Kationenaustauschkapazität auf, was auf die höheren Tongehalte zurückgeführt werden kann. Die teils starken Abweichungen in den Torfen weisen darauf hin, dass nicht nur der Gehalt sondern auch die Qualität der Organischen Bodensubstanz von entscheidender Bedeutung ist. Die Zusammensetzung des Kationenbelages ändert sich im Zuge der Folgebodenentwicklung nicht nennenswert. Calcium herrscht in allen Oberböden vor und es muss damit gerechnet werden, dass es trotz hoher potentieller Kationenaustauschkapazitäten zu Mangelversorgungen, vor allem mit Kalium, kommen kann. Ein positiver Effekt kann von lehmig-sandigen Unterböden erwartet werden, allerdings übersteigt der Anteil der mit Sand unterlagerten Niedermoore den Anteil der lehmig-sandig unterlagerten Standorte bei weitem.

Die Zunahme der Trockenrohichte mit abnehmenden Gehalten Organischer Bodensubstanz in den Torfen bestätigt die in der Literatur vielfach beschriebene Erhöhung des Trockensubstanzvolumens (SAUERBREY & LEHRKAMP, 1994; SCHMIDT et al., 1981; SUCCOW, 1986b; WOJAHN & SCHMIDT, 1987; ZEITZ et al., 1995). Die Trockenrohichten der Torfe entsprechen Ergebnissen von Torfen ähnlicher Gehalte an Organischer Bodensubstanz (OKRUSZKO, 1968; SCHÄFER, 1996; SCHWÄRZEL et al., 2002; WÖSTEN et al., 1987; ZEITZ et al., 1995), wenn gleich die Werte von Torfen mit hohen Gehalten an Organischer Bodensubstanz von SCHÄFER (1996) etwas niedriger liegen. Diese Tendenz setzt sich in den Humusgleyen und Gleyen weiter fort. Die Trockenrohichten der Gleye entsprechen Angaben von UGGLA et al. (1964) für die dunklen humosen Böden und den Angaben von ALTERMANN et al. (2005) für Schwarzerden

und liegen höher als die Trockenrohdichten der Anmoore, die SCHINDLER et al. (2003a) untersucht haben. Sie sind nach der Klassifizierung der KA5 für Mineralböden jedoch noch als sehr gering, in zwei Fällen als gering einzuordnen. Die Trockenrohdichten der Unterböden liegen im typischen Bereich von Sanden (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL, 1992). Insgesamt kann zunächst eine günstige Durchwurzelbarkeit der mineralischen Folgeböden abgeleitet werden, die aber von den gefundenen Wurzeltiefen, die überwiegend zwischen 2 und 3 dm liegt, nicht bestätigt wird. Nach KA5 entspricht dies einer flachen Durchwurzelbarkeit.

Die Einheitswasserzahlen der Torfe bestätigen ebenfalls die in ZEITZ et al. (1995) genannten Werte. Sie liegen unter den von SCHMIDT (1992a) genannten Werten für vererdeten und vermullten Torf. Dagegen liegen die Werte der Gleye in den entsprechenden Grenzen. Die Abnahme der Einheitswasserzahl mit dem Gehalt an Organischer Bodensubstanz liegt in dem höheren Wasserbindungsvermögen der organischen gegenüber der mineralischen Substanz begründet, die in den Folgeböden zunehmend Einfluss erlangt. Die hohe Streuung der Werte von Torfen gleicher Zersetzungsgrade kann auf Unterschiede in den Torfarten zurückgeführt werden (SCHMIDT, 1992a).

Die Wasserretentionskurven bzw. Porengrößenverteilungen der Folge-Oberböden zeigen im Vergleich zu den korrespondierenden Torfen zunächst deutlich den Verlust an Gesamt-Porenvolumen auf, der schon in der Niedermoorbodenentwicklung - teils als Zunahme des Substanzvolumens - beschrieben wurde (BURGHARDT, 1977; SAUERBREY & LEHRKAMP, 1994; SUC-COW, 1986b; WOJAHN & SCHMIDT, 1987; ZEITZ, 1992; ZEITZ et al., 1995, 1992). Die gefundenen Gesamt-Porenvolumina der Niedermoor-Torfe entsprechen Ergebnissen von SCHINDLER et al. (2003a), SCHÄFER (1996), SCHWÄRZEL et al. (2002), SCHMIDT (1995a), OKRUSZKO (1985), WOJAHN & SCHMIDT (1987), ZEITZ et al. (1995) und ZEITZ et al. (1992), während die Anteile an weiten Äquivalent-Grobporen deutlich darunter liegen. SAUERBREY & SCHMIDT (1993) berichten ebenfalls von Anteilen weiter Äquivalent-Grobporen unter 10 Vol.% in vermullten Torfen, die Werte von SCHINDLER et al. (2003a) liegen knapp über 10 Vol.%. Auffallend hoch sind die Anteile an Äquivalent-Feinporen der Torfe, die im Mittel bei 30 Vol.% mit einem Maximum von über 40 Vol.% liegen. Auch BURGHARDT (1977), PIAŚCIK et al. (1998), BIENIEK (1988a), SCHÄFER (1996) und SCHWÄRZEL et al. (2002) fanden – z.T. in einzelnen Proben – ähnlich hohe Feinporenanteile in Niedermoor-torfen. PIAŚCIK & ŁACHACZ (1997) geben für Murschhorizonte einen Mittelwert für den Feinporenanteil von 30.9 Vol.% an. Die nutzbare Feldkapazität als Kenngröße für den pflanzenverfügbaren Wasseranteil verringert sich im Zuge der Torfvermullung erheblich (OKRUSZKO & SZUNIEWICZ, 1983; ZEITZ, 1992). Die nutzbaren Feldkapazitäten der Torfe in Schönefeld und Paulinenaue sowie auf dem Niedermoor-gley der Saatgrasparzellen entsprechen Ergebnissen von SCHMIDT (1995a) und WÖSTEN et al. (1987), liegen aber deutlich höher als in anderen Studien (OKRUSZKO, 1985; SCHWÄRZEL et al., 2002; WOJAHN & SCHMIDT, 1987; ZEITZ et al., 1992). Der Anteil an engen Äquivalent-Grobporen entspricht den Werten, die SCHINDLER et al. (2003a) gefunden haben. Verschiedene Autoren weisen auf das Problem hin, dass die Schrumpfung der Torfe bei der Aufnahme der Wasserretentionskurven zu fehlerhaften Einschätzungen der oberen Wasserspannungsbereiche führen können (SAUERBREY & SCHMIDT, 1993; SCHWÄRZEL, 2000). Dies trifft in erster Linie auf wenig veränderte Torfe zu. Bei den hier untersuchten Torfen handelt es sich ausschließlich

um stark degradierte Torfe, so dass die Gefahr einer Überschätzung der oberen Wasserspannungsbereiche nur in geringem Maße gegeben ist.

Die Gesamt-Porenvolumina der Folgeböden entsprechen unterschiedlichen Literaturangaben zu Anmoor-, Schwarzgley- und Sandböden (KAHLE & SCHULZ, 1994; SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL, 1992; UGGLA et al., 1964; v.D. WAYDBRINK, 1972). SCHINDLER et al. (2003a) berichten von höheren Gesamt-Porenvolumina in Anmooren. Die Anteile an weiten Äquivalent-Grobporen in den Folgeböden bestätigen Angaben von HARTGE & HORN (1999) für Sandböden und liegen deutlich über den Angaben von SCHINDLER et al. (2003a) für Anmoore. Gleiches gilt für die nutzbaren Feldkapazitäten, die die Angaben von KUNTZE (1983) übertreffen. SCHINDLER et al. (2003a) fanden für Anmoore einen etwas geringeren Anteil an engen Äquivalent-Grobporen. Die nutzbaren Feldkapazitäten der Folge-Oberböden entsprechen unter Annahme eines im Durchschnitt 3 dm mächtigen effektiven Wurzelraumes einer Menge an pflanzenverfügbarem Bodenwasser von nur noch ca. 50 bis 75 mm, was nach der Klassifizierung der KA5 als gering bis sehr gering eingeschätzt wird. ZEITZ et al. (1997) geben für vermulmten Torf 80 mm an. Die höheren Anteile an weiten Äquivalent-Grobporen in den Folgeböden lassen eine bessere Wassernachlieferung aus dem Grundwasser erwarten. 75 % der Böden haben einen Grundwasserstand über 7 dm aufgewiesen, der nach den Erkenntnissen von SCHINDLER et al. (2003b) eine ausreichende Wasserversorgung nicht erwarten lässt.

Bei Betrachtung der Veränderung der Bodeneigenschaften durch die Abnahme an Organischer Bodensubstanz kann in Bezug auf die Produktionsfunktion (FRIELINGHAUS & GRIMME, 1999) der Folgeböden zunächst eine Verschlechterung der Bodeneigenschaften abgeleitet werden. Die Verringerung der potentiellen Kationenaustauschkapazität, des Gesamtporenvolumens und der nutzbaren Feldkapazität können als negative, die geringeren Anteile an Äquivalent-Feinporen und weiten Äquivalent-Grobporen dagegen als positive Entwicklung der Bodeneigenschaften gewertet werden. In einem Vergleich zu anderen Mineralböden besitzen die mineralischen Folgeböden allerdings immer noch sehr gute Eigenschaften.

Da mit den aufgenommenen Folgeböden nur eine Momentaufnahme innerhalb des weiter fortschreitenden Prozesses der Mineralisierung des Torfes bzw. der Organischen Bodensubstanz dargestellt werden konnte, muss allerdings davon ausgegangen werden, dass sich die Bodeneigenschaften mit der fortlaufenden Abnahme des Gehaltes an Organischer Bodensubstanz weiter verändern. KÖRSCHENS et al. (1998) haben für Schwarzerden nachgewiesen, dass zum einen Veränderungen in der Organischen Bodensubstanz nahezu ausschließlich den umsetzbaren Anteil betreffen, zum anderen der inerte Anteil sehr eng mit dem Tongehalt korreliert ist. Da überwiegend sandige Untergrundsstrate in den Mooren Nordostdeutschlands vorkommen, ist eine Stabilisierung der Organischen Bodensubstanz über das Substrat kaum zu erwarten. Lediglich die Einmischung der schluffigen und lehmigen Einlagerungen, teils als Eislinien und -keile, in den Torf bzw. in die Organische Bodensubstanz könnten Einfluss nehmen, was allerdings mit einer hohen biologischen Aktivität einher gehen muss, die für die untersuchten Böden nicht festgestellt werden konnte. Denn das einfache Zusammenbringen von Torf und Tonmineralen unter sterilen Bedingungen bringt auch nach längerer Einwirkungsdauer keine stabilen Tonhumusverbindungen hervor (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL, 1992, S. 75). Zudem kamen

diese Einlagerungen vereinzelt oder in wenigen Zentimetern Mächtigkeit vor. Ob ihr Gehalt für die Ausbildung stabiler Organischer Bodensubstanz ausreichen würde, ist fraglich und bedarf weiterer Untersuchungen. Betrachtet man die Eigenschaften der Folgeböden als Zwischenstellung zwischen den Torfen und dem mineralischen Untergrund, dessen Einfluss im Zuge der Mineralisierung weiter zunehmen wird, muss mit einer Abnahme der Bodenqualität gerechnet werden. Die große Spannweite an mineralischen Oberböden hat bereits gezeigt, dass der Gehalt an Organischer Bodensubstanz sehr weit absinken kann.

Neben den Tonmineralen kann der Grundwasserstand zu einer Stabilisierung der Organischen Bodensubstanz beitragen. Auf vielen Standorten lagen die rezent unter Grundwassereinfluss stehenden Horizonte allerdings bereits tiefer als 1 m. Damit das Grundwasser genügend Feuchte liefern kann, wäre eine neue Regulierung der Grundwasserstände erforderlich. Damit entstünde allerdings ein weiteres Problem, das sich schon bei den Feldarbeiten schnell gezeigt hat: Aufgrund des in den Versumpfungsmooren teils sehr stark reliefierten Untergrundes kommt es zu einer kleinflächig sehr hohen Heterogenität in der räumlichen Verteilung der Folgeböden. Bereits für die Niedermoor-Bodenentwicklung wurde mehrfach über das Problem der Mikroreliefierung berichtet (ZEITZ, 1993), das im Zuge der Folgebodenentwicklung noch verstärkt wird. SUCCOW (1986c) weist für eine Fläche im Rhinluch bereits 1983 Reliefunterschiede bis zu 12 dm nach. Damit kann es zu einem Problem bei der Regulierung des Wasserhaushaltes kommen: Bei Einstellung der für den Erhalt der Organischen Bodensubstanz auf den Folgeböden notwendigen oberflächennahen Grundwasserstände wären direkt benachbarte Niedermoorstandorte bereits überstaut.

Die Mikroreliefierung der Versumpfungsmoore lässt zudem eine kleinräumige Vernetzung der unterschiedlichsten Böden erwarten. Die an höhere Positionen im Relief gebundenen geringmächtigen Torfe unterschreiten als erste die Definitions-Grenzen von 3 dm Mächtigkeit und 30 M.% Organischer Bodensubstanz. Auf einer Catena von wenigen Metern können somit Niedermoorböden, Niedermoorgleye und Gleye mit unterschiedlichen Humusgehalten vorkommen, was sich auch in den Unterschieden im Gehalt an Organischer Bodensubstanz bei der wiederholten Beprobung für die Aufnahme der Wasserretentionskurven gezeigt hat. Diese Heterogenitäten erfahren zudem in den in Kapitel 3.1 beschriebenen Verzahnungshorizonten eine weitere Steigerung. Die Unterschiede in den Gehalten an Organischer Bodensubstanz sowie die Abweichungen in den Wasserretentionskurven dieser Verzahnungshorizonte zeigen sehr große Unterschiede in den Bodeneigenschaften auf kleinstem Raum. Liegt ein solcher Horizont über bzw. mit lehmigem Untergrundsstrat vor, könnte nicht einmal ein den Gehalt an Organischer Bodensubstanz stabilisierender Effekt angenommen werden. Damit sich Ton-Humus-Komplexe ausbilden könnten, wären eine stärkere Durchmischung und eine hohe biologische Aktivität Voraussetzung.

4 Organo-mineralische und Organische Folgeböden

Mit der Entstehung von Niedermoorfolgeböden aus oder auf Mudden ist auf einem sehr viel geringeren Flächenanteil der Moore zu rechnen, da die oberflächennah anstehenden Mudden recht selten sind. Auch die Abtorfung von Moorflächen hat eine sehr viel geringere Bedeutung als die intensive landwirtschaftliche Nutzung der Niedermoores gehabt. Streng genommen gehören Muddeböden, die aus der Ablassung von Seen entstanden sind, nicht zu den Niedermoor-Folgeböden, da es außer eventuell an den Randbereichen des Sees gar nicht erst zur Moorbildung gekommen ist. Da in der natürlichen Sukzession des Sees ein Verlandungsmoor entstanden wäre, das durch den anthropogenen Eingriff des Wasserablassens verhindert wurde, scheint es gerechtfertigt, die Muddeböden dennoch zu den organo-mineralischen und organischen Folgeböden zu zählen.

Ehemalige Moore bzw. Unterwasserböden werden nach der Einteilung in Kap. 3 den organo-mineralischen oder organischen Folgeböden zugerechnet, wenn der Muddehorizont eine Mächtigkeit von ≥ 3 dm aufweist. Insgesamt wurden 10 Profile aufgenommen, darunter sind keine Böden mit oberflächlich anstehender Silikatmudde. Zusätzlich werden unter dem Begriff "Sonstige Muddevorkommen" auch solche Mudden besprochen, die kleinräumig, bzw. geringmächtig vorlagen, so dass die Böden den mineralischen Folgeböden zugeordnet wurden. In Tabelle 4.1 sind die aufgenommenen Profile aufgeführt und den Untersuchungsgebieten (Abb. A.1 und A.2) zugeordnet. Mit den Profilen 10 und 11 bei Sommerfeld ist es gelungen, ein korrespondierendes Niedermoor-Profil mit einem Torfhorizont > 3 dm Mächtigkeit aufzunehmen. Bei den Profilen Stendell II und Zithener Seebruch handelt es sich um eine abgetorfte Fläche bzw. einen ehemals abgelassenen See, so dass kein torfbedecktes Niedermoor-Profil zu finden war. Bei den Profilen Wendemark und dem Einzelprofil Moorhof lagen dagegen großflächig Torfhorizonte vor. Hier wurden Profilpaare mit unterschiedlich stark in den Torf eingemischter bzw. eingelagerter Kalkmudde ausgewählt. In Stendell I ist zu einem Kalkmuddeprofil ein Niedermoorprofil aufgenommen worden, das allerdings ein mineralisches Untergrundssubstrat aufweist. Da es sich bei den Muddeböden um bisher selten besprochene Böden handelt, werden im Folgenden die Profile ausführlicher beschrieben und die Bodenkennwerte der einzelnen Profile dargestellt.

4.1 Kalkmudden

Als Kalkmudden werden Seesedimente mit einem Gehalt an Organischer Bodensubstanz $\geq 5 \dots < 30$ M.% und einem Karbonatgehalt ≥ 5 M.% ausgewiesen. Typisch ist das Vorkommen von Mollusken, Pflanzenresten und Redoxmerkmalen. Ihre Farbe kann von reinweiß (fein disperse Kalkausfällungen), gelblich-rötlich (Eisenoxide und Algenreste), grau und bläulich (Reduktionsmerkmale) bis schwarz (sehr hoher Anteil an Organischer Substanz) reichen.

Boden <i>soil</i>	Untersuchungsgebiet <i>investigation area</i>	Profile <i>profiles</i>
Feindetritusmudde	Ziethener Seebruch	48, 49
Kalkmudde	Rhinluch Randow-Welsebruch	10, 11; 53 30, 31; 39, 40, 41; 42 ^a , 43
Sonstige Muddevorkommen	Rhinluch Havelluch Baruther Urstromtal Spreewald	44, 45, 12, 13, 14, 15 34, 35, 61, 62 27, 28, 29 50, 51, 52

^akalkmuddefreies Niedermoorprofil

Tab. 4.1: Übersicht über die aufgenommenen organischen und organo-mineralischen Folgebodenprofile
Tab. 4.1: *Survey of the investigated organic and organo-mineral post-fen soils*

4.1.1 Profilbeschreibungen

Kalkmudde bei Sommerfeld

Bei Sommerfeld (Karte A.1) ist es gelungen, ein Profilpaar aus einem kalkmuddeunterlagerten Niedermoor (Profil 10) und einem ca. 10 m entfernt liegenden Kalkmudde-Folgeboden (Profil 11) aufzunehmen.

Profil 10 liegt 2,3 dm tiefer und weist einen dunkelbraunen stark vermullten, 3,5 dm mächtigen Torfhorizont in Krümel- bis Feinpolyedergefüge mit vereinzelt Mollusken auf. Die sich anschließende 0,5 dm mächtige dunkelgraue Kalkmudde besteht überwiegend aus Mollusken (Molluskenschill) und weist Humusanteile auf. Bis in die Tiefe von 5,5 dm folgt eine rötlich hellgraue Kalkmudde in Feinpolyeder- bis Krümelgefüge mit Oxidationsmerkmalen. Es schließt sich eine 1,5 dm mächtige, gräulich mittelbraune, karbonat- und molluskenfreie Silikatmudde mit Holzeinlagerungen in Kohärentgefüge an. Ein ockergrauer karbonatfreier Horizont aus mittelsandigem Feinsand in Einzelkorngefüge bildet den untersten aufgenommenen Horizont. Das Grundwasser stand in der Tiefe von 7,0 dm an, Durchwurzelung konnte bis 2,0 dm Tiefe festgestellt werden.

Der 2,5 dm mächtige Oberboden in Profil 11 ist durch einen dunkelbraunen, sehr karbonatreichen und extrem humosen Oberboden-Horizont in Krümelgefüge gekennzeichnet. Im sich anschließenden sehr stark humosen mittelgrauen krümeligen Kalkmudde-Horizont wurde ebenfalls ein hoher Karbonatgehalt sowie ein hoher Anteil an Mollusken festgestellt. In 5,0 bis 6,0 dm Tiefe schließt sich wiederum eine Silikatmudde in Kohärentgefüge an, aber sehr viel weniger humos als die Mudde in Profil 10. Ab der Tiefe von 6,5 dm findet sich schwach karbonathaltiger, mittelsandiger Feinsand in Einzelkorngefüge mit Rostbändern. Die Durchwurzelungstiefe lag bei 1,5 dm, der Grundwasserflurabstand bei 7,5 dm. Die Fläche, auf der dieser Kalkmudde-Oberboden gefunden wurde, ist mit ca. 42 m² sehr klein.

Kalkmudde bei Wendemark

Die Profile 30 und 31 wurden im Randow-Welsebruch nahe Wendemark (Karte A.2) aufgenommen. Beide Profile weisen einen 2,0 bzw. 2,1 dm mächtigen Torfhorizont in Feinpolyeder- bis Krümelgefüge auf, der im Profil 31 stärker mit Kalkmudde versetzt ist.

In Profil 30 schließen sich Kalkmuddehorizonte an, die durchgehend stark molluskenhaltig sind und ebenfalls in Feinpolyeder- bis Krümelgefüge vorlagen. Auch der Torf weist einen hohen Anteil an Mollusken auf. In 2,0 bis 3,2 dm Tiefe fanden sich geringmächtige dunkelbraune, schräg zur Oberfläche verlaufende organische Zwischenhorizonte, in denen keine Pflanzenreste mehr erkennbar waren. Bis 3,7 bis 4,0 dm Tiefe ist die folgende Kalkmudde vereinzelt von Schilfrhizomen durchzogen. Bis in die Tiefe von 4,3 bis 4,6 dm konnte eine gelblich graue Kalkmudde mit sehr vielen Mollusken nur noch mit Schwierigkeiten angesprochen werden, da das Grundwasser in 3,0 dm Tiefe anstand und sehr schnell in die Bodengrube floss. Auch das mit dem Bohrstock gezogene Substrat konnte nur stark verunreinigt entnommen werden bzw. zerfloss im Bohrstock, so dass über die sich anschließenden Horizonte keine ausreichend gesicherten Aussagen getroffen werden können. Es konnte lediglich festgestellt werden, dass kein feinpolyedrisches Gefüge und keine Verdichtungen auftraten. Die Bohrstockproben lassen erwarten, dass bis in die Tiefe von mindestens 10 dm Kalkmudde ansteht, was durch die vorliegenden Moormächtigkeitskarten des Gebietes gestützt wird. Die Durchwurzelung erreichte eine Tiefe von 2,1 dm.

Auch in Profil 31 sind durchgehend Mollusken zu finden; ihr Anteil nimmt mit der Tiefe ab. Hier fanden sich scharfe Übergänge zwischen den Horizonten. An den mit Kalkmudde durchsetzten Torf schließt sich zunächst eine nur 0,3 dm mächtige Kalkmudde an, der ein 0,9 dm mächtiger Torf-Kalkmudde-Übergangshorizont folgt. Eine ebenfalls stark organische Kalkmudde schließt sich an, bis in 4,8 dm Tiefe wieder eine gelblich graue Kalkmudde folgt. Eine genaue tiefere Ansprache war auch hier wegen des hohen Grundwasserflurabstandes (3,5 dm) nicht zufriedenstellend möglich. Bis in die Tiefe von mindestens 10 dm wurde lediglich das weitere Vorkommen von Kalkmudde festgestellt. Die Durchwurzelungstiefe lag bei 1,9 dm. Sowohl die Torfhorizonte als auch die grundwasserfreien Kalkmuddehorizonte beider Profile lagen im Feinpolyeder- bis Krümelgefüge vor, wobei in Profil 30 der Horizont in 3,7 bis 4,0 dm Tiefe verdichtet war. Da die im Grundwasser befindlichen Horizonte stark fließend waren, konnten sie nicht genauer angesprochen werden.

Kalkmudden bei Stendell I

Die Profile 39, 40 und 41 bei Stendell (Karte A.2) liegen in einer Linie mit Abständen von 44 m zwischen den Profilen 39 und 40 und 9 m zwischen den Profilen 40 und 41. Profil 41 liegt 0,4 dm höher als Profil 40 und 2,5 dm höher als Profil 39.

Der oberste Horizont von Profil 39 lag extrem humos und sehr karbonatreich vor, wies nur vereinzelt große Mollusken auf und ging in der Tiefe von 1,5 bis 2,9 dm stark wellig in eine sehr stark humose Kalkmudde über. Beide Horizonte lagen im Feinpolyeder- bis Krümelgefüge vor. Sie waren unterlagert von Niedermoortorf-Horizonten, die bis in 5,4 dm Tiefe karbonatreich und mit Schilfrhizomen und vereinzelt kleinen Mollusken und Kalkausfällungen durchsetzt waren. Der darunter liegende Niedermoortorf-Horizont war karbonathaltig und wies ebenfalls Schilfrhizome auf. Das Grundwasser stand in 6,8 dm Tiefe an, die Durchwurzelung erreichte 2,9 dm Tiefe.

Exkurs: Wiesenkalk oder Kalkmudde?

Bei Profil 41 (Stendell I) war eine Unterscheidung von Kalkmudde und Wiesenkalk sehr schwierig. Es wurden keine Mollusken gefunden und die Gehalte an Organischer Bodensubstanz waren mit 22 - 67 M.% sehr hoch. Es könnte sich um eine ehemalige Wiesenkalk-Bildung handeln, also um einen von Kalkablagerungen durchsetzten Torfhorizont, dessen Gehalt an Organischer Bodensubstanz nach Entwässerung unter 30 M.% gesunken ist.

Dafür spricht, dass keine Mollusken gefunden wurden und dass der Gehalt an Organischer Bodensubstanz auch nach längerer Entwässerung noch sehr hoch liegt. Da aber in den anderen Profilen auf der gleichen Fläche relativ viele Mollusken gefunden wurden, wird der Boden als Kalkmuddeboden angesprochen. Die Abgrenzung zum Wiesenkalk ist aber nicht gesichert.

In Profil 40 folgt einem krümeligen, bräunlichen, nach HCl-Test karbonathaltigen 0,5 bis 1,1 dm mächtigen Kalkmudde-Horizont in welligem Übergang ein krümeliger, extrem humoser und sehr karbonatreicher Kalkmudde-Horizont. Ihm folgt in 3,3 bis 3,5 dm Tiefe ebenfalls in welligem Übergang ein karbonatreicher Organomudde-Horizont. Ein nicht weiter untersuchter Horizont mit ebenfalls hohem Kalk- wie Humusgehalt folgt bis in die Tiefe von 6,0 dm, bevor sich in 9,7 bis 10,0 dm Tiefe eine Mineralmudde anschließt, die extrem humos, nur noch sehr karbonatarm, mit Schilfrhizomen durchsetzt und durch eingelagerte große Holzäste gekennzeichnet war. Eine weitere extrem humose Kalkmudde, ebenfalls mit Schilfrhizomen und Holzresten durchsetzt, schließt sich an. Das Grundwasser stand in der Tiefe von 8,5 dm an, die Durchwurzelung erreichte eine Tiefe von 1,1 dm.

In Profil 41 findet sich bis in der Tiefe von 2,2 bis 2,6 dm im Oberboden wieder ein gräulich brauner extrem humoser Kalkmuddehorizont mit vereinzelt Mollusken. Es schließen sich zwei karbonatfreie Niedermoortorf-Horizonte an, der untere ab 6,4 bis 7,0 dm Tiefe durch einen hohen Anteil an Schilfrhizomen und Holzresten gekennzeichnet. Darunter liegt ein feinsandiger Gr-Horizont mit Pflanzenresten. Das Grundwasser stand in 7,0 dm an, die Durchwurzelung erreichte die Tiefe von 2,6 dm.

Kalkmudden bei Stendell II

Die Profile 42 und 43 bei Stendell (Karte A.2) liegen etwa 9 m voneinander entfernt und weisen einen Höhenunterschied von 1,0 dm auf. Mit Profil 43 wurde ein Kalkmuddeprofil aufgenommen, in Profil 42 kam dagegen bis in die Tiefe von 10 dm keine Kalkmudde vor.

Mit einem feinpolyedrischen Torfhorizont von 3,0 dm Mächtigkeit und dem sich anschließenden 1,0 dm mächtigen Torf-Mudde-Übergangshorizont - beide Horizonte sind kalkfrei - konnte es als Niedermoor angesprochen werden und wurde aus diesem Grund trotz der unterschiedlichen Untergrundsstrate aufgenommen. Bis in die Tiefe von 6,0 dm schließen sich ein mittel- bis feinsandiger Gor- und ein Gr-Horizont in Einzelkorngefüge mit nur schwachem Kalknachweis und teilweise gering zersetzten Holzresten an. Der Torfhorizont wies einen geringen Anteil an Mollusken auf, der Grundwasserflurabstand lag bei 5,0 dm und die Durchwurzelungstiefe er-

reichte 2,1 dm.

In Profil 43 wiesen der wellige Übergang zur Kalkmudde in 1,9 bis 2,4 dm Tiefe und der räumlich sehr stark unterschiedliche Karbonatnachweis auf einen heterogen ausgeprägten krümeligen Mischhorizont im Oberboden aus eingetragener Kalkmudde und Torfresten hin. Hier musste die Probenahmetiefe auf 1,0 bis 1,5 dm verlegt werden. Die sich anschließende kohärente Kalkmudde wies vertikale Unterschiede auf: Die linke Seite wurde als dunkler gefärbt, feuchter und dichter angesprochen als die rechte Seite. Die Probenahme im Unterboden erfolgte daher doppelt. Der Grundwasserflurabstand lag bei 4,5 dm, die Durchwurzelung reichte bis in die Tiefe von 2,3 dm.

Kalkmudde am Moorhof

Mit dem Kalkmuddeprofil Moorhof (Karte A.1) wurde ein Einzelprofil aufgenommen, das aus vier Horizonten aufgebaut ist. Bis in die Tiefe von 2,7 dm werden die beiden obersten Horizonte aus mit kohärenter Kalkmudde und Mollusken durchsetztem feinpolyedrischen Niedermoortorf gebildet, wobei die stärkere Durchsetzung mit Kalkmudde, das Vorhandensein von Oxidationsmerkmalen und der höhere Karbonatgehalt zur Horizontunterscheidung in 1,8 dm Tiefe führte. Es schließt sich eine kohärente weißlich gräuliche, stark humose Kalkmudde an, die durch Schrumpfrisse, Mollusken, Pflanzenreste und Redoxmerkmale gekennzeichnet ist. Ab 7,5 dm Tiefe folgt eine verdichtete graue Kalkmudde mit Mollusken, Pflanzenresten und Redoxmerkmalen. Der Grundwasserflurabstand betrug 5,5 dm, Durchwurzelung wurde bis in die Tiefe von 1,9 dm festgestellt.

4.1.2 Horizonte

Auf der Grundlage dieser Profile können acht Kalkmudde-Horizonte unterschieden werden, wobei neben dem Gefüge zum einen der Gehalt an Organischer Bodensubstanz und Karbonatgehalt und zum anderen die Art der Eintragung bzw. Durchdringung zur Unterscheidung herangezogen worden sind:

- krümeliger, humoser Kalkmuddehorizont mit gleichmäßig durchmischem Humus; dieser konnte nur am Standort Sommerfeld gefunden werden. Eine gleichmäßige häufige Durchmischung von Torf in die Kalkmudde hat zu einem homogenen Substrat geführt;
- organischer Kalkmuddehorizont in feinpolyedrisch-körnigem bis schmierigem Gefüge, entweder als mit Kalk durchsetzter Torf oder organisch durchsetzte Kalkmudde, ohne klare Abgrenzung zwischen Karbonaten und organischer Substanz (Wendemark, Stendell);
- durch den Wechsel geringmächtiger Schichten (wenige Millimeter bis einige Zentimeter) von Kalkmudde und kalkreicher Organomudde geprägter Horizont (s. Abb. 4.2) mit klarer Abgrenzung der Schichten (Wendemark);
- krümelig bis feinpolyedrischer, in feuchtem Zustand auch schmieriger, sehr stark bis extrem humoser Kalkmuddehorizont ohne Eintragungen von Torf oder weniger humoser Kalkmudde; Oberboden einer abgetorften/abgelassenen Moor-/ Seefläche ohne Resttorf (Stendell);

- Torfhorizont mit unterschiedlich großen, unregelmäßig verteilten Kalkmuddeinlagerungen; durch Bodenwühler oder unregelmäßige bzw. seltene Pflugtätigkeit ist Kalkmudde in unterschiedlicher Aggregatgröße in den Torf eingetragen worden; je nach Intensität der Einmischung überwiegt entweder der Torf- oder der Kalkmuddeanteil; beide Substrate sind gut voneinander abgrenzbar (Moorhof);
- Kalkmudde-Schrumpfungshorizont in Polyeder- und Kohärentgefüge: Die Entwässerung hat zur Ausbildung von Schrumpfrissen geführt, die teils mit humosem Material aufgefüllt sind, und zur Ausbildung einer Polyederstruktur geführt, innerhalb derer Kohärentgefüge zu finden ist (Moorhof);
- Kalkmuddehorizont, der überwiegend aus unterschiedlich großen Mollusken besteht; in wenigen cm Mächtigkeit ist es bei Ablagerung der Mudde vor allem am Gewässerrand zu einer Konzentration von Mollusken gekommen, deren Zwischenräume von Kalkmudden aufgefüllt sind (Molluskenschill)(Sommerfeld);
- Kalkmudde-Sackungshorizont in Kohärentgefüge: infolge der Entwässerung ist ein verdichteter Sackungshorizont entstanden, der aber keine Schrumpfrisse aufweist (Moorhof)
- weitgehend unveränderter Ausgangs-Kalkmuddehorizont in Kohärentgefüge (Wendemark im Grundwasserbereich).



Abb. 4.1: Kalkmuddeboden in Sommerfeld: Die Vermischung von Kalkmudde und Torf hat zu der Entstehung eines homogenen äußerst humosen Oberboden geführt (Profil 11)

Abb. 4.1: *Calcareous gyttja soil in Sommerfeld: The mixing of calcareous gyttja and peat lead to the development of a homogeneous humic topsoil (profile 11)*



Abb. 4.2: Kalkmuddehorizonte: (a) Wechsel von Kalkmudde und kalkmuddereicher Organomudde; (b): Organo-Kalkmudde-Horizont (der evtl. auch eine Wiesenkalkbildung darstellen könnte) über einem Kalk-Organomudde-Horizont; (c) in den Torf eingetragene Kalkmuddebrocken einer Spatenprobe aus 0 bis 2,5 dm Tiefe und (d) Kalkmuddepolyeder einer Spatenprobe aus 3,0 bis 5,5 dm Tiefe

Abb. 4.2: *Calcareous gyttja horizons: (a) calcareous gyttja and peat horizons in profile 31, Wendemark; (b) organic calcareous gyttja horizon upon calcareous organic horizon in profile 39, Stendell I; (c) inclusions of calcareous gyttja in peat (digged sample in depth of 0 - 2,5 dm) and (d) polyeders of calcareous gyttja (digged sample in depth of 3,0 - 5,5 dm), both in profile 53, Moorhof*

Standort <i>site</i>	Profil <i>profile</i>	Substrat <i>substrate</i>	Tiefe <i>depth</i> dm	OBS <i>om</i> M. %	KAK _{pot} <i>cec_{pot}</i> cmol _c ·l ⁻¹	pH <i>pH</i>	ρ_t ρ_t g·cm ⁻³	W ₁ <i>W₁</i>	CaCO ₃ <i>CaCO₃</i> M. %	
Sommerfeld	10	nH	2,0-2,5	39,5	108,4	7,0	0,59	0,89	-	
		Fhh-Fmk	4,0-4,5	32,9	86,9	7,4	0,45	1,47	52,05	
		Fmk	4,7-5,2	12,6	35,4	-	-	1,05	77,16	
	11	Fms	6,0-6,5	28,3	99,4	7,2	0,51	1,28	0,83	
		Fmk	2,0-2,5	21,2	74,8	7,4	0,60	0,82	47,55	
		Fmk	4,0-4,5	10,9	35,3	7,8	0,60	-	42,71	
	Fms	5,0-6,5	6,4	27,1	8,0	0,58	0,48	15,02		
	Wendemark	30	nH	1,0-1,5	54,9	124,1	7,4	0,49	1,07	12,7
			Fmk	2,0-2,5	23,8	44,2	7,3	0,46	1,22	37,3
Fmk-Fhh		3,2-3,7	43,4	115,7	7,1	-	1,49	24,8		
31	nH	1,0-1,5	48,7	122,3	7,4	0,54	1,08	18,7		
	Fmk	2,0-2,5	29,0	112,4	7,2	-	1,29	30,9		
	Fmk	3,0-3,5	18,1	43,6	7,5	-	0,75	48,3		
Stendell I	39	Fmk	2,0-2,5	28,1	44,5	7,7	0,61	1,03	28,3	
		Fmk	3,0-3,5	13,3	42,2	7,9	0,67	0,84	44,2	
		nH	4,0-4,5	68,2	114,0	7,1	0,29	2,31	12,2	
	40	Fmk	2,0-2,5	19,2	47,4	7,5	0,65	0,94	27,9	
		Fmk-Fhh	4,0-4,5	36,8	86,1	7,5	0,39	1,08	24,4	
	41	Fmk	2,0-2,5	22,4	44,42	7,5	0,53	0,98	40,52	
nH		4,5-5,0	66,9	-	5,6	0,25	2,69	-		
Stendell II	42	nH	2,0-2,5	61,7	121,6	6,9	0,40	1,99	-	
		Fhh	3,0-3,5	71,0	125,9	6,4	0,37	1,58	-	
		Slu	4,0-4,5	4,2	22,1	7,4	1,15	-	0,3	
	43	Fhh	1,0-1,5	34,8	105,3	7,6	0,55	1,09	20,7	
		Fmk _{links}	2,5-3,0	6,9	27,0	8,2	0,85	0,55	52,6	
		Fmk _{rechts}	2,5-3,0	5,6	8,2	8,1	0,71	0,72	50,6	
Moorhof	53	nH	1,0-1,5	47,0	119,1	6,9	0,48	1,01	15,7	
		nH/Fmk	2,0-2,5	38,2	106,7	7,1	0,61	0,73	41,5	
		Fmk	4,0-4,5	5,2	31,17	7,6	0,77	0,70	84,9	

Tab. 4.2: Kennwerte der Kalkmudde-Standorte (Mittelwerte; OBS: Gehalt an Organischer Bodensubstanz; KAK_{pot}: Potentielle Kationenaustauschkapazität; ρ_t : Trockenrohdichte; W₁: Einheitswasserzahl)

Tab. 4.2: *Properties of the calcareous gyttya sites (median; om: organic matter content; cec_{pot}: potential cation exchange capacity; ρ_t : dry bulk density; W₁: standard water index)*

4.1.3 Bodenkennwerte

Die Bodenkennwerte der Kalkmudde-Standorte sind in Tabelle 4.2 zusammengefasst. 23 Substrate weisen einen Kalkgehalt ≥ 5 M.% und gleichzeitig einen Gehalt an Organischer Bodensubstanz ≥ 5 M.% auf und können damit als Kalkmudde (Fmk)¹ ausgewiesen werden. In

¹Dies entspricht der Muddeart wie sie in der Substratklassifizierung nach KA5 vorgesehen ist und beschreibt keinen Bodenhorizont; die Muddeart wird verwendet, da Bodenhorizonte für Kalkmudden noch nicht definiert sind.

Exkurs: Schrumpfrisse in einer polnischen Kalkmudde

Bei einem Aufenthalt an der polnischen Universität Olsztyn im Jahr 2000 konnte während einer Exkursion zu einer abgelassenen Seeﬂäche, auf der Kalkmudde ohne humosen oder Torf-Oberboden ansteht, das polygonale Netz von Schrumpfrissen beobachtet werden. Die Fläche wurde nicht mehr bewirtschaftet und befand sich am Rande einer Kalkmudde-Abbauﬂäche. Es konnten nur wenige Bodenkennwerte aufgenommen werden.



Tiefe <i>depth</i> dm	OBS <i>om</i> M.%	pH <i>pH</i> -	Kalkgehalt <i>CaCO₃</i> M.%
0-1,0	9,4	7,6	85,5
2,0-3,0	8,2	7,8	87,3

neun Horizonten liegen zudem die Gehalte an Organischer Bodensubstanz über 30 M.% und können damit ebenso als Torfe bzw. Organomudden ausgewiesen werden. Im Folgenden werden Substrate mit fein verteiltem Kalk als Organo-Kalkmudde (Fmk-Fhh)² benannt, wenn der Karbonatgehalt höher liegt, oder als Kalk-Organomudde (Fhh-Fmk)², wenn der Gehalt an Organischer Bodensubstanz höher liegt. Die mit Kalkmuddebrocken durchsetzten Torfhorizonte in Wendemark und Moorhof werden als Fmk+nH-Horizonte bezeichnet². Bei den organischen Kalkmuddehorizonten in Stendell könnte es sich zudem wie oben erläutert auch um Wiesenkalk handeln. In Wendemark kommt ein Horizont vor, dessen Gehalt an Organischer Bodensubstanz mit 29 M.% sehr nah an der Definitionsgrenze zum organischen Substrat liegt. Da sich dieser Horizont - zumindest zeitweise - im grundwasserfreien Bereich befindet, kann davon ausgegangen werden, dass auch er zuvor ein organisches Substrat war, das mineralisiert wurde.

In Sommerfeld erweist sich im Niedermoor-Profil 10 das Unterbodensubstrat als eine Organo-Kalkmudde. Ab 4,7 dm Tiefe folgt extrem humose Kalkmudde. Die potentielle Kationenaustauschkapazität nimmt vom Torf über die Organo-Kalkmudde zur Kalkmudde ab. Die Einheitswasserzahl ist in der Organo-Kalkmudde am höchsten, in der Kalkmudde am niedrigsten. Trotz höheren Anteils an Organischer Bodensubstanz weist der Torf eine größere Trockenrohdichte auf als die Organo-Kalkmudde. In Profil 11 handelt es sich um Kalkmudden mit Gehalten an Organischer Bodensubstanz von 21,2 M.% im Ober- und 10,9 M.% im Unterboden. Damit liegen sie deutlich unter den Werten in Profil 10. Beide Horizonte weisen trotz Unterschieden in den Gehalten an Organischer Bodensubstanz vergleichbare Trockenrohdichten auf, Unterschiede sind in den potentiellen Kationenaustauschkapazitäten zu finden, die ebenfalls deutlich unter

² Dies ist eine eigene Benennung, um die Horizonte voneinander unterscheiden zu können. Sie entspricht nicht den Vorgaben nach KA5.

den Werten in Profil 10 liegen.

In den Profilen Wendemark zeigt sich die stärkere Einmischung von Kalkmudde im Oberboden-Torf von Profil 31 gegenüber Profil 30 im niedrigeren Gehalt an Organischer Bodensubstanz, etwas niedrigerer potentiellen Kationenaustauschkapazität, sowie höherem Kalkgehalt und niedrigerer Trockenrohddichte. Die Einheitswasserzahlen und pH-Werte liegen vergleichbar hoch. In den Horizonten in 2,0 bis 3,0 dm Tiefe zeigt die Kalkmudde im Profil 30 trotz nur wenig geringeren Gehaltes an Organischer Bodensubstanz eine sehr viel niedrigere potentielle Kationenaustauschkapazität. Die Kalkmudde in 4,0 bis 4,5 dm Tiefe in Profil 31 weist eine ähnlich niedrige potentielle Kationenaustauschkapazität bei etwas geringerem Gehalt an Organischer Bodensubstanz auf.

Am Standort Stendell I weisen die drei Profile im Oberboden extrem humose Kalkmudden auf. In den Unterböden finden sich Torf (Profile 39, 40) und Kalk-Organomudde (Profil 40). Die potentiellen Kationenaustauschkapazitäten liegen ähnlich niedrig wie in den Unterbodenhorizonten der Profile 30 und 31. Auffällig ist der sehr niedrige pH-Wert im kalkfreien Niedermoortorf von Profil 41.

Bei der Profilerihe Stendell II zeigt sich die Einmischung von Kalkmudde in den Oberboden-Torf von Profil 43 in den hohen Kalkgehalten und im höheren pH-Wert. Die potentielle Kationenaustauschkapazität liegt nur etwas niedriger, die Trockenrohddichte etwas höher als im Torf von Profil 42. Der Unterboden wird mit Gehalten an Organischer Bodensubstanz von 6,9 bzw. 5,6 M.% und Kalkgehalten von über 50 M.% als Kalkmudde ausgewiesen, und weist deutlich niedrigere Einheitswasserzahlen und potentielle Kationenaustauschkapazitäten sowie höhere Trockenrohddichten als die Torfe auf. Die in der Profilaufnahme vermerkten vertikalen Unterschiede im Unterbodenhorizont werden durch die Laborergebnisse bestätigt. Die linke Seite weist trotz leicht höheren Gehaltes an Organischer Bodensubstanz eine etwas höhere Trockenrohddichte auf.

Im Einzelprofil Moorhof zeigt die Kalkmudde in 4,0 bis 4,5 dm Tiefe von allen aufgenommenen Kalkmudden mit Abstand den höchsten Kalkgehalt auf. Der Gehalt an Organischer Bodensubstanz liegt nur knapp über 5 M.%. Der Torfhorizont in 2,0 bis 2,5 dm Tiefe weist einen Gehalt an Organischer Bodensubstanz und einen Kalkgehalt von über 30 M.% auf. Die stärkere Einmischung von Kalkmudde ist wieder im niedrigeren Gehalt an Organischer Bodensubstanz, in niedrigerer potentieller Kationenaustauschkapazität sowie höherem Kalkgehalt, höherer Trockenrohddichte und höherem pH-Wert erkennbar.

Die Wasserretentionskurven wurden für die Standorte Sommerfeld, Stendell II und Moorhof aufgenommen. In Sommerfeld wurden die Oberböden beider Profile, sowie die Kalkmudde (4,0-4,5 dm) aus Profil 11 beprobt. Am torffreien Standort Stendell I wurden zwei Profile³ in zwei Tiefen beprobt (1,0-1,5 dm und 2,0-2,5 dm). Dem Einzelprofil Moorhof wurden Proben vom mit Kalkmudde durchsetzten Torf in zwei Tiefen (1,0-2,0 dm und 2,0-2,5 dm) sowie von der Kalkmudde (3,0-3,5 dm) entnommen. Die wichtigsten Bodenkennwerte wurden für die Proben aus Sommerfeld und Stendell erneut bestimmt⁴ und sind in Tabelle 4.3 aufgeführt. Auffällig

³Das höher gelegene Bodenprofil wird nachfolgend als Stendell_{oben}, das tiefer gelegene als Stendell_{unten} bezeichnet.

⁴Beim Einzelprofil Moorhof erfolgte die Probenahme für die Wasserretentionskurve bereits bei der Profilaufnahme.

ist, dass in Sommerfeld die Kalkmudde einen deutlich geringeren Gehalt an Organischer Bodensubstanz aufweist als bei der ersten Aufnahme.

Bei Betrachtung der Wasserretentionskurven (Abb. A.10, A.11) fällt zunächst auf, dass sich keine so starken Abweichungen innerhalb der Wiederholungen ergeben wie in den mineralischen Folgeböden und ihren Torfen. In den Kurven von Stendell_{oben}, Moorhof sowie im Folgebodenhorizont in Sommerfeld sind die Abweichungen sehr gering. Die Kurven von Stendell_{unten} sowie des Torfes und der Kalkmudde in Sommerfeld weichen dagegen recht stark voneinander ab. In Abbildung 4.3 sind die aus den Wasserretentionskurven und den Wassergehalten bei pF 4,2 abgeleiteten Porengrößenverteilungen dargestellt. Auch hier finden sich die Abweichungen der Kurven in den Standard-Fehlern wieder.

Am Standort Sommerfeld weist der Torf mit 75,16 Vol.% (SF 1,63 Vol.%) das höchste Gesamtporenvolumen auf. Die Werte der sehr stark humosen Kalkmudde und des extrem humosen Kalkmudde-Oberbodens liegen unter Berücksichtigung des Standardfehlers in vergleichbarer Höhe. Das höhere Gesamtporenvolumen des Torfes wirkt sich auf einen deutlich höheren Anteil an Äquivalent-Feinporen, weiten Äquivalent-Grobporen und engen Äquivalent-Grobporen aus. Dagegen weist der Torf einen geringeren Anteil an Äquivalent-Mittelporen auf als die sehr stark humose Kalkmudde und der extrem humose Kalkmudde-Oberboden. Dieser Unterschied wirkt sich insgesamt entscheidend auf den Anteil an nutzbarer Feldkapazität aus, der nun in der sehr stark humosen Kalkmudde etwas höher liegt als im Torf und im extrem humosen Kalkmudde-Oberboden.

Die extrem humosen Kalkmudden des Standortes Stendell_{oben} weisen im oberen und unteren Horizont vergleichbare Gesamtporenvolumina auf. Auch im Anteil an engen Äquivalent-Grobporen zeigen sich kaum Unterschiede. Die deutlich höheren Anteile an Äquivalent-Mittelporen im oberen als im unteren Horizont führen zu einer höheren nutzbaren Feldkapazität. Die weiten Äquivalent-Grobporen erreichen im oberen Horizont einen deutlich niedrigeren Anteil, die Äquivalent-Feinporen liegen dagegen etwa doppelt so hoch wie im unteren Horizont. Das im Gelände tiefer liegende Profil Stendell_{unten} zeigt dagegen in den Kalkmudde-Organomudden ein geringeres Gesamtporenvolumen im oberen als im unteren Horizont. Die Äquivalent-Mittelporen liegen höher als im unteren Horizont. Da der Anteil enger Äquivalent-Grobporen nur etwa die Hälfte des tiefer liegenden Horizonts ausmacht, ist die nutzbare Feldkapazität nur etwas niedriger. Der Anteil an Äquivalent-Feinporen liegt in beiden Horizonten vergleichbar hoch.

In den Horizonten des Einzelprofils Moorhof liegen die Porengrößenverteilungen sehr nah bei einander. Das etwas höhere Gesamtporenvolumen des Torfes kommt vor allem bei der nutzbaren Feldkapazität und dem Anteil an Äquivalent-Mittelporen zum Tragen. Der Anteil an weiten Äquivalent-Grobporen liegt etwas unter den Anteilen der Kalkmudde und des Übergangshorizontes.

Die Stichprobe der untersuchten Horizonte ist klein. Die Korrelationsberechnungen (s. Tab. A.13) weisen darauf hin, dass der Gehalt an Organischer Bodensubstanz signifikant positiv mit dem Gesamtporenvolumen ($R=0,700^*$), der Karbonatgehalt negativ mit der nutzbaren Feldkapazität ($R=-0,730$) korreliert ist.

Standort <i>site</i>	Substrat <i>substrate</i>	Tiefe <i>depth</i> dm	OBS <i>om</i> M.%	pH	ρ_t ρ_t g·cm ⁻³	W ₁ -	CaCO ₃ M.%	GPV Vol.%	wGP Vol.%	eGP Vol.%	MP Vol.%	nFK Vol.%	FP Vol.%
Sommerfeld	nH	2,0-2,5	44,3	7,1	0,49 (0,01)	1,11	-	72,16 (1,65)	14,78 (1,91)	10,21 (0,92)	19,89 (1,50)	30,10	27,28 (0,29)
	Fmk	2,0-2,5	22,2	7,7	0,54 (0,01)	0,73	43,2	61,15 (2,42)	9,46 (2,06)	5,83 (0,53)	25,06 (0,58)	30,89	20,81 (0,12)
	Fmk	4,0-4,5	8,5	7,5	0,60 (0,03)	0,71	40,3	64,12 (1,70)	9,29 (2,21)	5,69 (0,19)	26,58 (1,06)	32,27	22,56 (1,70)
Moorhof	Fmk+nH	1,0-1,5	47,0	6,9	0,48 (0,01)	1,01	15,7	71,53 (0,54)	3,20 (1,08)	5,07 (0,31)	43,16 (0,51)	48,23	20,10 (1,35)
	Fmk+nH	2,0-2,5	38,2	7,1	0,61 (0,02)	0,73	41,5	70,69 (0,95)	5,01 (1,23)	7,00 (0,47)	36,90 (0,75)	43,91	21,77 (1,75)
	Fmk	4,0-4,5	5,2	7,6	0,77 (0,02)	0,70	84,9	68,53 (1,08)	4,23 (0,67)	4,92 (0,68)	38,67 (0,28)	43,59	20,71 (5,40)
Stendell _{oben}	Fmk	1,0-1,5	16,2	7,6	0,87 (0,01)	0,69	22,3	64,79 (1,11)	5,06 (0,79)	9,73 (0,21)	38,06 (0,21)	47,79	11,94 (1,27)
	Fmk	2,0-2,5	14,8	7,6	0,88 (0,04)	0,58	39,4	64,90 (1,33)	12,67 (2,06)	8,26 (0,10)	20,64 (0,68)	28,90	23,33 (0,62)
Stendell _{unten}	Fhh	1,0-1,5	46,2	7,4	0,58 (0,03)	1,07	37,1	75,16 (0,79)	11,09 (2,21)	10,85 (0,22)	33,48 (1,25)	44,34	19,73 (0,38)
	Fmk-Fhh	2,0-2,5	64,0	7,2	0,37 (0,02)	1,63	20,4	82,63 (2,37)	17,09 (3,72)	19,60 (7,15)	27,60 (8,67)	47,20	18,35 (0,37)

Tab. 4.3: Kennwerte der Kalkmuddeprofil-Proben für die pF-Bestimmung (Mittelwerte, Standardfehler in Klammern; nH: Torf, Fmk: Kalkmudde; nH+Fmk: Torf mit eingetragener Kalkmudde; Fhh: Organomudde; Fmk-Fhh: Organo-Kalkmudde; OBS: Gehalt an Organischer Bodensubstanz; ρ_t : Trockenrohichte; W₁: Einheitswasserzahl; Porengrößen entsprechend Tab. 2.1)

Tab. 4.3: Properties of the selected soils (median, standard errors in brackets; nH: peat, Fmk: calcareous gyttja; nH+Fmk: included calcareous gyttja in peat; Fhh: organic gyttja; Fmk-Fhh: calcareous organic gyttja; om - organic matter content; ρ_t : dry bulk density; W₁: standard water index; pore sizes according to Tab. 2.1)

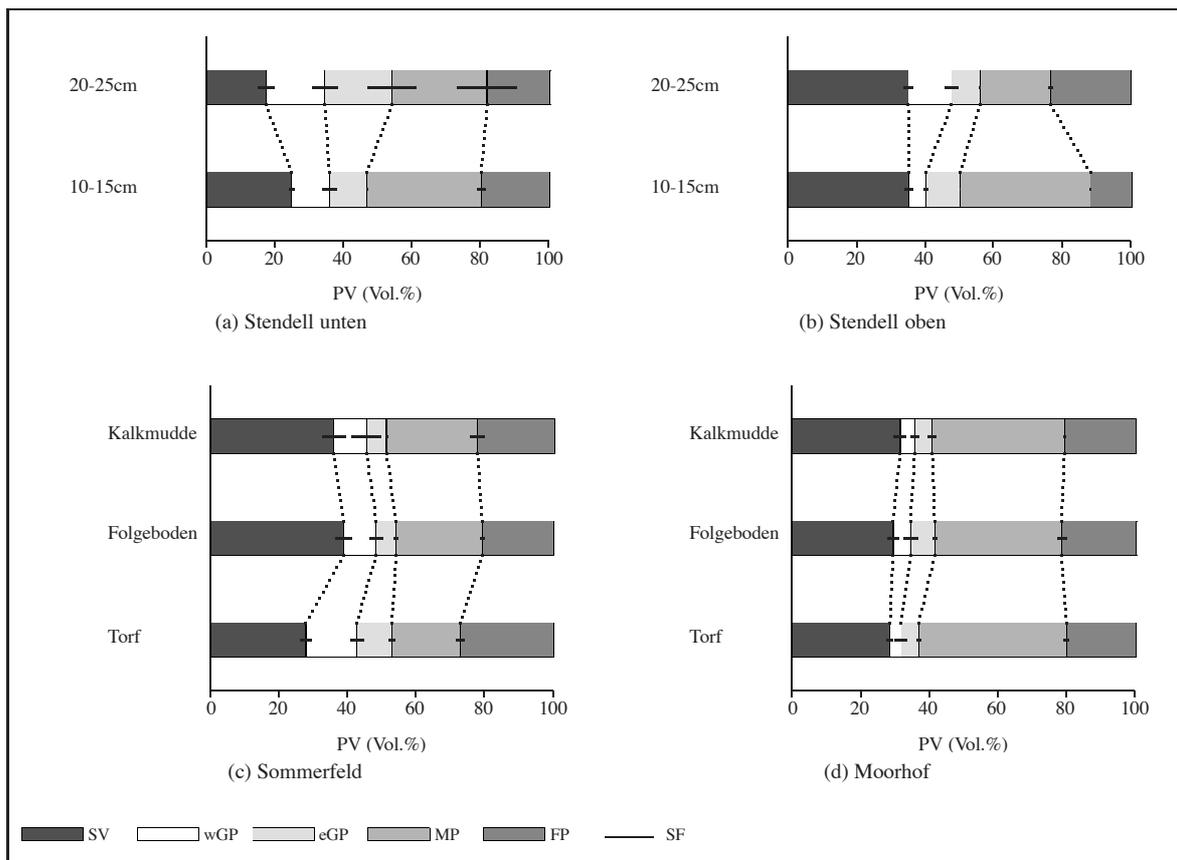


Abb. 4.3: Die Porengrößenverteilungen der Kalkmudden (PV: Porenvolumen, Porengrößen entsprechend Tab. 2.1)
Abb. 4.3: Pore size distribution of calcareous gyttja (PV: pore volume; pore sizes according to Tab. 2.1)

4.2 Feindetrismusudde-Horizonte und -Böden

4.2.1 Profilbeschreibungen

Im Ziethener Seebruch (Karte A.2) wurden die Profile 48 und 49 aufgenommen. Das Substrat wurde aufgrund seiner makroskopisch erkennbaren Eigenschaften als Feindetrismusudde angesprochen. Profil 48 liegt 1,35 dm höher als Profil 49 und ist durch einen welligen Wechsel von reinen Mudde- und Torfhorizonten gekennzeichnet. Auf den obersten krümeligen, humos angereicherten Detritusmuddehorizont folgte eine feinblättrig strukturierte Feindetrismusudde in der Tiefe von 0,7/1,4 dm⁵. Von 1,9/2,3 bis 3,4 dm Tiefe stand eine plattig strukturierte Feindetrismusudde an, deren Platten eine Dicke von ca. 2 mm aufwiesen. Mit der Herausbildung dieser Plattenstruktur ging eine stärkere Verdichtung einher. Tiefer stand schwach zersetzter Braunmoostorf (H2) an - bis in 4,3/4,5 dm Tiefe zunächst als Fieberkleesamen enthaltender Braunmoosschilftorf - ab 5,2 dm Tiefe noch schwächer zersetzt (H1). Die Feindetrismusudde war durchgehend stark durchwurzelt. Rezente Wurzelbildung, als Horizontwurzeln ausgebildet,

⁵Bei unregelmäßigen Horizontgrenzen werden die höchsten und niedrigsten Tiefen der Grenzen durch einen Schrägstrich getrennt angegeben.

konnte jedoch nur im obersten Horizont festgestellt werden. Das Grundwasser stand in 2 bis 2,5 dm Tiefe an. Durch Bohrung mittels Pürckhauer konnte festgestellt werden, dass in der Tiefe von 14 dm Tonmudde ansteht.

Profil 49 weist in den obersten Horizonten die gleichen Strukturen mit unterschiedlichen Mächtigkeiten auf. So weisen die humos durchsetzte und rezent durchwurzelte, sowie die feinblättrige Feindetritusmudde eine Mächtigkeit von je 1,0 dm auf, die plattig strukturierte eine Mächtigkeit von 2,0 dm. Der oberste Horizont ist durch die Herausbildung eines Keils, dessen Spitze bis in die Tiefe von 2,0 dm reicht, sowie durch einen leicht welligen Übergang zum folgenden Horizont gekennzeichnet. Ab ca. 1,0 dm Tiefe finden sich Mineralkörner, deren Anteil mit der Tiefe abnimmt, und sogar kleinere Geschiebe (\varnothing bis zu 0,5 dm). Ab 4,0 dm Tiefe stehen Mischsubstrate aus mit Braunmoostorf durchsetzter Feindetritusmudde (4,0 bis 5,5 dm Tiefe) bzw. aus mit Feindetritusmudde durchsetztem Braunmoostorf (5,5 bis 6,3 dm Tiefe) an, die Fieberklee-samen aufweisen. Ab 6,3 dm Tiefe folgt reiner Braunmoostorf. Rezente Durchwurzelung fand sich bis in 1,0 dm Tiefe. Der Grundwasserflurabstand wurde trotz der höheren Lage auf einer Tiefe von ca. 4,0 dm festgestellt, allerdings ist davon auszugehen, dass sich nach einer längeren Zeit ein höherer Grundwasserflurabstand eingestellt hätte. Eine tiefere Bohrung war nicht möglich. Ältere eigene Untersuchungen (SCHLEIER, 1997, *unveröff.*) haben im tiefermächtigen Moorbereich einen weiteren Wechsel von Braunmoostorf und Feindetritusmudde festgestellt. In beiden Profilen fanden sich sehr viele große Regenwürmer und Regenwurmgänge (\varnothing bis zu 0,1 dm) an.

Horizonte

Zusammenfassend können vier Horizonte unterschieden werden:

- organischer, krümeliger Verzahnungshorizont aus Torf und Detritusmudde, der durch Mineralisierung auch anmoorig werden kann
- organischer Detritusmuddehorizont in feinblättrigem Plattengefüge
- organischer Detritusmuddehorizont in Plattengefüge bis 2 mm Stärke
- organischer, muschelrig brechender Ausgangs-Detritusmuddehorizont

4.2.2 Bodenkennwerte

Die Bodenkennwerte der Feindetritusmudde-Profile sind in Tabelle 4.4 aufgeführt. In Profil 48 zeigt der Braunmoostorf den höchsten Gehalt an Organischer Bodensubstanz, die geringste Trockenrohdichte und nur leicht niedrigere potentielle Kationenaustauschkapazität als die humose Feindetritusmudde mit der höchsten potentiellen Kationenaustauschkapazität. Die blättrig und die plattig strukturierte Feindetritusmudde zeigen sehr ähnliche Bodeneigenschaften. Die Einheitswasserzahl nimmt mit sinkenden Gehalten an Organischer Bodensubstanz ab. In Profil 49 liegen Trockenrohdichten nur für die strukturierten Detritusmudden, potentielle Kationenaustauschkapazitäten nur für die Mischsubstrate aus Braunmoostorf und Feindetritusmudde vor. Der mit Feindetritusmudde durchsetzte Braunmoostorf zeigt den mit Abstand höchsten Gehalt an Organischer Bodensubstanz, während die humose Feindetritusmudde mit 30,0 M.% gerade noch als organisch angesprochen werden kann. Trotz deutlicher Unterschiede in den Gehalten an Organischer Bodensubstanz zeigen die Mischsubstrate gleiche potentielle Kationenaustauschkapazitäten, die auch über dem Wert des Braunmoostorfes in Profil 48 liegen. Im Ver-



Abb. 4.4: Detritusmudden im Profil 48, Ziethener Seebruch: (a) feinblättrige Detritusmudde an der Grenze zum krümeligen Oberboden aus einer gekippten Spatenprobe in 1,4 dm Tiefe; (b) feinblättrige Detritusmudde aus einer Spatenprobe aus 1,0 bis 2,0 dm Tiefe; (c) plattige Detritusmudde aus einer Spatenprobe aus 4,0 bis 5,5 dm Tiefe

Abb. 4.4: Organic gyttja horizons in Ziethener Seebruch: (a) thin plate structure of organic gyttja below the clod structured topsoil (digged sample in the depth of 1,4 dm); (b) thin plate structure of organic gyttja (digged sample in the depth of 1,0 - 2,0 dm); (c) slap structured organic gyttja (digged sample in the depth of 4,0 - 5,5 dm)

Profil <i>profile</i>	Substrat <i>substrate</i>	Tiefe <i>depth</i> dm	OBS <i>om</i> M. %	pH <i>pH</i> -	KAK _{pot} <i>cec_{pot}</i> cmol _c ·l ⁻¹	C/N-Verhältnis <i>C:N ratio</i> -	ρ_t ρ_t g·cm ⁻³	W ₁ <i>W₁</i> -
48	Fhh	0,2-0,7	44,1	5,0	112,6	-	0,39	1,49
	Fhh _{blättrig}	2,0-2,5	50,9	5,2	74,1	-	0,39	1,67
	Fhh _{plattig}	3,0-3,5	49,8	5,6	82,9	-	0,39	1,65
	nH	4,0-4,5	80,8	5,3	101,9	-	0,17	3,47
49	Fhh	0,5-1,0	30,0	6,9	72,3	10,7	0,45	1,12
	Fhh _{blättrig}	1,2-1,7	62,7	6,7	97,8	12,6	0,41	1,58
	Fhh _{plattig}	2,0-2,5	45,3	6,7	97,8	11,6	-	2,04
	Fhh/nH	4,0-5,0	90,6	6,0	97,9	-	-	1,67
	nH/Fhh	5,5-6,0	75,1	5,7	84,0	-	-	3,07
	nH	6,5-7,0	56,0	5,5	-	-	-	2,79

Tab. 4.4: Kennwerte der Feindetritusmudde-Profile (Mittelwerte; OBS: Gehalt an Organischer Bodensubstanz; KAK_{pot}: Potentielle Kationenaustauschkapazität; ρ_t : Trockenrohddichte; W₁: Einheitswasserzahl; nH: Torf; Fhh: Feindetritusmudde mit Angabe der Struktur)

Tab. 4.4: *Properties of the eglected soils (median; om: organic matter content; cec_{pot}: potential cation exchange capacity; ρ_t : dry bulk density; W₁: standard water index; nH: peat; Fhh: organic gyttja in thin plate structure (blättrig) and plate structure (plattig))*

gleich der unterschiedlich strukturierten Feindetritusmudden weist die feinblättrige in Profil 49 bei höchstem Gehalt an Organischer Bodensubstanz auch eine etwas höhere Trockenrohddichte als die plattig strukturierte auf.

Die Aufnahme der Wasserretentionskurven der Detritusmudden konnte nicht bis zum Ende durchgeführt werden. Als Problem hat sich herausgestellt, dass sich mit zunehmender Trocknung und Schrumpfung die Platten voneinander gelöst haben. Bereits nach kurzer Messdauer führte dies zur teilweisen Freilegung des oberen Tensiometers. Die Evaporationsmethode hat sich daher für diese Böden als nicht anwendbar erwiesen. Die pH-Werte liegen im Profil 48 mit 5,0 bis 5,6 niedriger als die pH-Werte im Profil 49 (5,5 bis 6,9).

4.3 Sonstige Muddevorkommen

Profil mit Organomudde bei Dorotheenhof

Das Profilpaar bei Dorotheenhof (Karte A.1) wurde zu den "Sonstigen Muddevorkommen" gestellt, da die ursprünglich oberflächennah anstehende Organomudde durch Mineralisierung bereits so stark abgebaut ist, dass sie nicht mehr als Organomudde angesprochen werden konnte. Auch die in Moormächtigkeiten-Karten aus den 1960er Jahren ausgewiesene Mächtigkeit der Detritusmudde-Unterlagerung ist so gering, dass sie nicht zur Einordnung als eigenständiges Untergrundmaterial führt.

Profil 44 liegt 6,2 dm tiefer und rund 73 m von Profil 45 entfernt. Diese große Entfernung musste in Kauf genommen werden, da die Fläche keinen näheren Niedermoorstandort mehr aufwies.

Profil <i>profile</i>	Substrat <i>substrate</i>	Tiefe <i>depth</i> dm	OBS <i>om</i> M. %	pH <i>pH</i> -	CaCO ₃ <i>CaCO₃</i> M. %	KAK _{pot} <i>cec_{pot}</i> cmol _c ·l ⁻¹	C/N-Verhältnis <i>C:N ratio</i> -	ρ _t <i>ρ_t</i> g·cm ⁻³	W ₁ <i>W₁</i> -
44	nHm	1,0-1,5	42,8	6,7	1,8	-	12,1	-	0,85
	nHa	2,0-2,5	42,1	6,7	1,6	101,90	12,2	0,58	0,87
	Fhh	4,0-4,5	30,2	7,3	-	114,9	14,9	0,40	0,91
	Fm	5,0-5,5	14,4	7,4	-	49,1	16,7	-	0,46
	S	6,0-6,5	1,4	8,3	-	13,6	-	-	-
45	nH/Fhh	2,0-2,5	35,7	7,1	9,1	112,6	13,4	0,60	0,77
	r-Fhh	3,0-3,5	5,9	7,5	24,9	23,8	52,0	0,90	0,41
	r-Fhh	4,0-4,5	5,6	7,7	16,9	27,0	59,8	0,96	0,36
	S	5,2-6,0	0,4	8,8	0,6	8,2	-	-	-

Tab. 4.5: Kennwerte des Standortes Dorotheenhof (Mittelwerte; OBS: Gehalt an Organischer Bodensubstanz; KAK_{pot}: Potentielle Kationenaustauschkapazität; ρ_t: Trockenrohdichte; W₁: Einheitswasserzahl; nH: Torf, nHm: vermullter Torf; nHa: aggregierter Torf; Fhh: Organomudde; Fm: Silikatmudde; S: Sand; r-Fhh: mineralisierte Organomudde)

Tab. 4.5: *Properties of the site Dorotheenhof (median; om: organic matter content; cec_{pot}: potential cation exchange capacity; ρ_t: dry bulk density; W₁: standard water index; nH: peat, nHm: murshed peat; nHa: aggregatet peat; Fhh: organic gyttja; Fm: mineral gyttja; S: sand; r-Fhh: mineralized organic gyttja)*

Auf einen 2,1 dm mächtigen vermullten Torf folgte bis in die Tiefe von 3,1 bis 3,8 dm Torf in Absonderungsgefüge. Beide Horizonte waren schwach karbonathaltig. In welligem Übergang schloss sich die ehemalige Detritusmudde an, die nur noch eine Mächtigkeit von max. 1,4 dm aufwies. Eine Silikatmudde mit deutlich geringerem Gehalt an Organischer Bodensubstanz folgte vor dem mittelsandigen Feinsand ab 7,7 dm Tiefe, der bis 6,0/6,5 dm Tiefe als rGor, darunter als Gr angesprochen wurde. Im Sand und in den Mudden konnte kein Karbonat mehr nachgewiesen werden. Der Grundwasserflurabstand lag bei 10 dm, Durchwurzelung wurde bis an die Grenzen der Torfhorizonte festgestellt.

Das Folgeboden-Profil 45 wies in den obersten 2,3 bis 2,6 dm einen Verzahnungshorizont aus Torfresten und Mudderesten mit geringen Sandanteilen auf. Die sich anschließende stark versandete ehemalige Detritusmudde weist hier bei einer Mächtigkeit von max. 2,0 dm nur noch einen Gehalt an Organischer Bodensubstanz von 5,9 M. % auf, hat also fast die Untergrenze zur Einordnung als eine Mudde erreicht. Es schließt sich bis zur Tiefe von 5,2/6,7 dm ein weiterer heterogener Mischhorizont aus ehemaliger Detritusmudde, Silikatmudde und Sand an, dessen Bestandteile deutlich voneinander zu unterscheiden waren. Er wies vereinzelt Mollusken auf und war verdichtet. Ab der Tiefe von 5,2/6,7 dm steht mittelsandiger Feinsand mit Oxidationsmerkmalen (rGor) und humos aufgefüllten Wurmgängen an. In der Tiefe von 9,5 dm schließt sich ein Gr-Horizont an. Im gesamten Profil konnte Kalk nachgewiesen werden. Anhand der Horizontmerkmale kann dieser Folgeboden als Niedermoorgley angesprochen und somit den mineralischen Folgeböden zugeordnet werden.

Die Bodenkennwerte zeigen einen sehr hohen Kalkgehalt sowie außergewöhnlich hohe CN-Verhältnisse in den Muddehorizonten des Profils 45 auf. Da auch bei den untersuchten Kalkmudden sehr hohe CN-Verhältnisse gefunden wurden, wird vermutet, dass sich dieser Horizont aus einer Kalk-Detritusmudde entwickelt hat. Das Niedermoormaprofil kann damit nur bedingt als Vergleichsprofil herangezogen werden. Die organischen Horizonte zeigen erwartungsgemäß



Abb. 4.5: Holzmuddeprofil 28, Stülpe II

Abb. 4.5: Fen soil with wooden organic gyttja in profile 28, Stülpe II

höhere potentielle Kationenaustauschkapazitäten, höhere Einheitswasserzahlen und niedrigere Trockenrohdichten auf.

Profil mit Holzmudde bei Schönefeld

Mit Profil 27 wurde bei Schönefeld im Baruther Urstromtal ein Profil mit einer 0,5-0,7 dm mächtigen Holzmudde aufgenommen (s. Abb. 4.5). Sie schließt sich an einen vermulmten, bis in 2,5 dm Tiefe reichenden Niedermoortorf in Polyedergefüge mit Mudde- und Holzeinlagerungen an. Die Mudde besteht fast ausschließlich aus horizontal geschichteten Holzresten, deren kleinste Zwischenräume mit Organomudde aufgefüllt sind. Eine Probenentnahme war nicht fehlerfrei möglich, so dass keine Aussagen über die Bodenkennwerte getroffen werden können. Es muss aber davon ausgegangen werden, dass diese Holzmudde als Kapillarsperre fungiert.

Die bodensystematische Einordnung dieses Bodens ist mit Problemen verbunden. Die organischen Horizonte Torf und Mudde ergeben zusammen 3,0 dm. Da der Torf alleine aber nur 2,5 dm Mächtigkeit aufweist, muss der Boden dem mineralischen Folgeboden Niedermoorgley zugeordnet werden.

Kleinräumige Muddevorkommen

Als kleinräumige Muddevorkommen werden Mudden zusammengefasst, die nicht in einem durchgängigen Horizont aufzufinden sind. Meist befinden sie sich in Form von Linsen und Keilen aber auch als mehrere Zentimeter mächtige Bänder am Übergang zum Sand direkt unterhalb des Torfhorizontes (s. Abb. 3.4c-e). Bei ausreichender Größe der Muddeinlagerung

Profil <i>profile</i>	Tiefe <i>depth</i> dm	OBS <i>om</i> (M.%)	pH <i>pH</i> -	W ₁ <i>W₁</i> -	KAK _{pot} <i>cec_{pot}</i> cmol _c ·l ⁻¹
5	4,0-4,5	56,0	6,4	1,79	116,0
12	3,3-4,5	38,2	6,3	1,40	108,6
13	3,5-4,0	36,0	6,1	1,39	-
14	3,5-4,0	40,5	6,0	2,67	108,6
15	2,5-3,0	25,0	6,0	-	-
15	4,0-4,5	34,4	6,1	1,36	101,8
16	3,0-3,5	26,5	6,5	-	39,3
17	3,6-4,2	32,3	5,6	0,75	35,2
18	3,4-4,1	31,0	6,0	1,34	31,2
19	2,0-4,0	30,1	6,5	-	34,3
34	2,8-4,1	32,7	6,4	1,09	126,2
35	4,6-5,1	17,6	-	0,74	51,2
50	2,0-2,5	18,5	5,1	0,77	82,9
59	4,5-4,8	32,7	6,6	-	104,0
59	4,6-4,8	34,5	6,8	1,09	103,4
59	4,2-4,5	34,4	6,6	1,22	105,9
62	4,0-4,5	10,2	7,8	0,44	56,9

Tab. 4.6: Kennwerte der kleinräumigen Muddevorkommen (Mittelwerte; OBS: Gehalt an Organischer Bodensubstanz; KAK_{pot}: Potentielle Kationenaustauschkapazität; ρ_t : Trockenrohdichte; W₁: Einheitswasserzahl)

Tab. 4.6: *Properties of the small gyttja deposits (median; om: organic matter content; cec_{pot}: potential cation exchange capacity; ρ_t : dry bulk density; W₁: standard water index)*

wurden Beutelp Proben entnommen und die Kennwerte Gehalt an Organischer Bodensubstanz, pH-Wert und Einheitswasserzahl entsprechend Tabelle 2.2 bestimmt. Für 15 Proben konnte zusätzlich die potentielle Kationenaustauschkapazität ermittelt werden.

Die potentiellen Kationenaustauschkapazitäten haben das erstaunlichste Ergebnis gezeigt. So liegen die Werte bei vergleichbaren Gehalten an Organischer Bodensubstanz bis um das 3fache auseinander. Dies spricht dafür, dass in den Mudden mit sehr hohen potentiellen Kationenaustauschkapazitäten auch Tonminerale in erheblichem Maße vorkommen. Für eine Analyse hat das Material aufgrund seiner geringen Menge allerdings nicht ausgereicht. Fünf Horizonte lagen mit Gehalten an Organischer Bodensubstanz unter 30 M.% organo-mineralisch vor.

4.4 Zusammenfassende Darstellung der Eigenschaften der organischen und organo-mineralischen Folgeböden

Auch bei den organischen und organo-mineralischen Folgeböden lassen sich trotz der sehr unterschiedlichen Substrate einige Zusammenhänge feststellen (s. Abb. 4.6). So zeigen Rangkorrelationsberechnungen eine hochsignifikante Abnahme von potentieller Kationenaustauschkapazität ($R^2=0,801^{**}$) und Einheitswasserzahl ($R^2=0,622^{**}$) mit abnehmenden Gehalten an Organischer Bodensubstanz. Noch enger negativ korreliert ist der hochsignifikante Zusammenhang von Einheitswasserzahl und Trockenrohdichte ($R^2=0,819^{**}$). Die Trockenrohdichte nimmt mit abnehmenden Gehalten an Organischer Bodensubstanz signifikant zu (s. Abb. 4.6),

allerdings ist der Zusammenhang weniger straff ($R^2=0,649^*$). Bei den C/N-Verhältnissen zeigt Abbildung 4.6, dass für die Torfe und Mineralmudden wie bei den mineralischen Folgeböden keine Änderung des C/N-Verhältnisses zu erwarten ist. Die Kalkmudden lassen eine Abnahme des C/N-Verhältnisses mit abnehmenden Gehalten an Organischer Bodensubstanz vermuten. Für einen gesicherten Nachweis müssten allerdings mehr Daten vorliegen.

4.5 Diskussion

Die gefundenen Gehalte an Organischer Bodensubstanz der Detritusmudden decken sich mit Angaben von CHMIELESKI (2006) in einzelnen Profilen. Für im Grundwasserbereich verbleibende, unveränderte Detritusmudde weist CHMIELESKI (*ebenda*) in anderen Profilen bereits in einer Tiefe von 3 bis 5 dm wesentlich höhere Gehalte an Organischer Bodensubstanz nach. Die hier untersuchten Detritusmuddeböden wiesen einen pedogenetisch unveränderten Muddehorizont erst nach dem Wechsel mit Braunmosstorf-Horizonten auf. Dass die von CHMIELESKI (2006) als Schrumpfungshorizont beschriebenen polyedrischen Horizonte nicht gefunden wurden, wird auf die Lage der Profile am Rand des Ziethener Seebruchs zurückgeführt. Dafür spricht auch, dass der gefundene Schrumpfungsspalt nur bis in 2 dm Tiefe reichte und die Muddeschichten im Vergleich zu den zentral gelegenen Profilen sehr viel weniger mächtiger waren. Die blaugrauen Punkte identifiziert CHMIELESKI (2006) als reduktiv entstandene Eisenverbindungen. Die rötliche Färbung der Mudden in Stendell wird auf Eisenoxidablagerungen zurückgeführt.

Bei vergleichbaren Gehalten an Organischer Bodensubstanz weisen die Detritusmudden geringere Trockenrohdichten auf als die Kalkmudden, was die Beobachtungen von UGGLA (1964b) bestätigt. Die Abnahme der Einheitswasserzahlen aller Mudden mit sinkenden Gehalten an Organischer Bodensubstanz bestätigt die Ergebnisse von SCHMIDT (1986) und CHMIELESKI (2006) und wird auch in diesem Fall auf das höhere Wasserbindungsvermögen der organischen gegenüber der mineralischen Substanz zurückgeführt. Die von SCHMIDT (1986) erläuterten Unterschiede in den Einheitswasserzahlen der Leber- und Kalkmudden können ebenfalls bestätigt werden. Die höhere Streuung der Einheitswasserzahlen der Detritusmudden gegenüber den Kalkmudden findet sich auch bei den Untersuchungen von CHMIELESKI (2006). Die Kalkmudden weisen teilweise mit Werten über 30 sehr hohe CN-Verhältnisse auf. UGGLA (1964b) berichtet von C/N-Verhältnissen in Gytjtjen bis zu 25,7. Ein mikrobiologischer Abbau ist nach SCHROEDER (1992) bei diesen CN-Verhältnissen nur noch sehr eingeschränkt möglich. Die von PAULMANN & MARQUART (1998, *unveröff.*) gefundenen deutlich niedrigeren C/N-Verhältnisse im Einzelprofil Moorhof entsprechen den eigenen Werten.

Die Trockenrohdichten der Mudden decken sich mit den Ergebnissen von CHMIELESKI (2006). Die Korrelation von Trockenrohddichte und Gehalt an Organischer Bodensubstanz fällt weniger eng aus, was auf die Unterschiede in den Substraten zurückgeführt werden kann. Bei den potentiellen Kationenaustauschkapazitäten fällt auf, dass die Werte der Kalkmudden unter den Werten der Organo-Kalkmudden liegen. Diese sind vergleichbar mit den Werten der Torfe. Die Kalkmudden weisen bei vergleichbar geringen Gehalten an Organischer Bodensubstanz relativ hohe potentielle Kationenaustauschkapazitäten auf, was sich mit den Ergebnissen von CHMIELESKI (2006) deckt. Alle untersuchten Proben wiesen einen Anteil der Calcium-Ionen an der potentiellen Kationenaustauschkapazität von über 90 % auf.

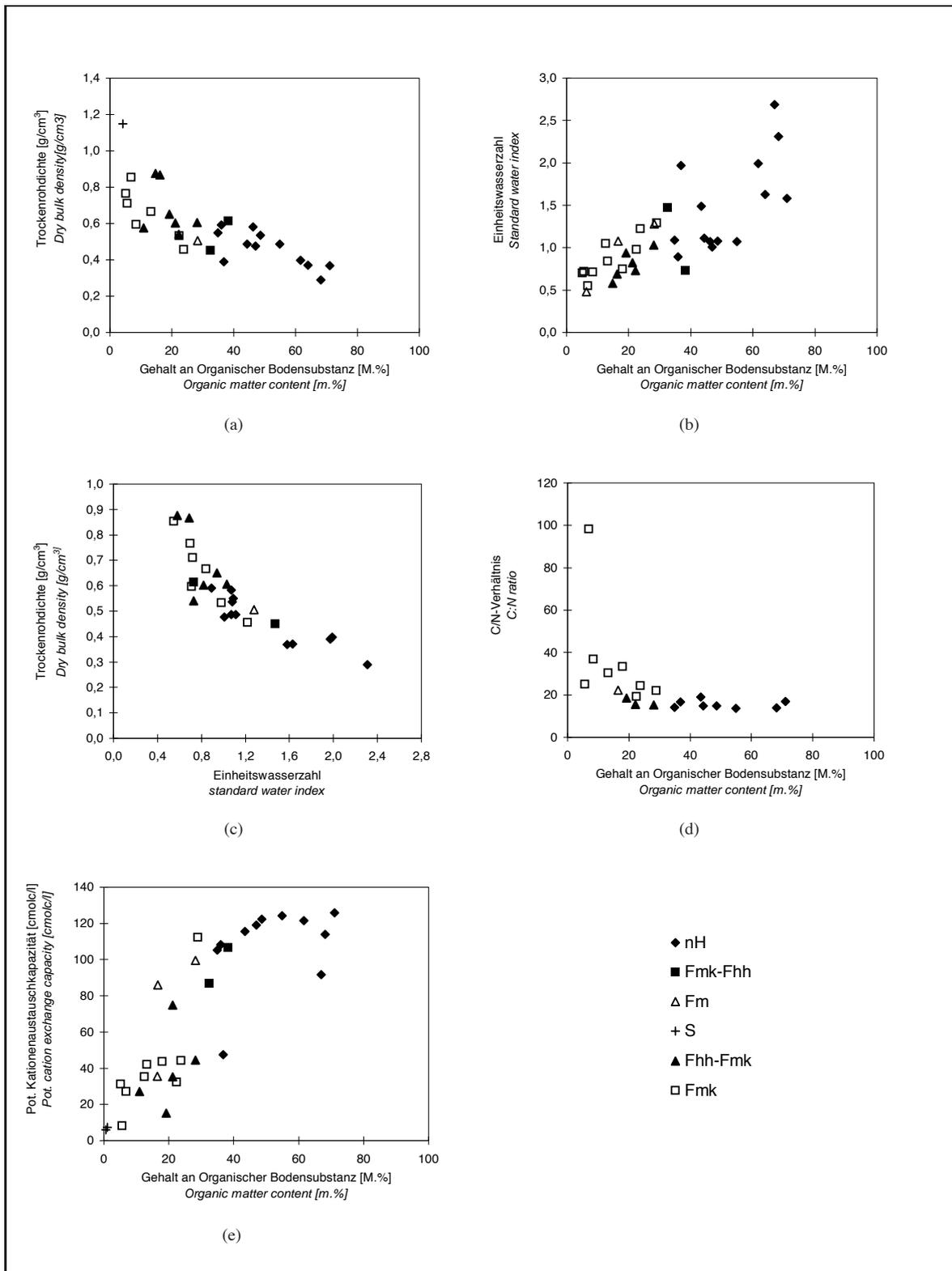


Abb. 4.6: Trockenrohdichten, KAK_{pot} , C/N-Verhältnisse der organischen und organo-mineralischen Folgeböden in Abhängigkeit vom Gehalt Organischer Bodensubstanz (nH: Torf; Fmk-Fhh: Kalk-Organomudde; Fm: Mineralmudde; S: mineralischer Unterboden; Fhh-Fmk: Organo-Kalkmudde; Fmk: Kalkmudde)

Abb. 4.6: Dry bulk densities, cec_{pot} and C:N ratio of the organic and organo-mineral post-fen soils related to the organic matter content (nH: peat; Fmk-Fhh: calcareous organic gyttja; Fm: mineral gyttja; S: mineral subsoil; Fhh-Fmk: organic calcareous gyttja; Fmk: calcareous gyttja)

Die Gesamtporenvolumina der Kalkmudden bestätigen die Ergebnisse von BERGLUND (1996), CHMIELESKI (2006) und von UGGLA (1964b) aus Grom und Unieszewo. Sie liegen unter den Gesamtporenvolumina von wenig entwässerten Kalkmudden aus Gazwa (UGGLA, 1968). Damit liegen die Gesamtporenvolumina der Kalkmudden niedriger als in Torfen und höher als in Mineralböden (KUNTZE, 1983). Die Luftkapazitäten können nach KA4 als mittel bis hoch eingeschätzt werden und bestätigen die Ergebnisse von BERGLUND (1996) und UGGLA (1968), während sie etwas höher liegen als in den Untersuchungen von PAULMANN & MARQUART (1998, *unveröff.*) und CHMIELESKI (2006). Die nutzbare Feldkapazität der Mudden liegt mit 30 bis 40 Vol.% in vergleichbarer Höhe wie die der entwässerten Torfe und noch deutlich über denen mineralischer Böden. CHMIELESKI (2006) fand für Kalkmudden ähnlich hohe nutzbare Feldkapazitäten.

Besonders interessant sind die Beobachtungen zur Gefügeentwicklung der Muddeböden. Alle oberflächlich anstehenden Kalkmudden wiesen ein krümeliges Gefüge auf, während die tiefer gelegenen Bereiche zum Teil Schrumpfrisse oder aggregierte Horizonte zeigten. Darin ähneln sie vom Profilaufbau den Bodenentwicklungstypen der Niedermoore sehr und bestätigen die umfangreichen Beschreibungen der polnischen Moorforscher, die seit UGGLA (1964a) die Mudde-Murschböden und Moor-Murschböden zusammenfassen. Dort wird auch die Gefügeentwicklung der Detritusmudden mit den gleichen Begriffen bezeichnet, wenngleich sich die ausbildende feinblättrige und plattige Struktur sehr von den Strukturen der Kalkmudden unterscheidet. Der Evaporationsversuch hat deutlich gezeigt, dass sich die Platten schon bei kurzer Trockendauer so weit von einander lösen, dass Kapillarsperren ausgebildet werden. Die Detritusmuddeböden würden nach UGGLA (1967) dem Murschtyp MII entsprechen. Der humos aufgefüllte Keil bestätigt Beschreibungen von UGGLA (1967) und lässt eine flächenhafte polygonale Bodenstruktur vermuten wie sie von CHMIELESKI (2002) festgestellt wurde. Die Mineraleinlagerungen in der Feindetritusmudde werden auf Erosion von den umgebenden, stark geneigten Mineralbodenflächen zurückgeführt. Ähnliches beobachtete auch UGGLA (1964b). Für diese mit Mineralteilchen durchsetzten Mudden belegt er eine geringere Porosität. UGGLA (1964b) zeigt Wasserkapazitäten von Detritusgyttjen von bis zu 95 Vol.% auf und bewertet die Luftverhältnisse als negativ.

Die unterschiedlich starke Durchmischung von Kalkmudde und Torf bei gleichzeitiger Mineralisierung des Torfes haben zur Ausbildung von Oberbodensubstraten geführt, die nicht mehr eindeutig den Kalkmudden oder Torfen bzw. Organomudden zugewiesen werden können. Eine genaue Kennzeichnung dieser Mischsubstrate muss erfolgen. Die untersuchten Horizonte reichen in ihrer Anzahl nicht für die Ableitung genauer Charakterisierungen aus. Dennoch hat sich die Bezeichnung als Kalk-Organomudde bzw. Organo-Kalkmudde in Abhängigkeit ihrer Gehalte an Organischer Bodensubstanz und Karbonaten bewährt.

Für die kleinräumigen Muddevorkommen wird bei im Unterboden anstehendem Sand keine vom Torf unterschiedliche Entwicklung erwartet. Es hat sich durchgehend um organische Mudden gehandelt, die zwar bei sehr starker Austrocknung extrem verhärteten, deren Eigenschaften bei Vermischung mit Torf und Sand jedoch nicht von Bedeutung sein werden. Einige kleinräumige Muddevorkommen weisen vermutlich hohe Tonanteile auf, die - sollte gleichzeitig eine

hohe biotische Aktivität gesichert sein - eventuell einen positiven Einfluss auf die Stabilisierung der Organischen Bodensubstanz in den mineralischen Folgeböden haben könnten. Nur wo die Organomudde flächig vorliegt, kann sie auch als Kapillarsperre fungieren. Das Profil mit der Holzmuddeschicht bei Schönefeld wies sogar eine mehrere Zentimeter mächtige Holzschicht in den obersten 3 dm des Bodens auf. Wenn die anhaltende – wenn auch durch die extensive Nutzung relativ gedrosselte – Mineralisierung den restlichen Torfkörper aufgezehrt hat, ist offen, wie sich die Eigenschaften dieses Bodens entwickeln. Die Aufnahmen bei Dorotheenhof haben dagegen gezeigt, dass bei fortschreitender Mineralisierung einer flachen Muddeschicht unter dem Torf, die zudem durch Pflugtätigkeit mit dem ehemaligen Torf vermischt und somit durchlässiger wurde, die Eigenschaften dieser Folge-Oberböden sich nicht erheblich von den mineralischen unterscheiden. Kommt es zur gleichmäßigen Vermischung von Torf mit Kalkmudde, muss mit einer deutlich schnelleren Mineralisierung der Organischen Bodensubstanz gerechnet werden (SUCCOW & JOOSTEN, 2001).

5 Leistungsfähigkeit der Folgeböden

5.1 Mineralische Folgeböden

Neben der Entwicklung der Bodeneigenschaften von Niedermoor-Folgeböden ist die Frage nach Nutzungsmöglichkeiten von Interesse. Dabei stehen die mineralischen Folgeböden im Vordergrund, da ihr Flächenanteil deutlich höher liegt als der der organo-mineralischen und organischen Folgeböden. Zudem sind für sie Eigenschaften nachgewiesen worden, die denen der Gleye, die als landwirtschaftliche Böden bereits gut bekannt sind, ähnlich sind. Um zu einer Einschätzung von Muddeböden zu kommen, wird auf vorhandene Literatur zurückgegriffen. Die eigenen Ertragsuntersuchungen auf mineralischen Folgeböden werden ergänzt durch die folgenden Kartenauswertungen zu Flächenformen und Bodenwerten.

5.1.1 Flächenformen

In Kapitel 3.6 wurde diskutiert, dass mit der Entstehung der mineralischen Folgeböden vor allem in Versumpfungsmooren auch eine weitere Erhöhung der Standortheterogenität zu erwarten ist. Eine für heterogene Flächen typische Ausbildung von kleinen Flächen und/oder schmalen Formen würde die Nutzbarkeit der mineralischen Folgeböden einschränken. Die Isoliniendarstellungen der Moormächtigkeiten¹ des Oberen Rhinluches bilden eine gute Grundlage, um beispielhaft die zu erwartende Flächenheterogenität zu prüfen, wengleich folgende Einschränkungen gemacht werden müssen:

- In der ehemaligen DDR wurden Böden mit einer Torfauflage von 2 dm bereits als Moor definiert. Im Bereich der 2-4 dm mächtigen Moore wurden also auch Böden erfasst, die nach heutiger Definition Moorgleye darstellen.
- In der Gesamtmächtigkeit sind neben der Torfmächtigkeit auch Muddevorkommen, die größtenteils zwischen Torf und mineralischem Untergrund lagern, sowie mineralische Überlagerungen erfasst.
- In den sehr flachgründigen Bereichen kommen laut Standortgutachten zusätzlich Mineralbodeninseln vor, die wegen ihrer "Kleinstflächigkeit"² nicht ausgegrenzt werden konnten.

Insgesamt weist das erfasste Gebiet eine Moorfläche von 10 133 ha und einen Umfang von 310 km auf. Die größte Nord-Süd-Ausdehnung beträgt 17,5 km, die größte Ost-West-Ausdehnung 18,3 km. In Abbildung 5.1 sind vier Moormächtigkeits-Kategorien dargestellt worden:

¹s. Kap. 2.3.1

²INSTITUT FÜR GRÜNLAND- UND MOORFORSCHUNG PAULINENAUE – ARBEITSGRUPPE MOORBODENKARTIERUNG (1969)

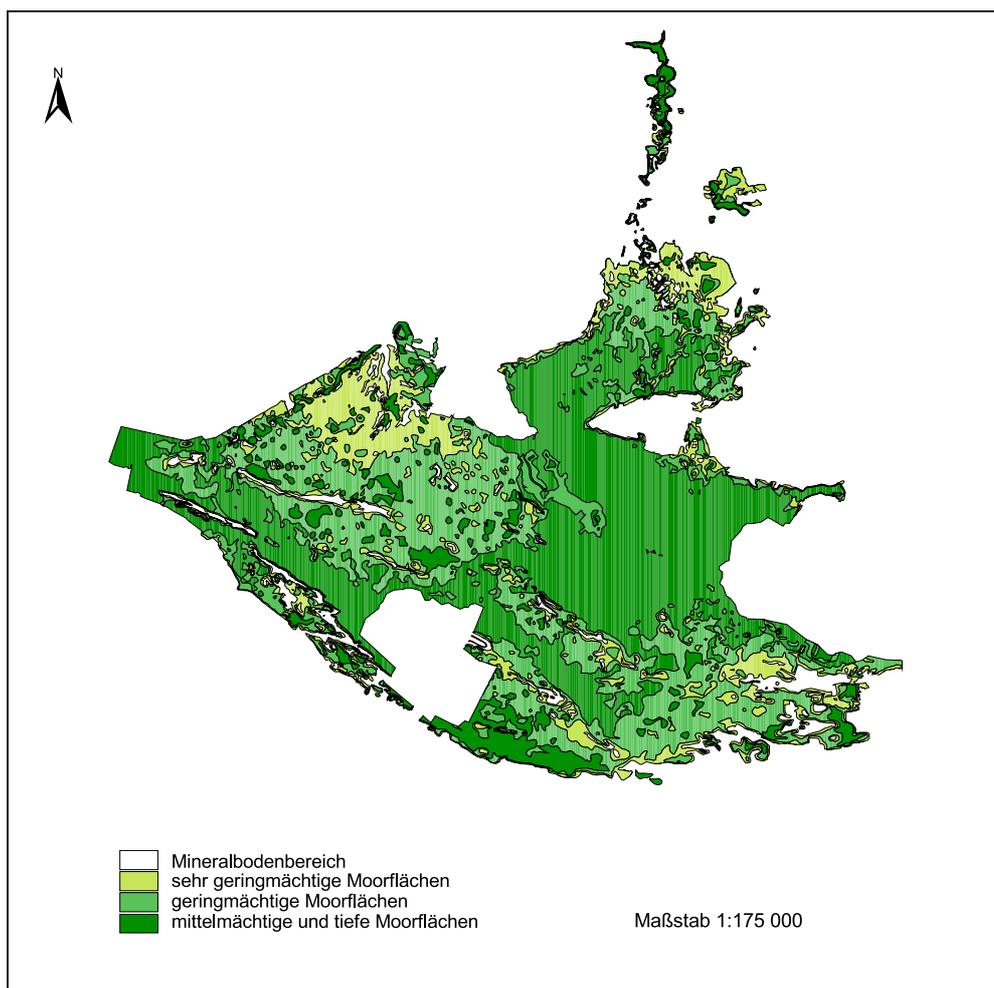


Abb. 5.1: Moormächtigkeiten des Oberen Rhinluches

Abb. 5.1: Peat thicknesses of Upper Rhinluch

- *Mineralbodenbereich:* torffrei bzw. Moormächtigkeit < 2 dm,
- *sehr geringmächtige Moorflächen:* 2 - 4 dm Moormächtigkeit,
- *geringmächtige Moorflächen:* 4 - 8 dm Moormächtigkeit,
- *mittelmächtige und tiefe Moorflächen:* > 8 dm Moormächtigkeit.

Bei Betrachtung der sehr geringmächtigen Moorflächen wird deutlich, dass ihre Anzahl erheblich höher als die der geringmächtigen Moorflächen liegt. Sie nehmen aber mit 45,5 % weniger als halb so viel Fläche ein (s. Tab. 5.1). Nur drei Einzelflächen erreichen eine Fläche von über 100 ha, und stellen damit schon 56,9 % der sehr geringmächtigen Moorflächen (s. Tab. 5.2). Sie wurden in Karte 5.2a mit 1 (460 ha), 2 (267 ha) und 3 (223 ha) gekennzeichnet. Neun Einzelflächen weisen eine Fläche zwischen 20 und 100 ha auf und nehmen damit 20,8 % der sehr geringmächtigen Moorflächen ein. 15 Einzelflächen sind 5 bis 20 ha groß (8,4 %). Die weitaus größte Anzahl von Einzelflächen (206) weist eine Fläche von unter 20 ha auf und nimmt dabei einen Flächenanteil von 22,3 % ein.

Moormächtigkeit (dm)	Anzahl der Flächen <i>number of areas</i> -	Summe der Flächen <i>sum of the areas</i> (ha)	Anteil an der Moorfläche <i>share in fen area</i> (%)
> 8	963	4808,91	47,5
4-8	130	3.655,06	36,3
2-4	218	1.669,4	16,5

Tab. 5.1: Flächenangaben zu den Moormächtigkeitsbereichen im Oberen Rhinluch

Tab. 5.1: Areas of different peat thicknesses of Upper Rhinluch

Bei den geringmächtigen Moorflächen kommen ebenfalls drei Einzelflächen vor, die über 100 ha groß sind. Diese nehmen bereits über 81% der geringmächtigen Moorfläche ein. Die Fläche, die von 5 der 20 bis 100 ha großen Einzelflächen eingenommen wird, ist etwa gleich groß wie die der sehr geringmächtigen Moorflächen. Der Anteil der Einzelflächen unter 5 ha ist deutlich geringer (s. Abb. 5.3a).

Für eine Auswertung der Flächenformen ist ein einfacher Formindex (DAVIS, 1986) berechnet worden, der sich auf den Umfang und den Flächeninhalt eines Objektes bezieht:

$$\text{Thinness Ratio (TR)} = 4 \cdot \pi \cdot A^2 / U^2$$

Ein kreisförmiges Objekt erhält dabei den Wert 1. In Abbildung 5.2b zeigt sich, dass für die drei größten zusammenhängenden Flächen niedrige TR-Werte berechnet wurden. Bei Betrachtung dieser drei Flächen wird klar, dass sich bei den Flächen 2 und 3 die Flächengröße vor allem aus schmalen, am Moorrand entlang gezogenen Formen ergibt. Nur Fläche 1 kann als große zusammenhängende Fläche bezeichnet werden, die ihrerseits allerdings von sowohl tieferen Moorbereichen als auch von Mineralbodeninseln durchzogen ist. Dadurch erhöht sich der Umfang, der TR-Wert sinkt. Werden die schmalen am Moorrand entlang gezogenen Anteile von den Flächen 2 und 3 getrennt, erhöht sich der TR-Wert. Nur 94 Einzelflächen weisen einen TR-Wert über 0,5 auf. Auch wenn die Mittelwerte der TR-Werte in den Größenkategorien anstiegen, konnte kein gesicherter Zusammenhang zwischen Flächengröße und TR-Wert festgestellt werden.

Die TR-Werte der geringmächtigen Moorflächen zeigen ein ähnliches Bild (s. Abb. 5.3). 62 TR-Werte liegen über 0,5. Die TR-Werte der drei größten Flächen liegen unter 0,001. Auch sie sind von Einzelflächen tiefer und flacherer Moormächtigkeit durchzogen.

Insgesamt lassen sich die folgenden drei Hauptflächenformen ableiten, die auch in Kombination miteinander vorkommen können:

- *schmale Grenzflächen* entlang der Mineralbodenbereiche, die sehr unterschiedliche Flächengrößen annehmen können,
- *kleinräumige Inseln* innerhalb tiefermächtiger Moormächtigkeitsflächen oder des Mineralbodenbereiches,
- *große zusammenhängende Flächen*, die ihrerseits von Mineralbodenbereichen und tiefgründigen Moorflächen inselhaft durchsetzt sind.

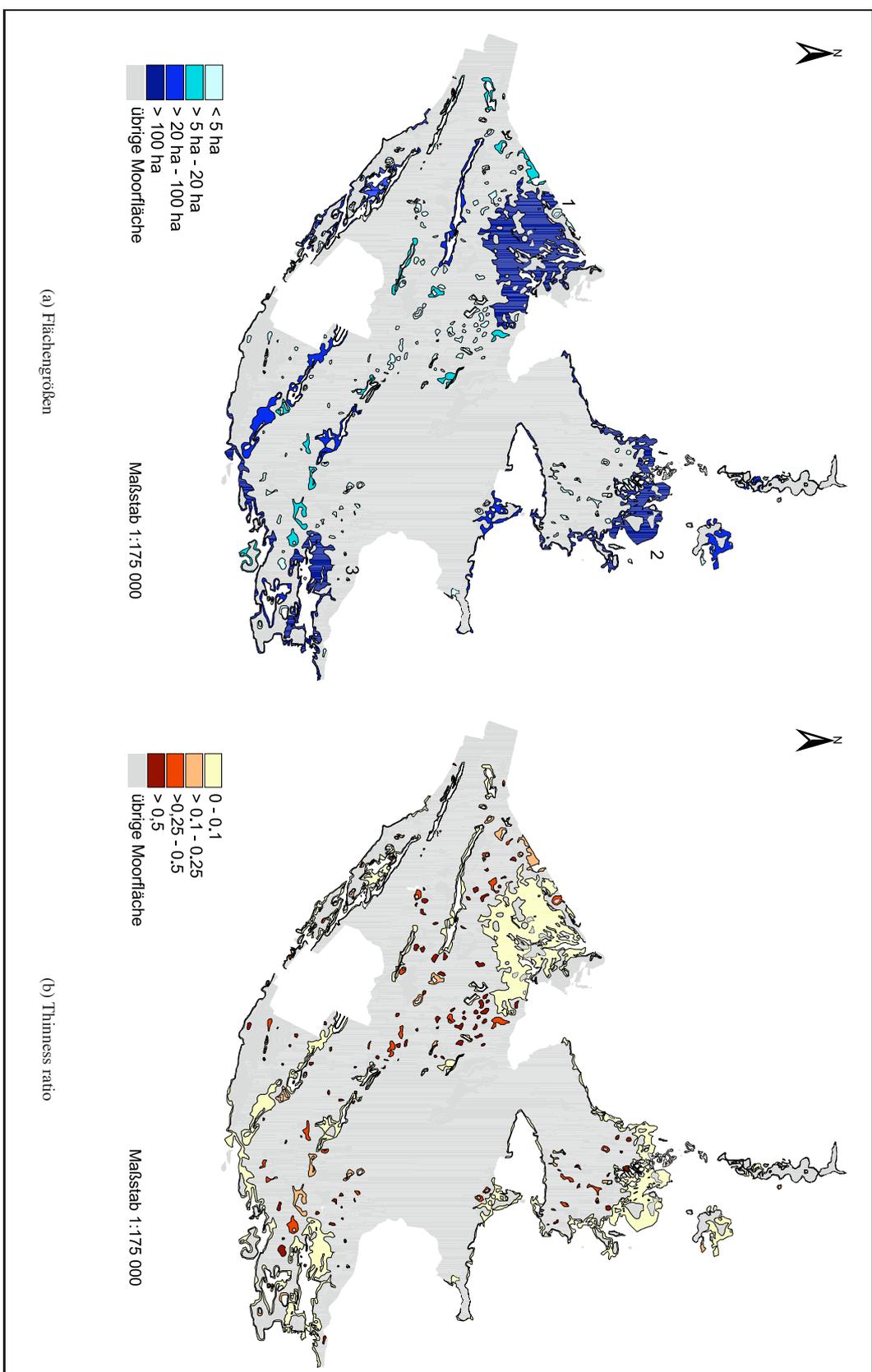


Abb. 5.2: Flächengrößen (a) und Thinness ratio (b) der sehr geringmächtigen Moorflächen (2-4 dm)
 Abb. 5.2: Area (a) and thinness ratio (b) of the very shallow fen sites (2-4 dm)

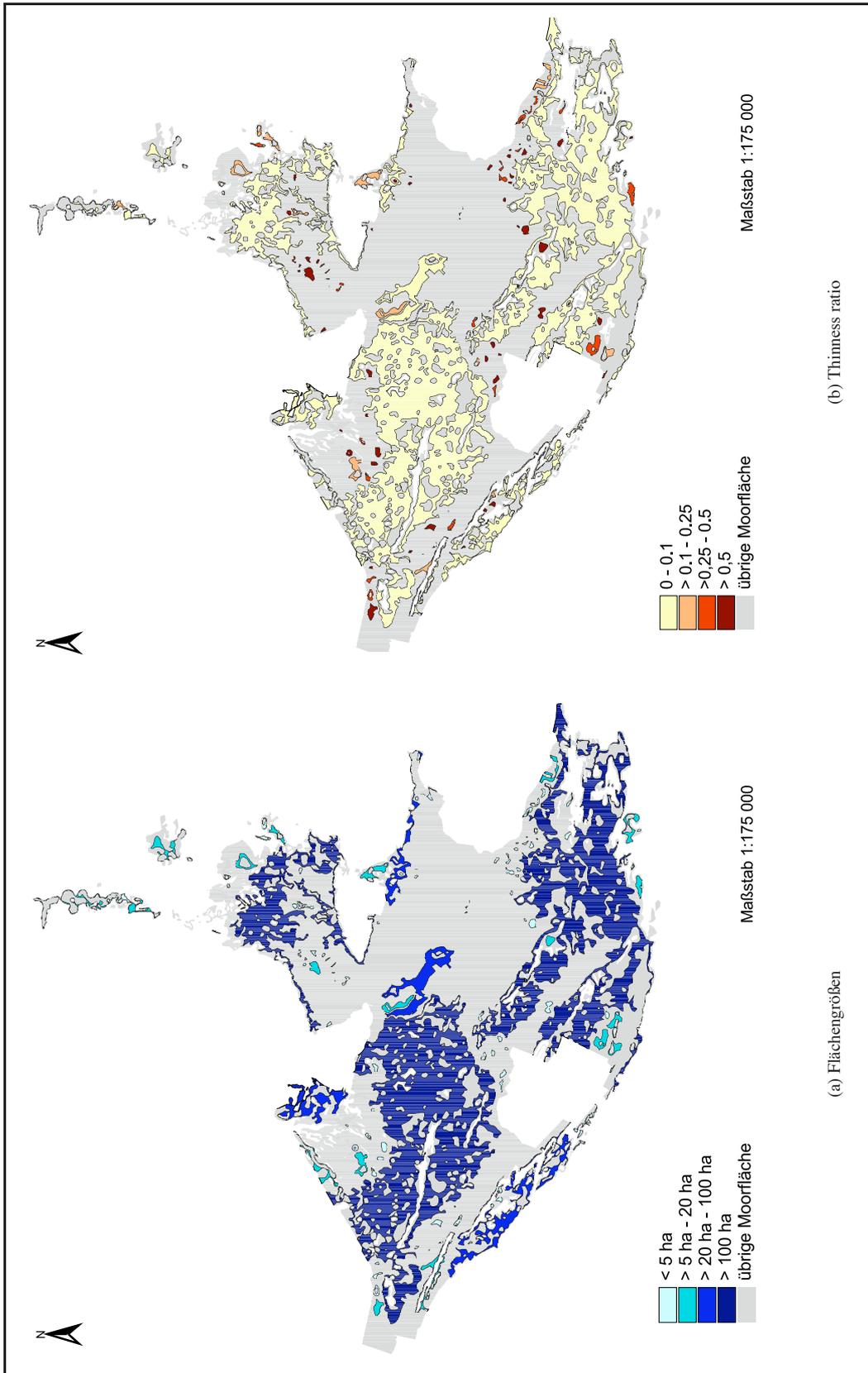


Abb. 5.3: Flächengrößen (a) und Thinness ratio (b) der geringmächtigen Moorflächen (4-8 dm)

Abb. 5.3: Area (a) and thinness ratio (b) of the shallow fen sites (4-8 dm)

	Anzahl der Flächen <i>number of areas</i> -	Summe der Flächen <i>sum of the areas</i> (ha)	Anteil an gesamter 2-4 dm-Fläche <i>share in area (2-4 dm)</i> (%)
2-4 dm			
> 100 ha	3	950,0	56,9*
20-100 ha	9	346,8	20,8*
5-20 ha	15	139,6	8,4*
< 5 ha	206	233,1	14,0*
	Anzahl der Flächen <i>number of areas</i> -	Summe der Flächen <i>sum of the areas</i> (ha)	Anteil an gesamter 4-8 dm-Fläche <i>share in area (4-8 dm)</i> (%)
4-8 dm			
> 100 ha	3	2973,6	81,4*
20-100 ha	5	348,7	9,5*
5-20 ha	20	205,8	5,6*
< 5 ha	123	126,9	3,5*

Tab. 5.2: Flächenangaben zu den sehr geringmächtigen Moorflächen im Oberen Rhinluch

Tab. 5.2: Areas of very shallow fens in Upper Rhinluch

Insgesamt ergibt sich eine hohe Standortheterogenität, die sich vermutlich bei Berücksichtigung der Substrattypen noch erhöhen wird. Diese muss bei der Ausweisung von Flächennutzungstypen für die Folgeböden (s. Kap. 6.2) berücksichtigt werden. Es zeigt sich, dass in Versumpfungsmooren nicht mit der Entstehung von großen homogenen mineralischen Folgebodenflächen zu rechnen ist.

5.1.2 Bodenwerte

Grundzüge der Bodenschätzung

Mit der Erlassung des Bodenschätzungsgesetzes 1934 wurde neben einer gerechten Besteuerung des landwirtschaftlichen Grundbesitzes auch das Ziel verfolgt, zu einer allgemeinen Bestandsaufnahme der Böden zu gelangen. Aufgrund ihrer unterschiedlichen ertragsbestimmenden Faktoren wurden für Acker- und Grünland unterschiedliche Schätzungsrahmen entwickelt. Bei der Bestandsaufnahme des Ackerlandes ergibt sich aus der Beschreibung von Bodenarten (Sand, anlehmiger Sand, stark lehmiger Sand, sandiger Lehm, (milder) Lehm, schwerer Lehm, Ton und Moor), Zustandsstufe (als Stufen 1, 3, 5 und 7 der Bodenentwicklung mit den jeweiligen Zwischenstufen 2, 4 und 6) und Entstehungsart (Diluvial-, Löß-, Aluvial- und Verwitterungsböden). Bei der Bestandsaufnahme des Grünlandes kommen neben fünf Bodenartengruppen (S, IS, L, T, Mo) drei Zustandsstufen (I, II, III³) fünf Wasserstufen (1 bis 5³), sowie drei Klimastufen (a, b, c³) zum Tragen. Bei Übergängen zwischen Mineral- und Moorböden ohne vorherrschende Bodenart (Übergangsboden) oder bei Schichtwechsel (z.B. S/Mo, Mo/S) werden beide Bodenarten angegeben, wobei die obere Schicht vorangestellt wird. Für beide entfällt

³die Beschreibungen der Zustands-, Wasser- und Klimastufen nach ZIEGLER (1986) befinden sich im Anhang ab Seite 182

Exkurs: Nachschätzung in Biesenbrow

1997/98 wurde vom Finanzamt Angermünde überprüft, ob im Niederungsbereich der Welse und der Sernitz unterhalb der Gemeinde Biesenbrow eine Nachschätzung erfolgen soll. Auf den Flächen im Bereich der Flur 2 wurde großflächig eine Abprüfung der bestimmenden Grablöcher und eine flächenüberziehende Stichpunktbeprobung durchgeführt. Bei dieser Überprüfung konnten keine gravierenden Abweichungen festgestellt werden, eine Neubewertung der Grünlandflächen wurde als nicht gerechtfertigt angesehen.

Nach Auskunft der Bearbeiter hatte die landwirtschaftliche Nutzung erwartungsgemäß zu der bekannten Bodenentwicklung der Niedermoore geführt. Diese werden aber nicht durch die für die Bodenschätzung relevanten Kenngrößen erfasst. Aus der Tatsache, dass sich die Ergebnisse der Bodenschätzung nicht geändert haben, darf somit nicht gefolgert werden, dass sich die Böden nicht geändert haben.

dann die Angabe der Zustandsstufe. Die eigentlichen Wertzahlen als Ausdruck der Ertragsfähigkeit sind dimensionslose Verhältniszahlen, wobei die Zahl 100 für den damals ertragsfähigsten Ackerboden in der Magdeburger Börde als Höchstwert festgesetzt ist. Jeweils zwei Wertezahlen führen für das Ackerland (Bodenzahl und Ackerzahl) und das Grünland (Grünlandgrundzahl und Grünlandzahl) zur Feststellung der Ertragsfähigkeit. Der höchste für Grünland erreichbare Wert ist 88. Die Aufnahmen der Bodenschätzung erfolgten durch Bohrungen im Abstand von etwa 50 m x 50 m, sowie durch Aufgrabungen bis in 1 m Tiefe, deren Ergebnisse in Schätzungsurkarten und Feldbüchern festgehalten wurden. Für die Aufnahmen wurde ein allgemein verbindliches Verzeichnis von Abkürzungen benutzt. Ausgewählte Bodenflächen wurden als Musterstücke geschätzt um sicherzustellen, dass die Bodenschätzung überall vergleichbar und gleichmäßig erfolgen kann. Karten in unterschiedlichen Maßstäben (meistens 1:5000 bis 1:100000) wurden aus diesen Daten hergestellt. Werden die Ertragsbedingungen von Flächen erheblich verändert, hauptsächlich durch anthropogene Eingriffe, werden laut Bodenschätzungsgesetz Nachschätzungen erforderlich.

Nachschätzung im Bereich der Tarmow

In Brandenburg sind in mehreren Niedermoorgebieten Nachschätzungen durch die Oberfinanzdirektionen durchgeführt worden. Im Bereich der Tarmow im Rhinluch lagen Arbeitskarten der Nachschätzungen in Form von handschriftlichen Eintragungen in Flurinselnkarten vor. Die erschwerte Georeferenzierung anhand zu weniger eindeutiger Referenzpunkte ließ keine exakten Flächenberechnungen zu. Dennoch lassen sich aus einem Vergleich zwischen Alt- und Nachschätzung einige Aussagen zur Folgebodenentstehung ableiten. Abbildung 5.4a zeigt die Böden der Altschätzung. Dabei sind in den drei Kategorien folgende Flächen zusammengefasst:

- *Moore*: Mo5, MoIa3, MoIIa3, MoIIa4, MoIIIa3, MoIIIa4
- *Sandböden*: S4A1, S6A1, SIIIa3, SIIIa4
- *Moor über Sand*: Mo/S, Mo/Sa
- *Moor-Sand-Übergangsboden*: MoS

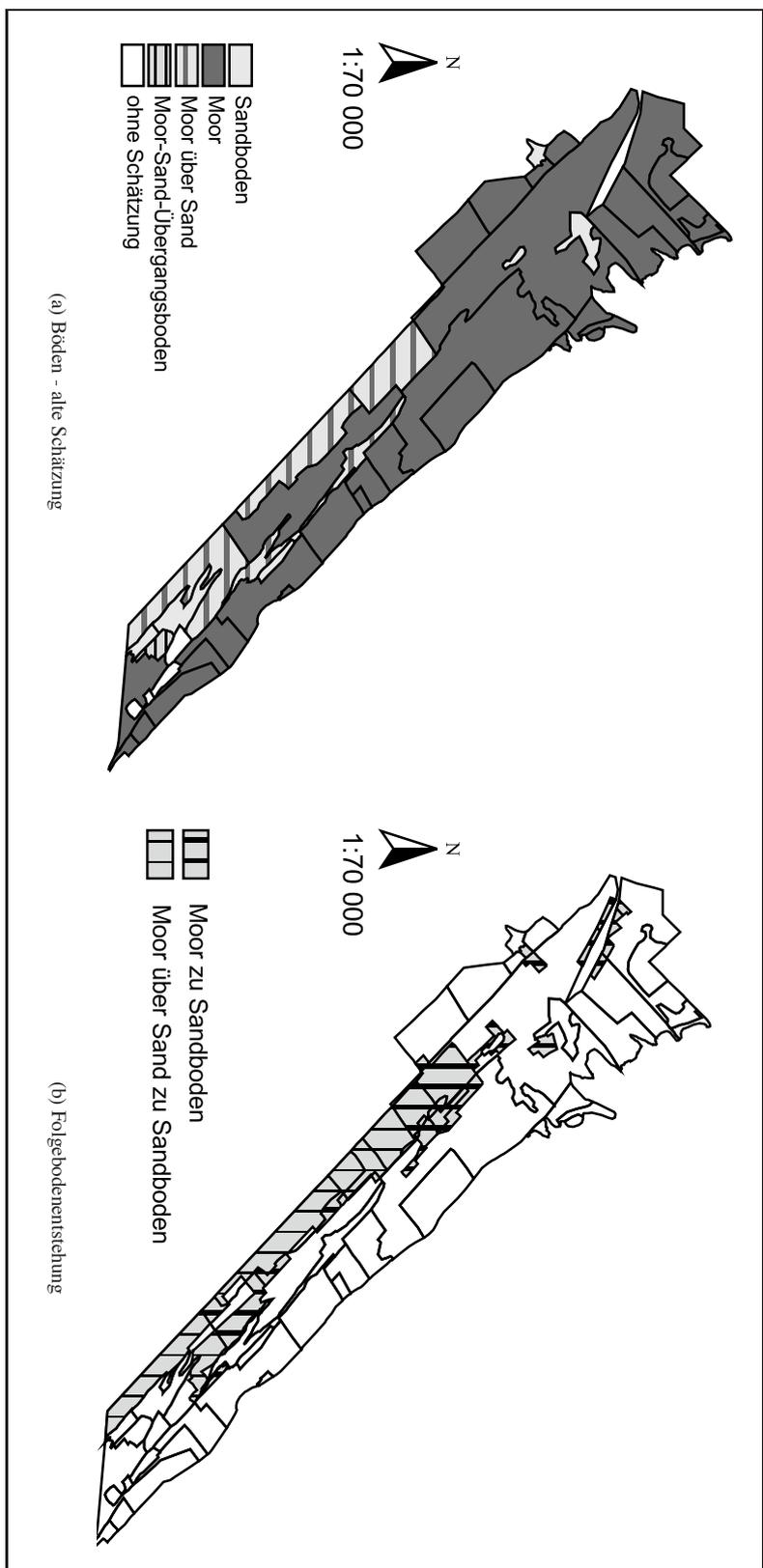


Abb. 5.4: Vergleich der alten und neuen Bodenschätzung für das Gebiet der Tarnow – Böden
Abb. 5.4: Comparison of soils in the soil estimation maps of the Tarnow area – soils: (a) soils in old assessment; (b) development of post-fen soils)

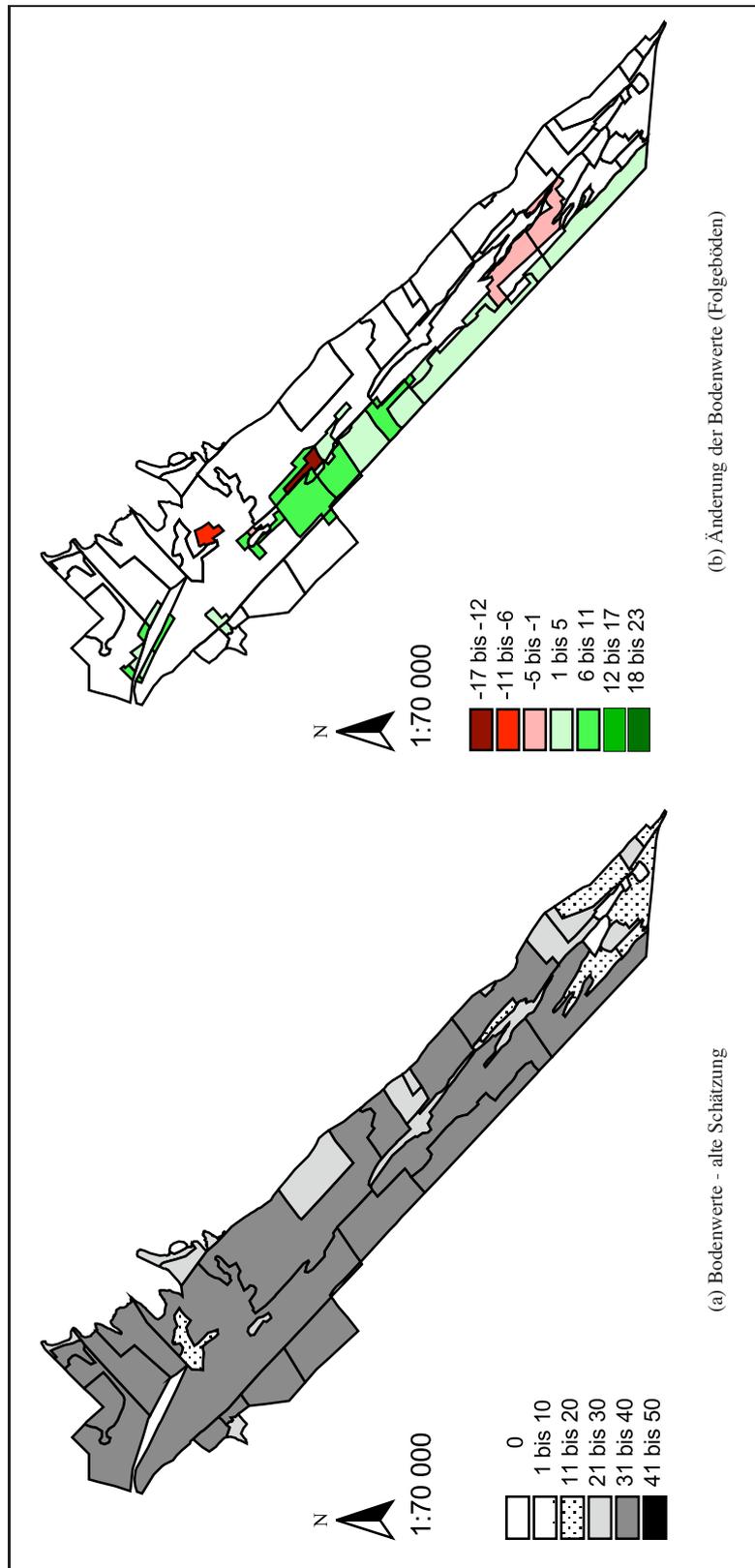


Abb. 5.5: Vergleich der alten und neuen Bodenschätzung für das Gebiet der Tarmow – Bodenwerte

Abb. 5.5: Comparison of values in the soil estimation maps of the Tarmow area – land values; (a) land values in old assessment; (b) development of land values of post-fen soils

Dabei kam lediglich ein Moor-Sand-Übergangsboden von 5 ha Größe vor. Die Verschneidung mit der Nachschätzung ergibt zunächst eine Gesamtfläche aller in beiden Schätzungen vorkommenden Flächen von etwa 855 ha. Die Entstehung von Niedermoor-Folgeböden lässt sich aus der Karte 5.4b ablesen. Auf etwa einem Fünftel der Gesamtfläche sind Moore und "Moor über Sand" in Sandböden übergegangen. Die 27 aus Mooren entstandenen Sandboden-Flächen nehmen dabei etwa den gleichen Flächenanteil ein wie die neun aus "Moor über Sand" entstandenen. Die Veränderung der Bodenwerte lässt sich aus Karte 5.5b ablesen. Insgesamt ist es auf über 80 % der neu entstandenen Sandböden zu einer Verbesserung des Bodenwertes gekommen. Dies betrifft insgesamt 30 Flächen, deren Bodenwert durchschnittlich um 3,2 gestiegen ist. Die stärkste Verbesserung um 21 ist auf einer Einzelfläche von weniger als 0,03 ha zu verzeichnen. Auf dieser Fläche lag der ursprüngliche Bodenwert mit 17 etwa halb so hoch wie auf den anderen Moorflächen, die sich in Sandböden entwickelt haben. Sie ist auch die einzige Fläche, deren Wasserstufe sich von 4 auf 2 verbessert hat. Eine Verschlechterung des Bodenwertes um durchschnittlich 2,8 ist auf acht neu entstandenen Sandboden-Flächen zu verzeichnen, wobei eine Verschlechterung um 15 die stärkste Veränderung darstellt. Die Veränderung der Wasserstufe von 3 zu 4 auf drei Flächen hat zu einer Verschlechterung der Bodenwerte um 7 bis 15 geführt.

Auch wenn die Flächenberechnungen sicherlich nach einer genaueren Georeferenzierung noch einmal zu prüfen sind, so lässt sich doch auf etwa 10 % der Fläche die Entstehung von Sandböden aus Mooren sowie auf weiteren etwa 10 % die Entwicklung von "Moor über Sand"-Flächen, die den Moorgleyen entsprechen, in Sandbodenflächen nachweisen. Etwa 75 % (ehemals Moore) bzw. 90 % (ehemals "Moor über Sand") dieser Flächen wurden um durchschnittlich 3,2 besser bewertet als ihre Ausgangsböden.

5.1.3 Erträge und Futterwert

Die Ermittlung von Erträgen erfolgte auf den Versuchspartzellen, Praxisflächen und Lysimetern. Als Böden sind Niedermoores, Niedermoorogleye, Humusogleye sowie ein humusreicher Humusogley* und ein Gley vertreten. Es wurden die Erträge von Saatgras und Mais ermittelt.

Standortcharakteristika der Parzellen

Wie in Abbildung 2.4 und Tabelle 2.4 dargestellt, haben sich die drei Versuchsjahre in den Witterungsverläufen deutlich voneinander unterschieden. Die Jahres-Mitteltemperatur stieg von 1998 über 1999 bis 2000 an. Die Mitteltemperatur in der Vegetationsperiode (April bis Oktober) lag im Jahr 1998 unter den Jahren 1999 und 2000. Der genaue Beginn der Vegetationsperiode⁴ ist: 1998 am 27.03., 1999 am 21.03. und 2000 am 24.03. Bis zum ersten Schnitt der Saatgrasflächen ist im Jahr 1998 mit 129,9 mm deutlich mehr Niederschlag gefallen als in den Jahren 1999 (94,0 mm) und 2000 (62,1 mm). Am kältesten war es in dieser Zeitspanne mit einer mittleren Tagesmitteltemperatur von 12,2°C im Jahr 1999, während die Jahre 1998 und 2000 mit 13,3 bzw. 13,4°C wärmer waren. Zwischen dem ersten und dem zweiten Schnitt fiel der meiste Niederschlag 2000 mit 220,3 mm. 1998 fiel in diesem Zeitraum mit 147,4 mm noch ein Vielfaches an Niederschlag gegenüber 1999 mit 51,8 mm. 1999 war in diesem Zeitraum mit 18,7°C wärmer als die Jahre 1998 und 2000 mit 16,6 bzw. 16,2 °C.

⁴beginnt mit dem Überschreiten der 5°C-Grenze

In allen drei Jahren wurden die Temperaturen des vieljährigen Mittels überschritten. Die Niederschlagssumme lag 1998 deutlich über der Summe des vieljährigen Mittels. Im Jahr 1999 lag die Niederschlagssumme um mehr als 80 mm niedriger, im Jahr 2000 nur 10 mm niedriger als die Niederschlagssumme des vieljährigen Mittels. Im Vergleich der Niederschlagssummen der Vegetationsperiode zeigt 1998 sogar eine um 100 mm geringere Summe auf als das vieljährige Mittel. Im Jahr 1998 ist sowohl im gesamten Jahr als auch in der Vegetationsperiode der meiste Niederschlag gefallen. Im Monat Mai kam es zu einer Trockenphase, im Oktober ist ein Vielfaches an Niederschlag des vieljährigen Mittels gefallen. In den Jahren 1999 und 2000 sind zu unterschiedlichen Zeiten Trockenphasen aufgetreten: 1999 im Juli und August, 2000 bereits im Mai und Juni. Während im Jahr 1999 erst im Dezember wieder hohe Niederschlagsmengen gefallen sind, waren der Juli und August 2000 bereits wieder sehr niederschlagsreich.

Durch die Grundwasserregulierung spiegelt sich der Witterungsverlauf nur teilweise in den Grundwasserflurabständen (Abb. 2.5) wider. Im Jahr 1998 lag der Grundwasserspiegel mit durchschnittlich 5,5 dm niedriger als in den Jahren 1999 (6,2 dm) und 2000 (5,8 dm). Der Jahresgang des Grundwasserspiegels zeigt in den Jahren deutliche Unterschiede auf. Im Jahr 1998 kam es von Mitte Mai bis Mitte Juni und von Ende Juli bis Mitte August zu zwei Absenkungen des Grundwasserspiegels unter 7,0 dm. Im Jahr 1999 lagen die Wochenmittelwerte (s. Abb. A.13) bis auf eine Woche im September zwischen Juli und September durchgehend unter 7,0 dm und um durchschnittlich 2,4 dm niedriger als im Jahr 1998, also weitaus länger als die Trockenphase gedauert hat. Auf die Trockenheit im Jahr 2000 wurde sehr viel schneller durch Grabenbewässerung reagiert. Hier macht sich die Trockenphase im Grundwasserstand in den Wochenmittelwerten zwischen Ende April und Ende Juni mit Differenzen gegenüber 1998 um 0,6 bis 0,7 dm bemerkbar. Zu Beginn der Vegetationsperiode 2000 wurden Grundwasserstände unter 9,0 dm erreicht. Von Mitte Oktober bis Anfang November 2000 kam es zu einer weiteren Absenkung des Grundwasserspiegels auf 7,0 dm bis 8,5 dm. In den Jahren 1999 und 2000 lagen die Monatsmittelwerte für November bei 7,75 bzw. 7,5 dm gegenüber 3,2 dm im Jahr 1998. Erst im Dezember der Jahre 1999 und 2000 stiegen die Grundwasserstände wieder auf 4,0-5,0 dm an. Aber auch in den Wintermonaten der Jahre 1999 und 2000, in denen nicht bedeutend weniger Niederschlag als im vieljährigen Mittel gefallen ist kommt es immer wieder zu Grundwasserabsenkungen bis unter 8,0 dm.

Die von Hand abgelesenen Pegelstände zeigen deutliche Unterschiede zwischen den drei Standorten auf. Die tiefsten abgelesenen Pegelstände betragen auf dem Humusgley 12,3 dm, auf dem Niedermoorgley 8,7 dm und auf dem Niedermoor 8,5 dm. Die Mittelwerte des Niedermoores liegen zwischen 4,3 dm (2000) und 5,4 dm (1999), die Mittelwerte des Niedermoorgleyes zwischen 5,4 dm (2000) und 6,1 dm (1999). Für den Humusgley konnten teilweise nur Grenzwertangaben gemacht werden (über 7,2 bzw. über 10 dm), so dass keine Berechnung von Mittelwerten erfolgte. Die niedrigsten gemessenen Werte liegen zwischen 4,5 dm (2000) und 7,2 dm (1999). Selbst in Wintermonaten wurden auf dem Humusgley Pegelstände von bis zu 9,6 dm (2000) ermittelt. Zu Beginn der Vegetationsperiode lagen die Pegelstände auf dem Humusgley im Jahr 2000 bei über 10,0 dm, während sie im Jahr 1998 und 1999 zwischen 5,0 und 7,2 dm lagen.

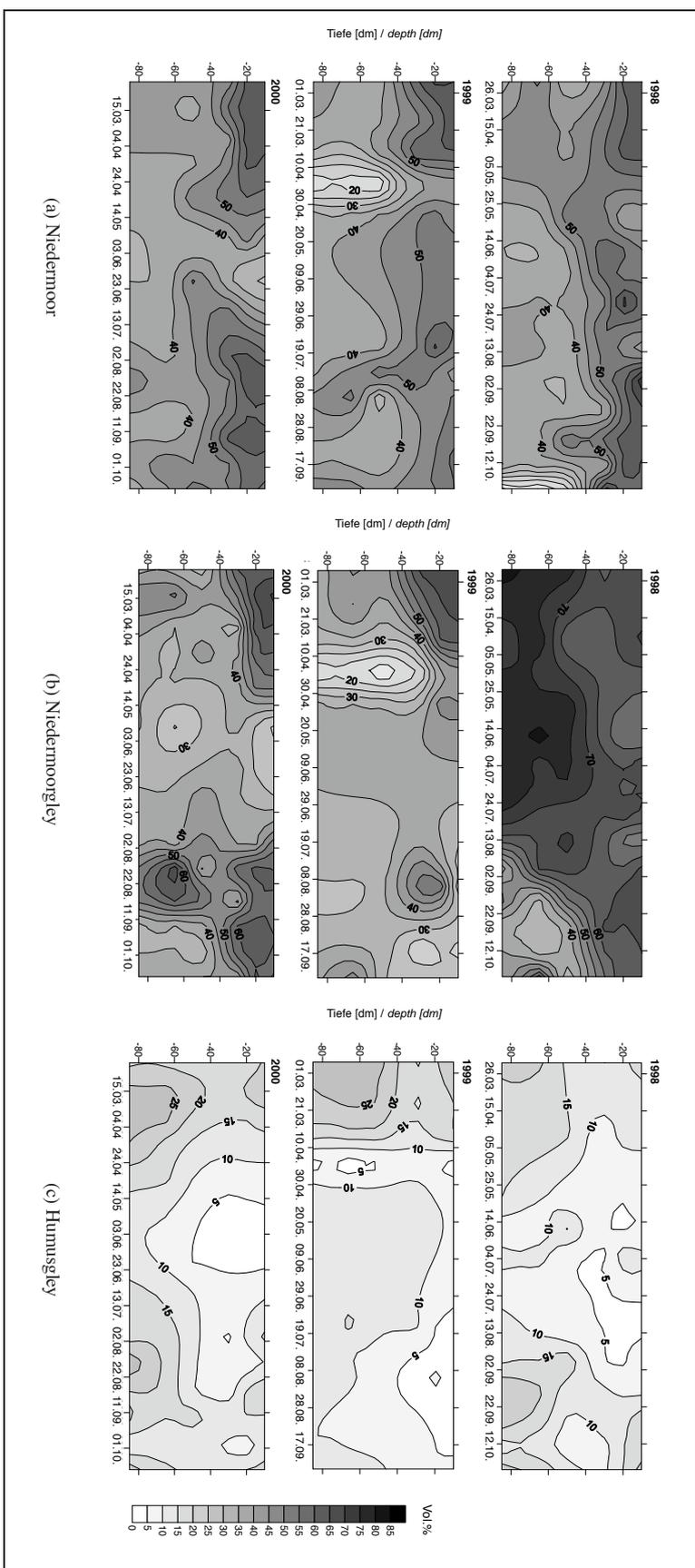


Abb. 5.6: Bodenwassergehalte auf den Parzellen 1998-2000 (Vol. %) *Abb. 5.6:* Soil water contents of the investigation site Paulinenaue 1998-2000 (vol. %; (a): fen, (b): histic gleysol, (c): humic gleysol)

Die Auswertung der Trockenrohdichten zeigt, dass die Bodenwassergehalte des Niedermoors und Niedermoorgleyes in zwei Tiefen Fehler durch unterschiedliche Substratwechselliefen aufweisen. Im Jahr 1998 weisen die Trockenrohdichten daraufhin, dass auf dem Niedermoor ab September ab 4,5 dm Tiefe die Bodenwassergehalte des mineralischen Untergrundes bestimmt worden sind, zuvor die des Torfes. Im Jahr 1999 sind in der Tiefe von 2,5 dm bis 3,0 dm auf dem Niedermoor in zwei Beprobungen ebenfalls zumindest zum Teil mineralische Substrate untersucht worden, auf dem Niedermoorgley in drei Beprobungen. Im Jahr 2000 sind auf dem Niedermoor acht, auf dem Niedermoorgley neun Proben betroffen. Dies ist auf die ausgeprägte kleinräumige Standortheterogenität (s. Abb 2.3) zurückzuführen. Dennoch zeigen sich insgesamt deutlich niedrigere Werte auf dem Humusgley als auf den anderen Standorten. Für die Bodenfeuchten bis 3 dm, bis 5 dm und bis 8,5 dm Tiefe in den Zeiträumen bis zum ersten Schnitt und zwischen erstem und zweitem Schnitt sowie bis zur Maisernte ergaben sich statistisch gesicherte Unterschiede zwischen dem Humusgley und Niedermoor sowie Humusgley und Niedermoorgley, keinen statistisch gesicherten Unterschied dagegen zwischen Niedermoorgley und Niedermoor. Auf dem Humusgley lassen sich die Trockenphasen der Jahre 1999 und 2000 sehr gut wieder erkennen. Auch im Jahr 1998 zeigen sich in den obersten 4 dm von Anfang Juli bis Ende August Bodenwassergehalte bis unter 5 Vol.% trotz monatlicher Niederschlagssummen von 52,5 und 55,6 mm.

Saatgras-Erträge

Tabelle A.17 zeigt die Saatgras-Erträge der Parzellen für alle drei Jahre. Mit Variationskoeffizienten von bis zu 31,5 % waren die Abweichungen so hoch, dass keine statistischen Berechnungen durchgeführt werden konnten. Im Jahr 1998 betragen die Erträge des ersten Schnittes auf dem Niedermoor und dem Niedermoorgley das 1,7fache, auf dem Humusgley das Doppelte des zweiten Schnittes. Die Gesamterträge des Niedermoors und des Niedermoorgleyes liegen in vergleichbarer Höhe, während der Gesamtertrag auf dem Humusgley nicht einmal halb so hoch ist. Die Erträge des ersten Schnittes 1999 liegen auf allen drei Standorten fast ein Drittel über den Erträgen von 1998. Die Trockenheit in den Monaten Juli und August wirkt sich auf die Erträge des zweiten Schnittes aus. Im Vergleich zum Vorjahr liegt der Ertrag auf dem Niedermoor über, die Erträge auf dem Niedermoorgley und auf dem Humusgley unter den Werten des Vorjahres. Der Ertrag auf dem Humusgley ist mit $3,2 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ quasi zusammengebrochen (s. Abb. 5.7). Im Jahr 2000 lag die Trockenheit vor dem ersten Schnitttermin im Mai und Juni. Trotz der hohen Niederschlagsmenge im Monat März, die über den Mengen der Vorjahre liegt, kommt es hier zum Einbruch des ersten Schnittes ($6,6 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$) auf dem Humusgley. Auf dem Niedermoorgley liegen die Erträge ebenfalls deutlich unter den Vorjahren, während der Ertrag auf dem Niedermoor das Ergebnis von 1998 erreicht. Die Erträge des zweiten Schnittes liegen auf allen drei Standorten im Jahr 2000 über den Erträgen des ersten Schnittes. Auf dem Humusgley erreicht der zweite Schnitt sogar annähernd den Ertrag des Niedermoors und liegt deutlich über dem Ertrag des Niedermoorgleyes.

Auf den Lysimetern wurden dagegen andere Erträge erreicht. Die Saatgras-Erträge liegen 2000 um ein Vielfaches über den Erträgen von 1999. Im Jahr 1999 liegen alle vier Gesamterträge sehr dicht beieinander, nur das Niedermoor mit hohem Grundwasserstand wies einen etwas geringeren Ertrag auf als die anderen. Im Jahr 2000 weist das Niedermoor mit tiefem Grundwasserstand den höchsten Gesamtertrag auf, die drei anderen Lysimeter lieferten vergleichbare Gesamterträge. Auffällig war, dass auf den Humusgley-Lysimetern im Jahr 2000 *Trifolium repens* die

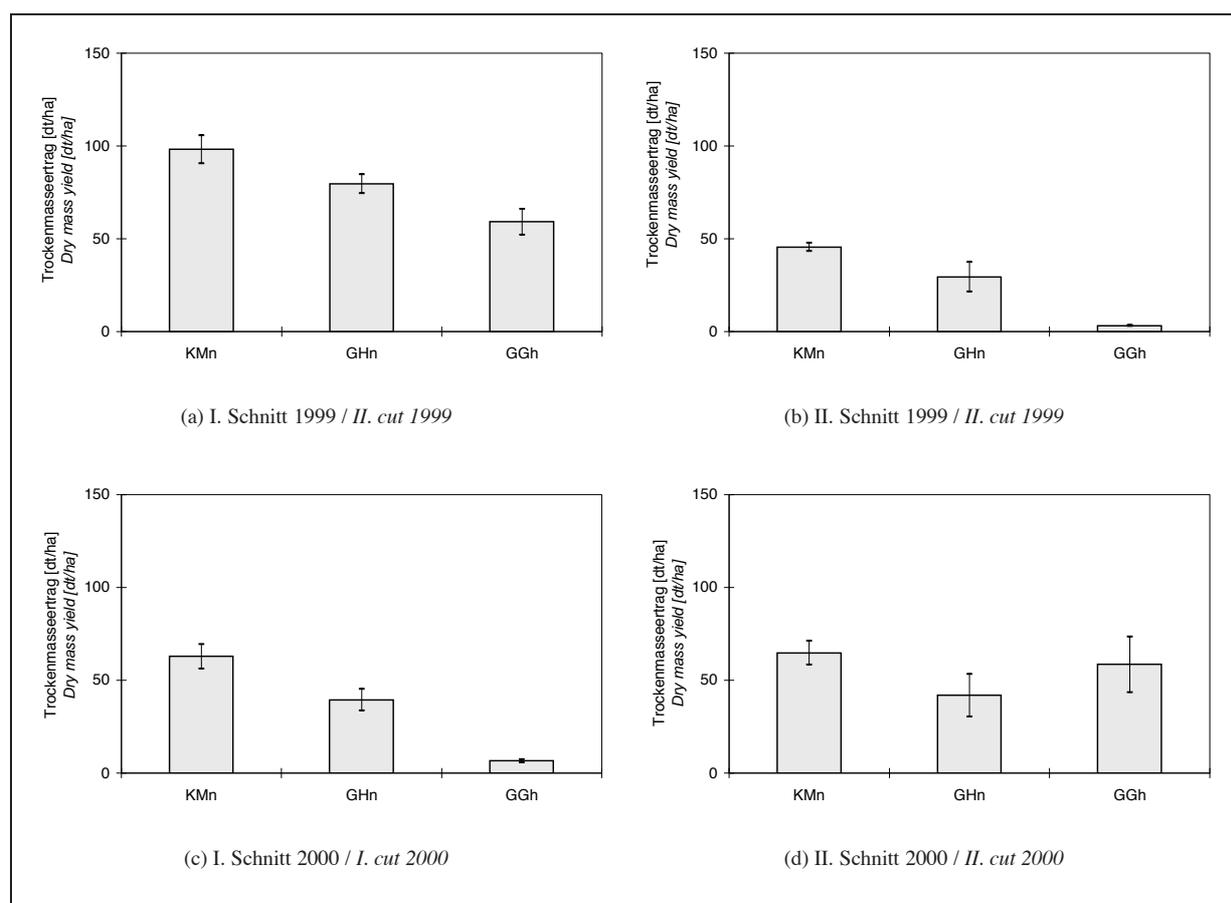


Abb. 5.7: Gras-Erträge der Parzellenstandorte 1998-2000 (Mittelwerte \pm Standardfehler; KMn: Niedermoor, GHn: Niedermoorgley, GGh: Humusgley)

Abb. 5.7: Grass yields on the investigation sites 1998-2000 (median \pm standard error; KMn: fen, GHn: histic gleysol, GGh: humic gleysol)

ursprünglich gesäte Gräsermischung verdrängt hat. So betrug der Anteil von *Trifolium repens* im ersten Aufwuchs bei 4,0 dm Grundwasserstand 98 %, bei 8,0 dm 92 %, der zweite Aufwuchs bestand zu 100 % aus *Trifolium repens* auf beiden Lysimetern.

Maiserträge

Die in Tabelle A.17 dargestellten Maiserträge zeigen für die Parzellen ein weit ausgereglichteres Bild. Die Kolben-Erträge steigen vom Niedermoorgley über das Niedermoor zum Humusgley an, während sich bei der Restmasse die Reihenfolge Niedermoorgley, Humusgley, Niedermoor ergibt. Im Jahr 1999 liegen die Kolben-Erträge etwas über, die Restmasse-Erträge unter den Werten von 1998. Die Restmasse-Erträge steigen hier vom Niedermoor über den Niedermoorgley zum Humusgley an. Im Jahr 2000 übersteigen die Kolben-Erträge die Erträge von 1998 um mehr als zwei Drittel, die Restmasse-Erträge auf dem Niedermoor und dem Niedermoorgley um fast ein Fünftel. Die hohen Erträge für den Humusgley wären allerdings nicht zustande gekommen, wenn im Frühjahr von Ende April bis Mitte Mai nicht eine Zusatzbewässerung per Hand erfolgt wäre. Die Trockenheit war so gravierend, dass die Pflanzen nicht

aufzugehen drohten. Ohne diese Zusatzbewässerung wäre es wahrscheinlich zu einem Totalausfall auf dem Humusgley gekommen. Erst die hohen Niederschlagsmengen in den Monaten Juli und August haben dafür gesorgt, dass auf allen Maisparzellen die anfänglich verzögerte Pflanzenentwicklung so gut aufgeholt werden konnte.

Die Maiserträge auf den Lysimetern mit den hohen Wasserständen liegen 1999 deutlich über den Erträgen des Jahres 2000. Im Jahr 2000 liegen sie etwas höher als die Erträge auf den Parzellen, 1999 deutlich darüber. Die Erträge auf den Lysimetern mit den tiefen Wasserständen liegen in beiden Jahren vergleichbar hoch. Sie liegen ebenfalls etwas über den Erträgen der Parzellen.

Da auf den Praxisflächen der Betriebe unterschiedliche Sorten verwendet worden sind, können keine direkten Vergleiche zwischen den Betrieben angestellt werden. Es zeigen sich aber folgende Ergebnisse: Die Erträge 1999 sind insgesamt höher und liegen auf allen Standorten deutlich über den Erträgen des Parzellenversuchs. Im Jahr 1998 liegen sie in den Größenordnungen der Parzellen. Auf den Flächen der Königshorster Landwirtschafts-GmbH liegen in beiden Jahren die Kolben- wie die Restmasse-Erträge des Gleys deutlich über den Erträgen des humusreichen Humusgleys*. Von allen Standorten weist Königshorst die höchsten Erträge auf. Die beiden Niedermoorgley-Standorte der Hakenberger Landwirtschafts-GmbH zeigten im Jahr 1998 die niedrigsten Kolbenerträge, die auch unter den Erträgen der Parzellen lagen. Im Vergleich der beiden Niedermoorgleye liegen die Erträge im Niedermoorgley mit dem höheren Anteil an Organischer Bodensubstanz höher. In Wustrau zeigt der Humusgley in beiden Jahren höhere Kolbenerträge als das Niedermoor. Die Gesamt-Erträge beider Jahre liegen hier in vergleichbaren Größenordnungen.

Der Kolbenanteil auf den Parzellen lag zwischen 52 und 68 %. Dabei lag der Kolbenanteil im Jahr 1999 auf dem Niedermoorgley mit 68 % um etwa 10% höher als auf den anderen beiden Standorten. In den übrigen Jahren lagen die Kolbenanteile der Parzellen in vergleichbarer Höhe. Die Maisproben der Praxisflächen wiesen geringere Kolbenanteile auf. In Königshorst lagen die Kolbenanteile in beiden Jahren unter 50 %, in Hakenberg wiesen die Proben 1998 sogar nur einen Kolbenanteil von 38 bzw. 39 % auf. Im Jahr 1999 erreichte Hakenberg dagegen einen Kolbenanteil von fast 60 %. Auf den Flächen Wustrau lagen die Kolbenanteile 1998 unter 50 %, 1999 darüber. Die Maisproben der Lysimeter wiesen im Jahr 1999 Kolbenanteile zwischen 45 und 50 %, im Jahr 2000 zwischen 42 und 47 % auf.

Futterwert

In Tabelle 5.3 sind die Werte der Umsetzbaren Energie (ME in MJ/kgT) und des Energetischen Futterwerts in Nettoenergie-Laktation (MJ NEL/kgT) aufgeführt. Die Saatgrasaufwüchse weisen Nettoenergie-Laktationswerte zwischen 4,36 und 4,97 MJ NEL/kgT auf, wobei die Werte der zweiten Schnitte etwas höher lagen als die der ersten Schnitte.

Die Futterwerte des Maises erreichen in den Gesamterträgen auf den Parzellen Nettoenergie-Laktationswerte zwischen 6,45 und 6,60 MJ NEL/kgT, auf den Praxisflächen zwischen 5,74 und 6,53 MJ NEL/kgT. Nur eine Probe der Praxisflächen liegt über 6,5 MJ NEL/kgT.

5.1.4 Wasserbilanzen und Nährstoff-Teilbilanzen

Durch die Lysimeteruntersuchungen kann bilanziert werden, wieviel Wasser über Niederschlag und das Zusatzwasser, das benötigt wird, um den eingestellten Grundwasserstand zu halten, in

Frucht <i>crop plant</i>	Probe <i>sample</i>	Boden <i>soil</i>	Rohfaser <i>cf</i> g·kg ⁻¹ TS	Rohprotein <i>cp</i> %	ME MJ·kg ⁻¹ T	NEL MJ·kg ⁻¹ T	
<i>Parzellenversuch</i>							
Saatgras	I. Schnitt	KMn	379,09	6,69	7,77	4,36	
		GHn	353,52	6,63	8,58	4,91	
		GGh	378,01	1,88	7,74	4,35	
	II. Schnitt	KMn	332,37	18,25	8,62	4,97	
		GHn	336,56	16,44	8,59	4,94	
		GGh	347,36	15,63	8,25	4,71	
	Mais	Kolben	KMn	131,37	8,81	12,81	7,96
			GHn	139,03	8,44	12,73	7,89
			GGh	132,64	8,81	12,78	7,94
Restmasse		KMn	389,04	5,25	8,26	4,70	
		GHn	413,16	7,19	7,84	4,41	
		GGh	391,98	5,56	8,22	4,67	
Gesamtmasse		KM			10,88	6,52	
		GHn			10,79	6,45	
		GGh			10,99	6,60	
<i>Praxisflächen</i>							
Königshorst	Mais	Kolben	GGhh	145,32	9,63	12,59	7,79
			GGn	125,65	9,19	12,85	7,99
	Restmasse	GGhh	425,97	5,81	7,49	4,19	
		GGn	438,22	5,81	7,28	4,04	
	Gesamtmasse	GGhh			10,01	5,89	
		GGn			10,08	5,95	
Hakenberg	Mais	Kolben	GHn	145,92	8,25	12,60	7,80
			GHn ^a	165,81	8,44	12,39	7,63
		Restmasse	GHn	407,72	7,00	7,82	4,41
			GHn ^a	393,28	7,06	8,17	4,64
		Gesamtmasse	GHn			10,71	6,41
			GHn ^a			10,87	6,53
Wustrau	Mais	Kolben	KMn	140,53	9,75	12,65	7,84
			GGn	128,17	10,56	12,82	7,96
		Restmasse	KMn	367,92	7,00	8,53	4,98
			GGn	352,50	7,25	8,84	5,10
		Gesamtmasse	KMn			9,78	5,74
			GGn			9,99	5,88

^amit höherem Gehalt an Organischer Bodensubstanz als im korrespondierenden Profil

Tab. 5.3: Futterwerte für Mais und Saatgras auf den Parzellen und Praxisflächen (ME: Umsetzbare Energie, NEL: Nettoenergie-Laktation, KMn: Mulmniedermoor, GHn: Niedermoorogley, GGh: Humusogley, GGhh: humusreicher Humusogley, GGhh*: humusreicher* Humusogley, GGn: Gley)

Tab. 5.3: *Corn and grass feed values at the investigation and company sites (ME: metabolizable energy; NEL: net energy lactation; cf: crude fibre; cp: crude protein; KMn: fen soil; GHn: histic gleysol; GGh, GGhh, GGhh*: humic gleysols*

den Lysimeter einbracht wird und wieviel wieder abfließt. Die Differenz entspricht dann dem Anteil der Evapotranspiration. Der spezifische Wasserverbrauch gibt an, wieviel Liter Wasser ein Kilogramm Trockensubstanz der Anbaufrucht verbraucht hat.

Zusätzlich wurden die Nährstoffmengen erfasst, die über Düngung, Zusatzwasser und Niederschlag zugeführt und über den Abfluss und die Ernte abgeführt wurden. Die gasförmigen Austräge können mit dieser Methode nicht ermittelt werden. Die Stickstoffbilanzen müssen daher als Teilbilanzen angesehen werden. Es werden die Stickstoff-Teilbilanzen und die Kaliumbilanzen ausgewertet, da sie eine besondere Rolle im Nährstoffhaushalt der Niedermoore spielen. Stickstoff nimmt einen hohen Anteil in Niedermooren ein und übernimmt im pflanzlichen und mikrobiellen Stoffwechsel eine wichtige Rolle. Kalium liegt in Niedermooren dagegen oft im Mangel vor und wirkt limitierend auf das Pflanzenwachstum und auf die Umsetzungen anderer Stoffe, insbesondere des Stickstoffs.

Wasserbilanzen

Die höchste Evapotranspiration zeigt sich auf den Lysimetern mit hohen Grundwasserständen. Sie ist in allen Fällen höher als auf den Lysimetern mit tiefen Grundwasserständen. Die Evapotranspiration auf den Saatgraslysimetern ist im Jahr 1999 trotz des sehr viel geringeren Ertrages nur etwas geringer als im Jahr 2000. Dies zeigt sich auch im spezifischen Wasserverbrauch, der 1999 etwa doppelt so hoch ist. Es ist zu vermuten, dass die im Jahr 1999 höhere Globalstrahlung zu dem hohen Wasserverbrauch geführt hat (s. Abb. 5.8). Der höhere spezifische Wasserverbrauch auf den Saatgraslysimetern mit hohem Grundwasserstand lässt vermuten, dass der Kapillarsaum bis an die Oberfläche gereicht hat und somit der Anteil der Evaporation an der Evapotranspiration höher ist als auf den Lysimetern mit tiefem Grundwasserstand. Die Lysimeter mit den hohen Grundwasserständen haben in allen Fällen höhere Abflusswerte erreicht als die Lysimeter mit den tiefen Grundwasserständen. Dabei liegen die Abflüsse im Jahr 2000 deutlich über den Abflüssen im Jahr 1999, können aber den Grundwasserverbrauch bei weitem nicht ausgleichen. Im Vergleich der Böden zeigt sich, dass bei tiefem Grundwasserstand der Mais auf dem Humusgley und das Saatgras auf dem Niedermoor die höchsten Evapotranspirationen liefern. Bei den hohen Grundwasserständen kommen in beiden Jahren auf dem Niedermoor mit Mais die höheren Evapotranspirationen als auf dem Humusgley vor. Beim Saatgras ist die Evapotranspiration 1999 auf dem Humusgley und 2000 auf dem Niedermoor am höchsten. Das Niedermoor lieferte 2000 den mit Abstand höchsten Ertrag, so dass die hohe Evapotranspiration in diesem Jahr auf die höhere Wuchsleistung zurückgeführt werden kann.

Stickstoff-Teilbilanzen

Auf den Gley-Lysimetern mit Saatgras liegt im Jahr 2000 eine veränderte Stickstoffbilanz vor, weil sich *Trifolium repens* gegen die Saatgrasmischung durchgesetzt hat. *Trifolium repens* ist in der Lage Stickstoff aus der Luft zu fixieren. Die Stickstoffmengen, die dem Stickstoffhaushalt somit zugeführt worden sind, können nur abgeschätzt werden. KÄDING & PETRICH (2003) gehen von 4 bis 6 kg·ha⁻¹·a⁻¹ N je Ertragsanteil von. Das wären zwischen 368 und 600 kg·ha⁻¹, die in der Bilanz unberücksichtigt blieben. Es kommt aber auf den Klee-Lysimetern weder zu ungewöhnlich hohen Stickstoffauswaschungen ins Grundwasser noch zu höheren Erträgen als auf den Niedermoor-Lysimetern, auf denen sich *Trifolium repens* nicht gegen die anderen Gräser durchgesetzt hat. Auf dem Niedermoor-Lysimeter mit tiefem Grundwasserstand findet sich

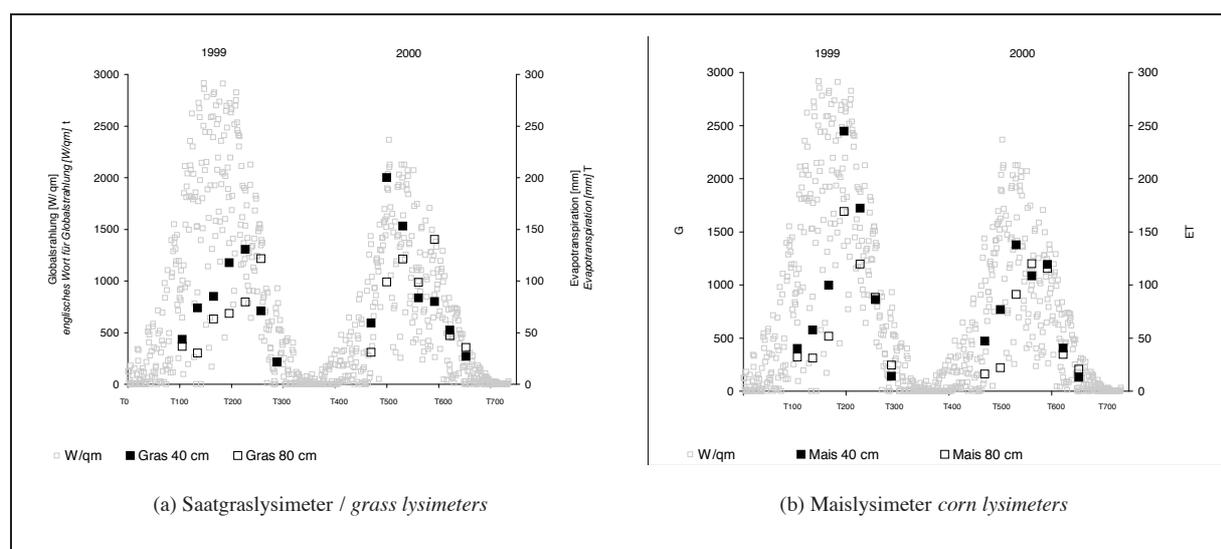


Abb. 5.8: Globalstrahlung und Evapotranspiration auf den Lysimetern (auf der x-Achse: Anzahl der Tage seit dem 01.01.1999; 40 cm, 80 cm: Grundwasserstände)

Abb. 5.8: Global radiation and evapotranspiration of the lysimeters (values at the x-axis: number of days since 01.01.1999; 40 cm, 80 cm: ground water levels)

sogar der höchste Saatgras-Ertrag. So muss davon ausgegangen werden, dass etwa die Menge an Stickstoff, die fixiert wurde, an die Luft abgegeben wurde. Die Gräser auf den Gleyen haben im Jahr 2000 zwar ein Vielfaches an Ertrag erbracht, aber etwa genauso viel absolute Stickstoffmengen aufgenommen. Der relative Anteil an Stickstoff in den Pflanzen hat sich damit halbiert. Die Gesamtbilanz der Saatgras-Lysimeter ist in allen Fällen negativ, d.h. der Nährstoffentzug durch Ernte und die Versickerung ins Grundwasser lagen höher als die Zufuhr über Düngung, Zusatzwasser und Niederschlag. Der sehr viel höhere Saatgras-Ertrag im Jahr 2000 gegenüber 1999 führt auf den Gley-Lysimetern zu höheren Stickstoffentzügen durch die Ernte. Die Differenz zwischen den N-Entzügen durch die Ernte beider Jahre liegt dabei über der Differenz der Düngemittelgaben, was bedeutet, dass die höhere Düngung nicht nur zu höheren Erträgen sondern auch zu höherer Mineralisierung geführt hat. Auf den Niedermoor-Lysimetern liegen die Stickstoffentzüge durch die Ernte in beiden Jahren etwa gleich hoch, bei Stickstoff-Austrägen ins Grundwasser unter $1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Auf den Gley-Lysimetern kommt es im Jahr 1999 bei dem tiefen Grundwasserstand, im Jahr 2000 bei dem hohen Grundwasserstand zu nennenswerten Stickstoff-Verlängerungen ins Grundwasser. Ihr Anteil am Gesamtverlust liegt zwischen 4 und 16 %.

Auf den Mais-Lysimetern zeigen sich ebenfalls negative Gesamtbilanzen, auf dem Gley des Jahres 2000 liegt sie aber mit $-19,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ sehr gering. Die Stickstoff-Austräge über das Sickerwasser lagen mit Ausnahme der Niedermoor-Lysimeter mit tiefem Grundwasserstand unter $1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Dort nahm die Stickstoffaustragung mit $184,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ fast Zweidrittel der Gesamtbilanz ein.

Der über die Düngung zugeführte Stickstoff lag deutlich unter dem Ernteentzug, was darauf schließen lässt, dass auch auf den Maislysimetern der von den Pflanzen aufgenommene Stickstoff zu einem bedeutenden Teil aus der Mineralisierung der Organischen Bodensubstanz stammt. Obwohl das Stickstoffdepot im Gley nur einen Teil des Depots des Niedermoores aus-

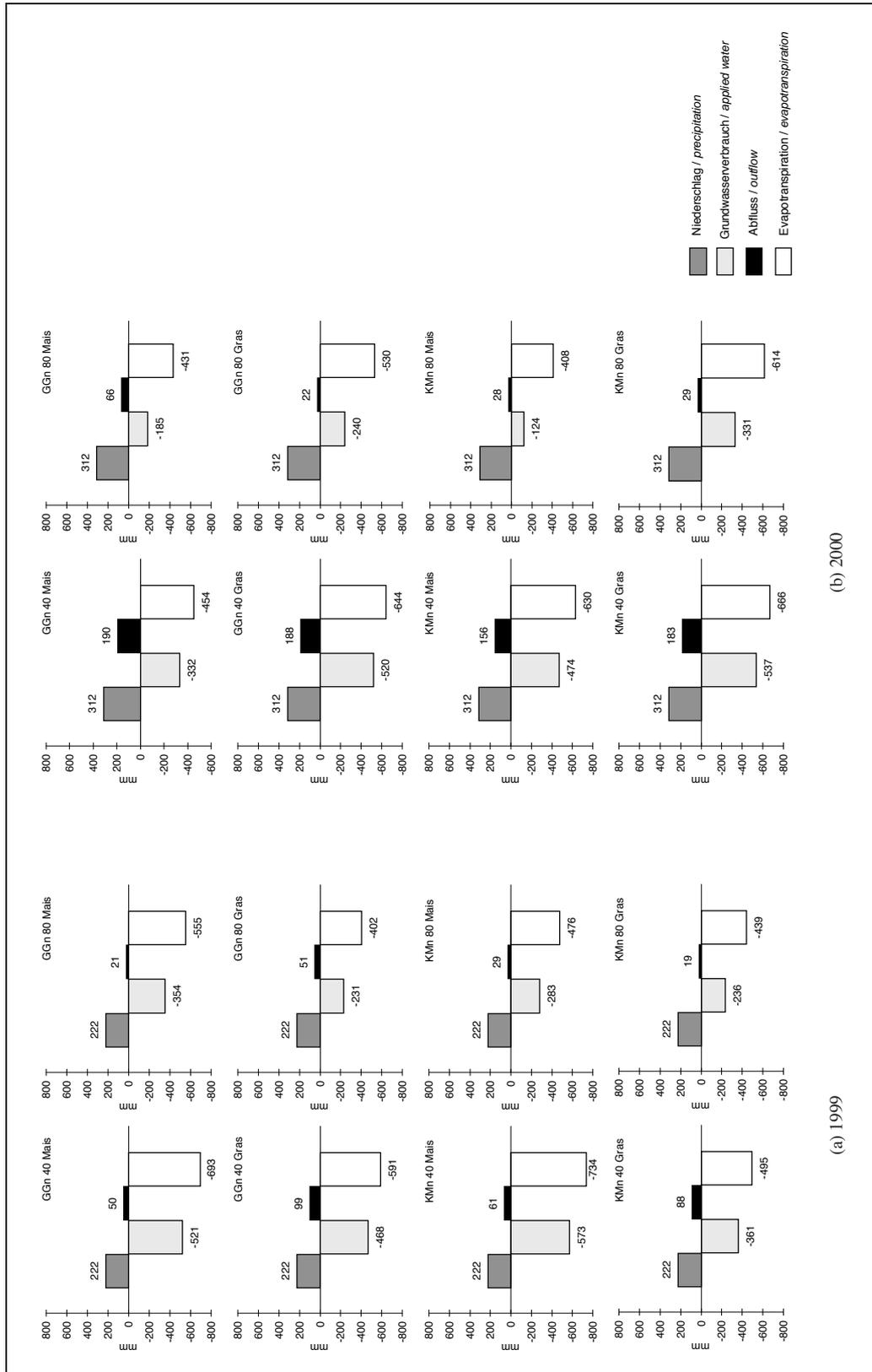


Abb. 5.9: Wasserbilanzen der Lysimeter (KMn: Niedermoor; GGn: Gley; 40, 80: Grundwasserstände in cm)
 Abb. 5.9: Water balances of the lysimeters (KMn: fen; GGn: gleysol; 40,80: groundwater levels in cm; Mais: corn; Gras: grass)

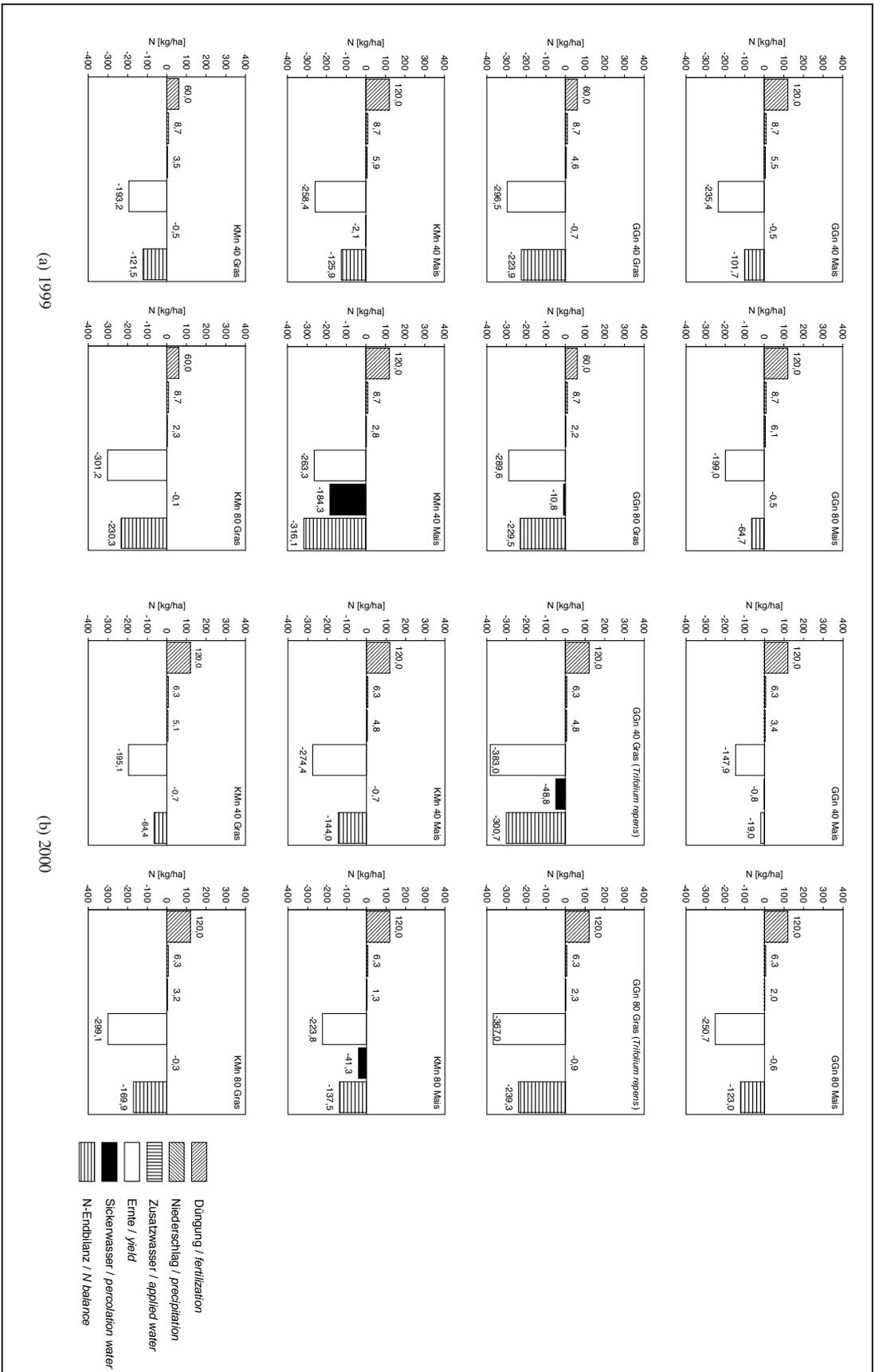


Abb. 5.10: Stickstoff-Teilbilanzen der Lysimeter (KMn: Niedermoort; GGn: Gley; 40, 80: Grundwasserstände in cm)
 Abb. 5.10: Nitrogen balances (partly) of the lysimeters (KMn: fen; GGn: gleysol; 40,80: groundwater levels in cm; Mais: corn; Gras: grass)

macht, sind die Verluste an Stickstoff aus dem Gley beträchtlich. Das höchste Potential zur Grundwassergefährdung liegt bei Maisnutzung auf Niedermoor mit tiefem Grundwasserstand bei vergleichsweise hohen Erträgen (Kolben- und Restmasse-Erträge zwischen 100 und 150 dt·ha⁻¹). Die Stickstoffdüngung bei hohen Saatgras-Erträgen (100 dt·ha⁻¹a) ist beim Gley ebenfalls als kritisch zu bewerten. Niedrige Düngung und niedrige Saatgras-Erträge führen ebenfalls zu starker Mineralisierung, auf den Niedermooren am stärksten mit tiefem Grundwasserstand, auf den Gleyen unabhängig vom Grundwasserstand. Da die gasförmigen Austräge nicht berücksichtigt werden konnten, muss von einer noch höheren Mineralisierung ausgegangen werden.

Kaliumbilanzen

Die höchsten Kaliumverluste werden auf den mit Saatgras bepflanzten Gley-Lysimetern mit tiefem Grundwasserstand gefunden. Die entsprechenden Maislysimeter zeigen ebenfalls hohe negative Bilanzen. Dabei sind jeweils die Entzüge durch die Ernte sehr hoch. Beim Saatgras liegen die Kaliumgehalte in der Trockensubstanz des Erntegutes teilweise über 5 %. Eine Verlagerung ins Grundwasser wird nur in geringem Maße für die Gley-Lysimeter festgestellt, während es auf den Niedermoor-Lysimetern mit hohen Grundwasserständen zu Auswaschungen zwischen 14,0 und 23,2 kg·ha⁻¹ K kommt. Während sich bei den niedrigen Saatgras-Erträgen des Jahres 1999 der Kaliumentzug durch die Ernte auf den Niedermooren unabhängig vom Grundwasserstand zeigt, liegt er auf dem Gley mit niedrigem Grundwasserstand deutlich höher als mit hohem Grundwasserstand. Auf den Gley-Lysimetern mit hohem Grundwasserstand kommt es im Jahr 1999 zu positiven Kaliumbilanzen beider Anbaufrüchte. Ebenfalls positive Kaliumbilanzen erreicht in beiden Jahren der Mais auf Niedermoor mit tiefem Grundwasserstand.

5.1.5 Diskussion

Zunächst zeigen die Ergebnisse, dass der durchgeführte Parzellenversuch die Praxisbedingungen nicht gut abgebildet hat. Dafür sprechen vor allem die niedrigen Futterwerte. Die Saatgras-Parzellen würden sich nicht einmal für eine Mutterkuhhaltung eignen, da Mutterkühe 5 bis 6 MJ NEL benötigen. Milchkühe benötigen ca 6 bis 6,8 MJ NEL/kgT. Schnitttermin und -häufigkeit (KÄDING, 1994) haben unter den gegebenen Klimabedingungen nicht zu einer praxisüblichen Abbildung der Nutzung geführt hat.

Die großen Abweichungen in den Erträgen für Mais und Saatgras werden zum einen auf die kleinräumigen Bodenheterogenitäten zurückgeführt. Zum anderen müssen insbesondere für den Mais auch Oaseneffekte berücksichtigt werden, die jedoch nicht quantifizierbar sind. Auf eine statistische Auswertung musste für die Interpretation verzichtet werden, die somit nur in begrenztem Rahmen erfolgen kann. Dennoch weisen die Erträge eine deutliche Tendenz auf. Die vergleichbar höheren Saatgraserträge auf dem Niedermoorstandort in allen drei Jahren werden auf den geringeren Grundwasserflurabstand zurückgeführt. Die Erträge des Humusgley zeigen deutlich, dass Trockenphasen hier zu erheblichen Ertragseinbußen führen können, während das Niedermoor und der Niedermoorgley noch eine gute Wasserversorgung der Gräser bieten. Der Mais konnte in der Trockenphase 1999, die im Juli und August lag, die deutlich niedrigeren Wassergehalte besser nutzen. Nur die Trockenheit im Mai 2000 hätte zu einem Totalausfall auf dem Humusgley geführt. Damit deutet sich an, dass die mineralischen Folgeböden bei ent-

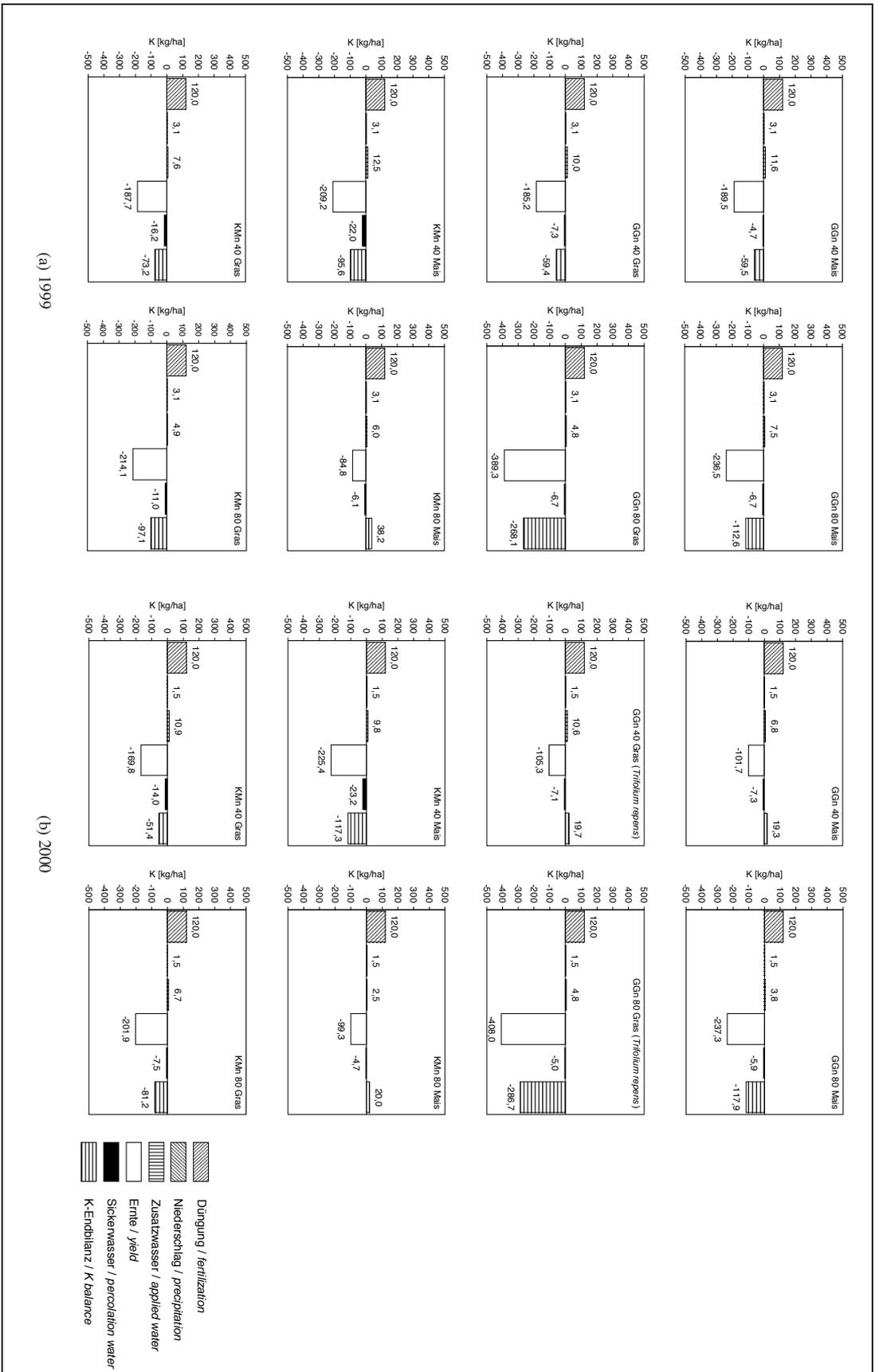


Abb. 5.11: Kaliumbilanzen der Lysimeter (KM: Niedermoor; GGn: Gley; 40, 80: Grundwasserstände in cm)
 Abb. 5.11: Potassium balances of the lysimeters (KM: fen; GGn: gleysol; 40,80: groundwater levels in cm; Mais: corn; Gras: grass)

sprechenden Höhenunterschieden im Gelände innerhalb einer grundwasserbeeinflussten Fläche zu Trockenstandorten werden, insbesondere, wenn im Unterboden reiner Sand ansteht, dessen Wasserspeichervermögen äußerst gering ist. Dementsprechend ist auch davon auszugehen, dass andere Gräsermischungen auf den trockenen mineralischen Folgeböden zu höheren Erträgen führen werden, beispielsweise eine vom MLUV (2007) empfohlene Gräsermischung mit einem hohen Anteil an Knaulgras. Während die Maiserträge auf den Parzellen deutlich unter den Erträgen der Praxisflächen liegen, weisen sie aufgrund des höheren Kolbenanteils bessere Futterwerte auf. Die hohen Gesamterträge auf den Flächen der Königshorster Landwirtschafts-GmbH werden dadurch relativiert.

Der niedrige Saatgras-Ertrag auf den Lysimetern 1999 ist wohl Problemen beim Anwachsen nach der Ansaat geschuldet. Im Jahr 1999 war die Globalstrahlung sehr hoch, was üblicherweise aufgrund der hohen und langen Energiezufuhr zu hohen Erträgen führt (MUNDEL & ARNOLD, 1998). Wahrscheinlich ist der Stickstoffbedarf falsch eingeschätzt worden und mit $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ zu wenig gedüngt worden. Leider können auf den Lysimeter keine N_{\min} -Untersuchungen durchgeführt werden. Die höhere Stickstoffdüngung im Jahr 2000 hat dann zwar zu höheren Erträgen geführt, gleichzeitig hat *Trifolium repens* die anderen Gräser auf den Gley-Lysimetern verdrängt. Die Erhöhung der Stickstoffgaben hätte dieser Entwicklung eigentlich entgegen stehen müssen. Normalerweise besteht das Problem, dass *Trifolium repens* sich gegen die anderen Gräser nicht durchsetzen kann, da er höhere Temperaturansprüche hat und im Frühjahr und Herbst relativ geringe Wachstumsraten aufweist (DAVIDSON & ROBSON, 1990). Die ungewöhnlich hohen Temperaturen im Frühjahr 2000 könnten daher das Wachstum von *Trifolium repens* begünstigt haben. Hinzu kommt, dass durch die festen Grundwasserstände eine Wasserversorgung trotz hoher Temperaturen im Frühjahr sichert, was ARCHER & ROBINSON (1989) für australische Verhältnisse als wesentlich erachten. Eventuell ist die Wahl der Schnitthäufigkeiten und Schnitttermine ungünstig gewesen. Schon eine weniger starke Durchsetzung von Kleearten im Saatgras einer Praxisfläche wäre problematisch, da ein zu hoher Stickstoffanteil im Futter zu Rohproteinüberschuss führen kann, der für Wiederkäuer negative Folgen, v.a. Verdauungsprobleme, nach sich zieht (LEX, 1990; PFLIMLIN, 2003; VUUREN et al., 2003). Die zu erwartende erhöhte Auswaschung von Stickstoff mit dem Abflusswasser ist nicht erfolgt. Nur auf dem Lysimeter mit hohem Grundwasserstand sind $49 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ mit abgeflossen. Die Pegelstände auf den Parzellen zeigen allerdings, dass ein das Jahr über anhaltender Grundwasserstand von 4,0 dm für die mineralischen Folgeböden in den meisten Fällen nicht zu erwarten ist. Auch sind in der Trockenmasse zwar deutlich höhere Stickstoffanteile gefunden worden als auf den Niedermoor-lysimetern mit der Gräsermischung, dennoch muss davon ausgegangen werden, dass ein großer Anteil an Stickstoff gasförmig an die Luft abgegeben wurde. Eine genaue Quantifizierung kann nicht erfolgen. Eine deutlich höhere Gefährdung der Stickstoffauswaschung zeigt sich auf den Niedermoor-Lysimetern mit tiefem Grundwasserstand und Maisanbau.

Für die Gley-Lysimeter liegen leider keine aktuellen Kaliumgehalte vor, die eine Quantifizierung des Kaliumdepots ermöglicht hätten. Es ist zu vermuten, dass die Kaliumgehalte der Gleye deutlich über denen der Niedermoores liegen. MUNDEL (1994) weist den Zusammenhang zwischen absolutem Kaliumgehalt und Kaliumentzug nach. In Sandböden mit hohem Glimmeranteil können hohe Mengen Kalium aus dem Boden gelöst werden. Dass aus den Niedermoores mit hohem Grundwasserstand mehr Kalium über das Sickerwasser ausgetragen wird, deckt sich mit Ergebnissen von BEHRENDT et al. (1997). Diese höheren Auswaschungsver-

luste können auftreten, wenn nach Kaliumdüngung im Herbst hohe Niederschlagsmengen und geringes Pflanzenwachstum zu einer starken Sickerwasserbildung führen. Insgesamt kann der Kaliumaustrag über das Sickerwasser ähnlich wie in Untersuchungen von BEHRENDT (1995) als gering eingestuft werden. Die positiven Kaliumbilanzen können nicht wie bei BEHRENDT (1995) auf hohe Kaliummengen im Zusatzwasser zurückgeführt werden, da sie um ein Vielfaches höher liegen. Eine Kaliumbindung im mineralischen Untergrund muss als unwahrscheinlich angesehen werden. Insgesamt zeigt sich, dass die Kaliumdüngung auf den meisten Lysimetern nicht ausgereicht hat, um einen Kaliumverlust auszugleichen.

Die Wasserbilanzen zeigen bei einem Grundwasserstand von 8,0 dm hohe Evapotranspirationen sowohl auf dem Niedermoor als auch auf dem Gley. Auf dem Gley verbraucht der Mais mehr Wasser als das Saatgras, auf dem Niedermoor, vor allem bei hohen Erträgen, führt die Saatgrasnutzung zu hohen Evapotranspirationen. Bezogen auf die Trockensubstanz zeigte sich der höchste Wasserverbrauch auf den hohen Grundwasserständen bei hoher Globalstrahlung im Jahr 1999. Hohe Globalstrahlung führt zu einem erhöhten Bedarf an Zusatzwasser zum Halten der Grundwasserstände (MUNDEL, 1982c). Auch MUNDEL & WELLENBROCK (1978) nennen eine je nach Ertragsniveau um 100 bis 120 mm höhere Verdunstung während eines trockenen Jahres. Dass die Unterschiede in der vorliegenden Arbeit noch größer sind, ist dem Unterschied in den Erträgen geschuldet. Auf die hohe Globalstrahlung muss auch zurückgeführt werden, dass die sehr viel höheren Erträge im Jahr 2000 nicht zu noch höheren Evapotranspirationen geführt haben, wie es aus den Ergebnissen anderer Studien zu erwarten gewesen wäre (MUNDEL, 1982a,b; BEHRENDT, 1995). Die Tendenz zu steigenden Evapotranspirationen mit der Entwicklung vom Niedermoor über Anmoor zum Humusgley, die BEHRENDT et al. (1997) in vieljährigen Untersuchungsreihen gefunden haben, kann so eindeutig nicht bestätigt werden. Allerdings stellen die mit dieser Arbeit vorliegenden Ergebnisse auch im Verlauf der Witterung, der Erträge und der Artenzusammensetzung im Saatgras extreme Unterschiede im Vergleich der beiden Jahre dar.

5.2 Organo-mineralische und organische Folgeböden

Seit Beginn der Arbeiten zu diesem Thema ist es auf Flächen im Havelländischen Luch inzwischen zur Vermischung von Kalkmudde mit dem restlichen Torf gekommen, wie die Abbildungen 5.12a,b und 5.12c,d belegen. Im ersten Fall hebt der Pflug die Kalkmudde an die Oberfläche, im zweiten Fall kommt es durch die Wühltätigkeit von Maulwürfen zur Vermischung. Zu einer Nutzung von Kalkmudden ist es damit bereits gekommen. Eine wissenschaftliche Begleitung der Folgen wäre unbedingt zu empfehlen.

Erst dann können für die organo-mineralischen und organischen Folgeböden Nutzungsempfehlungen entwickelt werden. Die Eigenschaften der Detritusmudde sprechen für eine höchstens extensive Nutzung. Die Bodenkennwerte der Kalkmudden können für eine landwirtschaftliche Nutzung grundsätzlich als positiv bewertet werden. Kritisch zu sehen sind die niedrigen potentiellen Kationenaustauschkapazitäten und die hohen Anteile an Äquivalent-Feinporen.

Der Literatur kann entnommen werden, dass Mudden durchaus landwirtschaftlich genutzt werden können. UGGLA (1964b) bewertet Kalk-Gyttjen und Kalk-Detritus-Gyttjen als mittelmäßig versorgte oder nährstoffarme Böden, und ihre Phosphor- und Kalireserven als für Kulturpflan-

zen unzureichend. UGGLA (1964b) weist die Schrumpfung von Detritusgyttjen um über 90 Vol.% nach, während Kalkgyttjen im Vergleich langsam und mässig schrumpfen. Für Kalkgyttjen erwähnt UGGLA (1964b) die Herausbildung von korn- bis nussförmigen Aggregaten. Bei Einhaltung von Düngeniveaus und Entwässerungstiefen bewertet UGGLA die Gytjen insgesamt aber als hervorragende Grünlandböden. BIRNBACHER (1958) bewertet die Nutzungseignung von Leber- und Kalkmudden grundsätzlich als gut, weist aber auf verschiedene Schwierigkeiten (Entstehung von Pflanzenschadstoffen, die bei scharfer Entwässerung ausgewaschen werden, Dränabstände) hin. GEBHARDT (1964) belegt die ungünstigen Wasserleitfähigkeiten von Mudden. BERGLUND (1996) legt umfangreiche Untersuchungen zu verschiedenen schwedischen Organoböden vor, die seit Jahren genutzt werden. Für Kalkmudden gilt im Besonderen, dass geprüft werden muss, ob die beschleunigte Mineralisierung des Torfes bei Vermischung mit Kalkmudde eine landwirtschaftliche Nutzung ausschließen sollte. Allgemein kann es auf Mudden zu erheblichen Problemen mit der Befahrbarkeit kommen (SCHMIDT, 1995b; SCHMIDT & ROHDE, 1986), wenn nicht tief entwässert wird. Da diese Entwässerung wieder zum Einsetzen der beschriebenen Bodenentwicklung führt, scheint eine extensive Nutzung angebracht. So stellt sich grundsätzlich die Frage, ob die Nutzung von Mudden notwendig und sinnvoll ist.



Abb. 5.12: Landwirtschaftlich genutzte Kalkmudde im Havelländischen Luch: Durchmischung von Kalkmudde und Resttorf durch Pflug (a, b) und Maulwürfe (c, d);

Abb. 5.12: Cultivated calcareous gyttja in Havelländisches Luch: mixing of calcareous gyttja and peat by ploughing (a, b) and mole (c, d)

6 Schlussfolgerungen

6.1 Klassifizierung der Folgeböden

Zunächst hat sich in den vorliegenden Untersuchungen gezeigt, dass sich die Folgeböden von Niedermooren in ihrer Struktur und Pedogenese deutlich von anderen Böden unterscheiden. Für die mineralischen Folgeböden wurden durch Bioturbation oder seltene Pflugtätigkeit bedingte Verzahnungshorizonte nachgewiesen, die in die bestehende Klassifikation nicht zufriedenstellend eingefügt werden können. Für die homogeneren Folgeböden steht vollkommen offen, wie sie sich im Laufe der Zeit entwickeln werden. Ein dramatischer weiterer Abbau der Organischen Bodensubstanz wird aufgrund der tiefen Grundwasserstände vermutet. Daher wird es als wichtig erachtet, sie in ihrer Bodenentwicklung auch deutlich zu kennzeichnen und beispielweise von Gleyen mit einer aktuellen Grundwasserbeeinflussung zu unterscheiden. Bevor konkrete Vorschläge zur Klassifizierung erläutert werden, soll die in Kapitel 3 vorgestellte Unterteilung der Niedermoor-Folgeböden anhand ihrer Genese um ihre Unterscheidungsmerkmale ergänzt werden, da sie sich als sprachliches Hilfsmittel zur Gruppierung der Folgeböden durchaus bewährt hat.

Die Unterscheidung der Folgeboden-Gruppen erfolgt anhand der Zusammensetzung aus ihren organischen, carbonatischen und silikatischen¹ Komponenten (s. Tab. 6.1). Zur Ausweisung wurde auf die Angaben der TGL 24300/04 (1986) zur Kennzeichnung von Kalkmudden zurückgegriffen, da sie genauer sind als die Angaben der KA5. Der Gliederung der Muddearten von STEGMANN et al. (2001) folgend wurden Kalkmudden von den übrigen Silikatmudden unterschieden. Die mineralischen Substrate Sand, Schluff und Ton wurden um das Substrat Kalk ergänzt (AK FÜR BODENSYSTEMATIK DER DBG, 1998). Zur sprachlichen Umsetzung wird vorgeschlagen, die Folgeboden-Gruppe mit dem Substrat zu kombinieren, aus dem sie gebildet wurden: mineralischer Folgeboden aus Sand; organo-mineralischer Folgeboden aus Kalkmudde, organischer Folgeboden aus Detritusmudde; etc..

Eine Klassifizierung der Folgeböden muss die Substratsystematische und Bodensystematische Kennzeichnung der Horizonte und Böden berücksichtigen. Im Folgenden werden folgende Bezeichnungen verwendet:

Ausgangshorizonte: organische, organo-mineralische und mineralische Unterboden-Horizonte (mit eingelagerten Muddevorkommen), die nicht durch Entwässerung und dadurch ausgelöste Bodenentwicklungsprozesse verändert wurden

Folgehorizonte: durch Entwässerung veränderte organische, organo-mineralische und mineralische Oberboden-Horizonte

¹unter den silikatischen Komponenten sind Silikate, Oxide und Salze zusammengefasst (STEGMANN et al., 2001)

In Abbildung 6.1 sind die Prozesse, die auf die unterschiedlichen Ausgangshorizonte wirken, zusammengefasst. So bestimmt das Vorhandensein und die Intensität der Durchmischungsprozesse Bioturbation und Pflügen darüber, ob sich verzahnte Horizonte entwickeln. Neben dem Eintrag von mineralischem Untergrundmaterial wird durch Mineralisierung der Gehalt an organischer Bodensubstanz gesenkt, so dass die Folgehorizonte immer kleinere Humusstufen erreichen. Durch den Eintrag von organischer Mulde kann der Gehalt an organischer Bodensubstanz auch wieder steigen. Bei Muldeböden mit mächtigen oberflächennahen Muldeschichten führt vor allem die Schrumpfung zu typischen Gefügeausprägungen in den Folgehorizonten.

Folgeboden <i>post-fen soil</i>	Substrat <i>subsoil substrate</i>		OBS <i>om</i> M. %	CaCO ₃ <i>CaCO₃</i> M. %	Silikatgehalt <i>sm</i> M. %
mineralisch		Sand	<5		≥ 95 ^a
		Schluff	<5		≥ 95 ^a
		Ton	<5		≥ 95 ^a
		Kalk	<5	≥ 75	< 25
organo- mineralisch	Silikatmudden	Sandmulde	≥ 5 ... < 30		< 70
		Schluffmulde ^b	≥ 5 ... < 30	< 30	< 70
		Tonmulde	≥ 5 ... < 30	< 5	< 70
	Kalkmudden	Kalkmulde	≥ 5 ... < 30	5 ... 95	< 70
organisch	Organomudden	Detritusmulde ^c	≥ 30	< 5	< 70
		Torfmulde	≥ 30	< 5	< 70

^aCaCO₃ und Silikat zusammen

^bmit Diatomeenmulde

^cmit Lebermulde

Tab. 6.1: Einteilung der Folgeböden nach genetischen Gesichtspunkten in Anlehnung an KA5, STEGMANN et al. (2001) und AK FÜR BODENSYSTEMATIK DER DBG (1998) (OBS - Gehalt an organischer Bodensubstanz)

Tab. 6.1: *Genetical Classification of post-fen soils derived from KA5, STEGMANN et al. (2001) and AK FÜR BODENSYSTEMATIK DER DBG (1998) (om - organic matter content; sm: silicate content)*

6.1.1 Substratsystematische Kennzeichnung

Ausgangshorizonte

Die Substratgenese der Ausgangshorizonte kann über die vorhandene Gliederung gut angewendet werden. Für die Bestimmung des Substrattyps, der für die Angabe der Bodenform mit dem Bodensubtyp verknüpft wird, kommen die folgenden Angaben vor:

Als Substratgenese wird für Niedermoortorfe und Organomudden organisch (og), für Mineralmudden und Schmelzwassersande fluvilimnogen (f), für kryoturbate Horizonte periglaziär (p) angegeben. Die Bodenart/Torfart/Muldeart kann für Torfe jeweils als Hnp (Schilftorfe), Hnb (Moostorfe) sowie Ha (amorphe Torfe) u.a. angegeben werden. Für die Mudden existiert bisher

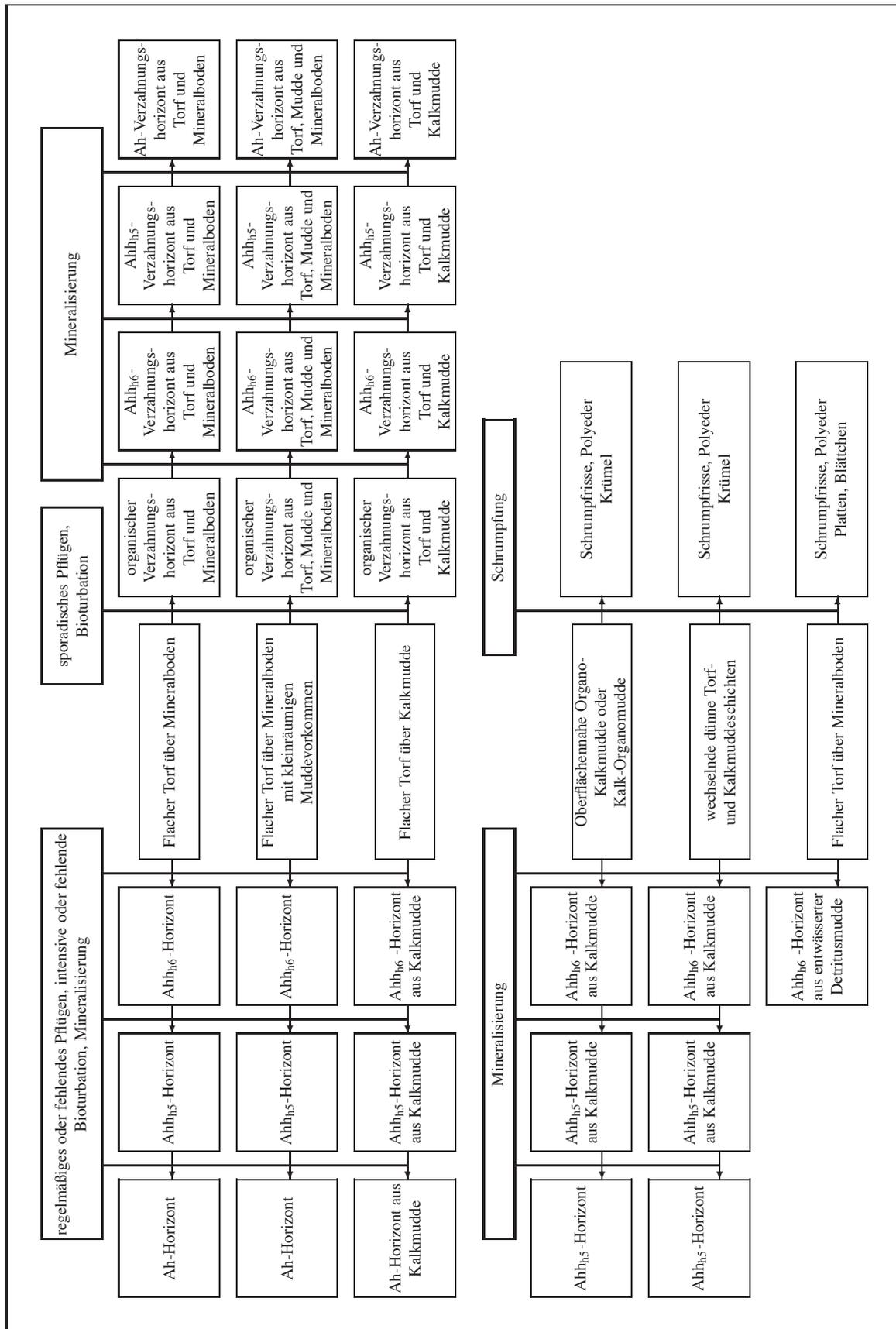


Abb. 6.1: Übersicht über die Prozesse und Horizonte der Folgebodenentstehung
 Abb. 6.1: Survey of the processes and horizons of the development of post-fen soils

nur die Angabe der Muddeart als Fh(l,h,g) oder Fm(s,u,t,i,k). CHMIELESKI (2006) hat Vorschläge für eine sehr viel genauere Charakterisierung von Mudden vorgelegt, die im Kapitel 1 genannt worden sind. Für die überwiegend vertretenen Schmelzwassersande ergibt sich aus der ermittelten Bodenart die Angabe als mS, fSms, etc. Die Angaben zu Grobboden, Skelett, Kohlenstoffgehalt, Carbonatgehalt und Bodenausgangsgestein (Bsp.: og-Hnp, og-Fhg, fl-Fmk, Sgf) erfolgt nach den in der Substratklassifikation angegebenen Vorgaben. Die gefundenen Beimengungen in Torf und Sand (Mollusken, Pflanzenreste, Holz) können bei den substanziellen Substratinhomogenitäten angegeben werden. Die gefundenen Eiskeile und Eislinen können sehr genau über die strukturellen Substratinhomogenitäten beschrieben werden. So beschreibt das Kürzel *K,ke,f5,gra5* mit:

K Kryoturbation,
ke Erscheinungsform Keile,
f5 Flächenanteil von 10 - < 30 Flächen-%,
gra5 Mächtigkeit \geq 500 mm

den mit Mudde aufgefüllten Eiskeil in Profil 14 (Wustrauer Rhin). Mit Änderung der Erscheinungsform und Angleichung der Flächen- und Mächtigkeits- bzw. Größenangaben können dann auch die Eislinen angegeben werden. Bei der Angabe des Ausgangsgesteins werden zwei am Substrat beteiligte Bodenausgangsgesteine mit einem "+" miteinander verknüpft, wenn sie getrennt vorliegen, mit einem ",", wenn sie gemischt vorliegen. So können auf Ebene der Substratartengruppe die Verzahnungen und Übergangshorizonte benannt werden (z.B.: Periglaziärer Fluvisand (aus Auensand) p+f-s(Sf)). Bei den Verzahnungs-Horizonten, die aus Mudde, Sand und Torf gebildet werden, muss die Angabe auf die beiden vorwiegenden reduziert werden (z.B. og+f(nH+Fm)).

Folgehorizonte

Für die Folgehorizonte aus Mudden, die in erster Linie Veränderungen in ihrem Gefüge aufweisen, kann das Substrat wie bisher angesprochen werden. Entwässerte Torfe und Organomudden, deren Gehalt an Organischer Bodensubstanz unter 30 M.% gesunken ist, müssen dann als Sande bzw. Mineralmudden gekennzeichnet werden, was nicht ausreichend ist. Daher wird die Definition einer neuen Substratgenese als: **s(r-Hn)** bzw. **f(r-Fh)** mit r für entwässert (oder regressiv) und der sprachlichen Umsetzung als: Sand (aus entwässertem (regressivem) Torf) bzw. Mineralmudde (aus entwässertem (regressivem) Organomudde) vorgeschlagen.

Verzahnungen in den Folgehorizonten können bei den strukturellen Substratinhomogenitäten angegeben werden. Dann könnte ein *X,dsm,f4,gra5* mit:

X anthropogene Durchmischungen,
dsm durchsetzt mit Brocken, Flecken usw.,
f4 Flächenanteil 5 bis < 10 %,
gra2 Größe 50 bis < 100 mm

einen durch Pflugfähigkeit verzahnten Horizont beschreiben. Zudem können mit der Verknüpfung durch ein "+" mehrere Inhomogenitäten beschrieben werden. Eventuell müsste die Art der Durchmischung noch genauer definiert werden, denn bisher dient anthropogene Durchmischung als Beschreibung für Rigolen bzw. für gezielt durchmischte Substrate. Auch ist die Definition von Bioturbationen so nicht vorgesehen. Als Problem muss dabei angesehen werden, dass keine Angabe über die Zusammensetzung der Inhomogenität gemacht werden kann. Dies

könnte über die Angabe substanzieller Inhomogenitäten erfolgen, solange es sich um Feinbodenarten (bspw. Sande) und Torfe handelt, allerdings kann dann keine Angabe darüber erfolgen wie die Substratinhomogenität entstanden ist. Für Mudden ist eine solche Angabe nicht vorgesehen und müsste entsprechend ergänzt werden.

Eine weitere Möglichkeit für die Nennung der Verzahnungen besteht über die Angaben von Torf Beimengungen in mineralischem Substrat bei der Nennung der Bodenart/Torfart/Muddeart für Beimengungen bis 30 M.%, differenziert in drei Stufen:

1: < 2 M.%, **2:** 2 bis <10 M.%, **3:** 10 bis < 30 M.%

Zwei Beispiele zeigen, wie zwei aufgenommene Horizonte so beschrieben werden können:

Hnp,s-Torfart: Schilftorf mit einem Sandanteil von weniger als 70M.%,

SI2,Hpns2-Bodenart: schwach lehmiger Sand mit 2-<10M.% Schilftorf

Für die verzahnten Horizonte kann das allerdings nicht als ausreichend angesehen werden, da der Torfanteil oftmals über 30 % liegt und es einen entscheidenden Einfluss auf die Bodeneigenschaften hat, ob der Sandanteil feinverteilt oder in Linsen, Nestern oder Bändern vorkommt. Auch der Sandanteil wird nicht genau genug differenziert. Eine Differenzierung auch bei Torfanteilen über 30% wäre notwendig. So könnten analog zu den oben genannten Stufen auch die mineralischen Substrate berücksichtigt werden:

Hnp,ss2: - Schilftorf mit 2-<10M.% Reinsand

oder die Differenzierung wird um weitere Stufen ergänzt. Die zuvor erläuterten Möglichkeiten über die Angabe von Substratinhomogenitäten bieten allerdings mehr Möglichkeiten und werden daher als günstiger angesehen.

6.1.2 Bodensystematische Kennzeichnung

Mineralische Folgeböden

Für die sinnvolle Einordnung in die bestehende Bodensystematik müssen folgende Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zu Grunde gelegt werden.

- Ist sichergestellt, dass es sich bei dem Boden um eine ehemalige Torfakkumulation eines Versumpfungsmoores handelt (nachgewiesen durch Karten oder den Fund von kleinsten Resttorf-Partikeln), können alle folgenden mineralischen Horizonte unabhängig von aktuellen Vergleichsmerkmalen als (r)G-Horizonte ausgewiesen werden, da die Bildung des Torfes an grundwassergesättigte Untergrünböden gebunden ist.
- Böden mit einem Gehalt an Organischer Bodensubstanz von 15 ... < 30 M.% können nicht als Anmoore angesehen werden, da der hohe Gehalt an Organischer Bodensubstanz nicht durch hoch anstehendes Grundwasser entstanden ist, sondern aus einer regressiven Torfentwicklung. Es sei denn, der aktuelle Grundwasserstand entspricht dem der Anmoordynamik, so dass der Gehalt an Organischer Bodensubstanz von 15 ... < 30 M.% gehalten werden kann. Auch dann sollte eine Kennzeichnung als vormaliger Torf erfolgen.

Die untersuchten mineralischen Folgeböden können wegen des Vorhandenseins von G-Horizonten in die Abteilung Semiterrestrischer Böden eingeordnet werden. Da nachgewiesen werden konnte, dass sich die Ah-Horizonte unterschiedlicher Humusstufen in wichtigen Bodenkennwerten unterscheiden, wird vorgeschlagen, unabhängig von der Genese ein neues Zusatzsymbol für pedogene Merkmale einzuführen: ein **u** für extrem humos, kombinierbar mit A und F. Auf Bodensubtypenebene könnten die Böden dann als **Humo...**-Böden bezeichnet werden. Für Anmoorgleye könnte in Kombination mit dem bisherigen pedogenen Merkmalssymbol a für anmoorig ein Aua-Horizont beschrieben werden, der durch dauernden Grundwassereinfluss charakterisiert ist. In Kombination mit den Vorschlägen zur Substratsystematischen Kennzeichnung wären die Folgehorizonte sehr gut beschrieben.

Für die Verzahnungshorizonte werden die beiden gefundenen Ausprägungen von Verzahnungen mit Hilfe des bereits definierten Symbols ° für überprägte fossile oder reliktsche Horizonte und mit der Definition neuer Verzahnungshorizonte gekennzeichnet. So kann ein rGr+rnH+Au-Horizont einen Au-Horizont beschreiben, wenn in einen überwiegend als Au ausgeprägten Horizont Material aus dem Untergrund und vom Resttorf eingetragen wurde. Bestehen Untergrundmaterial und Torf nebeneinander, ohne dass sich eine einheitliche Grundstruktur ergibt, und liegt der mittlere Gehalt an Organischer Bodensubstanz zwischen 15 und < 30 M.%, kann der Horizont dann als rGr+nH°Au (extrem humoser A-Horizont bestehend aus entwässertem G-Material und Niedermoortorf) beschrieben werden. Entsprechend können diese Verzahnungen dann auch für Ah-Horizonte beschrieben werden.

Eine weitere etwas vereinfachte und übersichtlichere Möglichkeit besteht darin, ein neues pedogenes Symbol einzuführen, etwa **g**, das kombiniert mit Au, Ahh, Ah bzw G-Horizonten angibt, dass ein Horizont verzahnt vorliegt. Über die Substratsystematische Einheit erfolgen dann Angaben über die Zusammensetzung der verzahnten Substrate.

Es kann auch die Definition von Übergangs-Horizonten herangezogen werden. Der Übergangshorizont **rnH-Au** beschreibe dann einen extrem humosen A-Horizont aus einem ehemaligen, entwässerten Niedermoortorf. Analog könnten **rnH-Ah**- und **rnH-Ahh**-Horizonte sowie die entsprechenden Verzahnungshorizonte (bspw. rGr+rnH+rnH-Au oder rGr+rnH°rnH-Ah) gebildet werden. Der Vorteil wäre, dass im Horizont damit die aktuelle Dynamik der Folgeboden(weiter)entwicklung enthalten wäre und die Folgebodenhorizonte von anderen Ah- und Au-Horizonten unterschieden werden könnten.

Für die Benennung der Böden gibt es verschiedene Möglichkeiten. In Anlehnung an die im englischen Sprachgebrauch bekannte "post-fen" oder "post-bog"-Wendung könnten *Nachmoorböden* oder *Nach-Niedermoorböden* definiert werden. Weitere Möglichkeiten bestehen in den Begriffen *Niedermoor-Folgeböden*, *Torfregressions-Böden* oder *Niedermoor-Regressionsböden*. In SUCCOW & JOOSTEN (2001) wird der Begriff des *Humusschwundgleyes* verwendet, der allerdings nicht beinhaltet, dass der Humusschwund bei Torfsubstraten begonnen hat. Der Begriff *Humusschwundgley* könnte vielmehr als ein Überbegriff für verschiedene durch Humusverlust überprägte Böden (z.B. ehemalige Marschböden und Hochmoorböden) verwendet werden.

Bei Beachtung der Einordnung in die Hierarchie der Bodenklassifikation müsste ein neuer Bodentyp definiert werden, der mit einem R für Regression gekennzeichnet werden kann:

Innerhalb der Klasse Gleye könnte ein Typ *Nachmoor-Gley* (**GR** mit den Subtypen *Nachmoor-Gley* (**GRn**), *Nachmoor-Humogley* (**GRu**) und *Nachmoor-Moorgley* (**GH-GR**) mit den entspre-

chenden Horizontabfolgen (s. Tab. 6.2) definiert werden. Ein Nachmoor-Moorgley kann auf dieser Ebene leider nicht als Nachmoor-Niedermoorgley ausgewiesen werden. Die Benennung von Varietäten muss dann ergänzend erfolgen. Wichtig ist die Unterscheidung in aktuelle und reliktsche Vergleyung, die der gegebenen Definition folgt. Weitere Varietäten, die bei den untersuchten Folgeböden zum Tragen kommen, sind Ausfällungen (verfestigt (Ortstein)), humusreich, Ackernutzung, kolluviale Überdeckungen, Übergangsformen, Überlagerung und Erosion.

Organo-mineralische und organische Folgeböden

Für Muddeböden schlägt CHMIELESKI (2006) vor, sie in die Abteilung der Moore mit der Neu-Definition einer Klasse der Muddemoore unter Erweiterung der Humusgehalte einzuordnen und sie in die Typen Karbonatmuddemoor, Silikatmuddemoor und Organomuddemoor einzuteilen. Analog zu der Definition der Au-Horizonte können auch Fu-Horizonte über den Gehalt an organischer Bodensubstanz gebildet werden. Zusätzlich muss genauer definiert werden, wann ein ehemaliger Muddeboden zu einem Mudde-Folgeboden wird. Analog zu den Niedermoorgleyen wird empfohlen, einen Bodentyp Muddegley bei Vorhandensein eines Muddekörpers unter 3 dm Mächtigkeit zu definieren, der auf Subtypenebene Karbonatmudde-, Silikatmudde- und Organomudde-Gley mit den entsprechenden Varietäten (v.a. entwässert, vergleyt) aufweist. Bei fortschreitender Bodenentwicklung folgt dann die Entstehung von mineralischen Folgeböden. Es bedarf also einer Ergänzung der Substratsystematischen Kennzeichnung um: **s(r-Fm...)** mit r für entwässert (oder regressiv) und der sprachlichen Umsetzung als: Sand (aus entwässerter (regressiver) ...Mudde). Dabei müsste noch definiert werden, bei Unterschreitung welcher Grenzwerte sich ein Mulmkarbonatmuddemoor oder Karbonatmuddegley in einen Muddefolgegley entwickelt hat.

Flache Niedermoorböden

Es hat sich als schwierig herausgestellt, die sehr flachen (Noch-)Niedermoore nach KA5 einzuordnen, da wichtige diagnostische Horizonte gefehlt haben. Da ausschließlich vermutete Torfe gefunden wurden, bietet es sich an, die Abteilung der Moore, Klasse der Erd- und Mulmmoore und den Typ Mulmniedermoor um einen Subtyp mit einem nHm(/nHa)/IIGo/Gr-Profil (mit $nHm(/nHa) \geq 3$ dm) zu ergänzen. Als Name käme *Mulmflachniedermoor* (KMf) in Frage.

6.2 Nutzungsempfehlungen

Für die Formulierung von Nutzungsperspektiven bilden folgende Aussagen die Grundlage:

- In Brandenburg ist der Moorschutz aufgrund des hohen Anteils flachgründiger Niedermoorgebiete nur in eingeschränktem Maße umsetzbar.
- Auf den weiterhin unter Nutzung stehenden Flächen wird mittel- bis langfristig der Torfkörper aufgezehrt.
- Von der Entwicklung vom Niedermoor zu den Mineralböden Moorgley, Humusgley und Gley sind in erster Linie die aus Sicht des Moorschutzes ökologisch geringwertigeren flachgründigen Standorte betroffen, die keine Funktion mehr als Ressource übernehmen.

Klasse <i>soil class</i>	Typ <i>soil type</i>	Subtyp <i>subtype of soil</i>	Horizontfolge <i>sequence of horizons</i>	Bemerkungen <i>notes</i>
<i>Abteilung Semierrestrische Böden</i>				
Gleye (G)	Gley (GG)			
	Anmoorgley (GM)		nH/IIGr	F 1-<3dm
	Moorgley (GH)		F/IIIGr	Fk 1-<3dm
	Muddegley (GF)		Fm/IIGr	Fm 1-<3dm
			Fh/IIIGr	Fh 1-<3dm
		Niedermoorgley (GHn)	(rNH-)Ah/(rGo)/(rGr)/Go/Gr	
		Karbonatmuddegley (GFK)	(rNH-)Au/(rGo)/(rGr)/Go/Gr	
		Silikatmuddegley (GFt)	Hm/(Ha)/(rGo)/(rGr)/Go/Gr	
		Organomuddegley (GFh)	rNH-)Ach/(rG(c)o)/(rG(c)r)/G(c)o/G(c)r	
		Nachmoor-Normgley (GRn)	oder	
		Nachmoor-Humogley (GRu)	erF-Ach/(rG(c)o)/(rG(c)r)/G(c)o/G(c)r	
		Nachmoor-Moorgley (GH-GF)	rNH-)Achu/(rG(c)o)/(rG(c)r)/G(c)o/G(c)r	
		Nachmoor-Kalkgley (GRc)	erF-Achu/(rG(c)o)/(rG(c)r)/G(c)o/G(c)r	
			oder	
		Nachmoor-Humokalkgley (GRuc)	rNH-)Achu/(rG(c)o)/(rG(c)r)/G(c)o/G(c)r	
<i>Abteilung Moore</i>				
<i>Natürliche Moore (H)</i>				
	Niedermoor (HN)		nH,uH/(IIIF)...	
	Hochmoor (HH)		hH/(IIInH)(II,IIIF)	
<i>Erd- und</i>				
	Erdenmoor, basenreich (KV)		nHv/(nHr)/nHw/(nHr)/(IIIF)...	
	Muldmiedermoor (KM)		nHm/nHa/nHr/nHw/(nHr)/(IIIF)...	
		Muldfachniedermoor (KMF)	nHm/(mHa)/(IIIF)(II,III Go/Gr	

Tab. 6.2: Bodensystematische Einordnung der mineralischen Folgeböden, unter Verwendung der Vorschläge von CHMIELESKI (2006), eigene Vorschläge fettgedruckt

Tab. 6.2: Classification of the mineral post-fen soils, according to German Soil System, including proposal by CHMIELESKI (2006), new proposals are in bold print (GG, GM: gleysols; GH: histic gleysols; GF: gytija gleysols; GR: post-fen gleysols; GH-GR: histic post-fen gleysols; K: fens)

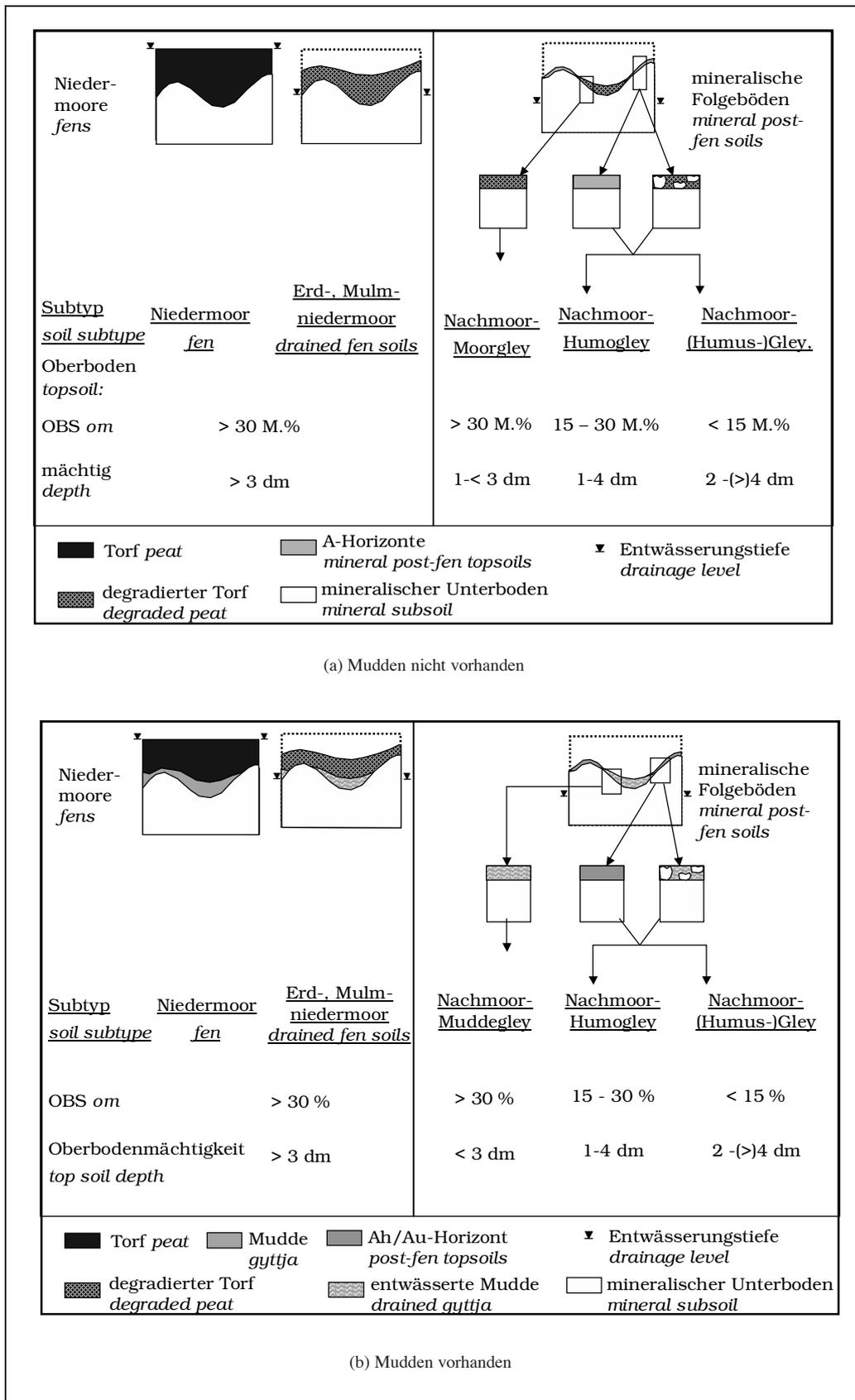


Abb. 6.2: Übersicht über die mineralischen Folgeböden (OBS: Gehalt an Organischer Bodensubstanz)
 Abb. 6.2: Survey of the mineral post-fen soils (*om*: organic matter content)

- Im Zuge der Folgebodenentstehung kommt es v.a. in Versumpfungsmooren zu einer Verstärkung der Flächenheterogenitäten.
- Diese Entwicklung ist mit starken Veränderungen der Bodenkennwerte verbunden, die insgesamt für eine Eignung zur Ackernutzung sprechen.
- Die Landwirtschaftsbetriebe sind in von der Betriebsgröße abhängigem Umfang auf Maisnutzung angewiesen, um die Zufütterung von Kraftfutter zu minimieren.
- Es wirtschaften viele Großbetriebe (teils mit mehr als 2000 ha) in den Niedermoorgebieten Brandenburgs, die in der Lage sind, unter Beibehaltung des jeweiligen Nutzungsumfanges, die Standorte für die Nutzungsarten auszutauschen.

Wenn die vorgelegten Ergebnisse durch weitere Untersuchungen gestützt werden können, bieten sich in Orientierung an bereits bestehende Nutzungs- und Entwicklungskonzepte für Niedermoor folgende Möglichkeiten:

- Innerhalb der nicht für eine Renaturierung in Frage kommenden Flächen kann die Verlagerung der intensiven Nutzungsformen (Intensivgrasland und Mais) auf die mineralischen Folgeböden zur Entlastung der tiefgründigeren Standorte führen. Dabei muss nicht, bzw. nur in geringem Umfang mit Ertragseinbußen gerechnet werden. Für Moorgleystandorte ist eine intensive Ackernutzung als Tiefpflugsanddeckkultur vorstellbar, wenn die Standorte den entsprechenden Anforderungen genügen. Gleiches wäre auch für flachgründige Niedermoorstandorte denkbar, was allerdings nicht mit dem Naturschutzgesetz des Landes Brandenburg vereinbar ist (ZEITZ et al., 1997). Die Flächen mächtigerer Torfkörper sollten im Gegenzug unter der Zielstellung, den Torf möglichst lange zu erhalten, mit möglichst hohen Grundwasserflurabständen genutzt werden. Somit wäre in Abstimmung mit großen Landwirtschaftsbetrieben ein positiver Effekt mit recht geringem Aufwand realisierbar. Zudem können die Nutzflächen auf den Mineralböden mit intensiven Ackerfruchtfolgen entlastet werden.
- Für die Folgeböden mudeunterlagerter Standorte lassen sich grundsätzlich zwei Entwicklungsrichtungen aufzeigen, die durch entsprechende Untersuchungen noch abgesichert werden müssen. Die sich aus den organo-mineralischen Mudden Sand-, Schluff- und Tonmudde entwickelnden Folgeböden sind den mineralischen Folgeböden gleichzusetzen, und kommen daher für die erläuterten Nutzungsstrategien in Frage. Vor allem die organischen Mudden müssen daraufhin geprüft werden, ob sie zum Erhalt standorttypischer Lebensraumfunktionen renaturiert werden können. Stellen Mudden Extremstandorte dar, wie etwa an der Oberfläche anstehende Kalkmudde, kommen sie ebenfalls für Naturschutzziele in Frage.
- Die Erarbeitung geeigneter Umweltindikatoren für ein ökosystemorientiertes Monitoring (BORK & DIERSSEN, 2007) ist notwendig, um den weiteren Verlauf der Folgebodenentwicklung unabhängig von Nutzungs- oder Schutzmaßnahmen verfolgen zu können.

Ausweisung von Flächennutzungstypen

Bei der Ausweisung von Nutzungsflächentypen muss berücksichtigt werden, dass nicht nur die Größe, sondern auch die Form einer Folgebodenfläche eine Rolle spielt. Bei den langen,

schlauchförmigen Flächen, die Mineralbodenflächen umgeben, kann geprüft werden, ob eine Übertragung der Nutzungsform der benachbarten Mineralböden möglich und sinnvoll ist. Auch könnten die Mineralbodeninseln bzw. tieferen Moorbereiche mit in die Nutzung von großen zusammenhängenden Flächen integriert werden. Dazu können Kriterien zur Ausweisung von Wiedervernässungsflächen von SCHULZ-STERNBERG & ZEITZ (1997) übernommen werden. Für die Ausweisung zu einem Flächennutzungstyp sollte die Fläche eine Mindestgröße von 50 ha aufweisen, was bei Betriebsflächen von meist über 1.000 ha umsetzbar scheint. Für die Flächen von kleineren Betrieben könnte die Mindestgröße angepasst werden. In Anlehnung an SCHULZ-STERNBERG & ZEITZ (1997) wird vorgeschlagen, Flächen mit einem Anteil von über 80 % eines Moormächtigkeitstypes auszuweisen und zu einem Flächennutzungstypen zusammenzufassen, wenn sich die restlichen 20 % auf unterschiedliche, nicht zusammenhängende Bereiche verteilen. Liegen die Restbereiche in einer Fläche ab 50 ha homogen vor, wird ein eigener Flächennutzungstyp ausgewiesen.

Literaturverzeichnis

- AG BODEN (1994): *Bodenkundliche Kartieranleitung*. 4. Auflage, AG Bodenkunde, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Hannover.
- AG BODEN (2005): *Bodenkundliche Kartieranleitung*. 5. Auflage, AG Bodenkunde, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Hannover.
- AK FÜR BODENSYSTEMATIK DER DBG (1998): Systematik der Böden und der bodenbildenden Substrate Deutschlands. *Mittlgn. Dtschn. Bodenkndl. Gesellsch.* **86**: 1–180.
- ALTERMANN M., RINKLEBE J., MERBACH I., KÖRSCHENS M., LANGER U., HOFMANN B. (2005): Chernozem – Soil of the Year 2005. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **168**: 725–740.
- ARCHER K.A., ROBINSON G.G. (1989): The role of stolons and seedlings in the persistence and production of white clover (*Trifolium repens* L. cv. Huia) in temperate pastures on the Northern Tablelands, New South Wales. *Austr. J. Sci. Res.* **40**: 605–616.
- AUGUST D. (2007): Zur Geschichte und Entwicklung des Übereinkommens von Ramsar. *Nat. Landsch.* **82**: 478–484.
- AUGUSTIN J., MERBACH W., SCHMIDT W., REINING E. (1996): Effect of changing temperature and water table on trace gas emission from minerotrophic mires. *Angew. Bot.* **70**: 45–51.
- AUGUSTIN J., MERBACH W., SCHMIDT W., KÄDING H., SCHALITZ G. (2001): Anthropogener Einfluß auf die N₂O-/ CH₄-Flüsse aus Niedermooren. Abschlußbericht, Müncheberg.
- AUTORENKOLLEKTIV (1981): *Um Eberswalde, Chorin und den Werbellinsee. Ergebnisse der heimatkundlichen Bestandsaufnahme in den Gebieten Joachimsthal, Groß Ziethen, Eberwalde und Hohenfinow*, Vol. 34 *Werte unserer Heimat – Heimatkundliche Bestandsaufnahme in der Deutschen Demokratischen Republik*. Akademie-Verlag, Berlin.
- BARTELS R., SCHEFFER B. (1996): Nitrate enrichment in fenland soils on meadows after ploughing. In: *10th International Peat Congress*, Vol. 4, 43–48, Bremen.
- BAUMANN E. (1999): *Vermessungskunde. Band 1: Einfache Lagemessung und Nivellement*. 5. überarb. erweit. Auflage, Dümmlerbuch.
- BEHRENDT A. (1995): Moorkundliche Untersuchungen an nordostdeutschen Niedermooren unter Berücksichtigung des Torfschwundes. Diss., Humboldt-Universität, Berlin.
- BEHRENDT A., SCHALITZ G., HÖLZEL D., MUNDEL G. (1997): Grundwasserlysimeter – unentbehrliche Instrumentarien zur nachhaltigen Nutzung von Niedermooren und ihren Nachfolgeböden. In: *7. Gumpensteiner Lysimetertagung*, 137–140, Gumpenstein.

- BEHRENDT A., MUNDEL G., SCHALITZ G., HÖLZEL D. (1999): 30 Jahre Paulinenaauer Grundwasserlysimeter – eine Zusammenfassung ausgewählter Ergebnisse. In: *50 Jahre Wissenschaftsstandort Paulinenaue – Ergebnisse der Grünland- und Futterforschung*, 161–174, Paulinenaue.
- BENKENSTEIN H., PAGEL H., KRÜGER W. (1996): C- und N-Kennwerte eines Sandbodens nach langjährig differenzierter Düngung in ausgewählten Varianten der Thyrower Dauerversuche. *Arch. Acker- Pfl. Bodenk.* **40**: 13–23.
- BERGLUND K. (1995): Properties of cultivated gyttia soils. *Int. Peat J.* **6**: 5–23.
- BERGLUND K. (1996): Cultivated organic soils in Sweden: properties and amelioration. Diss., Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Reports and Dissertations **28**.
- BERGLUND K., PERSSON L. (1996): Water repellence of cultivated organic soils. *Acta Agric. Scand.* **46**: 145–152.
- BIENIEK B. (1988a): Zmiany w morfologii i właściwościach fizyczno-wodnych gleb torfowych pod wpływem głębokiego odwodnienia w warunkach Pojezierza Mazurskiego. *Rocz. Nauk Rol.* **F 80**: 183–201.
- BIENIEK B. (1988b): Zmiany w składzie chemicznym gleb torfowych pod wpływem głębokiego odwodnienia w warunkach Pojezierza Mazurskiego. *Rocz. Nauk Rol.* **F 80**: 203–225.
- BIRNBACHER H. (1958): Die Lebermudde des Federseemoores als Sediment und Boden (ihre wasser- und landwirtschaftliche Erschließung). Diss., Landwirtschaftliche Hochschule Hohenheim, Sigmaringen (Hohenzollern).
- BMU (1992): Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro – Dokumente – Agenda 21. Eine Informationsschrift des Bundesumweltministeriums, Bonn.
- BORK H., DIERSSEN K. (2007): Wo steht der Naturschutz im Jahr 2010. *Nat. Landsch.* **82**: 45–49.
- BROMMAUER A. (1979): Die Urbarmachung des Havelländischen Luches vor 250 Jahren. *Rathenower Heimatkalender* **23**: 72–78.
- BURGHARDT W. (1977): Das Wasser in Niederungsböden. *Geol. Jahrb.* **F4**: 79–103.
- CAPRIEL P. (1997): Hydrophobicity of organic matter in arable soils: influence of management. *Europ. J. Soil Sci.* **48**: 457–462.
- CHMIELESKI J. (2002): Bodengenese in Mudden: Chemische und physikalische Eigenschaften der Lebermudde im Ziethener Seebruch (Landkreis Barnim, Brandenburg). *Greifswald. Geogr. Arb.* **26**: 211–214.
- CHMIELESKI J. (2006): Zwischen Niedermoor und Boden: Pedogenetische Untersuchungen und Klassifikation von mitteleuropäischen Mudden. Diss., Humboldt-Universität zu Berlin.

- DAVIDSON I.A., ROBSON M.J. (1990): Short-term effects of nitrogen on the growth and nitrogen nutrition of small swards of white clover and perennial ryegrass in spring. *Grass Forage Science* **45**: 413–421.
- DAVIS J.C. (1986): *Statistics and Data Analysis in Geology*. 2. Aufl. Auflage.
- DAVIS J.C. (2003): *Statistics and Data Analysis in Geology*. 3. Aufl. Auflage.
- DAVIS T., (Hrsg.) (1994): *The Ramsar convention manual: a guide to the Convention of wetlands of international importance especially as waterfowl habitat*. Gland.
- DIERSSEN K., DIERSSEN B. (2001): *Moore*. E. Ulmer, Stuttgart.
- DIN 19683-1 (1973): Bodenuntersuchungsverfahren im Landwirtschaftlichen Wasserbau – Physikalische Laboruntersuchungen: Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung durch Siebung. Berlin.
- DIN 19683-4 (1973): Bodenuntersuchungsverfahren im Landwirtschaftlichen Wasserbau – Physikalische Laboruntersuchungen: Bestimmung des Wassergehaltes des Bodens. Berlin.
- DIN 19684-1 (1973): Bodenuntersuchungsverfahren im Landwirtschaftlichen Wasserbau – Chemische Laboruntersuchungen: Bestimmung des pH-Wertes des Bodens. Berlin.
- DIN 19684-33 (1973): Bodenuntersuchungsverfahren im Landwirtschaftlichen Wasserbau – Chemische Laboruntersuchungen: Bestimmung des Glühverlustes und des Glührückstandes. Berlin.
- DIN 19684-35 (1973): Bodenuntersuchungsverfahren im Landwirtschaftlichen Wasserbau – Chemische Laboruntersuchungen: Bestimmung der Carbonate im Boden.
- DIN ISO 13536 (1997): Bodenbeschaffenheit – Bestimmung der potentiellen Kationenaustauschkapazität und der austauschbaren Kationen unter der Verwendung einer bei pH=8,1 gepufferten Bariumchloridlösung. Berlin.
- DÖMSÖDI J. (1988): Über den Verlust von Mooren im Karpatenbecken. *Telma* **18**: 29–42.
- EGGELSMANN R. (1962): Durchlässigkeit und Grundwasserströmung am Beispiel der Moore am Steinhuder Meer und eines Moormarschpolders im Bremer Blockland. *Ber. aus der Landesanstalt für Bodennutzungsschutz* **3**: 125–132.
- EGGELSMANN R. (1989): Wiedervernässung und Regeneration von Niedermoor. *Telma* **19**: 27–41.
- EISSMANN L. (1981): Periglaziäre Prozesse und Permafroststrukturen aus sechs Kaltzeiten des Quartärs. Ein Beitrag zur Periglazialgeologie aus der Sicht des Saale - Elbe - Gebietes. *anf* **1**: 171 S.
- ESCHNER D., LISTE H. (1995): Stoffdynamik wieder zu vernässender Niedermooere. *Z. Kulturl. Landentw.* **36**: 113–116.

- FLESSA H., WILD U., KLEMISCH M., PFADENHAUER J. (1998): Nitrous oxide and methane fluxes from organic soils under agriculture. *Europ. J. Soil Sci.* **49**: 327–335.
- FRIELINGHAUS M., GRIMME H. (1999): Boden als begrenzte Ressource – Begründung für den Bodenschutz. In: BUCHWALD K., ENGELHARDT W., (Hrsg.) *Umweltschutz: Grundlagen und Praxis. Bd. 4: Schutz des Bodens*, Economica, Bonn.
- GEBHARDT E. (1964): Untersuchungen über die Wasserdurchlässigkeit von Niedermoortorfen als Grundlage für die Bemessung der Dränabstände. Diss., Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Berlin.
- GEBHARDT E. (1979): Über die Wasserdurchlässigkeit von Mudden. *Arch. Acker- Pfl. Bodenk.* **23**: 461–463.
- GEHL O. (1959): Seekreide, ein wenig beachteter Rohstoff von örtlicher Bedeutung für Land- und Bauwirtschaft. *Z. angew. Geol.* **2**: 73–76.
- VAN GENUCHTEN M.T. (1980): A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* **44**: 892–898.
- GERSTENGARBE F., (Hrsg.) (2003): *Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst- und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven*, Vol. 83 *PIK Report*, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Potsdam.
- GÖTTLICH K., (Hrsg.) (1990): *Moor- und Torfkunde*. Schweizerbart, Stuttgart.
- GROSSE-BRAUCKMANN G. (1961): Zur Terminologie organogener Sedimente. *Geol. Jahrb.* **79**: 117–144.
- HARTGE K.H., HORN R. (1999): *Einführung in die Bodenphysik*. 3. überarb. Auflage, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- HENNINGS H.H. (1995): Einfluß von Vernässung und freier Vegetationsentwicklung auf den Wärmehaushalt von Niedermooren. *Z. Kulturt. Landentw.* **36**: 141–144.
- ILLNER K. (1962): Untersuchungen über die Wasserdurchlässigkeit von Niedermoorböden mit der Bohrlochmethode. *Z. Landeskult.* **3**: 19–28.
- ILLNER K. (1982): Zur Dynamik der Porosität von Niedermoorböden. *Arch. Acker- Pfl. Bodenk.* **26**: 741–745.
- ILLNER K. (1983): Die Moore in der DDR und ihre Standorteigenschaften. *Ber. Humboldt- Univ. Berlin, Moorstandortkd. u. Moormeliorat.* **8**: 3–12.
- ILLNER K. (1984): Zur Bodenentwicklung in Niedermooren. *Arch. Acker- Pfl. Bodenk.* **28**: 585–590.
- ILLNER K., LEHRKAMP H. (1981): Zum Einfluß der hydrologischen Verhältnisse auf die Standorteigenschaften der Niedermoore. *Arch. Acker- Pfl. Bodenk.* **25**: 585–588.

- ILNICKI P. (1983): Bog transformation resulting from drainage. In: *International Symposium on Peat Utilization*, 13–25, Minnesota.
- INSTITUT FÜR GRÜNLAND- UND MOORFORSCHUNG PAULINENAUE — ARBEITSGRUPPE MOORBODENKARTIERUNG (1969): Standortgutachten über Moorkommen im Rhinluch (Aufnahme 1968). Berlin.
- INSTITUT FÜR GRÜNLAND- UND MOORFORSCHUNG PAULINENAUE— ARBEITSGRUPPE MOORBODENKARTIERUNG (1963): Standortgutachten über das Moorgebiet Randow-Welse (Aufnahmejahr 1962). Berlin.
- INSTITUT FÜR GRÜNLAND- UND MOORFORSCHUNG PAULINENAUE— ARBEITSGRUPPE MOORBODENKARTIERUNG (1964): Standortgutachten über das Moorgebiet Randow-Welse (Aufnahmejahr 1963). Berlin.
- INSTITUT FÜR GRÜNLAND- UND MOORFORSCHUNG PAULINENAUE— ARBEITSGRUPPE MOORBODENKARTIERUNG (1965): Standortgutachten über das Moorgebiet Randow-Welse (Aufnahmejahr 1964). Berlin.
- JASNOWSKI M. (1972): Rozmiary i kierunki przekształceń szaty roślinnej torfowisk. *Phytocoenosis* **1**: 193–209.
- JOOSTEN H. (1999): Peat the final frontier: mires and peatlands outside the tropics. In: MALTBY E., MACLEAN L., (Hrsg.) *Peatlands under pressure. Arctic to tropical peatlands*, 9–17.
- JOOSTEN H. (2000): Peatland conservation in Central and Southern Europe. In: *11th International Peat Congress*, 1044–1049, Quebec.
- JUSCHUS O. (2001): Das Jungmoränenland südlich von Berlin — Untersuchungen zur jungquartären Landschaftsentwicklung zwischen Unterspreewald und Nuthe. Diss., Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät II der Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin.
- KÄDING H. (1994): Einfluß von Düngung, Nutzung, Pflanzenbestand und Grundwasserstand auf die Futterqualität von Niedermoorgrünland. *Arch. Acker- Pfl. Bodenk.* **38**: 195–202.
- KÄDING H., PETRICH G. (2003): Leguminosen als Stickstofflieferanten für Grünland. In: *47. Jahrestagung vom 28. bis 30. August 2003 in Braunschweig ; Referate und Poster*, Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau, 109–112, Wissensch. Fachverl., Gießen.
- KAHLE P., SCHULZ H. (1994): Einfluß von Gülle, Stroh und Gründüngung auf ausgewählte fruchtbarkeitsrelevante Eigenschaften eines lehmigen Sandbodens. *Arch. Acker- Pfl. Bodenk.* **38**: 59–67.
- KASIMIR-KLEMEDTSSON Å., KLEMEDTSSON L., BERGLUND K., MARTIKAINEN P., SILVOLA J., OENEMA O. (1997): Greenhouse gas emissions from farmed organic soils: a review. *Soil Use Managem.* **13**: 245–250.
- KIVINEN E. (1938a): Ein Gytjtagebiet der Bucht Papulanlahti in der Stadt Viipuri. Forschungsbericht.

- KIVINEN E. (1938b): Untersuchungen über die Eigenschaften der Gytjåböden. Forschungsbericht.
- KOPP D. (2002): Naturräumliche Grundlagen der Naturschutzarbeit am Beispiel des Biospärenreservats Spreewald. In: LANDESANSTALT FÜR GROSSSCHUTZGEBIETE, (Hrsg.) *Von Naturschutz und Nachhaltigkeit*, Spreewald-Report I, 33–38.
- KÖRSCHENS M., KLIMANEK E. (1980): Beziehungen zwischen dem Gehalt des Bodens an organischer Substanz und wichtigen Bodeneigenschaften, untersucht am Statischen Versuch Lauchstädt. *Arch. Acker- Pfl. Bodenk.* **24**: 25–30.
- KÖRSCHENS M., WEIGEL A., SCHULZ E. (1998): Turnover of Soil Organic Matter (SOM) and Long-Term Balances – Tools for Evaluating Sustainable Productivity of Soil. *Z. Pflanzenern. Bodenk.* **161**: 404–424.
- KRAUSCH H. (1967): Vegetation und Landschaftsentwicklung im Baruther Urstromtal bei Baruth. *Heimatkalender für den Kreis Zossen* **11**: 130–140.
- KRETSCHMER H., (Hrsg.) (2000): *Ökologisches Entwicklungskonzept Oberes Rhinluch*, ZALF-Bericht **43**, Müncheberg.
- KUBIENA W.L. (1953): *Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas*. Stuttgart, Stuttgart.
- KUNTZE H., (Hrsg.) (1983): *Bodenkunde*. 3., verb. Aufl. Auflage, UTB Ulmer, Stuttgart.
- KUNTZE H. (1984): Bewirtschaftung und Düngung von Moorböden. Forschungsbericht, Bodentechnol. Inst. NLF, Hannover.
- KUNTZE H. (1988): Nährstoffdynamik der Niedermoore und Gewässereutrophierung. *Telma* **18**: 61–72.
- KUNTZE H. (1993): Niedermoore als Senke und Quelle für Kohlenstoff und Stickstoff. *Wasser + Boden* **9**: 699–702.
- KUNTZE H. (1995): Ökosystemmanagement von Niedermooren – eine Einführung. *Z. Kulturl. Landentw.* **36**: 99–101.
- LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG, (Hrsg.) (2004): *Leitfaden zur Renaturierung von Feuchtgebieten in Brandenburg*, Vol. 50 *Studien und Tagungsberichte*, Potsdam.
- LANDGRAF L., SCHULTZ-STERNBERG R. (2001): Ökologische Bewertung der brandenburgischen Niedermoore – Auswertung digitaler Biotop- und Moordaten. *Natursch. Landschaftspfl. Brandenburg* **10**: 17–28.
- LEHRKAMP H. (1987): Die Auswirkungen der Melioration auf die Bodenentwicklung im Randow-Welse-Bruch. Diss., Humboldt-Universität zu Berlin.

- LEX J. (1990): Beitrag des Weißklee (*Trifolium repens* L.) im Gemenge mit Gräsern zur Ertragsbildung des Pflanzenbestands und zum Futterwert der Erntemasse. Diss., Technische Universität München.
- LUTHARDT V. (1993): Entwicklungsziele für Niedermoorgebiete am Beispiel der Sernitz-Niederung bei Greiffenberg. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung in Brandenburg, Sonderheft Niedermoores*, 35–40, Potsdam.
- DE MARS H., WASSEN M.J., PEETERS W.H.M. (1996): The effect of drainage and management on peat chemistry and nutrient deficiency in the former Jegrznia-floodplain (NE-Poland). *Vegetatio* **126**: 59–72.
- MAUERSBERGER H., MAUERSBERGER R. (1997): Die Seen des Biosphärenreservates "Schorfheide-Chorin" – eine ökologische Studie: Untersuchungen zur Struktur, Trophie, Hydrologie, Entwicklung, Nutzung, Vegetation und Libellenfauna. Diss., EMA-Universität Greifswald.
- MERKT J., LÜTTIG G., SCHNEEKLOTH H. (1971): Vorschlag zur Gliederung und Definition der limnischen Sedimente. *Geol. Jahrb.* **89**: 607–623.
- MITSCHE W.J., GOSSELINK J.G. (2000): *Wetlands*. 3. Aufl. Auflage, Wiley, New York, NY u.a.
- MLUV (2005): Kalkmudde. In: *Steckbriefe Brandenburger Böden*, Vol. 9.6.
- MLUV (2007): Neue Empfehlungen für nutzungs- und standortangepasste Grünlandmischungen. URL <http://www.mluv.brandenburg.de>.
- MUNDEL G. (1969a): Untersuchung zur Entstehung des Havelländischen Luches und seiner Veränderungen durch Meliorationsmaßnahmen mit besonderer Berücksichtigung der Torfmineralisation. Diss. A, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Berlin.
- MUNDEL G. (1969b): Zur Entstehung des Havelländischen Luches. *Z. Landeskult.* **10**: 313–322.
- MUNDEL G. (1982a): Untersuchungen über die Evapotranspiration von Grasland auf Grundwasserstandorten – 1. Mitteilung: Beziehungen zwischen meteorologischen Faktoren und Evapotranspiration. *Arch. Acker- Pfl. Bodenk.* **26**: 507–513.
- MUNDEL G. (1982b): Untersuchungen über die Evapotranspiration von Grasland auf Grundwasserstandorten – 3. Mitteilung: Beziehungen zwischen Stoffproduktion und Evapotranspiration. *Arch. Acker- Pfl. Bodenk.* **26**: 629–638.
- MUNDEL G. (1982c): Untersuchungen über die Evapotranspiration von Grasland auf Grundwasserstandorten – 4. Mitteilung: Verlauf der Verdunstung während der Vegetationszeit. *Arch. Acker- Pfl. Bodenk.* **26**: 639–646.
- MUNDEL G. (1990): Kaliumvorrat und Kaliumhaushalt intensiv genutzter Niedermoorböden – Lysimeterergebnisse. *Arch. Acker- Pfl. Bodenk.* **34**: 599–607.

- MUNDEL G. (1994): Kaliumbilanzen verschiedener hydromorpher Mineralböden aus langjährigen Lysimeteruntersuchungen. *Arch. Acker- Pfl. Bodenk.* **39**: 221–236.
- MUNDEL G., ARNOLD H. (1998): Der Einfluß von Grundwasser und Witterung auf den Trockenmasseertrag eines Grasmischbestandes (Lysimeterergebnis). *Arch. Acker- Pfl. Bodenk.* **43**: 329–348.
- MUNDEL G., WELLENBROCK K. (1978): Die Gesamtverdunstung grasbestockter hydromorpher Böden im Trockenjahr 1976, untersucht an Grundwasserlysimetern. *Arch. Acker- Pfl. Bodenk.* **22**: 131–137.
- MUNR (1998): Landschaftsrahmenplan Biosphärenreservat Spreewald. Forschungsbericht, Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg, Potsdam.
- OKRUSZKO H. (1964): Gleby murszowe torfowisk dolinowych i ich chemiczne oraz fizyczne właściwości. *Rocz. gleb.* **T**: 1–10.
- OKRUSZKO H. (1968): Soil-forming process in drained peatland. In: *2nd International Peat Congress*, 189–197, Leningrad.
- OKRUSZKO H. (1985): Potencjalne możliwości produkcyjne gleb i siedlisk użytków zielonych. *Rocz. gleb.* **XXXVI**: 43–58.
- OKRUSZKO H., SZUNIEWICZ J. (1968): Differentiation of peat soils from the viewpoint of their physico-hydrological properties. In: *2nd International Peat Congress*, Vol. 1, 311–322, Leningrad.
- OKRUSZKO H., SZUNIEWICZ J. (1983): Die prognostischen Feuchte-Boden-Komplexe für Moorstandorte. *Ber. Humboldt-Univ. Berlin, Moorstandortkd. u. Moormeliorat.* **8**: 36–47.
- PASSARGE S. (1901): Die Kalkschlammablagerungen in den Seen von Lychen, Uckermark. *Königl. Preuß. Geol. Landesanst.* .
- PAULMANN A., MARQUART S. (1998): Bodenphysikalische und bodenchemische Charakterisierung von Kalkmudden. Technische Universität Berlin. Studienprojekt, *unveröffentl.*, Berlin.
- PFADENHAUER J. (1999): Leitlinien für die Renaturierung süddeutscher Moore. *Nat. Landsch.* **74**: 18–29.
- PFADENHAUER J., KRÜGER G., MUHR E. (1991): *Ökologisches Gutachten Donaumoos. Konzept zur künftigen Landschaftsentwicklung*, Vol. 109. Schriftenreihe Bayer. Landesamt f. Umweltschutz, München.
- PFLIMLIN A. (2003): Optimum management of grass clover sward for beef or dairy cows in western France. In: *Workshop Proceedings 15th General Meeting of the European Grassland Federation*, Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau, 51–58, Wageningen.

- PIAŚCIK H., ŁACHACZ A. (1997): The influence of dewatering and reclamation on water retention of peat soils in the sandy outwash landscape. *Pol. J. Soil Sci.* **30**: 7–14.
- PIAŚCIK H., SMÓLCZYŃSKI S., ORZECZOWSKI M. (1998): Physical, water and retaining properties of hydrogenic soils of the Vistula Delta. *Pol. J. Soil Sci.* **31**: 9–14.
- QUAST J. (1995): Wasserhaushalt und Feuchtgebiete in einer Trockenlandschaft – Zustand – Konflikte – Maßnahmen. *Z. Kulturt. Landentw.* **36**: 207–213.
- QUAST J. (1997): Wasserdargebot in Brandenburgs Agrarlandschaften und gebotene wasserwirtschaftliche Konsequenzen. *Arch. Nat. Landsch.* **35**: 267–277.
- RAMSAR CONVENTION (1996): Recommendation 6.1 on conservation of peatlands. URL <http://www.pz-oekosys.uni-kiel.de/~michael/ram96.htm>.
- RATZKE U., DANN T. (1996): Erstellung eines Moorstandortkataloges für Mecklenburg-Vorpommern durch das Geologische Landesamt. *Telma* **26**: 41–47.
- ROWELL D.L. (1997): *Bodenkunde: Untersuchungsmethoden und ihre Anwendungen*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- SAUERBREY R., LEHRKAMP H. (1994): Der Einfluß von Melioration und Nutzung auf die Bodenentwicklung einer Niedermoorfläche im Randow-Welse-Bruch (Land Brandenburg). *Ökologische Hefte* **1**: 25–30.
- SAUERBREY R., SCHMIDT W. (1993): Bodenentwicklung auf entwässerten und landwirtschaftlich genutzten Niedermooren. In: *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg, Sonderheft Niedermoore*, 5–10, Potsdam.
- SCHÄFER W. (1996): Changes in physical properties of organic soils induced by land use. In: *10th International Peat Congress*, Vol. 4, 77–84, Bremen.
- SCHALITZ G. (2007): Mündliche Mitteilung.
- SCHALITZ G., SCHMIDT W., KÄDING H., LEIPNITZ W. (2006): Standort und Vegetationsentwicklung von landwirtschaftlich genutzten Grünlandflächen des Ziethener Seebruchs und konzeptionelle Betrachtungen zur Wiedervernässung. In: LUTZE G., SCHULTZ A., WENKEL K., (Hrsg.) *Landschaften beobachten, nutzen und schützen – landschaftsökologische Langzeit-Studie in der Agrarlandschaft Chorin 1992-2006*, 131–146, Teubner, Wiesbaden.
- SCHEFFER F., SCHACHTSCHABEL P. (1992): *Lehrbuch der Bodenkunde*. 13., durchges. Auflage, Enke Verlag, Stuttgart.
- SCHEMEL H., UFER C. (1993): Gesamtkonzept Spreewald – Ein Schutz-, Sanierungs- und Entwicklungskonzept unter Einbeziehung ökologisch angepaßter Nutzungsformen mit besonderer Berücksichtigung von Landwirtschaft und Tourismus als Erwerbsquellen. UBA-Texte 23, Berlin.

- SCHINDLER U. (1980): Ein Schnellverfahren zur Messung der Wasserleitfähigkeit im teilgesättigten Boden an Stechzylinderproben. *Arch. Acker- Pfl. Bodenk.* **24**: 1–7.
- SCHINDLER U., BEHRENDT A., MÜLLER L. (2003a): Change of soil hydrological properties of fens as a result of soil development. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **166**: 357–363.
- SCHINDLER U., MÜLLER L., BEHRENDT A. (2003b): Field investigations of soil hydrological properties of fen soils in North-East Germany. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **166**: 364–369.
- SCHLEIER C. (1997): Untersuchungen zur Wirkung landwirtschaftlicher Nutzung auf die Entwicklung von Niedermooren. Diplomarb., Universität Potsdam.
- SCHLEIER C. (2000): The development of organic and mineral post fen soils as the results of intensive cultivation of fens in North-eastern Germany. In: *11th International Peat Congress*, 450–459, Quebec.
- SCHLEIER C., BEHRENDT A. (2000): Kennzeichnung von Eigenschaften von Folgeböden nordostdeutscher Niedermoore. *Arch. Acker- Pfl. Bodenk.* **45**: 207–221.
- SCHMIDT W. (1985): Die Vorkommen von Torfen und Mudden in der DDR. Vortrag Torfanwender-Kolloquium, Dresden.
- SCHMIDT W. (1986): Zur Bestimmung der Einheitswasserzahl von Torfen. *Arch. Acker- Pfl. Bodenk.* **30**: 251–257.
- SCHMIDT W. (1992a): Untersuchungen zur Beschreibung und Klassifikation von Torfen und Mudden für landwirtschaftliche und bautechnische Zwecke. *Z. Kulturt. Landentw.* **33**: 42–51.
- SCHMIDT W. (1992b): Untersuchungen zur Bestimmung der Reindichte von Torfen und Mudden. *Arch. Acker- Pfl. Bodenk.* **36**: 259–265.
- SCHMIDT W. (1994): Über den Einfluß der Entwässerung und der Nutzung auf die Gefügewicklung in Niedermoorböden. *NNA-Ber.* **7**: 59–66.
- SCHMIDT W. (1995a): Einfluß der Wiedervernässung auf physikalische Eigenschaften des Moorkörpers der Friedländer Großen Wiese. *Z. Kulturt. Landentw.* **36**: 107–112.
- SCHMIDT W. (1995b): Untersuchungen zum Kegeleindringwiderstand des Ober- und Unterbodens entwässerter Niedermoore. In: *Beiträge zur Kenntnis und Bewertung nordostdeutscher Niedermoore*, ZALF-Bericht **18**, 7–22, Müncheberg.
- SCHMIDT W., ILLNER K. (1976): Die Bodenformen landwirtschaftlich genutzter Niedermoore. *Melior. Landwirtschaftsb.* **10**: 166–169.
- SCHMIDT W., KREIL W. (1982): Degradierung der Moore und Intensivierung des Graslandes. *Feldwirtschaft* **23**: 162–163.
- SCHMIDT W., ROHDE S. (1986): Untersuchungen zur Befahrbarkeit von Niedermoorgrasland. *Arch. Acker- Pfl. Bodenk.* **30**: 25–35.

- SCHMIDT W., V.D. WAYDBRINK W., MUNDEL G., SCHOLZ A. (1981): Kennzeichnung und Beurteilung der Bodenentwicklung auf Niedermoor unter besonderer Berücksichtigung der Degradierung. Forschungsabschlußbericht, IPF Paulinenaue, Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR.
- SCHÖNWIESE C.D. (2000): *Praktische Statistik für Meteorologen und Geowissenschaftler*. 3., verb. Auflage, Gebr. Bornträger, Berlin, Stuttgart.
- SCHOPP-GUTH A. (1999): *Renaturierung von Moorlandschaften – Naturschutzfachliche Anforderungen aus bundesweiter Sicht unter besonderer Berücksichtigung der Grundwassermoore*. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz **57**, Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.
- SCHULZ R. (1995): Bodenschutz auf Niedermoorböden Nordostdeutschlands. *Z. Kulturl. Landentw.* **36**: 230–235.
- SCHULZ-STERNBERG R., ZEITZ J. (1997): *Entscheidungsmatrix als Handlungshilfe für die Erhaltung und Wiederherstellung von Bodenfunktionen in Niedermooren*. Fachbeiträge des Landesumweltamtes Brandenburg, Potsdam.
- SCHWÄRZEL K. (2000): Dynamik des Wasserhaushaltes in Niedermooren. Diss., TU Berlin, Berlin.
- SCHWÄRZEL K., RENGER M., SAUERBREY R., WESSOLEK G. (2002): Soil physical characteristics of peat soils. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **165**: 479–486.
- SCOTT D.A., JONES T.A. (1995): Classification and inventory of wetlands: A global overview. *Vegetatio* **118**: 3–16.
- STEGMANN H., SUCCOW M., ZEITZ J. (2001): Muddearten. In: SUCCOW M., JOOSTEN H., (Hrsg.) *Landschaftsökologische Moorkunde*, Kap. 3.1.3, 62–65, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
- SUCCOW M. (1981): Formen und Wandel der Moornutzung im Tiefland der DDR. *Peterm. Geogr. Mitt.* **125**: 185–196.
- SUCCOW M., (Hrsg.) (1986a): *Moore in der Landschaft*. 1. Aufl. Auflage, Urania, Leipzig, Jena, Berlin.
- SUCCOW M. (1986b): Prozeßabläufe auf intensiv genutzten Niedermooren der DDR. In: *Standortkennzeichnung für die intensive Pflanzenproduktion*, Vol. 245 *Tag.-Ber.*, Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR, 63–76, Eberswalde.
- SUCCOW M. (1986c): Standorts- und Vegetationswandel der intensiv landwirtschaftlich genutzten Niedermoore der DDR. *Arch. Nat. Landsch.* **26**: 225–242.
- SUCCOW M., JOOSTEN H., (Hrsg.) (2001): *Landschaftsökologische Moorkunde*. 2., völlig neu bearb. Auflage, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

- SUCCOW M., STEGMANN H. (2001): Nährstoffökologisch-chemische Kennzeichnung. In: SUCCOW M., JOOSTEN H., (Hrsg.) *Landschaftsökologische Moorkunde*, Kap. 3.3, 75–85, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
- TGL 24300/04 (1986): Aufnahme landwirtschaftlich genutzter Standorte – Moorstandorte. Berlin.
- TITZE E. (1984): Die Bedeutung des Grundwasserstandes für Bodeneigenschaften und Ertrag von tiefgründigen Niedermooren und Schlußfolgerungen für die Praxis. *Feldwirtschaft* **25**: 220–222.
- TOMASZEWSKI J., (Hrsg.) (1947): *Gleby łąkowe*. Puławy.
- UGGLA H. (1964a): Erläuterungen zum Vorschlag der Systematik der hydromorphen Böden. *Rocz. gleb.* **14 (Dod.)**: 225–248.
- UGGLA H. (1964b): Gytjaböden in Nordpolen. In: *8th International Congress of Soil Science*, Vol. 5, 619–633, Bucharest.
- UGGLA H. (1967): Über die Torf- und Gytjamurschböden Polens. *Wiss. Z. Uni. Rostock Math.-naturwiss. Reihe* **16**: 105–115.
- UGGLA H. (1968): Bagienne i murszowe gleby gytowiska Gazwa. *Rocz. gleb.* **18**: 369–414.
- UGGLA H., MIROWSKI Z. (1968): Einfluss der Murschprozesse auf die Eigenschaften der Humusstoffe in Gytjaböden. *Rocz. gleb.* **19**: 149–161.
- UGGLA H., MIROWSKI Z., PIAŚCIK H., RYTELEWSKI J. (1964): Dunkle humose Böden der Sandergebiete. *Rocz. gleb.* **14**: 259–276.
- UGGLA H., RÓG Z., WOCLAWEK T. (1969): Micromorphology of gytja muck soil in Jawty Małe. In: *3rd Working-Meeting on soil micromorphology*, 481–489, Wrocław.
- UMWELTMINISTERIUM MECKLENBURG-VORPOMMERN (2000): Konzept zur Bestandssicherung und zur Entwicklung der Moore in Mecklenburg-Vorpommern. URL <http://www.um.mv-regierung.de/moore/moorkonzept/index.htm>.
- URBAN C. (1999): Kennzeichnung von Folgeböden anhand von Moormächtigkeitkarten. Diplomarb., Universität Potsdam.
- VERHOEVEN J.T.A. (1986): Nutrient dynamics in minerotrophic peat mires. *Aquat. Bot.* **25**: 117–137.
- VERHOEVEN J.T.A., MALTBY E., SCHMITZ M.B. (1990): Nitrogen and phosphorus mineralization in fens and bogs. *J. Ecol.* **78**: 713–726.
- VÖTT A. (1999): Ökosystemveränderungen im Unterspreewald durch Bergbau und Meliorationsmaßnahmen: Ergebnisse einer angewandten ökosystemaren Umweltbeobachtung. Marburger Geographische Schriften 136, Philipps-Universität Marburg.

- VUUREN A.M.V., STEG A., VAN STRAALEN W.M., HINDLE V.A. (2003): Protein quality of white clover. In: *Workshop Proceedings 15th General Meeting of the European Grassland Federation*, Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau, 59–62, Wageningen.
- V.D. WAYDBRINK W. (1972): Naturwissenschaftliche Grundlagen für die Meliorationsplanung, optimale Nutzung und Kennzeichnung von Standortleistungstypen auf den Niedermooren. Diss., Institut für Grünland- und Moorforschung Paulinenaue der Deutschen Akademie für Landwirtschaftswissenschaften, Berlin, Bad Freienwalde.
- WEBER C.A. (1907): Aufbau und Vegetation der Moore Norddeutschlands. *Beibl. Bot. Jahrb.* **90**: 19–43.
- WEBSTER R. (2001): Statistics to support soil research and their presentation. *Europ. J. Soil Sci.* **52**: 331–340.
- WEISSBACH F., SCHMIDT L., KUHLA S. (1996): Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der NEL aus der umsetzbaren Energie. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* **5**: 117.
- WENDROTH O., EHLER W., HOPMANS J.W., KAGE H., HALBERTSMA J., WÖSTEN J.H.M. (1993): Reevaluation of the evaporation method for determining hydraulic functions in unsaturated soils. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* **57**: 1436–1443.
- WESSOLEK G., SCHWÄRZEL K., RENGER M., SAUERBREY R., SIEWERT C. (2002): Soil hydrology and CO₂ release of peat soils. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **165**: 494–500.
- WOJAHN E., SCHMIDT W. (1987): Ergebnisse und Probleme der landwirtschaftlichen Moornutzung der DDR. In: *Wissenschaftliches Symposium Bodenentwicklung auf Niedermoor*, 3–47, Berlin.
- WÖSTEN J.H.M., BANNINK M.H., BEUVING J. (1987): *Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringreeks*. Stichting voor bodemkartering, Rapport nr. 1932, Wageningen.
- ZEITZ J. (1992): Bodenphysikalische Eigenschaften von Substrat-Horizont-Gruppen in landwirtschaftlich genutzten Niedermooren. *Z. Kulturt. Landentw.* **33**: 301–307.
- ZEITZ J. (1993): Möglichkeiten der Vernässung von Teilflächen des Oberen Rhinluchs. In: *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg, Sonderheft Niedermoore*, 26–29, Potsdam.
- ZEITZ J., LEHRKAMP H. (1994): Moorstandortuntersuchungen im Oberen Rhinluch als Grundlage für Planungsentscheidungen. *Ökologische Hefte* **1**: 17–24.
- ZEITZ J., LEHRKAMP H. (1995): Kartierung und Bewertung der Niedermoore im Oberen Rhinluch. *Z. Kulturt. Landentw.* **36**: 160–161.
- ZEITZ J., TITZE E., KOSSOW W. (1987): Auswirkungen von zu tiefen Grundwasserständen auf Standorteigenschaften und Ertrag bei tiefgründigen Niedermooren. *Feldwirtschaft* **28**: 214–216.

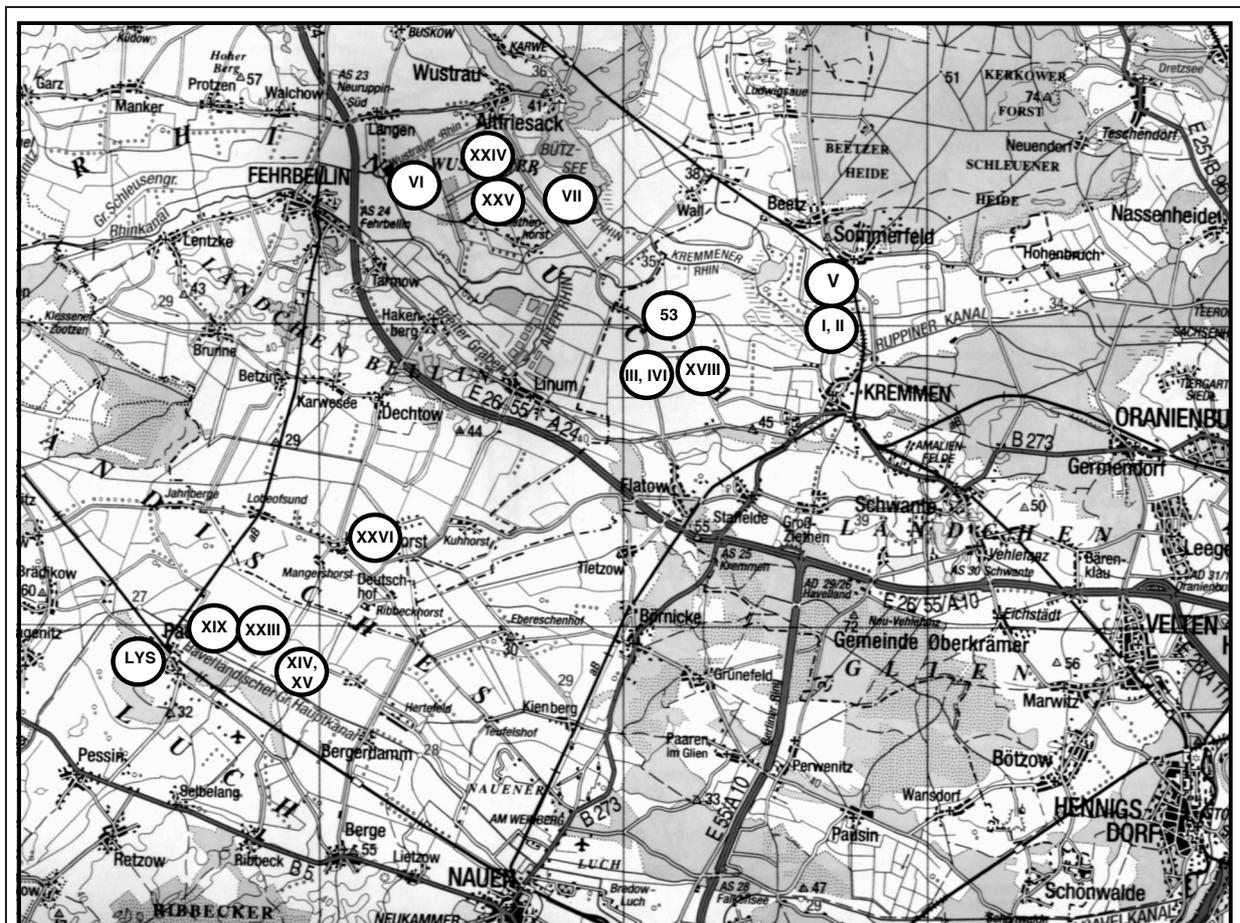
- ZEITZ J., LEHRKAMP H., ROHDE S. (1992): Ökologische Standortbeurteilungen von Niedermooren als Grundlage für Planungsentscheidungen. *Wiss. Z. HUB R. Agr.* **41**: 13–17.
- ZEITZ J., LEHRKAMP H., TÖLLE R. (1995): Auswirkungen intensiver Landnutzung auf pedogene Merkmale in Niedermooren – untersucht in einem Versumpfungsmoor Brandenburgs. *Mitlgn. Dtschn. Bodenkndl. Gesellsch.* **76**: 979–982.
- ZEITZ J., VOGEL I., TÖLLE R., LEHRKAMP H. (1997): Entwicklung eines Bewertungsverfahrens und Erarbeitung von Richtlinien zum Schutz der Bodenfunktionen in Niedermooren Brandenburgs. *Ökologische Hefte* **8**, Humboldt-Universität zu Berlin.
- ZIEGLER T. (1986): *Einführung in die Bodenschätzung*. Bayerisches Landesvermessungsamt, München.

A Anhang

Verzeichnis Anhang

A.1	Karten	138
A.2	Profilbeschreibungen	141
A.3	Bodenkennwerte	163
A.4	Abbildungen	169
A.5	Tabellen	177
A.6	Grundlagen der Bodenklassifikation in der Bundesrepublik Deutschland	184

A.1 Karten

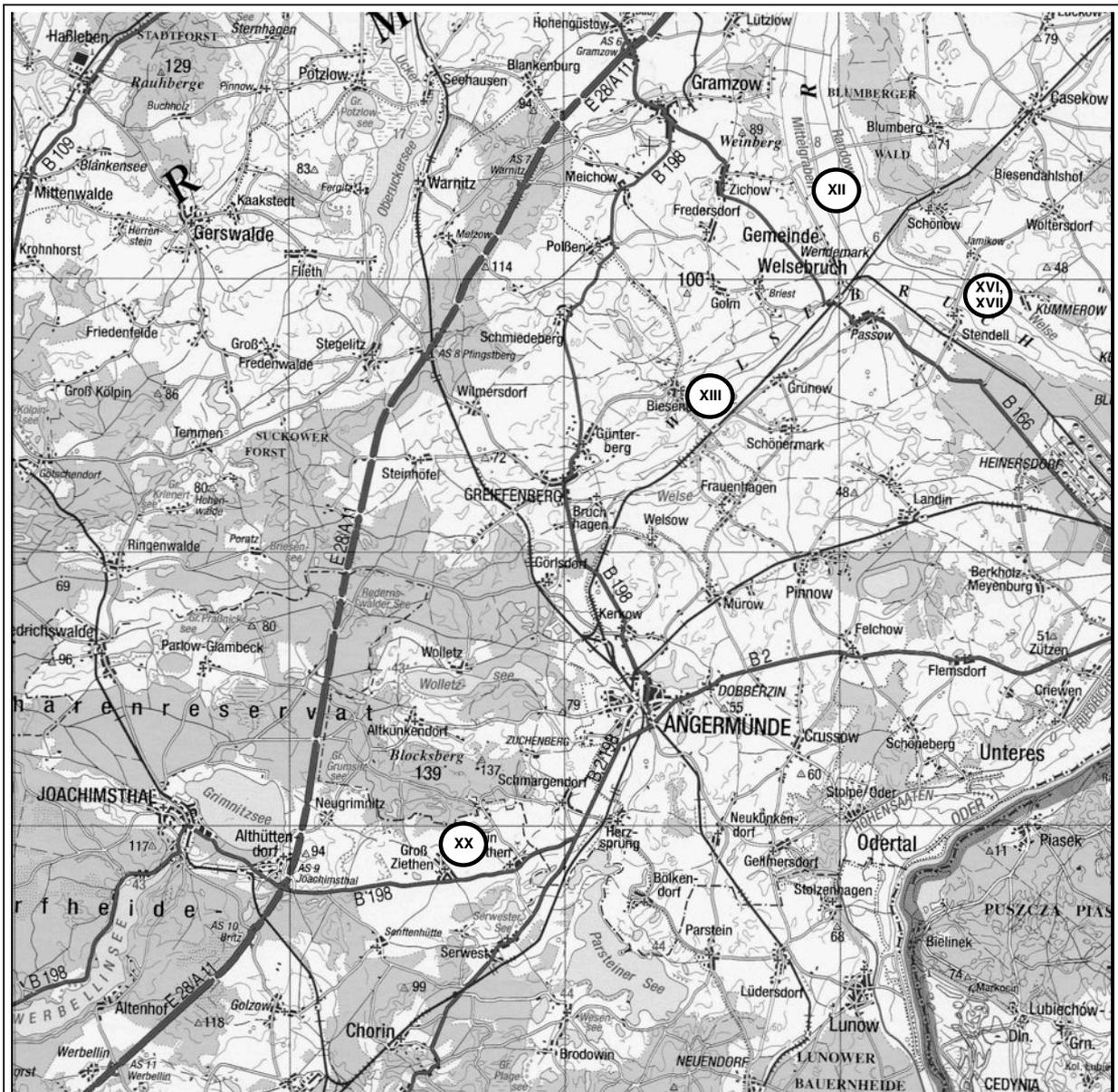


© Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg mit freundlicher Genehmigung (GB-D 02/09)

Kartengrundlage: Topographische Landeskarte
Maßstab 1: 250000

- | | | | |
|----------------|---|--------------|---|
| I, II | Profilreihen I und II: Kremmener Luch I, II | XIX | Profilreihe XIX: Grüne Hütte |
| III, IV | Profilreihen III und IV: Linumhorst I, II | 53 | Einzelprofil 53: Moorhof |
| V | Profilreihe V: Sommerfeld | XXIII | Profilreihe XXIII: Parzellenversuch |
| VI | Profilreihe VI: Wustrauer Luch | XXIV | Profilreihe XXIV: Praxisfläche Wustrau |
| VII | Profilreihen VII: Bützsee | XXV | Profilreihe XXV: Praxisfläche Hakenberg |
| XIV, XV | Profilreihen XIV und XV: Paulinenaue I, II | XXVI | Profilreihe XXVI: Praxisfläche Königshorst |
| XVIII | Profilreihe XVIII: Dorotheenhof | LYS | Lysimeteranlage Forschungsstation Paulinenaue |

Abb. A.1: Profilaufnahmen im Oberen Rhinluch und Havelluch
Abb. A.1: Sites in the investigation areas Upper Rhinluch and Havelluch



© Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg
mit freundlicher Genehmigung (GB-D 02/09)

Kartengrundlage: Topographische Landeskarte
Maßstab 1: 250000

XII

Profilreihe XII: Wendemark

XVI
XVII

Profilreihen XVI und XVII: Stendell I, II

XIII

Profilreihe XIII: Schönermark

XX

Profilreihe XX: Ziethener Seebruch

Abb. A.2: Profilaufnahmen im Radow-Welse-Bruch und Ziethener Seebruch
Abb. A.2: Sites in the investigation areas Radow-Welse-Bruch and Ziethener Seebruch

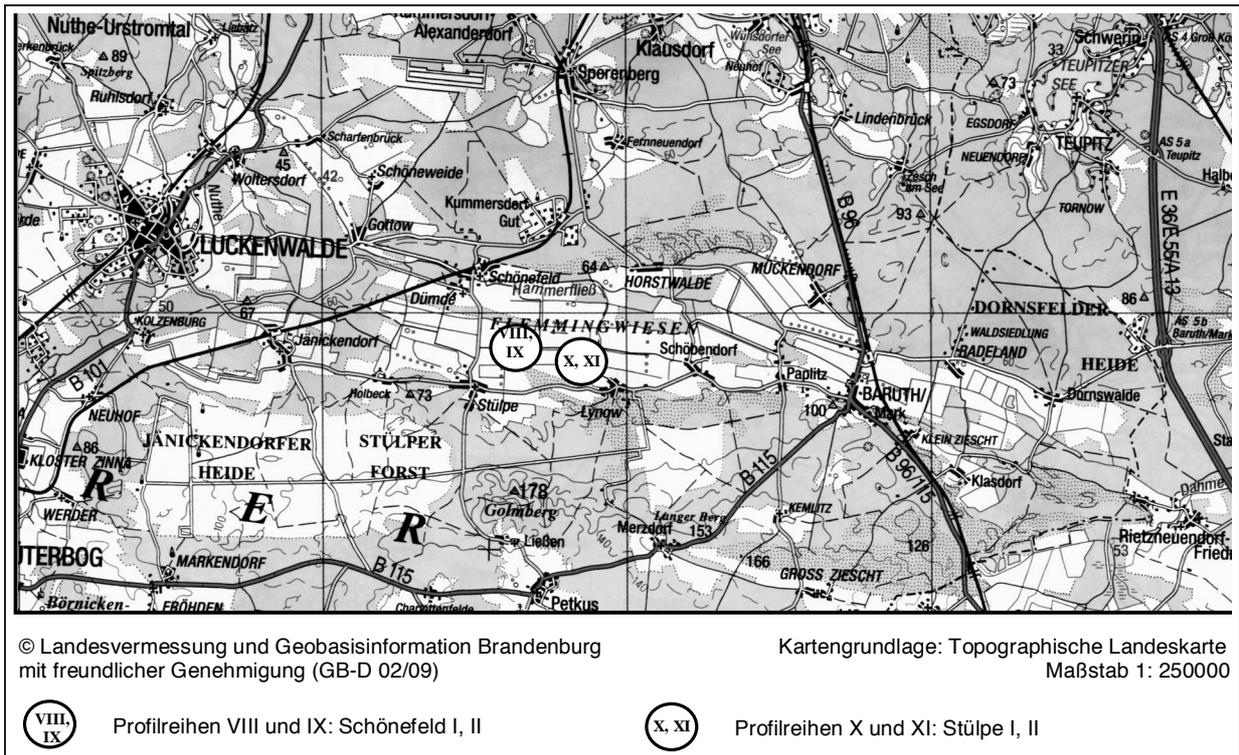


Abb. A.3: Profilaufnahmen im Baruther Urstromtal
Abb. A.3: Sites in the investigation area Baruther Urstromtal

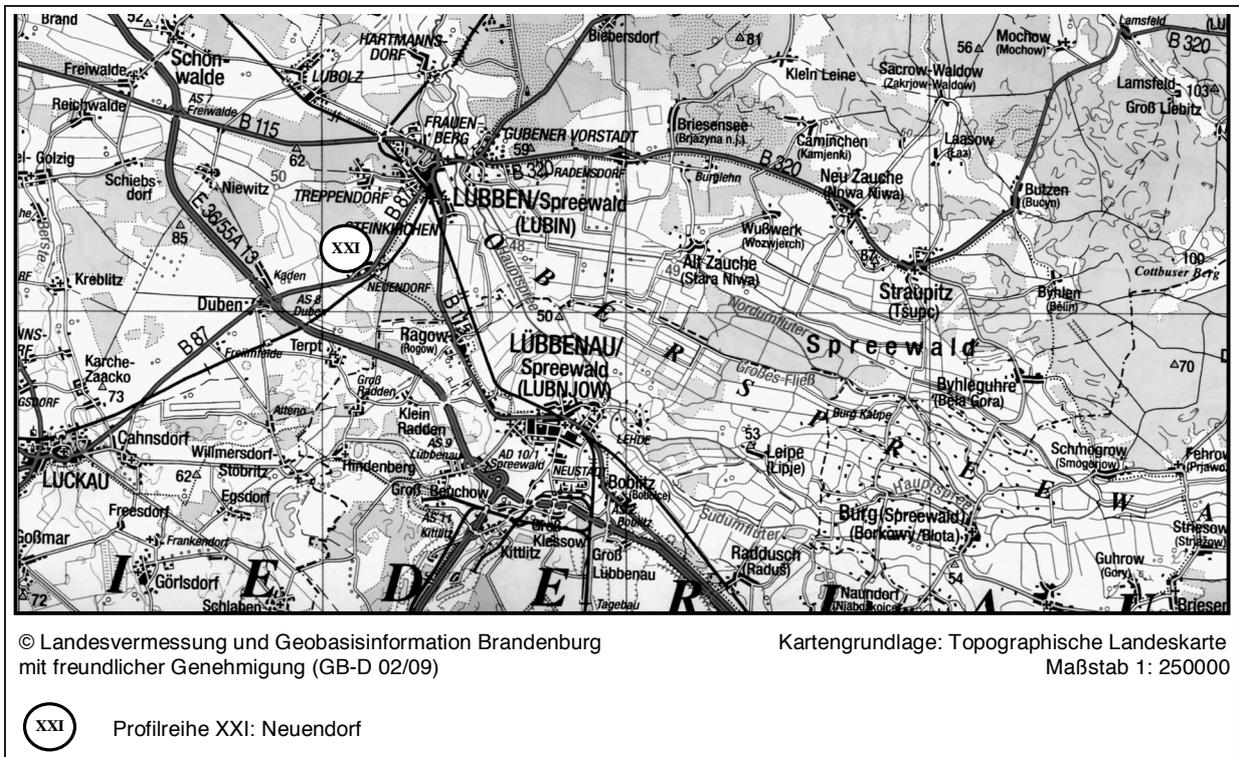


Abb. A.4: Profilaufnahmen im Unteren Spreewald
Abb. A.4: Sites in the investigation area Unterer Spreewald

A.2 Profilbeschreibungen

Erläuterungen zu den Profilbeschreibungen

In den folgenden Profilbeschreibungen wurden für die Folgebo-denhorizonte jeweils zwei Horizontbezeichnungen wie folgt angegeben: nach KA5 | eigene Vorschläge Übergangshorizonte.

Dabei wurden vor allem die einfachen Varianten gewählt. Verzah-nungshorizonte wurden durch ein neues pedogenes Kurzzeichen (g) gekennzeichnet.

Führen beide Varianten zur selben Horizontbezeichnung, ist sie allein-stehend aufgeführt.

Die Bodenformen wurden nach KA5 und zusätzlich nach den eigenen Vorschläge aufgeführt. Einige Muddböden wurden in Anlehnung an CHMIELESKI (2002) ohne weitere Angaben als Muddmoore bezeich-net.

Die eigenen Vorschläge sind fett gedruckt.

Profilreihe I: Kremen I (TK25; 3244) Kremen

Profil I:

Rechtswert (RW): 4570423; Hochwert (HW): 5850861; Höhe über NN: 34,99 m

Datum: 16.05.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grund-wasserstand: 10,0 dm; Wurzeltiefe: 2,5 dm

viele Regenwürmer

Horizontfolge: eAhH/erGro/rGr/Gr

Bodenform nach KA5: Normogley aus Carbonatfluvissand (aus Auensand) über Fluvissand (aus Auensand) (Gm:f-es(Sf)/f-s(Sf))

Varietäten: humusreich, entwässert, kalkhaltig

Horizontfolge neu: **rmH-eAhH/erGro/erGro/rGr/Gr**

Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Normogley** aus **Carbonatsand** (aus **entwässertem Torf**) über Carbonatfluvissand (aus Auensand) über Flu-

visand (aus Auensand) (**GRn:es(r-Hn)/f-es(Sf)/f-s(Sf)**)

Varietäten: humusreich, kalkhaltig

0 - 2,5 dm: dunkelbraun, sehr stark humos, stark carbonathaltig, Krümelgefüge, lehmige Eintragungen in 1,8 - 2,5 dm Tiefe (eAhHrHmH-eAhH)

- 5,3 dm: rötlich braun, stark humos, stark carbona-thaltig, Kitzgefüge, Oxidationsmerkmale, humos gefüllte Wurmgänge, Wühlergang in 4,7 - 5,0 dm Tiefe, Eisenkonkretionen in 4,3 - 5,0 dm Tiefe, mittel lehmiger Sand (erGrolerGro)

- 10,0 dm: hellocker, sehr schwach humos, sehr car-bonatar, Einzelkomgefüge, mittelsandi-ger Feinsand (rGr)

10,0 dm - : gräulich hellocker, carbonatfrei, Einzel-komgefüge, reduziert (Gr)

Profil 2:

RW: 4570436; HW: 5850873; Höhe über NN: 34,77 m
Datum: 16.05.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grund-wasserstand: 10,7 dm; Wurzeltiefe: 3,0 dm

Horizontfolge: eAhH/erGo/rGr/Gr

Bodenform nach KA5: Normogley aus Carbonatfluvissand (aus Auensand) über Fluvissand (aus Auensand) (Gm:f-es(Sf)/f-s(Sf))

Varietäten: humusreich, entwässert, kalkhaltig

Horizontfolge neu: **rmH-eAhH/erGro/erGro/rGr/Gr**

Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Normogley** aus **Carbonatsand** (aus **entwässertem Torf**) über Carbonatfluvissand (aus Auensand) über Flu-

visand (aus Auensand) (**GRn:es(r-Hn)/f-es(Sf)/f-s(Sf)**)

Varietäten: humusreich, kalkhaltig

0 - 2,3/2,5 dm: dunkelbraun, sehr stark humos, carbona-treich, Krümelgefüge (eAhHrHmH-eAhH)

- 6,0/6,5 dm: rötlich hellocker, mittel humos, carbona-treich, (Kitt- und) Einzelkomgefüge, Oxi-dationsmerkmale, humos gefüllte Wurm-gänge, humos gefüllter Wühlergang in 3,5 - 5,0 dm Tiefe, Eisenkonkretionen in 4,3 - 5,0 dm Tiefe, mittel lehmiger Sand (er-Gro/rGro)

- 10,5 dm: hellocker, sehr schwach humos, sehr car-bonatar, Einzelkomgefüge, mittelsandi-ger Feinsand (rGr)

10,5 dm - : gräulich hellocker, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)

Profilreihe II: Kremen II (TK25: 3244 Kremen)

Profil 4:

RW: 4570525; HW: 5850229; Höhe über NN: 33,47 m
 Datum: 16.05.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: > 12 dm; Wurzeltiefe: 2,5 dm
 Horizontfolge: jAhH/InHm/IIrF/IVGr
 Bodenform nach KA5: GHn:oj-s(Sf)/og-Hn/f-Fm/f-s(Sf) (Niedermoorgley aus Kipp sand (aus Auensand) über flachem Niedermoortorf über flacher Mineralmulde über tiefem Fluvisand (aus Auensand))
 Varietäten: entwässert, kolluvial
 Horizontfolge neu: **rHf-jAu/InHm/IIrF-rGr/IVGr**
 Vorschlag Bodenform: GHn: oj-s(Sf)/og-Hn/f-Fm/f-s(Sf) (**Nachmoor-Moorgley (GH-GR)** aus Kipp sand (aus Auensand) über flachem Niedermoortorf über flacher Mineralmulde über tiefem Fluvisand (aus Auensand))
 Varietäten: kolluvial

- 0 - 3,0 dm: dunkelbraun, extrem humos, carbonatfrei, Krümelgefüge (jAhHrHf-jAu), darin eingelagert:
- 2,6 - 2,9 dm: hellbraun, mittel humos, carbonatfrei, Sandeinlagerungen in Bänderform, feinsandiger Mittelsand
- 5,3 dm: dunkelbraun, organisch, carbonatfrei, Polyledergefüge, verdichtet, vermullter Niedermoortorf (nHm)
- 5,7 dm: gelbblichbraun, carbonatfrei, (Kohärenzbis) Krümelgefüge, lehmige (Fingerprobe) Sandmulde (rFfF-rGr)
- 7,0 dm: dunkelbraun, carbonatfrei, (Kohärenzbis) Krümelgefüge, Mineralmulde (rFfF-rGr)
- 7,0 - dm: gelbblich hellgrau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge (rGr)

⁴Da sich das Profil in der Nähe eines Grabens befindet, wird davon ausgegangen, dass es sich bei der kolluvialen Überdeckung um Kippmaterial aus dem Graben handelt.

Profil 3:

RW: 4570585; HW: 5850355; Höhe über NN: 33,81 m
 Datum: 16.05.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 7,5 dm; Wurzeltiefe: 2,0 dm
 Horizontfolge: nHm/nHa/IIrGr/Gr
 Bodenform nach KA5: Normmuldniedermoor⁴ aus Niedermoortorf über Fluvisand (aus Auensand) (KMf:og-Hn/f-s(Sf))
 Varietäten: -
 Horizontfolge neu: nHm/nHa/IIrGr/Gr
 Vorschlag Bodenform: **Muldfachniedermoor** aus Niedermoortorf über Fluvisand (aus Auensand) (**KMf:og-Hn/f-s(Sf)**)
 Varietäten: -

- 0 - 1,5 dm: dunkelbraun, organisch, carbonatarm (HCl-Probe), Polyledergefüge, Mollusken, vermullter Niedermoortorf (nHm)
- 3,0 dm: schwarzbraun, organisch, carbonatarm, Polyledergefüge, Mollusken, aggregierter Niedermoortorf (nHa)
- 4,5 dm: bräunlich ocker, stark humos, sehr carbonatarm, (Einzelkom- und Kohärenzgefüge, mittel lehmiger Sand (rGr)
- 4,5 dm - : dunkelgrau, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)

⁴Die Einordnung als Muldniedermoor erfolgte, obwohl die Horizonte nHt, nHw, nHr nicht vorhanden waren, da nur in diesem Bodensubtyp der charakteristische nHm-Horizont vorge-sehen ist.

Profil 5:
 RW: 4570587; HW: 5850251; Höhe über NN: 32,95 m
 Datum: 16.05.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 6,7 dm; Wurzeltiefe: 3,5 dm
 Horizontfolge: nHm/nHa/IIrF/IIrGr/Gr
 Bodenform nach KA5: Normmuldniedermoor aus Niedermoortorf über flacher Organmulde über Fluvisand (aus Auensand) (KMn:og-Hn\og-Fh/f-s(Sf))
 Varietäten: -
 Horizontfolge neu: nHm/nHa/IIrF-rGr/IIrGr/Gr
 Vorschlag Bodenform: **Muldfachniedermoor** aus Niedermoortorf über flacher Organmulde über Fluvisand (aus Auensand) (**KMf:og-Hn\og-Fh/f-s(Sf)**)
 Varietäten: -

- 0 - 2,0 dm: schwarzbraun, organisch, carbonatfrei, Polyledergefüge, vermullter Niedermoortorf (nHm)
- 3,8 dm: schwarzbraun, organisch, carbonatfrei, Polyledergefüge, aggregierter Niedermoortorf (nHa)
- 5,5 dm: braunschwarz, organisch, carbonatfrei, Kohärenzgefüge, Organmulde (roHfF-rGr)
- 7,0 dm: bräunlich hellgrau, stark humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, mittelsandiger Feinsand (rGr)
- 7,0 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)

Profilreihe III: Linumhorst I (TK25:3243 Linum)

Profil 6:

RW: 4563395; HW: 5848429; Höhe über NN: 33,10 m
Datum: 17.05.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 10,0 dm; Wurzeltiefe: 2,7 dm
Horizontfolge: nHm/nHa/IIrGr/Gr
Bodenform nach KA5: Normmulminiedermoor aus Niedermoortorf über Fluvisand (aus Auensand) (KMn:og-Hm/f-s(Sf))
Varietät: -
Horizontfolge neu: Hm/nHa/IIrGr/Gr
Vorschlag Bodenform: **Mulminiedermoor** aus Niedermoortorf über Fluvisand (aus Auensand) (**KMf**:og-Hm/f-s(Sf))
Varietät: -

- 0 - 2,0 dm: braunschwarz, carbonatfrei, (Krümel- bis) Subpolyedergefüge, vermullter Niedermoortorf (nHm)
- 3,0 dm: dunkelbraun, organisch, carbonatfrei, feinpolyedrisches Absonderungsgefüge, aggregierter Niedermoortorf (nHa)
- 8,0 dm: hellocker, mittel humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, feinsandiger Mittelsand (rGr)
- 8,0 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)

Profil 7:

RW: 4563364; HW: 5848433; Höhe über NN: 33,58 m
Datum: 17.05.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: > 12 dm; Wurzeltiefe: 2,3 dm
Horizontfolge: Ahh/rCor/nHm+rGr/Gr
Bodenform nach KA5: Normogley aus Kryosand (aus Auensand und Niedermoortorf) über Fluvisand (aus Auensand) (GGmp-s+og(Sf+Hh)/f-s(Sf))
Varietät: entwässert, humusreich
Horizontfolge neu: **rHf-Ahh**/rCor/rGr
Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Normogley** aus **Sand** (aus entwässertem **Torf**) über aus Kryosand (aus Auensand und Niedermoortorf) über Fluvisand (aus Auensand) (**GKns(r-Hh)**/p-s+og(Sf+Hh)/f-s(Sf))
Varietät: humusreich,

- 0 - 2,6 dm: graubraun, sehr stark humos, carbonatfrei, (Einzelkom- und) Krümelgefüge (**Ahh/rHf-Ahh**)
- 2,6 - 5,5 dm: hellocker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, mittelsandiger Feinsand (rGr)
darin linsenartig eingelagert:
- 5,5 dm - 7,7 dm: braun, organisch, carbonatfrei, Polyedergefüge, vermullter Niedermoortorf
- 7,7 dm - : gräulich hellocker, carbonatfrei, Einzelkomgefüge (rGr)

Profilreihe IV: Linumhorst II (TK25: 3243 Linum)

Profil 8:

RW: 4563767; HW: 5848464; Höhe über NN: 33,82 m
Datum: 17.05.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 11,0 dm; Wurzeltiefe: 2,3 dm
Horizontfolge: Ahh/rCor/Gr
Bodenform nach KA5: Normogley aus Fluvisand (aus Auensand) (GGn:f-s(Sf))
Varietät: entwässert, humusreich
Horizontfolge neu: **rHf-Au**/rCor/rGr/Gr
Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Humogley** aus Sand (aus entwässertem **Torf**) über Fluvisand (aus Auensand) (**GKns(r-Hh)**/f-s(Sf))
Varietät: -

- 0 - 2,5 dm: dunkelbraun, extrem humos, carbonatfrei, (Einzelkom- und) Krümelgefüge, mit Sandeintragungen (**Ahh/rHf-Au**)
geht taschenförmig über in:
- 11,0 dm: gelblich hellocker, sehr schwach humos, carbonatfrei, mit humosen Eintragungen durch Wühlertiere in 4 dm Tiefe, Einzelkomgefüge, feinsandiger Mittelsand (rGr)
darin:
- 5,0 - 6,2 dm: humos-sandige Flecken (⊙ 6x9 cm)
- 11,0 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)

Profilreihe V; Sommerfeld (TK25:3244 Kremen)**Profil 10:**

RW: 4569955; HW: 5851214; Höhe über NN: 34,51 m
 Datum: 17.05.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 7,0 dm; Wurzeltiefe: 2,0 dm
 Horizontfolge: nHm/IIref/eF/IIIGr
 Bodensystematische Einordnung: Mulmiedermoor (KM)/Normmulmiedermoor (KMn)
 Bodenform nach KA5: KMn:og-Hm/f/f-/f-s(Sf) (Normmulmiedermoor aus Niedermoorortf über Kalkmudde über tiefem Fluvisand (aus Auensand))
 Horizontfolge neu: nHm/IIef-rGor/IIcoF-rGor/f-Gr/IIGr
 Vorschlag Bodenform: KMn: og-Hm/f-Fmk//f-s(Sf) (**Mulmflachniedermoor** aus Niedermoorortf über Kalkmudde über tiefem Fluvisand (aus Auensand)); Varietäten: -

0 - 3,5 dm: dunkelbraun schwarz, organisch, ab 2,5 dm carbonatarm, Krümel- bis Polyedergefüge, vereinzelt Mollusken, vermullter Niedermoorortf (nHm)

- 4,0 dm: dunkelgrau, carbonatreich (HCl-Probe), zum überwiegenden Teil aus Mollusken bestehend (Molluskenschil), deutliche Humusanteile, Kalkmudde (refF-rGor)

- 5,5 dm: rötlich grau, organisch, sehr carbonatreich, Subpolyeder- bis Krümelgefüge, Oxidationsmerkmale, Kalkmudde (refFcoF-rGor)

- 7,0 dm: gräulich mittelbraun, extrem humos, carbonatarm, Kohärentgefüge, Holzreste, keine Mollusken, Mineralmudde, reduziert (eFII-Gr)

7,0 dm - : ockergrau, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, mittelsandiger Feinsand, reduziert (Gr)

Profil 9:

RW: 4563797; HW: 5848451; Höhe über NN: 33,65 m
 Datum: 17.05.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 7,0 dm; Wurzeltiefe: 2,4 dm
 Horizontfolge: nHm/nHa/IIref/IIIrGr/rGr/Gr
 Bodenform nach KA5: Normmulmiedermoor aus Niedermoorortf über Fluvisand (aus Auensand) (KMn:og-nH/f-s(Sf))
 Varietät: -
 Horizontfolge neu: nHm/nHag/IIrof-Gor/IIrGr/rGr/Gr
 Vorschlag Bodenform: **Mulmflachniedermoor** aus Niedermoorortf über Fluvisand (aus Auensand) (KMf:og-nH/f-s(Sf)); Varietät:

0 - 1,2 dm: dunkelbräunlich schwarz, carbonatfrei, Polyedergefüge, vermullter Niedermoorortf (nHm)

- 3,0 dm: dunkelbraun schwarz, organisch, carbonatfrei, Polyedergefüge, mit vereinzelt Eintragungen von Sand und Mudde, aggregierter Niedermoorortf (nHainHag)

- 3,7 dm: braun, carbonatfrei, Kohärentgefüge, Organomudde (rFIIrof-Gor)

- 4,0 dm: hellocker und braun, carbonatfrei, Einzelkomgefüge und Kohärentgefüge, Verzahnungshorizont aus Organomudde und Sand (rGrIIrGr)

- 7,0 dm: hellocker, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, mittelsandiger Feinsand (rGr)

7,0 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)

Profil 11:

RW: 4569973; HW: 5851230; Höhe über NN: 34,74 m
 Datum: 17.05.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 7,5 dm; Wurzeltiefe: 1,5 dm
 Horizontfolge: eAhh/ref/IIrGco/erGcor/eGr
 Bodenform nach KA5: GGc:f Fmk//f-s(Sf) (Kalkgley aus Kalkmudde über tiefem Fluvisand (aus Auensand))
 Horizontfolge neu: **erF-Acu/ref-Achh/erF-rGco/rF-rGor/eGr** (**Nachmoor-Humokalkgley** aus Kalkmudde über tiefem Fluvisand (aus Auensand))
 Varietäten:

0 - 2,5 dm: dunkelbraun, extrem humos, sehr carbonatreich, Krümelgefüge, feinverteilter Humus, Kalkmudde (eAhhlerF-Acu)

- 5,0 dm: mittelgrau mit dunkelgrauen Flecken (Durchmesser 5 cm, linsenförmig), sehr stark humos, sehr carbonatreich, Krümelgefüge, Kalkmudde (refF-rAchh)

- 6,5 dm: rötlich hellbraun, stark humos, stark carbonathaltig, Kohärentgefüge, rostrote Bänder und Linsen, Mineralmudde (refFlerF-rGco)

- 7,0 dm: rötlich grau, sehr schwach humos, stark carbonathaltig, Einzelkomgefüge, mittelsandiger Feinsand, rostrote Bänder und Linsen, reduziert (erGcorF-rGor)

dm 7,0 - : grau, carbonathaltig, Einzelkomgefüge, reduziert (eGr)

Profilreihe VI: Wustrauer Rhin (TK25: 3143 Wustrau-Alfriesack)

Profil 12:

RW: 4556434; HW: 5855046; Höhe über NN: 34,13 m
Datum: 04.06.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 7,5 dm; Wurzeltiefe: 2,4 dm

Horizontfolge: nHm/IHrGro/Gr

Bodenform nach KA5: Niedermoorgley aus flachem Niedermoortorf über flachem Kryosand (aus Auensand und Organomudde) über Fluvisand (aus Auensand) (GH-GR:og-nH\p-s+og(Sf+Ph)\F-s(Sf))

Varietät: entwässert

Horizontfolge neu: nHmg/IHrGro/Gr

Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Moorgley** aus flachem Niedermoortorf über flachem Kryosand (aus Auensand und Organomudde) über Fluvisand (aus Auensand) (GH-GR:og-nH\p-s+og(Sf+Ph)\F-s(Sf))

Varietäten:-

0 - 2,3/2,6 dm: schwärzlich dunkelgrau, organisch, carbonatfrei, Krümelkorngefüge, Eintragungen von Sand und Mudde, Verzahnungshorizont, vermullter Niedermoortorf (nHmInHmg)

- 8,0 dm: rötlich lockerer, graue Flecken, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, Redoxmerkmale, verwitterte humose Wurzelgänge, Feinsand (rGroIrGro)

3,3 - 4,5 dm: mittelbraun mit dunkelgrau schwarzen Rändern, carbonatfrei, Kohärentgefüge, Pflanzenreste, dicht gelagert, Organomudde

8,0 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, reduziert (Gr)

Profil 13:

RW: 4556430; HW: 5855038; Höhe über NN: 33,98 m
Datum: 04.06.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 6,0 dm; Wurzeltiefe: 1,8 dm

Horizontfolge: nHm/IHrGro+I/IHrGro/Gr

Varietät: entwässert

Bodenform nach KA5: Niedermoorgley aus flachem Niedermoortorf über flacher Organomudde über Fluvisand (aus Auensand) (GHn:og-nH\og-Ph\F-s(Sf))

Varietät: entwässert

Horizontfolge neu:nHm/HoF-rGro/I/IHrGro/Gr

Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Moorgley** aus flachem Niedermoortorf über flacher Organomudde über Fluvisand (aus Auensand) (GH-GR:og-nH\og-Ph\F-s(Sf))

Varietät:

0 - 2,4 dm: schwarz, organisch, carbonatfrei, Polyedergefüge, Schilfrhizome, punktueller Sand- und Muddeintragungen, vermullter Niedermoortorf (nHm)

- 3,5/4,0 dm: dunkelbraun mit rötlich gelblich hellgrau, organisch, carbonatfrei, Kohärentgefüge, großflächig auftretende Muddeinseln mit zwischengelagertem Sand, Verzahnungshorizont (rGroIHoF-rGro)

- 6,0 dm: rötlich in gelblich hellgrau, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, humos gefüllte Wurzelgänge, Redoxmerkmale, Feinsand (rGro)

6,0 dm - : hellgrau, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, reduziert (Gr)

Profil 14:

RW: 4556552; HW: 5855129; Höhe über NN: 33,88 m
Datum: 04.06.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 7,5 dm; Wurzeltiefe: 2,5 dm

Horizontfolge: nHm/IHrGro⁶/rGro/Gr/Gr

Varietät: entwässert

Bodenform nach KA5: Niedermoorgley aus flachem Niedermoortorf über Kryosand (aus Auensand und Organomudde) über Fluvisand (aus Auensand) (GHn:og-nH\p-s+og(Sf+Ph)\F-s(Sf))

Horizontfolge neu:nHm/IHrGro/Gr/Gr

Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Moorgley** aus flachem Niedermoortorf über Kryosand (aus Auensand und Organomudde) über Fluvisand (aus Auensand) (GH-GR:og-nH\p-s+og(Sf+Ph)\F-s(Sf))

Varietäten:

0 - 2,5/3,0 dm: dunkelbraun, organisch, carbonatfrei, Polyedergefüge, punktueller Sandeintragungen, vermullter Niedermoortorf (nHm)

- 4,5 dm: rötlich lockerer, mittel humos, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, Oxidationsmerkmale, schwach lehmiger Sand (rGroIHoF)

- 5,8 dm: rötgrünlich hellocker, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, Redoxmerkmale (rGro)

5,8 dm - 7,0: hellgrau, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, reduziert (rGr)

7,0 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, eingelagert in der Tiefe von:

2,9 - 8,7 dm: hellbraun und dunkelbraun marmoriert, carbonatfrei, Kohärentgefüge, Schilfrhizome, keilförmig zur Mitte sich verschmälernd und nach unten sich wieder erweiternd, Organomudde

⁶Es ist nicht genau feststellbar, ob es sich um einen Go oder einen rGro-Horizont handelt. Da die Grundwasserabsenkung für das Gebiet nachgewiesen ist, wurde dieser Horizont als reliktilisch angesprochen.

Profilreihe VII: Bützsee (TK25: 3143 Wustrau-Altfriesack)

Profil 16:

RW: 4560544; HW: 5853770; Höhe über NN: 34,12 m
 Datum: 12.06.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 7,5 dm; Wurzeltiefe: 1,7 dm
 Horizontfolge: nHm/llrGro/Gr
 Bodenform nach KA5: Niedermoorgley aus flachem Niedermoortorf über Kryosand (aus Auensand und Mineralmudde) über Fluvisand (aus Auensand) (GHn:og-Hn \ p-s+(Sf+Fm)/f-s(Sf))
 Varietät: entwässert;
 Horizontfolge neu: **nHmg/nHm/llrGro/Gr**
 Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Moorgley** aus flachem Niedermoortorf über Kryosand (aus Auensand und Mineralmudde) über Fluvisand (aus Auensand) (**GR-GH**:og-Hn \ p-s+(Sf+Fm)/f-s(Sf)); Varietäten: -

- 0 - 2,0 dm: grauschwarz, organisch, carbonatfrei, Einzelkorn- und Polyedergefüge, eingelegete Sandlinsen in 1,0 bis 1,3 dm Tiefe, vermullter Niedermoortorf (nHmInHng)
- 2,0 - 2,6 dm: schwarz, organisch, carbonatfrei, Polyedergefüge, vermullter Niedermoortorf (nHm)
- 2,6 - 7,5 dm: rötlich hellocker, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, Redoxmerkmale, mittelsandiger Feinsand (rGro) darin eingelagert in der Tiefe von
- 3,0 - 3,5 dm: dunkelbraun, extrem humos, carbonatfrei, Kohärengefüge, linsenförmig, Mineralmudde
- 7,5 dm - : gelblich hellgrau, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, reduziert (Gr)

Profil 17:

RW: 4560561; HW: 5853755; Höhe über NN: 32,67 m
 Datum: 12.06.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 6,0 dm; Wurzeltiefe: 1,4 dm
 Horizontfolge: nHm/llrGro/Gr
 Bodenform nach KA5: Niedermoorgley aus flachem Niedermoortorf über Kryosand (aus Auensand und Organomudde) über Fluvisand (aus Auensand) (GHn:og-nH \ s+og(Sf+Ph)/f-s(Sf))
 Horizontfolge neu: **nHm/llr-Grog/Gr**
 Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Moorgley** aus flachem Niedermoortorf über Kryosand (aus Auensand und Organomudde) über Fluvisand (aus Auensand) (**GH-GR**:og-nH \ s+og(Sf+Ph)/f-s(Sf)) Varietäten:

- 0 - 2,1/2,5 dm: schwarz, organisch, carbonatfrei, Polyedergefüge, vereinzelt Eintragungen von Sand und Mudde, vermullter Niedermoortorf (nHm) in taschenförmigem Übergang zu:
- 5,0 dm: rötlich hellocker, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, humos aufgefüllte Wurzelgänge, Redoxmerkmale, mittelsandiger Feinsand (rGro/rGrog) darin eingelagert in der Tiefe von
- 3,6 - 4,4 dm: schwärzlich mittelbraun, organisch, carbonatfrei, Kohärengefüge, linsenförmig, Organomudde (F)
- 5,0 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, reduziert, Grundwasserbereich (Gr)

Profil 15:

RW: 4556339; HW: 5855123; Höhe über NN: 34,03 m
 Datum: 04.06.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 7,5 dm; Wurzeltiefe: 2,1 dm
 Horizontfolge: Ahh/rGor/Gr
 Varietäten: entwässert, humusreich
 Bodenform nach KA5: Normgley aus flachem Fluvisand (aus Auensand) über Kryosand (aus Auensand und Mineralmudde) über Fluvisand (aus Auensand) (GGn:f-s(Sf)\ p-s+(Sf+Fm)/f-s(Sf))
 Horizontfolge neu: **rnh-Aug/rGor/Gr**
 Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Humogley aus flachem Sand (aus entwässertem Torf)** über Kryosand (aus Auensand und Mineralmudde) über Fluvisand (aus Auensand) (**GRu:s(r-Hn)\ p-s+(Sf+Fm)/f-s(Sf)**)
 Varietät: -

- 0 - 2,3/2,5 dm: dunkelbraun und hellocker und schwarz, extrem humos, carbonatfrei, Kohären- und Einzelkorn- und Polyedergefüge, Verzahnungshorizont aus Mudde, Sand und vermullten Niedermoortorf (Abhrrh-Aug)
- 7,5 dm: hellockerötlich grau, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, humos aufgefüllte Wurzelgänge, Redoxmerkmale, schwach lehmiger Sand (rGor) darin eingelagert in der Tiefe von
- 2,5 - 4,5 dm: hellbraun und dunkelbraun marmoriert, äußerst humos, Kohärengefüge, Pflanzenreste, linsen und -bänderförmig, Mineralmudde
- 7,5 dm - : hellgrau, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, reduziert (Gr)

Profiltreihe VIII: Schönefeld I (TK25: 3945 Luckenwalde)

Profil 20:

RW: 4591200; HW: 5770943; Höhe über NN: 52,45 m
Datum: 13.06.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 10,0 dm; Wurzeltiefe: 2,0 dm

Horizontfolge: Ahh/rGr/rGor/Gr

Varietäten: entwässert, humusreich

Bodenform nach KA5: Normogley aus flachem Fluviltm (aus Auenlehm) über Fluvisand (aus Auensand) (Gm:F(Lf) \ F-s(Sf))

Horizontfolge neu: **rnh-Ahh**/rGr/rGor/Gr

Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Normogley aus flachem Sand (aus entwässertem Niedermoortorf)** über Fluvisand (aus Auensand) (**GRn: s(r-Hn) \ F-s(Sf)**)

Varietäten: humusreich

0 - 1,9 dm: dunkelbraun, sehr stark humos, carbonatfrei, Polyeder- und Einzelkomgefüge, linsenhaft Torfreste, vereinzelt lehmige Eintragungen (**AhhrmH-Ahh**)

- 2,6 dm: mittelbraun ocker, sehr stark humos, carbonatfrei, Kohärentgefüge, lehmige Einschüsse, stark verdichtet (**AhhrmH-Ahh**)

- 6,0 dm: grünlich hellocker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, humos gefüllte Wurzelgänge, bis in 3,8 dm Tiefe stark zersetzte Holzreste, Mittelsand (rGr)

- 9,8 dm: rötlich hellocker, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, humos gefüllte Wurzelgänge, Re-
doxmerkmale (rGor)

9,8 dm - : bläulich grüngrau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)

Profil 19:

RW: 4560471; HW: 5358631; Höhe über NN: 34,17 m

Datum: 12.06.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 9,0 dm; Wurzeltiefe: 1,5 dm

Horizontfolge: jAhh/InHw/IIIrGor/rGor/Gr

Varietäten: entwässert, kolluvial

Bodenform nach KA5: GHn-oi-s(Sf) \ og-Hn/p-s(Sf) (Niedermoorgley aus flachem Kippsand (aus Auensand) über Niedermoortorf über periglaziärem Fluvisand (aus Auensand))

Horizontfolge neu: jAhh/InHw/IIIrGor/rGor/Gr

Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Moorgley** aus flachem Kippsand (aus Auensand) über Niedermoortorf über periglaziärem Fluvisand (aus Auensand) (**GH-GR**: oi-s(Sf) \ og-Hn/p-s(Sf))

Varietäten: kolluvial

0 - 2,0 dm: dunkelgrau, carbonatfrei, (Krimel- bis) Einzelkomgefüge, vereinzelt Einlagerungen von Sand und Müdde (jAhh)

- 3,6 dm: schwärzlich dunkelgrau, organisch, carbonatfrei, Polyedergefüge, aggregierter Torf mit Sandeintragungen (nHs)
in taschenförmigem Übergang zu:

- 9,0 dm: rötlich hellocker, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, wenige Oxidationsmerkmale, reduziert, schwach lehmiger Sand (Gor)
eingelagert in der Tiefe von:

2,0 - 4,0 dm: mittelbraun grauschwarz, organisch, carbonatfrei, Kohärentgefüge, linsenartig auf-tretend, Organomudde

9,0 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Grundwasserbereich, reduziert (Gr)

Profil 18:

RW: 4560494; HW: 5853606; Höhe über NN: 32,62 m

Datum: 12.06.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 7,4 dm; Wurzeltiefe: 1,1 dm

Horizontfolge: Ahh/rGor/rGor/Gr

Varietäten: entwässert, humusreich

Bodenform nach KA5: Normogley aus Fluvisand (aus Auensand) über Kryosand (aus Auensand) über Fluvisand (aus Auensand) (GGn:f-s(Sf)/p-s+og(Sf+Fh)/f-s(Sf))

Horizontfolge neu: **rnh-Au**/rGor/rGor/Gr

Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Humogley aus Sand (aus entwässertem Torf)** über Kryosand (aus Auensand) über Fluvisand (aus Auensand) (**GRu: s(r-Hn)/p-s+og(Sf+Fh)/f-s(Sf)**); Varietät: -

0 - 1,2 dm: schwärzlich grau, carbonatfrei, Einzelkom- und Polyedergefüge, durchsandeter entwässert ehemaliger Niedermoortorf (**AhhrmH-Au**)

- 2,5 dm: dunkelbraun schwarz, extrem humos, carbonatfrei, Einzelkom- und Polyedergefüge, durchsandeter entwässert ehemaliger Niedermoortorf (**AhhrmH-Au**)

- 4,5 dm: rötlich hellocker, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, humos aufgeteilt lehmiger Sand (rGor)
darin eingelagert in der Tiefe von

3,4 - 4,1 dm: braun, organisch, carbonatfrei, Kohärentgefüge, Organomudde

- 7,5 dm: rötlich grau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, humos aufgefüllte Wurzelgänge, Redoxmerkmale (rGor)

7,5 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Grundwasserbereich (Gr)

Profil 21:

RW: 4591193; HW: 5770917; Höhe über NN: 52,09 m
 Datum: 13.06.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 6,0 dm; Wurzeltiefe: 2,3 dm
 Horizontfolge: nHm/lrGr/rGor/Gr
 Varietät: -
 Bodenform nach KA5: Normmulmiedermoor aus Fluvisand (aus Auen-sand) (KMn:og-nH/f-s(Sf))
 Horizontfolge neu: nHm/lrGr/rGor/Gr
 Vorschlag Bodenform: **Mulmflachniedermoor (KMf:og-nH/f-s(Sf))**;
 Varietät: -

- 0 - 3,4 dm: dunkelbraun schwarz, organisch, carbonatfrei, Polyedergefüge, ab 0,8 dm Tiefe erkennbare Holzreste, vermullter Niedermoor (nHm)
- 5,6 dm: grülich locker, mittel humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, sehr viel schwach zersetzte Holzreste, mittelsandiger Feinsand (rGr)
- 8,0 dm: rötlich grülich locker, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, schwach zersetzte Holzreste, Redoxmerkmale (rGor)
- 8,0 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, schwach zersetzte Holzreste, reduziert (Gr)

Profilreihe IX: Schönfeld II (TK25: 3945 Luckenwalde)**Profil 22:**

RW: 4591331; HW: 5771042; Höhe über NN: 50,65 m
 Datum: 13.06.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 7,6 dm; Wurzeltiefe: 2,1 dm
 Horizontfolge: Ahh/Go/Gr
 Varietät: humusreich
 Bodenform nach KA5: Normgley aus Fluvisand (aus Auen-sand) (GGn:f-s(Sf))
 Horizontfolge neu: **rnH-Aug/Go/Gr**
 Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Humogley aus flachem Sand (aus entwässertem Niedermoor)** über Fluvisand (aus Auen-sand)(**GRus(r-Hn)\f-s(Sf)**); Varietäten: -

- 0 - 2,0/2,5 dm: rötlich und dunkelbraun locker, extrem humos, carbonatfrei, Einzelkom- und Polyedergefüge, vermullter Niedermoor verzahnt mit Sand (Ahh/rnH-Aug) in welligem Übergang zu:
- 6,8 dm: rötlich locker, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, wenig zersetzte Holzreste, Oxidationsmerkmale, feinsandiger Mittelsand (Go)
- 6,8 dm - : bläulich grau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge (Gr)

Profil 23:

RW: 4591317; HW: 5771087; Höhe über NN: 50,65 m
 Datum: 13.06.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 6,9 dm; Wurzeltiefe: 2,0 dm
 Horizontfolge: nHm/nHa/rGro/Gr
 Varietät: entwässert
 Bodenform nach KA5: Niedermoor aus flachem Niedermoor über Fluvisand (aus Auen-sand) (GHn:og-nH\f-s(Sf))
 Horizontfolge neu: nHm/nHa/rGro/Gr
 Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Moogley** aus flachem Niedermoor über Fluvisand (aus Auen-sand) (**GH-GR:og-nH \f-s(Sf)**)
 Varietäten: -

- 0 - 1,2 dm: schwarz, carbonatfrei, Polyedergefüge, vermullter Niedermoor (nHm)
- 2,8 dm: schwarz, organisch, carbonatfrei, Polyedergefüge, teilweise Sandeintragungen, aggregierter Niedermoor (nHa)
- 6,0 dm: rötlich locker, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Oxidationsmerkmale, Holzreste, feinsandiger Mittelsand (rGro)
- 6,0 dm - : grünlich grau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)

Profilreihe X: Stülpel I (TK25: 3945 Luckenwalde)

Profil 24:

RW: 4593161; HW: 5769895; Höhe über NN: 52,26 m
Datum: 14.06.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 9,0 dm; Wurzeltiefe: 2,5 dm
Horizontfolge: Ah/Ahh/rGr/rGr/Gr
Varietät: humusreich, entwässert

Bodenform nach KA5: Norringley aus Fluvisand (aus Auensand) (GGn:f-s(Sf))

Horizontfolge neu: **rnH-Ah/rnH-Aug/rGr/rGr/Gr**

Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Humogley aus Sand (aus entwässertem Niedermoortorf)** über Fluvisand (aus Auensand) (**GRus(r-Hn)/f-s(Sf)**); Varietäten: -

0 - 11/14 dm: dunkelbraun, carbonatfrei, (Krümelbis) Einzelkomgefüge, stark verdichtet, (**Ahh/rnH-Ah**)

in welligem Übergang mit Sandeinlagerungen zu:

- 3,1 dm: schwarzbraun, extrem humos, carbonatfrei, Einzelkom- mit Polyedergefüge, verdichtet, mit vermulmtem Niedermoortorf verzahnter Sand (**Ahh/rnH-Aug**)

- 5,1 dm: rötlich hellocker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Bioturbationsmerkmale, verdichtet, Oxidationsmerkmale, feinsandiger Mittelsand (rGro)

- 9,0 dm: hellocker, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, verdichtet (rGr)

9,0 dm - : gelblich grau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, verdichtet, reduziert (Gr)

Profil 25:

RW: 4593160; HW: 5769881; Höhe über NN: 52,03 m
Datum: 14.06.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 6,9 dm; Wurzeltiefe: 2,0 dm
Horizontfolge: nHm/lrGr/Gr

Bodenform nach KA5: Niedermoogley aus flachem Niedermoortorf über Fluvisand (aus Auensand) (GHn:og-Hn \ f-s(Sf))

Horizontfolge neu: nHm/lrGr/Gr

Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Moogley** aus flachem Niedermoortorf über Fluvisand (aus Auensand) (**GH-GR-og-Hn \ f-s(Sf)**); Varietäten:

0 - 2,9 dm: schwarz, organisch, carbonatfrei, Polyedergefüge, ehemalige Grasnarbe in 2,0 dm Tiefe, schwach versandet, vermullter Niedermoortorf (nHm)

- 5,9 dm: rötlich hellocker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Redoxmerkmale, vereinzelt inselhaftige Muddeinlagerungen, feinsandiger Mittelsand (Gor)

5,9 dm - : gelblich hellgrau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)

Profil 26:

RW: 4593474; HW: 5769954; Höhe über NN: 52,45 m
Datum: 14.06.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 9,5 dm; Wurzeltiefe: 1,4 dm
Horizontfolge: Ahh/rGr/Gr

Varietäten: entwässert, humusreich*

Bodenform nach KA5: Norringley aus Fluvisand (aus Auensand) (GGn:f-s(Sf))

Horizontfolge neu: **rnH-Au/rGor/Gr**

Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Humogley aus Sand (aus entwässertem Niedermoortorf)** über Fluvisand (aus Auensand) (**GRus(r-Hn)/f-s(Sf)**)

Varietäten: -

0 - 2,8/30 dm: rötlich hellocker mit dunkelgrau schwarz, extrem humos, carbonatfrei, Einzelkom- mit Polyedergefüge, verzahnter Horizont aus vermulltem Niedermoortorf und Sand (**Ahh/rnH-Au**)

- 7,4 dm: rötlich grünlich hellocker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, wenige Holzreste, Redoxmerkmale, feinsandiger Mittelsand (Gor) darin eingelagert:

3,0 - 4,3 dm: dunkelbraun, carbonatfrei, Kohärentgefüge, Torf- und Muddeinlagerungen

7,4 dm - : grünlich graublau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)

Profilreihe XI: Stülppe II (TK25: 3945 Luckenwalde)

Profil 27:
 RW: 4593331; HW: 5769936; Höhe über NN: 52,07 m
 Datum: 14.06.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 5,0 dm; Wurzeltiefe: 1,4 dm
 Horizontfolge: nHm/IFhh/IIrGor/Gr

Varietät: entwässert
 Bodenform nach KAS: Niedermoorgley aus flachem Niedermoortorf über Organomudde über Fluvisand (aus Auensand) (GHn:og-Hn \ og-Fh/f-s(Sf))

Horizontfolge neu: nHm/**HoF-rGro**/IIrGor/Gr
 Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Moorgley** aus flachem Niedermoortorf über Organomudde über Fluvisand (aus Auensand) (**GH-GR**:og-Hn \ og-Fh/f-s(Sf)); Varietäten: entwässert

0 - 2,5 dm: braunschwarz, organisch, carbonatfrei, Polyedergefüge, Mude mit Holzresten eingelagert, schwache Oxidationsmerkmale, vermullter Niedermoortorf (nHm)

- 3,0/3,2 dm: bräunlich dunkelgrau mit mittelbraun, carbonatfrei, horizontal geschichtete Holzreste, in den Zwischenräumen von Mude aufgefüllt, Oxidationsmerkmale, Organomudde (FhhIoF-rGro)

- 5,4 dm: rötlich grätlich locker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Redoxmerkmale, oxidierte Holzreste, teils von Mude umgeben, gelbe Ausfällungen an Wurzelresten, mittelsandiger Feinsand (rGor)

5,4 dm - : blaugrau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)

Profil 28:

RW: 4593482; HW: 5770162; Höhe über NN: 51,88 m
 Datum: 14.06.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 6,5 dm; Wurzeltiefe: 1,6 dm
 Horizontfolge: nHm/IFhh/IIrGr

Bodenform nach KAS: Niedermoorgley aus flachem Niedermoortorf über Organomudde über Fluvisand (aus Auensand) (GHn:og-Hn \ og-Fh/f-s(Sf))

Horizontfolge neu: nHm/**HoF-rGr**/IIrGr
 Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Moorgley** aus flachem Niedermoortorf über Organomudde über Fluvisand (aus Auensand) (GR:GH:og-Hn \ og-Fh/f-s(Sf)) Varietäten: -

0 - 2,4/2,7 dm: rötlich dunkelbraun, organisch carbonatfrei, Polyedergefüge, Eisenkonkretionen, verzahnter Horizont aus Organomudde und vermulltem Niedermoortorf (nHnHnHmg)

- 4,5/5,5 dm: dunkelbraun, organisch, carbonatfrei, Kohärengefüge, Pflanzenreste mit Holz, Organomudde (FhhIoF-rGr)

4,5/5,5 dm - : grau, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, vereinzelt humose Wurzelgänge, großer Ast zieht sich durch das ganze Profil, reduziert, feinsandiger Mittelsand (Gr)

Profil 29: Datum: 14.06.1998; RW: 4593490; HW: 5770180; Höhe über NN: 51,80 m
 Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 5,5 dm; Wurzeltiefe: 1,0 dm
 Horizontfolge: nHm/IFhh/IIrGr

Bodenform nach KAS: Niedermoorgley aus flachem Niedermoortorf über Organomudde über Fluvisand (aus Auensand) (GHn:og-nH \ og-Fh/f-s(Sf))

Horizontfolge neu: nHm/**HoF-rGr**/IIrGr
 Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Moorgley** aus flachem Niedermoortorf über Organomudde über Fluvisand (aus Auensand) (**GR-GH**:og-Hn \ og-Fh/f-s(Sf)) Varietäten:

0 - 2,0/2,7 dm: dunkelbräunlich schwarz, organisch, carbonatfrei, Polyedergefüge, verzeigte Pflanzenreste, Holzreste, gleichmäßig verteilte Eisenkonkretionen, vermullter Niedermoortorf (nHnHnHmg)

- 5,5 dm: braun, organisch, carbonatfrei, amorphes Gefüge, sehr große Holzreste, Organomudde (FhhIoF-rGr)⁴

5,5 dm - : grau, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Holzreste, reduziert, feinsandiger Mittelsand (Gr)

⁴Die mittlere Horizontmächtigkeit beträgt 2,8 dm. Trotz einer Gesamtmächtigkeit der organischen Schichten erfolgt eine Einordnung in die mineralischen Folgeböden (s. Kap. 3.2, S. 38).

Profilreihe XII: Wendemark (TK25: 2050 Passow)

Profil 30:

RW: 5840227; HW: 5894581; Höhe über NN: 8,33 m
Datum: 16.05.1999; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 3,0 dm; Wurzeltiefe: 2,1 dm
Horizontfolge: enHem/enHer/IIIeFhh
Bodenform nach KA5: Kalkmulminiermoor aus Carbonatnieder-
moogley über Carbonat-Organomudde (KMn.og-eHn/og-eFh)
Horizontfolge neu: enHem/eF-nHcm/eF-nHcr/IIeF-Gr
Vorschlag Bodenform: Carbonatmuddemoor aus Carbonatnieder-
moogley über Carbonat-Organomudde Varietäten:

- 0 - 2,0 dm: schwarzbraun, organisch, carbonatreich, Feinpolyeder- bis Krümelgefüge, Mollusken, vermullter Niedermoortorf (enHcm)
- 3,2 dm: bräunlich gelbgrau, extrem humos, sehr carbonatreich, Feinpolyeder- bis Krümelgefüge, Mollusken, dunkelbraune Niedermoortorf-Zwischenschichten eingelagert, Kalkmudde (enHcmleF-nHcm)
- 3,2 - 3,7/4,0 dm: grünlich dunkelbraun, organisch, carbonatreich, viele Mollusken unterschiedlicher Größe, vereinzelt Schilfrhizome, mit Kalkmudde versetzter Niedermoortorf (enHerleF-nHcr)
- 4,3/4,6 dm: gelblich grau, carbonatreich, sehr viele Mollusken, Kalkmudde (eFhhleF-Gr)
- 4,3/4,6 dm - : Kalkmudde, nicht weiter bestimmbar, da das Grundwasser sehr schnell in die Grube läuft (eFhhleF-Gr)

Profil 31:

RW: 584259; HW: 5894523; Höhe über NN: 8,29 m
Datum: 16.05.1999; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 3,5 dm; Wurzeltiefe: 1,9 dm
Horizontfolge: enHcm/IIeFm/IIenHcm/IVeFmk
Bodenform nach KA5: Kalkmulminiermoor aus Carbonatniedermoor-
torf über Kalkmudde (KMn.og-eHn/F-Fmk)
Horizontfolge neu: eF-nHcm/IIeF-rGr/IIIeF-nHcm/IVeF-Gr
Vorschlag Bodenform: Carbonatmuddemoor aus Carbonatniedermoor-
torf über Kalkmudde
Varietäten:

- 0 - 2,1 dm: schwärzlich dunkelbraun, organisch, carbonatreich, Feinpolyeder- bis Krümelgefüge, Mollusken, Kalkmudde vereinzelt eingemischt, vermullter Niedermoortorf (enHcmleF-nHcm)
- 2,5 dm: gelblich grau, extrem humos, sehr carbonatreich, Feinpolyeder- bis Krümelgefüge, Mollusken, Kalkmudde (eFmkleF-rGr)
- 2,8 dm: schwärzlich dunkelbraun, Feinpolyeder- bis Krümelgefüge, Mollusken, vereinzelt Kalkmudde eingemischt, vermullter Niedermoortorf (enHcmleF-nHcm)
- 3,7 dm: schwärzlich dunkelbraun, extrem humos, sehr carbonatreich, viele Mollusken, Kalkmudde (eFmkleF-rGr)
- 4,8 dm: gelblich grau, extrem humos, sehr carbonatreich, Mollusken gleichmäßig verteilt, Krümel- bis Kohärengefüge, Kalkmudde (eFmkleF-Gr)
- 4,8 dm - Kalkmudde, nicht weiter bestimmbar, da das Grundwasser sehr schnell in die Grube läuft (eFmkleF-Gr)

Profilreihe XIII: Schönermark (TK25: 2850 Passow)

Profil 32:

RW: 5435176; HW: 5886649; Höhe über NN: 14,66 m
Datum: 16.05.1999; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 9,0 dm; Wurzeltiefe: 3,0 dm
Horizontfolge: Ahh/rGr/rGor/rGr/rGor/Go/Gr
Varietät: entwässert, humusreich
Bodenform nach KA5: Norrmogley aus Fluvissand (aus Auen-sand) (GGn:f-s(Sf))
Horizontfolge neu: rHh-Au/rGr/rGor/rGr/rGor/Go/Gr
Vorschlag Bodenform: Nachmoor-Humogley aus Fluvissand (aus Auen-sand) (GRu: s(r-Hh)/f-s(Sf))
Varietäten: -

- 0 - 3,0 dm: schwarzbräunlich dunkelgrau, extrem humos, carbonatfrei, Krümelgefüge, verdichtet, vereinzelt Steine (Ahh(rHh-Au))
- 3,5 dm: grünlich locker, mittel humos, carbonatfrei, Kitzgefüge, Wurzelgänge, mittel toniger Sand (rGr)
- 5,0 dm: grünlich locker, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Oxidationsmerkmale, mittelsandiger Feinsand (rGor)
- 5,5 dm: ockergrau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, mittelsandiger Feinsand (rGr)
- 6,5 dm: rötlich grünlich locker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Oxidationsmerkmale mit Eisenkonkretionen, Mittelsand (rGro)
- 8,0 dm: rötlich locker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Oxidationsmerkmale mit Eisenkonkretionen an Wurzelbahnen (rGo)
- 8,0 - dm: ockergrau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)

Profil 33:

HW: 5886632; RW: 5435181; Höhe über NN: 14,40 m
 Datum: 16.05.1999; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 7,7 dm; Wurzeltiefe: 3,5 dm
 Horizontfolge: nHm/IIrGro/Gr
 Varietät: -
 Bodenform nach KAS: Normmulmiedermoor aus Niedermoor über Fluvissand (aus Auensand) (KMn:og-Hn/f-s(Sf))
 Horizontfolge neu: nHm/IIrGro/Gr
 Vorschlag Bodenform: **Mulmflachniedermoor** aus Niedermoor über Fluvissand (aus Auensand) (KMf:og-Hn/f-s(Sf))
 Varietät: -

0 - 3,0/4,0 dm: schwarzbraun, organisch, carbonatfrei, Polyeder- bis Krümelgefüge, vermullter Niedermoor (nHm)
 in welligem Übergang zu:
 - 7,7 dm: rötlich grünlich locker, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, an Wurzelgänge gebundene Oxidationsmerkmale, waagrecht verlaufende mittelgraue Einlagerungen, mittelsandiger Feinsand (rGro)
 7,7 dm - : bläulich grau, schwach humos, carbonatfrei, Kittgefüge, Wurzelgänge, reduziert, stark lehmiger Sand (Gr)

Profilreihe XIV: Paulinenaue I (TK25: 3342 Paulinenaue)

Profil 34:

RW: 4551741; HW: 5838674; Höhe über NN: 28,92 m
 Datum: 30.05.1999; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 7,7 dm; Wurzeltiefe: 3,0 dm
 Horizontfolge: nHm/IIrFh/IIIrGro/IVrFh
 Bodenform nach KAS: Normmulmiedermoor aus Niedermoor über Organomudde über Fluvissand (aus Auensand) über tiefer Organomudde (KMn:og-Hn/og-Fh/f-s(Sf)/og-Fh)
 Horizontfolge neu: **nHng/IIrFh/IIIrGro/IVrFh/og-F-Gr**
 Vorschlag Bodenform: **Mulmflachniedermoor** aus Niedermoor über Organomudde über Fluvissand (aus Auensand) über tiefer Organomudde (KMf:og-Hn/og-Fh/f-s(Sf)/og-Fh); Varietät: -

0 - 2,8/3,3 dm: schwarzbraun, organisch, carbonatfrei, Polyedergefüge, alte verwiterte Grasnarbe, Sandeintragen durch Bioturbation, vermullter Niedermoor (nHm/IIrFh/IIIrGro/IVrFh)
 in welligem Übergang zu:
 - 3,3/4,1 dm: schwärzlich dunkelgrau, organisch, carbonatfrei, Kohärengefüge, Organomudde (rFh)
 in welligem Übergang zu:
 - 6,7/7,0 dm: rötlich grau, mittel humos, carbonatfrei, Kittgefüge, vereinzelt Mudeeintragen, Redoxmerkmale, mittelsandiger Feinsand (rGro)
 - dm 9,0 dm: rötlich dunkelgrau, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Wurzelgänge, Redoxmerkmale, Feinsand (rGor)
 9,0 dm - : dunkelbraun, carbonatfrei, Kohärengefüge, Pflanzenreste, Organomudde, reduziert (FhioF-Gr)

Profil 35:

RW: 4551782; HW: 5838619; Höhe über NN: 29,17 m
 Datum: 30.05.1999; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 7,5 dm; Wurzeltiefe: 3,0 dm
 Horizontfolge: Ahh/rGr/rGro/Gr
 Varietät: entwässert, humusreich
 Bodenform nach KAS: Normley aus Kryosand (aus Auensand und Mineralmudde) über Fluvissand (aus Auensand) (GGn:p-s(Sf-Fhb)/f-s(Sf))
 Horizontfolge neu: **nH-Ahng/rGr/rGro/Gr**
 Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Normley aus Sand (aus entwässertem Torf)** über Kryosand (aus Auensand und Mineralmudde) über Fluvissand (aus Auensand) (GRn:s(r-Hn)/p-s(Sf-Fm)/f-s(Sf))
 Varietäten: **humusreich**

0 - 2,4/3,4 dm: grau und ocker und braun, sehr stark humos, carbonatfrei, Einzelkom- und Krümel- und Kittgefüge, verdichtet, Verzahnungshorizont (Ahh/rH-Ahng)
 - 3,5/4,6 dm: grünlich locker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Feinsand (rGr)
 - 6,0 dm: grünlich locker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge (rGr)
 darin eingelagert bis in die Tiefe von
 4,6 dm: braun, extrem humos, carbonatfrei, bänderförmig, Kohärengefüge, Mineralmudde (F)
 - 9,4 dm: rötlich ockrig hellgrau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Redoxmerkmale (rGro)
 - 10,5 dm: bläulich rötlich hellgrau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Redoxmerkmale, Feinsand (rGor)
 10,5 dm - : blaugrau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)

Profilreihe XV: Paulinenau II (TK25: 3342 Paulinenau)

Profil 36:

RW: 4551675; HW: 5838376; Höhe über NN: 29,34 m
Datum: 31.05.1999; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 10,5 dm; Wurzeltiefe: 2,5 dm
Horizontfolge: Ahh/rGr/rGro/rGor/Gr
Varietäten: entwässert, humusreich
Bodenform nach KA5: Norringley aus Fluvisand (aus Auensand) (GGn:f-s(Sf))

Horizontfolge neu: **rnH-Aug/rGr/rGro/rGor/Gr**
Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Humogley aus Sand (aus entwässertem Niedermoortorf)** über Fluvisand (aus Auensand) (**GRus:(r-Hn)/f-s(Sf)**)
Varietäten: -

- 0 - 2,1/2,7 dm: bräunlich dunkelgrau und gelblich hellgrau, extrem humos, carbonatfrei, Krümel- und Einzelkorngefüge, Wühlergänge, Verzahnungshorizont (Abh/rnH-Aug)
- 3,3 dm: grünlich hellocker, stark humos, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, mittelsandiger Feinsand (rGr)
- 10,3 dm: rötlich und blaugrünlich hellgrau, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, Redoxmerkmale, Wühlergänge, Wühlergänge, Feinsand (rGor)
- 10,3 dm - : blaugrau, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, reduziert (Gr)

Profil 37:

RW: 4551754; HW: 5838415; Höhe über NN: 29,07 m
Datum: 31.05.1999; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 8,0 dm; Wurzeltiefe: 2,5 dm
Horizontfolge: Ahh/Ah-rGo/rGro/rGor/Gr
Varietäten: entwässert, humusreich
Bodenform nach KA5: Humusogley aus Fluvisand (aus Auensand) (GGh:f-s(Sf))

Horizontfolge neu: **rGro-rnH-Au/rnH-Ah-rGo/rGro/rGor/Gr**
Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Humogley aus Sand (aus entwässertem Niedermoortorf)** über Fluvisand (aus Auensand) (**GRus:(r-Hn)/f-s(Sf)**)
Varietäten: -

- 0 - 2,0/3,3 dm: grünlich dunkelbraun, extrem humos, carbonatarm, Kitt-, Einzelkorn- und Krümelgefüge, Bioturbation, sandige und lehmig sandige Eintragungen, Verzahnungshorizont (Abh/rnH-Au) in stark welligem Übergang zu:
 - 3,1/4,3 dm: rötlich hellgrau, stark humos, carbonatfrei, Kittgefüge, Oxidationsmerkmale, Bioturbation (Ah-rGolrnH-Ah-rGo) in stark welligem Übergang zu:
 - 6,4/7,4 dm: grünlich rötlich hellocker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, humose Eintragungen durch Wühlergang (Bioturbation), Redoxmerkmale, Feinsand (rGro)
- 8,0 dm : rötlich bläulich hellgrau, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, Redoxmerkmale (rGor)
- 8,0 dm - : blaugrau, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, reduziert (Gr)

Profil 38:

RW: 4551129; HW: 5838165; Höhe über NN: 28,62
Datum: 31.05.1999; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 8,5 dm; Wurzeltiefe: 2,6 dm
Horizontfolge: nHcm/Ih/rGr/rGor/Gr

Varietäten: entwässert, kalkhaltig
Bodenform nach KA5: Niedermoorgley aus flachem Carbonatnieder-moortorf über Fluvisand (aus Auensand) (GHn:og-eHn\f-s(Sf))
Horizontfolge neu: nHcm/Ih/rGr/rGor/Gr
Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Moorgley** aus flachem Carbonatnieder-moortorf über Fluvisand (aus Auensand) (**GH-GR**:og-eHn\f-s(Sf));
Varietäten: -

- 0 - 2,6 dm: graubraun und schwärzlich braun, organisch, mittel carbonathaltig, Polydege-gefüge, Untergrundsubstrat vereinzelt ein-ge-tragen (Bioturbation), vermullter Nieder-moortorf (nHcm)
- 6,0 dm: (linke Seite) grünlich hellocker, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, Wurzelbahnen, Feinsand (rGr)
- 6,0 dm: (rechte Seite) bräunlich grau, stark hu-mos, carbonatfrei, Kittgefüge, Wurzelbah-nen, mittel lehmiger Sand (rGr)
- 7,0 dm: ockergrau, carbonatfrei, Kohärengefüge, Pflanzreste und Wurzelbahnen, nur sehr schwache Oxidationsmerkmale, Redukti-onsmerkmale (rGor)
- 7,0 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkorngefüge, Wurzelbahnen, Reduktionsmerkmale (Gr)

Profilreihe XVI: Stendell I (TK25:2851 Groß Pinnow)

Profil 39:

RW: 5445856; HW: 5890566; Höhe über NN: 7,31 m
 Datum: 11.06.1999; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 6,8 dm; Wurzeltiefe: 2,9 dm
 Horizontfolge: eF/IIenHew
 Bodenform nach KA5: Kalkniedermoor aus Kalkmudde über Niedermoor (HNc:f-Fmk/og-nH)
 Horizontfolge neu: **erF-Acu/eF-Ach/enHew**
 Vorschlag Bodenform: **Carbonatmuddemoor** aus Kalkmudde über Niedermoor
 Varietäten:-

- 0 - 1,5/2,9 dm: rötlich dunkelbraun, extrem humos, sehr carbonatreich, Subpolyeder- bis Krümelgefüge, vereinzelt große (2-3 cm) ØScheckenhäuser (eFlerF) stark welliger Übergang zu:
 - 3,9 dm: gelb, dunkel- und hellgrau, sehr stark humos, sehr carbonatreich, Feinpolyeder- bis Krümelgefüge (eFlerF-rGr)
 - 5,4 dm: dunkelbraun, organisch, carbonatreich, amorphes Gefüge, Schilf-Rhizome, vereinzelt kleine Schneckenhäuser und Kalkausfällungen, Niedermoor (enH-cw)
 - 5,4 dm -: dunkelbraun, organisch, carbonathaltig (HCl-Test im Gelände), amorphes Gefüge, Schilf-Rhizome, Niedermoor (enHew)

Profil 40:

RW: 5890501; HW: 5445796; Höhe über NN: 7,56 m
 Datum: 11.06.1999; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 8,5 dm ; Wurzeltiefe: 1,1 dm
 Horizontfolge: erFh
 Bodenform nach KA5:-
 Horizontfolge neu: erFh/erF-Acu/erF/erFh
 Vorschlag Bodenform: Carbonatmuddemoor aus Kalkmudde Varietäten:
abgetragen

- 0 - 0,5/1,1 dm: rotbräunlich grau, carbonathaltig (HCl-Test), Krümelgefüge, Organo-Kalkmudde in welligem Übergang zu:
 - 3,3/3,5 dm: rötlich braun, extrem humos, sehr carbonatreich, Krümelgefüge, Mineralmudde (eFlerF) in schwach welligem Übergang zu
 - 6,0 dm: rotbräunlich dunkelgrau, organisch, sehr carbonatreich, amorphes Gefüge, Organomudde (eFlerF)
 - 9,7/10,0 dm: dunkelbräunlich grau, extrem humos, sehr carbonatarm, amorphes Gefüge, mit Schilfrhizomen durchwachsene große Holzstücke (Äste) eingelagert, Mineralmudde (eFlerF)
 - 9,7/10,0 dm -: dunkelgrau, extrem humos, stark carbonathaltig, amorphes Gefüge, Schilfrhizome und Holzreste eingelagert, Mineralmudde (eFlerF)

Profil 41:

RW: 5445486; HW: 5890215; Höhe über NN: 7,37 m
 Datum: 11.06.1999; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 7,0 dm; Wurzeltiefe: 2,6 dm
 Horizontfolge: eF/IIenHcm/enHew/IIIGr
 Bodenform nach KA5: Mulmalkalk(nieder)moor aus flacher Kalkmudde über Niedermoor (aus Auensand) (f-Fmk\og-nH/f-s(Sf))
 Horizontfolge neu: erF/IIenHcm/nHw/IIIGr
 Vorschlag Bodenform: Mulmalkalk(nieder)moor aus flacher Kalkmudde über Niedermoor (aus Auensand) (KMhc:f-Fmk\og-nH/f-s(Sf))
 Varietäten: -

- 0 - 2,2/2,6 dm: gräulich braun, extrem humos, sehr carbonatreich, Krümelgefüge, Mollusken eingelagert, Kalkmudde (eFlerF) in welligem Übergang zu:
 - 3,2 dm: dunkelgrau, carbonatfrei, Krümel- bis Feinpolyedergefüge, vermullter Niedermoor (nHm)
 - 6,4/7,0 dm: rötlich bräunlich dunkelgrau, organisch, carbonatfrei, amorphes Gefüge, hoher Anteil an Schilfrhizomen und Holzresten, Niedermoor (nHw) in welligem Übergang zu:
 - 6,4/7,0 dm -: bläulich grau, stark humos, sehr carbonatarm, Einzelkorngefüge, Pflanzenreste eingelagert, reduziert, mittelsandiger Feinsand (Gr)

Profilreihe XVII: Stendell II (TK25: 2851 Groß Pinnow)

Profil 42:

RW: 5445085; HW: 5891021; Höhe über NN: 6,10 m
Datum: 12.06.1999; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 5,0 dm; Wurzeltiefe: 2,1 dm
Horizontfolge: nHm/IF/IIrGro/Gr
Bodenform nach KA5: Normmulmiedermoor aus Niedermoorortf über Organomudde über Fluvisand (aus Auensand) (KMn:og-nH/og-Fh/f-s(Sf))
Horizontfolge neu: nHm/roF/rGro/Gr
Vorschlag Bodenform: **Mulmflachniedermoor** aus Niedermoorortf über Organomudde über Fluvisand (aus Auensand) **KMf:og-nH/og-Fh/f-s(Sf)**; Varietäten: -

- 0 - 3,0 dm: schwärzlich dunkelbraun, organisch, carbonatfrei, Feinpolyedergefüge, geringer Anteil an Mollusken, vermullter Niedermoorortf (nHm)
- 4,0 dm: schwärzlich dunkelgrau, organisch, carbonatfrei, Kohärenzgefüge, Organomudde (roF)
- 6,0 dm: rötlich grau, stark humos, carbonatarm, Einzelkomgefüge, Redoxmerkmale, schwach schluffiger Sand (rGro)
- dm 6,0 - : grau, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)

Profil 43:

RW: 5445168; HW: 5891083; Höhe über NN: 6,71 m
Datum: 12.06.1999; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 4,5 dm; Wurzeltiefe: 2,3 dm
Horizontfolge: enHcm/IIeF/IIIGr
Bodenform nach KA5: Niedermoorogley aus flachem Carbonatniedermoorortf über Kalkmudde über Fluvisand (aus Auensand) (GHn:og-eHn\F-Fmk/f-s(Sf))
Horizontfolge neu: enHcm/IIeF-rGr/IIIGr
Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Moorogley** aus flachem Carbonatniedermoorortf über Kalkmudde über Fluvisand (aus Auensand) (**GH-GR:og-eHn\F-Fmk/f-s(Sf)**)
Varietäten: -

- 0 - 1,9/2,4 dm: braun, organisch, carbonatreich, Krümelgefüge, verdichtet, HCl-Test nicht flächig positiv, vermullter Niedermoorortf (enH-cm)
- 7,0 dm: (linke Seite) bräunlich grau, stark humos, extrem carbonatreich, Kohärenzgefüge, Kalkmudde (eFle-rGr)
- 7,0 dm: (rechte Seite) gelblich weißlich hellgrau, stark humos, extrem carbonatreich, Kitt- bis Kohärenzgefüge, Kalkmudde (eFle-rGr)
- 7,0 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)

Profilreihe XVIII: Dorotheenhof (TK25: 3243 Linum)

Profil 44:

RW: 4565561; HW: 5847635; Höhe über NN: 34,65 m
Datum: 13.06.1999; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 10,0 dm; Wurzeltiefe: 3,3 dm
Horizontfolge: nHm/nHa/IIIFh/IIrGro/rGor/Gr
Bodenform nach KA5: Normmulmiedermoor aus Niedermoorortf über Mineralmudde über Fluvisand (aus Auensand) (KMn:og-Hn/f-Fm/f-s(Sf))
Horizontfolge neu: nHm/nHa/IIroFg/Fg/IIIrGro/rGor/Gr
Vorschlag Bodenform: **Mulmflachniedermoor** aus Niedermoorortf über Mineralmudde über Fluvisand (aus Auensand) (**KMf:og-Hn/f-Fm/f-s(Sf)**)
Varietäten: -

- 0 - 2,1 dm: schwärzlich dunkelgrau, organisch, carbonatarm, Polyedergefüge, vermullter Niedermoorortf (nHm)
- 3,1/3,8 dm: schwärzlich dunkelbraun, organisch, carbonatarm, Polyedergefüge, aggregierter Niedermoorortf (nHa)
- in welligem Übergang zu:
 - 4,5 dm: schwarzgrau, organisch, carbonatfrei, Kitt- bis Krümelgefüge, durch Wühlergang eingetragene Sandlinsen, Organomudde (**FloFg**)
 - 4,9/5,4 dm: gräulich braun, sehr stark humos, carbonatfrei, Kittgefüge, durch Wühlergang eingetragene Sandlinsen, Mineralmudde (**FloFg**)
 - in welligem Übergang zu:
 - 7,7 dm: rötlich gräulich locker, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Oxidationsmerkmale, mittelsandiger Feinsand (rGro)
 - 9,5 dm: rötlich gelblich grau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Redoxmerkmale (rGor)
 - 9,5 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)

Profil 45:

RW: 4565590; HW: 5847568; Höhe über NN: 35,36 m
 Datum: 13.06.1999; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 9,5 dm; Wurzelliefe: 3,3 dm
 Horizontfolge: enHem/IleF/IIIIGo/Gr
 Varietäten: entwässert
 Bodenform nach K.A5: Niedermoogley aus flachem carbonatischem Niedermoortorf über carbonatischer Mineralmulde über Fluvisand (aus Auensand) (GHn-og-eHn) \ f-eFm/f-s(Sf)
 Horizontfolge neu: enHem/reFh/eF-rGrG/rGor/Gr
 Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Moogley** aus flachem carbonatischem Niedermoortorf über carbonatischer Mineralmulde über Fluvisand (aus Auensand) (**GH-GR**:og-eHn \ f-eFm/f-s(Sf)); Varietäten: kalkhaltig

- 0 - 2,3/2,6 dm: bräunlich dunkelgrau, organisch, stark carbonathaltig, Krimel- und Polyedergefüge, Sandeintragungen, Verzahnungshorizont (enHemHcmg) in schwach welligem Übergang zu:
 - 4,0/4,6 dm: dunkelgrau, stark humos, carbonatreich, Feinpolyedergefüge, Sandeintragungen, stark verdichtet, sehr geringe Anzahl von Mollusken, ehemalige Detritusmulde (eFieFh) in welligem Übergang zu:
 - 5,2/6,7 dm: bräunlich grau, stark humos, carbonatreich, Verzahnungshorizont (eFieF-rGrG) in stark welligem Übergang zu:
 - 9,5 dm: rötlich hellocker, sehr schwach humos, carbonatarm, Einzelkomgefüge, humos aufgefüllte Wurzelbahnen, Oxidationsmerkmale, mittelsandiger Feinsand (rGor)
- 9,5 dm - gräulich hellocker, sehr schwach humos, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)

Profilreihe XIX: Grüne Hütte (TK25; 3342 Paulinenaue)

Profil 46:

RW: 4549295; HW: 5839758; Höhe über NN: 28,33 m
 Datum: 13.06.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 8,0 dm; Wurzelliefe: 3,0 dm
 Horizontfolge: nHm/IIrGro/IIIHm/IVGr
 Varietät: entwässert
 Bodenform nach K.A5: Niedermoogley aus flachem Niedermoortorf über Fluvisand (aus Auensand) über Niedermoortorf über tiefem Fluvisand (aus Auensand) (K\Hn:og-nH \ f-s(Sf)/og-nH/f-s(Sf)
 Horizontfolge neu: nHm/IIrFms/IIrGro/IIIHm/IVGr
 Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Moogley** aus flachem Niedermoortorf über Fluvisand (aus Auensand) über Niedermoortorf über tiefem Fluvisand (aus Auensand) (**GH-GR**:og-nH \ f-s(Sf)/og-Hm/f-s(Sf))
 Varietäten: -

- 0 - 2,6/3,0 dm: schwarzgrau, organisch, carbonatfrei, Polyedergefüge, verdichtet, vermullter Niedermoortorf (nHm) in welligem Übergang zu:
 - 4,2/4,6 dm: schwärzlich dunkelgrau, extrem humos, carbonatfrei, Kittgefüge, Mineralmulde (FlrFms) in leicht welligem Übergang zu:
 - 5,5/6,1 dm: rötlich gräulich hellocker, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Redoxmerkmale, schwach schluffiger Sand (rGro) in welligem Übergang zu:
 - 7,0 dm: dunkelbraun, organisch, carbonatfrei, Polyedergefüge, Grobseggen erkennbar, vermullter Niedermoortorf (nHm)
- 7,0 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)

Profil 47:

RW: 4549276; HW: 5839700; Höhe über NN: 28,37 m
 Datum: 16.05.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 7,0 dm; Wurzelliefe: 2,7 dm
 Horizontfolge: AhHrGro/rGor/rGor/Gr
 Varietät: entwässert, huminstreich
 Bodenform nach K.A5: Normgley aus Kryosand (aus Auensand und Mineralmulde) über Fluvisand (aus Auensand) (GGn-p-s+(Sf+Fm)/f-s(Sf)
 Horizontfolge neu: **rnH-Aug**/rGor/rGor/Gr
 Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Humogley aus flachem Sand (aus entwässertem Torf)** über Kryosand (aus Auensand und Mineralmulde) über Fluvisand (aus Auensand) (**GRu-str-Hn**) \ p-s+(Sf+Fm)/f-s(Sf))

- Varietäten: -
- 0 - 2,7 dm: ockrig schwärzlich dunkelgrau, extrem humos, carbonatfrei, Kit- und Krümelgefüge, vereinzelt Sandeintragungen, Verzahnungshorizont (AhHrH-Aug)
 - 5,0 dm: rötlich gräulich hellocker, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Oxidationsmerkmale (rGro)
 - 5,9 dm: rötlich dunkelgräulich hellocker, sehr stark humos, carbonatfrei, Kittgefüge, nesterförmig eingelagerte Mineralmulde, Verzahnungshorizont (rGro)
 - 7,0 dm: gräulich hellocker, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Redoxmerkmale, mittelsandiger Feinsand (rGor)
 - 7,0 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)

Profilreihe XX: Ziehbener Seebruch (TK25: 3049 Chorin)

Profil 48:

RW: 5427280; HW: 5870461; Höhe über NN: 64,88 m
Datum: 18.06.1999; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 2,5 dm; Wurzeltiefe: 1,4 dm
viele große Regenwürmer

Horizontfolge: nHv/rFhg/llnHw/nHr/nHr/lllFm

Bodenform nach KA5: Normmulminiermoor aus flachem Niedermoor über Detritusmulde über Niedermoor (KMn:og-Hn\og-Fh)

Horizontfolge neu: nHv/rFhg/llnHw/nHr/nHr/lllFm-Gr

Vorschlag Bodenform: Detritusmuldenmoor aus flachem Niedermoor über Detritusmulde über Niedermoor

0 - 0,7/1,4 dm: dunkelbraun, organisch, carbonatfrei, Krümelgefüge, Verzahnungshorizont (nHv) in leicht welligem Übergang zu:

- 1,9/2,3 dm: grünlich blaugrau, organisch, carbonatfrei, feinblättriges Plattengefüge, dunkelbraune fleckige Einlagerungen, gefüllte Schrumpspalten, Detritusmulde (rFhg)

- 3,4 dm: grünlich blaugrau, organisch, carbonatfrei, Plattengefüge (bis 2mm), verdichtet, fossile Feinwurzeln und Fieberteilsamen eingelagert, großflächige mittel- bis dunkelgraue Flecken, gefüllte Schrumpspalten, Detritusmulde (rFhg)

- 4,3/4,5 dm: braun, organisch, carbonatfrei, amorphes Gefüge, Holzreste eingelagert, sehr hoher Anteil an Schilfrizomresten und Braunmoosresten, Niedermoor (nHw)

- 5,2 dm: hellbraun, organisch, carbonatfrei, amorphes Gefüge, geringer Anteil an Schilfrizomresten, Niedermoor (nHr)

- 7,3 dm: hellbraun, organisch, carbonatfrei, amorphes Gefüge, sehr geringer Anteil an Schilfrizomresten, sehr hoher Anteil an Braunmoosresten, Niedermoor (nHr)

7,3 dm -: dunkelgrau, carbonatfrei, Mineralmulde (FmllFm-Gr)

Profil 49:

RW: 5427265; HW: 5870434; Höhe über NN: 65,13 m
Datum: 18.06.1999; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 4,5 dm; Wurzeltiefe: 1,0 dm
viele große Regenwürmer

Horizontfolge: F+nHv/rF+nHw+F/llF+nHw/nHw

Bodenform nach KA5: Normmulminiermoor aus flachem Niedermoor über Detritusmulde über Niedermoor (KMn:og-Hn\og-Fh/og-Hn)

Vorschlag Bodenform: Detritusmuldenmoor aus flachem Niedermoor über Detritusmulde über Niedermoor (KMn:og-Hn\og-Fh/og-Hn)

0 - 1,0 dm: dunkelgrünlich braun, organisch, carbonatfrei, Krümelgefüge, gefüllte Schrumpspalten bis 2,0 dm Tiefe, Verzahnungshorizont (nHv) in welligem Übergang zu:

- 2,0 dm: grünlich blaugrau, organisch, carbonatfrei, feinblättriges Plattengefüge, Mineralkörner und kleine Geschiebe eingetragene, Detritusmulde (rFhg)

- 4,0 dm: grünlich blaugrau, organisch, carbonatfrei, blättriges Plattengefüge, geringer Anteil an Mineralkörnern, Fieberteilsamen, großflächige dunkelbläulich graue Punkte, Detritusmulde (rFhg)

- 5,5 dm: braun, organisch, carbonatfrei, Platten- und amorphes Gefüge, sehr geringer Anteil an Mineralkörnern, Fieberteilsamen, Braunmoosreste, Verzahnungshorizont (rFhg)

- 6,3 dm: bräunlich grau, organisch, carbonatfrei, amorphes und Plattengefüge, sehr geringer Anteil an Mineralkörnern, Fieberteilsamen, Braunmoosreste, Verzahnungshorizont (nHwg)

6,3 dm - 7,5 dm: schwärzlich braun, organisch, carbonatfrei, amorphes Gefüge, Braunmoosreste, vereinzelt Mineralkörner, Niedermoor (nHw)

Profilreihe XXI: Neuendorf (TK25: 4049 Lübben)

Profil 50:

RW: 5421112; HW: 5753640; Höhe über NN: 52,43 m
Datum: 25.06.1999; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 6,2 dm; Wurzeltiefe: 2,6 dm
Horizontfolge: nHm/lllFm/lllFm/lllFm/Gr/Gr
Varietät: entwässert

Bodenform nach KA5: Niedermoorley aus flachem Niedermoor über Mineralmulde über Fluvisand (aus Auen sand) (GHn:og-Hn backs-lash F-Fm/f-s(Sf))

Horizontfolge neu: nHm/lllFm/lllFm/lllFm/Gr/Gr

Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Moorgley** aus flachem Niedermoor über Mineralmulde über Fluvisand (aus Auen sand) (**GH-GR**:og-Hn\F-Fm/f-s(Sf))
Varietäten: -

0 - 1,7/2,0 dm: braun, organisch, carbonatfrei, Polyedergefüge, alter Wurzelfilz eingelagert, vermullter Niedermoor (nHm) in leicht welligem Übergang zu:

- 2,6/3,0 dm: schwärzlich braun, extrem humos, carbonatfrei, Kohärengefüge, Mineralmulde (Klock) (**FlroF-rGr**) in leicht welligem Übergang zu:

- 3,0/3,6 dm: rötlich bräunlich hellgrau, sehr stark humos, carbonatfrei, Kohären- bis Kittgefüge, feine Pflanzenreste eingelagert, humos aufgefüllte Wurzelgänge, Oxidationsmerkmale, Mineralmulde (**FmllroF-rGro**) in welligem Übergang zu

- 6,2 dm: rötlich grünlich hellocker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, hoher Anteil an schwach zersetzten Holzresten, große Regenwürmer, Redoxmerkmale, feinsandiger Mittelsand (rGro)

6,2 dm -: türkisch blaugrau, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, hoher Anteil an schwach zersetzten Holzresten, reduziert (Gr)

Profil 51:

RW: 5753626; HW: 5421113; Höhe über NN: 52,12 m
 Datum: 25.06.1999; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 8,7 dm; Wurzeltiefe: 1,3 dm
 Horizontfolge: Ah/Ah-Go/IIIrGro/Gor/Gr
 Varietät: entwässert
 Bodenform nach KAS: Normgley aus Fluvisand (aus Auensand) über Mineralmulde über Fluvisand (aus Auensand) (GCh:f-s(Sf)/f-Fm/f-s(Sf))
 Horizontfolge neu: **mH-Ah/rnH-Ah-Go/IIIrF-rGro/IIIrF-rGro/rGor/Gr**
 Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Normgley aus Sand (aus entwässertem Niedermoor)** über Mineralmulde über Fluvisand (aus Auensand) (**GRn:s(r-Hn)/f-Fm/f-s(Sf)**)
 Varietäten: -

- 0 - 0,5/0,8 dm: graubraun, carbonatfrei, Krümelgefüge, Sandeintragungen (**Ah/rnH-Ah**) in leicht welligem Übergang zu:
- 2,4/3,5 dm: rötlich braungrau, stark humos, carbonatfrei, Krümel- bis Einzelkomgefüge, teils verfestigte Eisenkonkretionen, Sandeintragungen, vereinzelt Feuersteine (**Ah-Go/rnH-Ah-Go**) in stark welligem Übergang zu:
- 3,3/4,0 dm: rötlich grünlich dunkelbraun, stark humos, carbonatfrei, Einzelkom- und Krümelgefüge, vereinzelt Tonscherben eingetragen, viele Regenwürmer, Pflugfähigkeit, Oxidationsmerkmale, Verzahnungshorizont (**rF/rF-rGro**) in stark welligem Übergang zu:
- 3,7/5,5 dm: rötlich hellocker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Kitt- und Einzelkomgefüge, Mineralmuldeeintragung in 4,0 dm Tiefe, Wurzelgänge mit Holzresten, vereinzelt Eintragungen aus Go+F-Horizont, Oxidationsmerkmale, grobsandiger Mittelsand (**rGro/rF-rGro**) stark welliger Übergang zu:

- 8,7 dm: rötlich grünlich hellocker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, hoher Anteil kleiner Holzreste, vereinzelt schwach zersetzte Holzstücke, Redoxmerkmale, mittelsandiger Grobsand (**rGro**)
- 8,7 dm - : grau, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, farbige Einzelkörper aus überwiegend Quarz, schwach zersetzte Holzreste, reduziert (**Gr**)

Profil 52:

RW: 5421164; HW: 5733628; Höhe über NN: 52,29 m
 Datum: 25.06.1999; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 10,5 dm; Wurzeltiefe: 1,2 dm
 Horizontfolge: jAh/Go-Ah/Go-Ahh/IIIrGro/rGro/Gr; Varietäten: entwässert, kolluvial, humusreich
 Bodenform nach KAS: Humusgley aus Fluvisand (aus Auensand) (GCh:oj-s(Sf)/f-Fm/f-s(Sf))
 Horizontfolge neu: **jAh/Go-rnH-Ah/Go-rnH-Ahh/IIIrGro/rGro/Gr**
 Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Humusgley aus Sand (aus entwässertem Niedermoor)** über Fluvisand (aus Auensand) (**GRh:s(r-Hn)/f-s(Sf)**)
 Varietäten: **humusreich, kolluvial**

- 0 - 1,6 dm: grünlich bräunlich ocker, stark humos, carbonatfrei, Einzelkom- und Krümelgefüge, scharfe Grenze nach unten, Sandeintragungen, vermuteter anthropogener Auftrag (**jAh**)
- 4,0/4,5 dm: rötlich braungrau, stark humos, carbonatfrei, Einzelkom- und Krümelgefüge, fossile Wurzelreste, Oxidationsmerkmale (**Ah/Go-rnH-Ah**) in leicht welligem Übergang zu:
- 4,9/5,7 dm: rötlich schwarzgrau, sehr stark humos, carbonatfrei, Einzelkom- und Krümelgefüge, fossile Wurzelreste, von 0,1 dm mächtiger Eisenschicht unterlagertes Sandband in 4,4 bis 4,8 dm Tiefe, Oxidationsmerkmale (**Ahh/Go-rnH-Ahh**) in stark welligem Übergang zu:
- 5,6/5,9 dm: rötlich ockergrau, carbonatfrei, Kittgefüge, teilweise unterbrochen, Oxidationsmerkmale, Mineralmulde in leicht welligem Übergang zu:
- 8,0/8,5 dm: rötlich weißlich hellocker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, in 6,0 dm Tiefe Pyrit, stark zersetzte Wurzelgänge, Oxidationsmerkmale, feinsandiger Mittelsand (**rGro**) in welligem Übergang zu:

Profil 52 (Fortsetzung)

- 10,5 dm: rötlich ockergrau, carbonatfrei, vereinzelt stark zersetzte Wurzelgänge, Redoxmerkmale (rGro)
- 10,5 dm - : grau, carbonatfrei, farbige Einzelkörner überwiegend aus Quarz, vereinzelt Wurzelreste aus Holz, reduziert (Gr)

Einzelprofil 53: Moorhof (TK25: 3243 Linum)

Profil 53:

RW: 4564168; HW: 5850524; Höhe über NN: 33,88 m
Datum: 01.06.2000; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 5,5 dm; Wurzeltiefe: 1,9 dm
Horizontfolge: enHem/enHem/ef/ef
Bodenform nach KA5: Kalkmulminiermoor aus Carbonatniedermoortorf über Kalkmulde (KM:og-eHn \f-Fmk)
Horizontfolge neu: **enHcmg/enHcmg/ef-rGro/ef-Gr**
Vorschlag Bodenform: Niedermoer-Kalkmuldeley aus Carbonatniedermoortorf über Kalkmulde Varietäten:

- 0 - 1,8 dm: weißlich grau und schwarz, organisch, carbonatreich, Feinpolyedergefüge, Kalkmuldebrocken eingelagert, Mollusken, Verzahnungshorizont aus Kalkmulde und vermulmtem Niedermoortorf (enHem**enHcmg**)
- 2,7 dm: weißlich grau und schwarz, organisch, sehr carbonatreich, Feinpolyeder- und Kohärengefüge, Mollusken, stark mit Kalkmuldebrocken durchsetzt, Oxidationsmerkmale in der Kalkmulde, Verzahnungshorizont aus vermulmtem Niedermoortorf und Kalkmulde (enHem**enHcmg**)
- 7,5 dm: weißlich bräunlich hellgrau, stark humos, extrem carbonatreich, Kohärengefüge, Schumpfspalten bis in 5,5 dm Tiefe, Mollusken, Pflanzenreste, Redoxmerkmale, Kalkmulde (e**Fl**e**F-rGro**)
- 7,5 dm - : hellgrau, Kohärengefüge, Pflanzenreste, Mollusken, reduziert, Kalkmulde (e**Fl**e**F-Gr**)

Profilreihe XXIII: Parzellenversuch (TK25: 3342 Paulinenaue)

Profil 54:

RW:4849688; HW: 5840013; Höhe über NN: 25,05 m
Datum: 16.05.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 5,8 dm; Wurzeltiefe: 3,3 dm
Horizontfolge: nHm/rGor/Gr
Bodenform nach KA5: Normmulminiermoor aus Niedermoortorf über Fluviasand (aus Auensand) (KM:og-Hm/f-s(Sf))
Horizontfolge neu: nHm/rGor/Gr
Vorschlag Bodenform: **Mulmflachniedermoor** aus Niedermoortorf über Fluviasand (aus Auensand) (KM**F**og-Hm/f-s(Sf))
Varietäten: -

- 0 - 4,0 dm: schwarz, organisch, carbonatfrei, Polyedergefüge, sehr stark zersetzter vermulmter Niedermoortorf (nHm)
- 5,5 dm: rotgrünlich hellocker, mittel humos, carbonatfrei, Einzelkomigefüge, Redoxmerkmale, mittelsandiger Feinsand (rGor)
- 5,5 dm - : grünlich hellocker, carbonatfrei, Einzelkomigefüge, mittelsandiger Feinsand, reduziert (Gr)

<p>Profil 55: RW: 4849744; HW: 5840108; Höhe über NN: 26,00 m Datum: 16.05.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 8,2 dm; Wurzeltiefe: 2,7 dm Horizontfolge: nHm/IrGor/Gr Varietät: entwässert Bodenform nach KA5: Niedermoogley aus flachem Niedermoortorf über Fluvisand (aus Auensand) (GHn:og-Hn\F-s(Sf)) Horizontfolge neu: nHm/IrGor/Gr Vorschlag Bodenform: Nachmoor-Moogley aus flachem Niedermoortorf über Fluvisand (aus Auensand) (GH-GR:og-Hn\F-s(Sf)) Varietäten: -</p>	<p>Profil 56: RW: 4849830; HW: 5840180; Höhe über NN: 30,50 m Datum: 16.05.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 10,5 dm; Wurzeltiefe: 1,0 dm Horizontfolge: AhI/Ah-rGor/Gr/Gr Varietät: humusreich, entwässert Bodenform nach KA5: Humusgley aus Fluvisand (aus Auensand) (GGH:f-s(Sf)) Horizontfolge neu: nHm-Ahh/nHm-Ah-rGor/Gr/Gr Vorschlag Bodenform: Nachmoor-Humusgley aus Sand (aus entwässertem Niedermoortorf) über Fluvisand (aus Auensand) (GRHs(r-Hn)/f-s(Sf)) Varietäten: humusreich</p>	<p>Profil mächtiges Niedermoor (S4*): RW: 4849684; HW: 5839998; Höhe über NN: 24,85 m Datum: 16.05.1998; Nutzung: Grünland; Vegetation: Futtergras; Grundwasserstand: 5,5; Wurzeltiefe: 2,8 dm Horizontfolge: nHm/nHa/nHr/IF/III/Gr Bodenform nach KA5: Normmulmiedermoor aus Niedermoortorf (KMn:og-Hn)</p>
<p>0 - 2,8 dm: schwarz, organisch, carbonatfrei, Polyedergefüge, sehr stark zersetzter, vermullter Niedermoortorf (nHm) - 5,0 dm: ockergrau, stark humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, humose und schluffige Einschlüsse, mittel schluffiger Sand, Makropore, Wühlgang mit Oxidationsmerkmalen in 5 dm Tiefe (rGor) 5,0 dm - : hellgrau, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Mittelsand, reduziert (Gr)</p>	<p>0 - 3,0 dm: dunkelgrau, sehr stark humos, carbonatfrei, Krümelgefüge (AhInHm-Ahh) - 4,1 dm: rotgrünlich ocker, stark humos, carbonatfrei, Kohärenzgefüge, schluffige Einschlüsse, Wühlgang mit Einträgen von Oberbodenmaterial, Redoxmerkmale (Ah-rGorHm-Ah-rGor) - 9,0 dm: grünlich hellocker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Mittelsand (rGr) 9,0 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)</p>	<p>0 - 2,5/3,0 dm: schwarz, organisch, carbonatfrei, sehr stark zersetzt, vermullter Niedermoortorf (nHm) - 4,0 dm: rötlich schwarz, organisch, carbonatfrei, Polyedergefüge, Eisenoxid an Wurzelgängen und Makroporen, vereinzelt Schilffrisse und feine Seggenfasern (nHa) - 7,0 dm: dunkelbräunlich schwarz, organisch, carbonatfrei, Grobpolyedergefüge, Schilf-Grobseggentorf H8-H9 (nHr) - 17,0 dm: hellbraun, organisch, carbonatfrei, amorphes Gefüge, Schilf-Grobseggentorf H5-H6 (nHr) - 18,0 dm: grünlich braun, carbonatfrei, Kohärenzgefüge, Kiefernholzstücke eingelagert, Mittelsand (F) 18,0 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)</p>

Profilreihe XXIV: Wustrau (TK25: 3143 Wustrau-Altfrisesack)

Profil 57:

RW: 4557778; HW: 5856350; Höhe über NN: 34,84 m
Datum: 22.09.1998; Nutzung: Acker; Vegetation: Futtermais; Grundwasserstand: 11,0 dm; Wurzeltiefe: 2,6 dm
Horizontfolge: eAhh/Go/Gr
Varietäten: entwässert, kalkhaltig, humusreich
Bodenform nach KA5: Normgley aus flachem carbonatischem Fluvisand (aus Auensand) über Fluvisand (aus Auensand) (GGn:F-es(SF)\f-s(Sf))
Horizontfolge neu: **rnH-eAhh/Go/Gr**
Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Normgley aus flachem Sand (aus entwässertem Niedermoortorf)** über Fluvisand (aus Auensand) (**GRns(r-Hm)\f-s(Sf)**)
Varietäten: humusreich, kalkhaltig, (Acker-)

0 - 2,7 dm: dunkelbraun, sehr stark humos, stark carbonathaltig, Sandeintragungen durch Pflugfähigkeit, Krümelgefüge (**eAhh-r-nH-eAhh**)

- 11,0 dm: rötlich hellocker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Oxidationsmerkmale, Eisenkonkretionen, mittelsandiger Feinsand (rGro)

11,0 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)

Profil 58:

RW: 4557762; HW: 5856390; Höhe über NN: 34,58 m
Datum: 22.09.1998; Nutzung: Acker; Vegetation: Futtermais; Grundwasserstand: 8,0 dm; Wurzeltiefe: 2,1 dm
Horizontfolge: nHp/nHa/lrGr/Gr
Varietäten: -
Bodenform nach KA5: Normmulminiedermoor aus Niedermoortorf über Fluvisand (aus Auensand) (KMFn:og-Hm/f-s(Sf))
Horizontfolge neu: nHp/nHa/lrGr/Gr
Vorschlag Bodenform: **Mulminiedermoor** aus Niedermoortorf über Fluvisand (aus Auensand) (**KMf:og-Hm/f-s(Sf)**)
Varietäten: (Acker-)

0 - 2,9/3,1 dm: schwärzlich dunkelbraun, organisch, carbonatfrei, stark zersetzt, vermullter Niedermoortorf (nHp) in welligem Übergang zu:

- 4,2/5,6 dm: dunkelbraun, carbonatfrei, verdichtet, aggregerter Niedermoortorf (nHa); in eben geneigtem Übergang zu:

- 9,5 dm: gräulich ocker mittel humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, mit großen Holzresten, in 6,5 dm Tiefe Mollusken, Reduktionsmerkmale, mittelsandiger Feinsand (rGr)

9,5 dm - : gräulich blau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)

Profilreihe XXV: Hakenberg (TK25: 3143 Wustrau-Altfrisesack)

Profil 59:

RW: 455940; HW: 5854432; Höhe über NN: 34,17 m
Datum: 23.09.1998; Nutzung: Acker; Vegetation: Futtermais; Grundwasserstand: 6,5 dm; Wurzeltiefe: 2,1 dm
Horizontfolge: nHp/rGro/rGr/Gr
Varietäten: (Acker-)
Bodenform nach KA5: Niedermoogley aus flachem Niedermoortorf über Kryosand (aus Auensand und Organomudde) über Fluvisand (aus Auensand) (GHn:og-nH\p-s+og(Sf+Hh)/f-s(Sf))
Horizontfolge neu: **nHpp/rGro/rGr/Gr**
Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Moogley** aus flachem Niedermoortorf über Kryosand (aus Auensand und Organomudde) über Fluvisand (aus Auensand) (**GH-GR:og-nH\p-s+og(Sf+Hh)/f-s(Sf)**)
Varietäten: (Acker-)

0 - 2,7/3,0 dm: dunkelbraun, organisch, carbonatfrei, Krümelgefüge, Pflughorizont, Verzahnungshorizont aus Organomudde, Go-Sand und Niedermoortorf (nHppnHpp)

- 4,7 dm: rötlich hellocker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, mittelsandiger Feinsand, humos aufgefüllte Wurzelreste, Oxidationsmerkmale (rGro) darin eingelagert in der Tiefe bis:

- 4,8 dm: mittelbraun, carbonatfrei, organisch, Einsen und Eiskeil, wenig Pflanzenreste,
- 6,0 dm: rötlich gräulich hellocker, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Redoxmerkmale (rGro)

6,0 dm - : gräulich hellocker, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)

- Profilreihe XXVI: Königshorst (TK25: 3342 Berger Damm)**
- Profil 61:**
 RW: 4554768; HW: 5842287; Höhe über NN: 30,86 m
 Datum: 29.09.1998; Nutzung: Acker; Vegetation: Futtermais; Grundwasserstand: 8,0 dm; Wurzeltiefe: 2,5 dm
 Horizontfolge: Ap/rGro/rGr/Gr
 Varietäten: humusreich, entwässert
 Bodenform nach KA5: Normogley aus Fluvisand (aus Auensand) (GGmf-s(Sf))
 Horizontfolge neu: **rmH-Apu**/rGro/rGr/Gr
 Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Humogley aus Sand (aus entwässertem Niedermoortorf)** über Fluvisand (aus Auensand) (GRus(r-Hn)/f-s(Sf))
 Varietät: (Acker-)
- 0 - 3,2 dm: dunkelbraun, extrem humos, carbonatfrei, Krümelgefüge, stark verdichtet (AhhirmH-Apu)
 - 4,8 dm: rötlich gräulich hellocker, sehr schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, mittelsandiger Feinsand, Redoxmerkmale (rGro)
 - 8,0 dm: hellocker, carbonatfrei, Einzelkomgefüge (rGr)
 8,0 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)
- Profil 60:**
 RW: 4557962; HW: 5854353; Höhe über NN: 34,11 m
 Datum: 23.09.1998; Nutzung: Acker; Vegetation: Futtermais; Grundwasserstand: 6,0 dm; Wurzeltiefe: 2,2 dm
 Horizontfolge: nHp/IlrGro/rGor/Gr
 Varietät: (Acker-)
 Bodenform nach KA5: Niedermoogley aus flachem Niedermoortorf über Fluvisand (aus Auensand) (GHn-og-nH)\f-s(Sf)
 Horizontfolge neu: nHp/IlrGro/rGor/Gr
 Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Moorgley** aus flachem Niedermoortorf über Fluvisand (aus Auensand) (GH-GR-og-nH)\f-s(Sf)
 Varietät: (Acker-)
- 0 - 2,5/3,0 dm: schwarzbraun, organisch, carbonatfrei, Kohärenzgefüge, sehr stark zersetzt, vereinzelt punktförmige Muddeintragungen, vermulmter Niedermoortorf (nHp)
 - 3,5 dm: rötlich gräulich hellocker, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, Oxidationsmerkmale, vereinzelt Muddeintragungen (rGro)
 - 6,0 dm: rötlich grau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, mittelsandiger Feinsand, Redoxmerkmale (rGor)
 das Profil durchzieht bis zu der Tiefe von 6,0 dm Tiefe (Dränrohr) ein mit Torf aufgefüllter Dräntrichter.
 6,0 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)
- Profil 62:**
 RW: 4554829; HW: 5842304; Höhe über NN: 30,32 m
 Datum: 29.09.1998; Nutzung: Acker; Vegetation: Futtermais; Grundwasserstand: 7,5 dm; Wurzeltiefe: 2,1 dm
 Horizontfolge: Ahh/IlrF/IlrGro/rGr/Gr
 Varietäten: humusreich, entwässert
 Bodenform nach KA5: Normogley aus Fluvisand (aus Auensand) über Mineralmulde über Fluvisand (aus Auensand) (GGmf-s(Sf)/f-Fm/f-s(Sf))
 Horizontfolge neu: **rmH-Abhg/IlrF-Abh/IlrGro/rGr/Gr**
 Vorschlag Bodenform: **Nachmoor-Normogley aus Sand (aus entwässertem Niedermoortorf)** über Mineralmulde über Fluvisand (aus Auensand) **GRus(r-Hn)/f-Fm/f-s(Sf)**
 Varietäten: (Acker-), **humusreich**
- 0 - 3,5 dm: rötlich hellbraun, sehr stark humos, carbonatfrei, Einzelkom-, Kohärenz- und Krümelgefüge, eingetragene dunkelbraune Mineralmulde, eingetragener Sand, Oxidationsmerkmale, Verzahnungshorizont (AhhirmH-Abhg)
 - 5,0 dm: rötlichbraun, sehr stark humos, carbonatfrei, Kohärenzgefüge, Oxidationsmerkmale (rFlirF-Abh)
 - 6,5 dm: rötlich hellocker, schwach humos, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, mittelsandiger Feinsand, starke Oxidationsmerkmale (rGro)
 - 7,5 dm: hellocker, carbonatfrei, Einzelkomgefüge (rGr)
 7,5 dm - : grau, carbonatfrei, Einzelkomgefüge, reduziert (Gr)

A.3 Bodenkennwerte

Profil profile	Tiefe depth dm	OBS om M.%	pH pH	KAK _{pot} cec _{pot} cmol _c ·l ⁻¹	CaCO ₃ CaCO ₃ M.%	ρ_t ρ_t g·cm ⁻³	W ₁ W ₁	Bodenart soil variety
1	2,0-2,5	14,29	7,65	60,78	7,14	0,765	0,54	-
	4,0-4,5	4,24	8,16	23,33	7,66	1,033	-	SI3
	8,0-8,5	0,22	7,64	5,27	0,05	-	-	fSms
2	2,0-2,5	12,45	7,82	53,15	17,62	0,830	0,66	-
	4,0-4,5	2,48	8,26	20,04	12,86	1,017	-	SI3
	6,0-6,5	0,57	8,69	5,93	0,10	-	-	fSms
3	1,0-1,5	50,27	7,31	-	-	-	1,20	-
	2,0-2,5	54,47	7,02	115,42	1,68	0,486	1,52	-
	4,0-4,5	6,86	7,15	27,72	0,10	1,279	-	SI3
4	4,5-5,0	1,14	7,43	-	0,05	-	-	-
	2,0-2,5	17,59	5,85	56,95	-	0,789	0,60	-
	2,6-2,9	3,32	6,57	-	-	-	-	mSfs
5	4,0-4,5	67,40	-	-	-	0,303	2,09	-
	0,5-1,0	60,99	6,07	-	-	-	1,47	-
	2,0-2,5	77,62	6,01	122,79	-	0,357	1,95	-
6	4,0-4,5	55,96	6,41	116,04	-	0,354	1,79	-
	5,0-5,4	4,17	6,82	17,78	-	-	-	fSms
	2,0-2,5	59,23	6,04	120,84	-	0,499	1,52	-
7	4,0-4,5	2,04	6,55	9,19	-	1,415	-	mSfs
	2,0-2,5	11,81	5,24	40,67	-	1,107	0,42	-
	4,0-4,5	0,75	6,01	5,64	-	1,558	-	fSms
8	5,5-7,0	51,40	6,43	116,44	-	0,297	1,95	-
	2-2,5	19,24	6,84	70,84	-	0,981	0,46	-
	4-4,5	0,77	7,85	8,10	-	1,518	-	mSfs
9	2-2,5	71,26	6,56	-	-	0,292	2,22	-
	4-4,5	1,02	6,69	5,33	-	1,480	-	fSms
	2,0-2,5	35,95	7,03	108,36	-	0,592	0,89	-
10	4,0-4,5	32,52	7,37	86,85	31,23	0,451	1,47	-
	4,7-5,2	12,57	7,40	35,40	46,30	-	1,05	-
	6,0-6,5	28,26	7,16	99,44	0,50	0,506	1,28	-
	7,1-7,6	0,70	7,90	5,38	-	-	-	fSms
	2,0-2,5	21,15	7,37	74,83	28,53	0,602	0,82	-
11	4,0-4,5	10,91	7,80	35,25	25,63	0,577	-	-
	5,5-6,0	6,40	7,97	27,05	9,01	-	0,48	-
	6,5-7,0	0,86	8,52	9,30	-	-	-	fSms
	2,0-2,5	38,79	5,25	94,50	-	0,599	0,82	-
12	3,3-4,5	38,17	6,25	108,60	-	-	1,40	-
	4,0-4,5	1,18	5,62	8,64	-	1,466	-	fS
	2,0-2,5	77,40	5,15	122,36	-	0,362	1,47	-
13	3,3-4,0	36,00	6,09	-	-	-	1,39	-
	4,0-4,5	1,13	5,84	6,57	-	1,489	-	fS
	2,0-2,5	51,74	6,53	114,86	-	0,458	1,31	-
14	3,3-3,7	40,52	5,97	108,60	-	0,484	2,67	-
	4,0-4,5	2,21	5,84	8,89	-	1,471	-	SI2
	2,0-2,5	19,26	5,35	72,51	-	0,763	0,63	-
15	2,5-2,7 ¹	25,03	5,97	-	-	-	-	-
	4,0-4,5	1,28	5,90	9,60	-	1,506	-	SI2
	4,5-4,7 ²	34,37	6,09	101,79	-	-	1,36	-
	2,0-2,5	19,26	5,35	72,51	-	0,763	0,63	-

Tab. A.1: Bodenkennwerte der Profile 1 bis 15 (OBS: Gehalt an Organischer Bodensubstanz; KAK_{pot}: Potentielle Kationenaustauschkapazität; ρ_t : Trockenrohddichte; W₁: Einheitswasserzahl)

Tab. A.1: Properties of soil profiles 1 to 15 (om: organic matter content; cec_{pot}: potential cation exchange capacity; ρ_t : dry bulk density; W₁: standard water index)

A Anhang

Profil profile	Tiefe depth dm	OBS om M.%	pH pH	KAK _{pot} cec _{pot} cmol _c ·l ⁻¹	CaCO ₃ CaCO ₃ M.%	ρ _t ρ _t g·cm ⁻³	W ₁ W ₁	Bodenart soil variety
16	1,0-1,5	31,06	5,26	54,32	-	0,860	0,65	-
	2,0-2,5	41,41	5,98	96,38	-	0,612	1,16	-
	2,0-2,5 ³	3,45	5,28	-	-	-	-	-
	3,0-3,5	26,52	6,46	39,27	-	-	-	-
	4,0-4,5	1,12	6,38	5,56	-	1,562	-	fSms
17	2,0-2,5	34,76	5,13	93,13	-	0,747	0,87	-
	3,8-4,2	32,29	5,64	35,15	-	-	0,75	-
	4,0-4,5	1,30	5,67	5,69	-	1,441	-	fSms
18	2,0-2,5	24,15	6,03	69,92	-	0,841	0,63	-
	3,4-4,1	30,97	5,99	-	-	-	1,34	-
	4,0-4,5	1,87	5,76	8,14	-	1,491	-	SI3
19	2,0-2,5	39,89	5,40	94,89	-	0,719	0,82	-
	2,0-4,0	30,14	6,50	34,28	-	-	-	-
	4,0-4,5	1,95	6,07	9,59	-	1,412	-	SI2
20	1,0-1,5	10,28	5,60	44,89	-	1,008	0,83	-
	2,0-2,5	13,13	6,53	55,32	-	2,190	-	Ls4
	4,0-4,5	0,24	6,76	2,43	-	1,583	-	mS
21	2,0-2,5	46,79	5,29	111,75	-	0,599	1,21	-
	4,0-4,5	3,01	4,79	8,39	-	1,415	-	fSms
22	2,0-2,5	17,22	5,51	52,90	-	0,831	0,91	-
	4,0-4,5	1,07	5,21	3,90	-	1,465	-	mSfs
23	2,0-2,5	46,68	5,43	111,21	-	0,535	1,14	-
	4,0-4,5	0,58	4,03	4,39	-	1,574	-	mSfs
24	2,0-2,5	18,02	3,66	39,02	-	0,886	0,49	-
	4,0-4,5	0,64	4,84	3,94	-	1,562	-	mSfs
25	2,0-2,5	42,11	3,97	84,11	-	0,627	1,05	-
	4,0-4,5	0,88	4,62	3,42	-	1,456	-	mSfs
26	2,0-2,5	25,10	4,37	68,68	-	0,778	0,74	-
	1,0-1,5 ⁴	0,78	-	-	-	-	-	-
	2,2-2,7 ⁵	49,52	-	-	-	-	-	-
	4,0-4,5	0,92	4,00	4,52	-	1,588	-	mSfs
27	1,5-2,0	68,36	2,72	77,01	-	0,479	1,38	-
	4,0-4,5	0,63	3,08	3,69	-	1,604	-	fSms
28	1,5-2,0	65,24	3,42	107,20	-	0,405	1,48	-
	4,0-4,5	85,83	2,89	-	-	0,178	3,35	-
	5,0-5,5	0,84	2,99	4,39	-	-	-	mSfs
29	2,0-2,5	61,79	3,09	40,71	-	0,480	1,47	-
	4,0-4,5	74,70	3,19	-	-	0,195	2,98	-
	5,5-6,0	1,65	-	-	-	-	-	mSfs
30	1,0-1,5	54,88	7,4	124,15	12,71	0,486	1,07	-
	2,0-2,5	23,80	7,3	44,20	37,29	0,456	1,22	-
	3,2-3,7	43,40	7,1	115,71	24,77	-	1,49	-
31	1,0-1,5	48,67	7,4	122,33	18,70	0,536	1,08	-
	2,0-2,5	29,00	7,2	112,40	30,91	-	1,29	-
	3,0-3,5	18,10	7,5	43,61	48,30	-	0,75	-
32	2,0-2,5	26,64	6,40	98,64	-	0,762	0,47	-
	3,0-3,5	3,98	7,30	36,53	-	-	-	St3
	4,0-4,5	1,57	7,24	16,89	-	1,465	-	fSms
	5,5-6,0	0,94	6,78	13,00	-	-	-	fSms
	7,5-8,0	0,62	8,49	11,05	-	-	-	mS
33	2,0-2,5	54,63	6,14	127,75	-	0,394	1,15	-
	4,0-4,5	1,86	5,91	13,39	-	1,393	-	fSms
	8,0-8,5	1,62	5,52	14,18	-	-	-	SI4

Tab. A.2: Bodenkennwerte der Profile 16 bis 33 (OBS: Gehalt an Organischer Bodensubstanz; KAK_{pot}: Potentielle Kationenaustauschkapazität; ρ_t: Trockenrohdichte; W₁: Einheitswasserzahl)

Tab. A.2: Properties of soil profiles 16 to 33 (om: organic matter content; cec_{pot}: potential cation exchange capacity; ρ_t: dry bulk density; W₁: standard water index)

Profil profile	Tiefe depth dm	OBS om M.%	pH pH	KAK _{pot} cec _{pot} cmol _c ·l ⁻¹	CaCO ₃ CaCO ₃ M.%	ρ _t ρ _t g·cm ⁻³	W ₁ W ₁	Bodenart soil variety
34	2,0-2,5	50,15	5,64	125,99	-	0,512	1,01	-
	2,8-4,1	32,69	6,26	126,17	-	-	1,09	-
	4,0-4,5	2,09	6,39	17,54	-	1,504	-	fSms
	7,0-7,5	1,33	3,22	13,09	-	-	-	fS
35	2,0-2,5	10,27	5,25	50,34	-	1,090	0,37	-
	4,0-4,5	0,77	6,16	13,13	-	1,492	-	fS
	4,6-5,1	17,58	6,21	51,17	-	-	0,74	-
	9,5-10,0	0,33	8,17	9,38	-	-	-	fS
36	2,0-2,5	20,30	4,87	84,83	-	0,872	0,52	-
	2,5-3,0	4,60	4,70	32,03	-	-	-	fSms
	4,0-4,5	0,41	5,63	9,73	-	1,423	-	fS
37	1,0-1,5	15,57	-	60,07	0,75	1,110	0,32	-
	2,1-2,6	4,75	7,05	31,50	-	-	-	SI2
	4,0-4,5	0,73	8,62	9,95	-	1,454	-	fS
38	2,0-2,5	30,03	-	73,37	4,65	0,964	0,56	-
	4,0-4,5(l)	1,15	7,83	13,78	-	1,389	-	fS
	4,0-4,5(r)	5,18	7,03	30,98	-	-	-	SI3
39	2,0-2,5	28,13	7,61	44,45	28,28	0,607	1,03	-
	3,0-3,5	13,30	7,70	42,18	44,17	0,665	0,84	-
	4,0-4,5	68,19	7,00	113,97	12,16	0,290	2,31	-
40	4,9-5,4	73,72	5,65	-	-	-	3,29	-
	2,0-2,5	19,20	7,67	15,15	27,90	0,651	0,94	-
	4,0-4,5	36,80	7,48	47,43	24,42	0,389	1,97	-
	7,5-8,0	16,57	5,60	-	0,38	-	1,08	-
	10,0-11,0	16,45	5,79	32,20	9,11	-	-	-
41	2,0-2,5	22,44	7,54	44,42	40,52	0,533	0,98	-
	4,5-5,0	66,93	5,58	-	-	0,252	2,69	-
	7,0-7,5	4,68	6,02	0,38	0,38	-	-	fSms
42	2,0-2,5	61,66	6,88	121,58	-	0,398	1,99	-
	3,0-3,5	71,04	6,33	125,93	-	0,369	1,58	-
	4,0-4,5	4,20	7,32	22,07	0,28	1,149	-	Su2
43	1,0-1,5	34,84	7,49	105,33	20,72	0,550	1,09	-
	2,5-3,0 _{links}	6,92	8,17	35,44	52,55	0,853	0,55	-
	2,5-3,0 _{rechts}	5,59	8,03	37,00	50,55	0,710	0,72	-
44	1,0-1,5	42,76	6,68	-	1,83	-	0,85	-
	2,0-2,5	42,13	6,74	101,90	1,63	0,584	0,87	-
	4,0-4,5	30,19	7,31	114,90	-	0,404	0,91	-
	5,0-5,5	14,40	7,35	49,08	-	-	0,46	-
	6,0-6,5	1,43	8,34	13,61	-	-	-	fSms
45	2,0-2,5	35,69	7,05	112,60	9,06	0,601	0,77	-
	3,0-3,5	5,90	7,53	-	24,92	0,897	0,41	-
	4,0-4,5	5,55	7,71	27,02	16,92	0,959	0,36	-
	5,5-6,0	0,37	8,82	8,15	0,55	-	-	fSms
46	2,0-2,5	41,65	6,44	121,98	-	0,558	0,92	-
	4,0-4,5	16,30	6,75	72,20	-	0,949	0,50	-
	5,0-5,5	2,75	6,42	17,28	-	1,329	-	Su2
	6,0-6,5	30,10	6,19	73,37	-	0,395	2,23	-
47	2,0-2,5	22,49	5,95	65,34	-	0,837	0,57	-
	4,0-4,5	1,87	6,41	17,17	-	1,361	-	-
	5,0-5,5	8,56	6,55	-	-	-	0,46	-
	6,5-7,0	1,26	7,17	7,92	-	-	-	fSms

Tab. A.3: Bodenkennwerte der Profile 34 bis 47 (OBS: Gehalt an Organischer Bodensubstanz; KAK_{pot}: Potentielle Kationenaustauschkapazität; ρ_t: Trockenrohddichte; W₁: Einheitswasserzahl)

Tab. A.3: Properties of soil profiles 34 to 47 (om: organic matter content; cec_{pot}: potential cation exchange capacity; ρ_t: dry bulk density; W₁: standard water index)

A Anhang

Profil profile	Tiefe depth dm	OBS om M.%	pH pH	KAK _{pot} cec _{pot} cmol _c ·l ⁻¹	CaCO ₃ CaCO ₃ M.%	ρ _t ρ _t g·cm ⁻³	W ₁ W ₁	Bodenart soil variety
48	0,2-0,7	44,41	4,97	83,98	-	0,390	1,49	-
	2,0-2,5	50,87	5,18	72,61	-	0,390	1,67	-
	3,0-3,5	49,38	5,59	72,27	-	0,395	1,65	-
	4,0-4,5	80,82	5,26	82,19	-	0,171	3,47	-
	5,5-6,0	83,47	5,09	-	-	0,100	5,15	-
49	0,5-1,0	30,01	6,80	74,67	-	-	1,12	-
	1,2-1,7	64,15	6,72	-	-	0,454	1,58	-
	2,0-2,5	45,29	6,70	-	-	0,408	2,04	-
	4,0-4,5	90,56	5,98	97,93	-	-	1,67	-
	5,8-6,3	75,09	5,71	97,79	-	-	3,07	-
	6,5-7,0	55,89	5,48	-	-	-	2,78	-
50	1,0-1,5	41,06	4,58	97,82	-	0,547	1,12	-
	2,0-2,5	18,54	5,14	82,86	-	0,766	0,77	-
	3,0-3,5	8,86	5,00	34,91	-	-	0,36	-
	4,0-4,5	0,46	4,68	3,32	-	1,421	-	mSfs
51	2,0-2,5	7,07	5,05	23,85	-	1,195	0,31	-
	2,5-3,0	7,80	5,01	21,80	-	-	0,29	-
	4,0-4,5	0,44	5,20	-	-	1,536	-	mSgs
	6,0-6,5	0,19	4,37	-	-	1,554	-	gSms
52	1,0-1,5	4,58	3,91	-	-	-	0,21	-
	2,0-2,5	4,38	5,28	18,31	-	1,275	0,23	-
	4,5-5,0	13,40	4,44	37,26	-	1,037	0,55	-
	6,0-6,5	0,32	4,86	7,01	-	-	-	mSfs
53	1,0-1,5	46,96	6,89	119,13	15,70	0,477	1,01	-
	2,0-2,5	38,24	7,11	106,72	41,50	0,614	0,73	-
	4,0-4,5	5,17	7,60	31,17	84,93	0,766	0,70	-
54	2,0-2,5	66,02	5,53	116,15	-	0,451	1,76	-
	5,5-6,2	2,35	6,15	18,35	-	1,326	-	fSms
55	2,0-2,5	46,67	5,74	117,03	-	0,649	1,09	-
	3,5-4,0	4,89	-	32,36	-	1,126	-	Su3
	4,0-4,5	0,91	6,63	7,26	-	1,327	-	mS
56	2,0-2,5	14,52	5,10	51,06	-	0,872	0,34	-
	3,3-3,8	6,55	6,05	29,23	-	1,402	-	-
	4,0-4,5	0,84	7,36	6,58	-	1,476	-	fSms
57	2,0-2,5	10,32	7,61	47,51	7,65	1,005	0,37	-
	4,0-4,5	0,38	8,54	6,06	-	1,515	-	fSms
58	2,0-2,5	41,10	6,79	98,07	-	0,626	0,87	-
	5,0-5,5	2,09	6,81	13,28	-	1,405	-	fSms
59	2,0-2,5	30,41	5,60	65,28	-	0,660	0,64	-
	4,0-4,5	0,83	6,73	5,05	-	1,420	-	fSms
	4,6-4,8 ⁶	34,50	6,79	103,37	-	-	1,09	-
60	2,0-2,5	45,45	6,20	116,86	-	0,487	0,98	-
	4,0-4,5	1,50	-	6,32	-	1,467	-	fSms
	5,0-5,5 ⁷	46,96	5,98	-	-	-	1,20	-
61	2,0-2,5	16,53	7,69	62,79	-	0,954	0,39	-
	4,0-4,5	0,87	8,78	-	-	1,411	-	fSms
62	2,0-2,5	8,24	7,85	30,09	-	1,374	0,28	-
	4,0-4,5	10,20	7,84	56,90	-	1,345	0,44	-
	5,0-5,5	1,27	8,27	-	-	1,476	-	fSms

Tab. A.4: Bodenkennwerte der Profile 35 bis 62 (OBS: Gehalt an Organischer Bodensubstanz; KAK_{pot}: Potentielle Kationenaustauschkapazität; ρ_t: Trockenrohdichte; W₁: Einheitswasserzahl)

Tab. A.4: Properties of soil profiles 48 to 62 (om: organic matter content; cec_{pot}: potential cation exchange capacity; ρ_t: dry bulk density; W₁: standard water index)

Profil profile	Tiefe (dm) depth (dm)	G+O (>2)	gS (0,6-2,0)	mS (0,2-0,63)	fS (0,063-0,2)	S (0,063-2,0)	U+T (<0,063)	gU (0,02-0,063)	mU (0,0063-0,02)	fU (0,002-0,006)	U (0,002-0,063)	T (<0,002)	Bodenart soil variety
1	4,0-4,5	0,00	0,60	24,40	43,40	68,40	31,60	5,52	11,06	5,79	22,37	9,23	Sl3
	8,0-8,5	0,00	0,30	51,05	95,55	4,30	-	-	-	-	-	-	fSms
2	4,0-4,5	0,00	2,20	26,80	41,20	70,20	29,80	8,47	5,21	7,89	21,57	8,21	Sl3
	6,0-6,5	0,00	1,25	41,65	54,45	97,30	2,60	-	-	-	-	-	fSms
3	4,0-4,5	0,00	0,40	27,00	51,60	79,00	21,00	3,45	6,02	3,90	13,37	7,63	Sl3
4	2,7-3,0	0,00	1,10	69,40	28,80	99,30	0,90	-	-	-	-	-	mSfs
5	5,3-5,5	0,00	0,65	39,95	55,45	96,05	4,00	-	-	-	-	-	fSms
6	4,0-4,5	0,00	0,70	60,00	34,50	95,20	4,75	-	-	-	-	-	mSfs
7	4,0-4,5	0,00	0,05	32,90	63,75	96,70	3,30	-	-	-	-	-	fSms
8	4,0-4,5	0,00	0,15	49,10	49,15	98,40	1,50	-	-	-	-	-	mSfs
9	4,0-4,5	0,00	0,25	38,00	59,60	97,85	2,00	-	-	-	-	-	fSms
10	7,1-7,6	0,00	0,85	39,90	55,10	95,85	4,20	-	-	-	-	-	fSms
11	6,5-7,0	0,00	0,75	39,65	55,95	96,35	3,40	-	-	-	-	-	fS
12	4,0-4,5	0,00	0,30	11,00	81,30	92,60	7,30	-	-	-	-	-	fS
13	4,0-4,5	0,00	0,20	17,40	77,80	95,40	5,00	-	-	-	-	-	fS
14	4,0-4,5	0,00	0,35	8,50	68,50	77,35	21,95	7,47	4,39	2,45	14,31	7,65	Sl2
15	4,0-4,5	0,00	0,10	15,45	69,05	84,60	15,35	6,34	3,11	0,36	9,81	5,54	Sl2
16	4,0-4,5	0,05	1,20	32,10	62,05	95,35	4,65	-	-	-	-	-	fSms
17	4,0-4,5	0,00	0,15	20,65	72,85	93,65	6,30	-	-	-	-	-	fSms
18	4,0-4,5	0,00	0,15	14,45	66,75	81,35	23,00	1,89	5,90	3,98	11,77	11,23	Sl3
19	4,0-4,5	0,05	0,60	21,05	57,35	79,00	21,00	4,32	2,33	7,63	14,28	6,71	Sl2
20	4,0-4,5	0,07	7,33	68,60	23,80	99,73	0,27	-	-	-	-	-	mS
21	4,0-4,5	0,00	4,65	35,80	52,65	93,10	6,90	-	-	-	-	-	fSms
22	4,0-4,5	0,05	5,75	61,95	31,80	99,50	0,55	-	-	-	-	-	mSfs
23	4,0-4,5	0,00	3,40	50,55	44,30	98,25	1,85	-	-	-	-	-	mSfs
24	4,0-4,5	0,00	6,85	61,60	30,35	98,80	0,60	-	-	-	-	-	mSfs
25	4,0-4,5	0,00	3,40	54,65	41,05	99,10	1,10	-	-	-	-	-	mSfs
26	4,0-4,5	0,00	6,20	54,40	38,40	99,00	1,20	-	-	-	-	-	mSfs
27	4,0-4,5	0,00	2,00	34,75	59,95	96,70	3,40	-	-	-	-	-	fSms
28	5,0-5,5	0,00	2,95	57,25	38,20	98,40	1,55	-	-	-	-	-	mSfs
29	5,5-6,0	0,00	2,93	50,00	42,53	95,47	4,27	-	-	-	-	-	mSfs

Tab. A.5: Ergebnisse der Korngrößenanalyse (1) (Äquivalentdurchmesser in mm in Klammern angegeben; Bodenart als Bodenartengruppe bzw. Bodenartenuntergruppe der Bodenartengruppe SS)

Tab. A.5: Results of analyzing the particle size distribution (1) (equivalent diameters in mm in brackets, soil variety as defined in KA5)

Profil profile	Tiefe (dm) depth (dm)	G+O (>2)	g _S (0.6-2.0)	m _S (0.2-0.63)	f _S (0.063-0.2)	S (0.063-2.0)	U+T (<0.063)	g _U (0.02-0.063)	m _U (0.0063-0.02)	f _U (0.002-0.006)	U (0.002-0.063)	T (<0.002)	Bodenart soil variety
32	3.0-3.5	1.70	23.30	56.00	81.00	19.00	0.38	3.07	3.61	7.06	11.94	S3	fSm
	4.0-4.5	0.00	3.70	35.70	52.80	92.05	7.8	-	-	-	-	-	fSm
	5.5-6.0	0.00	2.80	32.70	60.10	95.50	4.50	-	-	-	-	-	fSm
	7.5-8.0	0.00	11.30	78.90	8.50	98.65	1.2	-	-	-	-	-	mS
33	4.0-4.5	0.00	1.60	20.20	68.70	90.40	10.20	-	-	-	-	-	fSm
	8.0-8.5	0.00	0.60	16.40	55.20	72.10	28.00	3.05	2.98	8.93	14.96	12.98	fSm
34	4.0-4.5	0.00	0.00	14.50	71.60	86.10	13.40	-	-	-	-	-	fSm
	7.0-7.5	0.00	0.00	5.50	86.90	92.40	7.20	-	-	-	-	-	fS
35	4.0-4.5	0.00	0.00	12.50	82.00	94.50	5.40	-	-	-	-	-	fS
	9.5-10.0	0.00	0.00	4.60	94.40	99.00	1.00	-	-	-	-	-	fS
36	2.5-3.0	0.00	0.00	32.10	58.70	90.80	9.10	-	-	-	-	-	fSm
	4.0-4.5	0.00	0.00	18.40	80.40	98.80	0.80	-	-	-	-	-	fS
	2.1-2.6	0.00	0.00	19.97	58.03	78.00	22.45	3.57	2.67	8.31	14.55	7.89	fS
37	4.0-4.5	0.00	0.10	13.2	81.3	94.55	5.50	-	-	-	-	-	fS
38	4.0-4.5 (1)	0.00	0.20	4.70	87.70	92.58	7.50	-	-	-	-	-	fS
38	4.0-4.5 (1)	0.00	0.05	44.37	37.02	81.44	18.59	2.93	3.87	5.02	11.82	6.78	fS3
41	7.0-7.5	0.05	4.30	29.28	59.26	92.84	9.26	-	-	-	-	-	fSm
42	4.0-4.5	0.10	1.10	47.30	36.10	84.50	15.40	7.25	3.87	0.89	12.01	3.39	fS2
44	6.0-6.5	0.00	0.50	23.15	71.80	95.45	4.80	-	-	-	-	-	fSm
45	5.5-6.0	0.00	1.10	42.70	54.80	98.60	1.95	-	-	-	-	-	fSm
46	5.0-5.5	0.00	0.20	28.60	55.20	84.00	15.90	3.67	2.63	4.98	11.28	4.61	fS2
47	7.0-7.5	0.00	0.40	8.25	88.19	96.85	3.35	-	-	-	-	-	fS
50	4.0-4.5	0.00	3.80	92.07	3.87	99.73	0.27	-	-	-	-	-	mS
51	4.0-4.5	0.13	17.07	61.67	19.67	98.40	1.47	-	-	-	-	-	mS
52	6.0-6.5	0.07	50.00	44.47	5.00	99.47	0.40	-	-	-	-	-	mSgs
54	4.0-4.5	0.00	25.20	43.90	27.80	96.90	2.90	-	-	-	-	-	mSfs
54	4.0-4.5	0.05	0.05	35.30	59.05	94.40	5.70	-	-	-	-	-	fSm
55	3.5-4.0	0.00	0.20	28.90	42.30	71.40	29.10	-	-	-	-	-	fS3
56	4.0-4.5	0.00	0.30	8.00	89.60	97.90	2.15	-	-	-	-	-	mS
57	4.0-4.5	0.00	0.05	32.60	63.95	96.60	3.40	-	-	-	-	-	fSm
57	4.0-4.5	0.00	0.25	33.80	60.45	94.50	5.50	-	-	-	-	-	fSm
58	5.0-5.5	0.00	0.35	33.65	57.40	91.40	8.70	-	-	-	-	-	fSm
59	4.0-4.5	0.00	0.55	28.75	69.85	99.15	1.00	-	-	-	-	-	fSm
60	4.0-4.5	0.00	0.67	31.56	65.74	97.97	1.98	-	-	-	-	-	fSm
61	4.0-4.5	0.00	0.00	29.50	68.80	98.30	1.80	-	-	-	-	-	fSm
62	5.0-5.5	0.00	0.30	36.55	60.45	97.30	2.80	-	-	-	-	-	fSm

Tab. A.5: Ergebnisse der Korngrößenanalyse (2) (Äquivalentdurchmesser in mm in Klammern angegeben; Bodenart als Bodenartengruppe bzw. Bodenartenterrgruppe der Bodenartengruppe SS)

Tab. A.5: Results of analyzing the particle size distribution (2) (equivalent diameters in mm in brackets, soil variety as defined in KA5)

A.4 Abbildungen

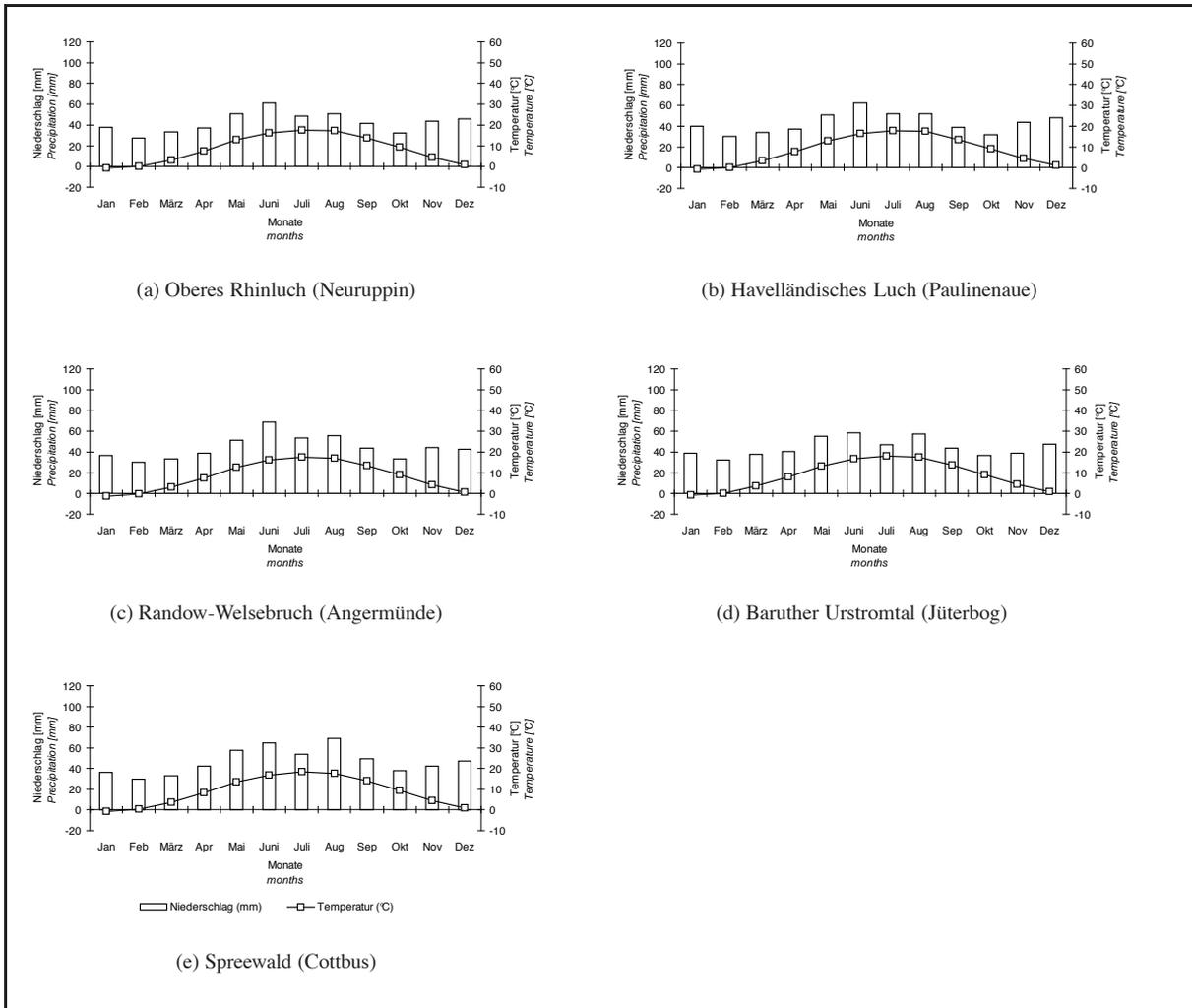


Abb. A.5: Klimadiagramme der Untersuchungsgebiete (vieljähriges Mittel 1961-1990; (c) gilt auch für Ziethener Seebruch)

Abb. A.5: Climatological data of the investigation areas (mean value (1961-1990); (c) also applying for Ziethener Seebruch)

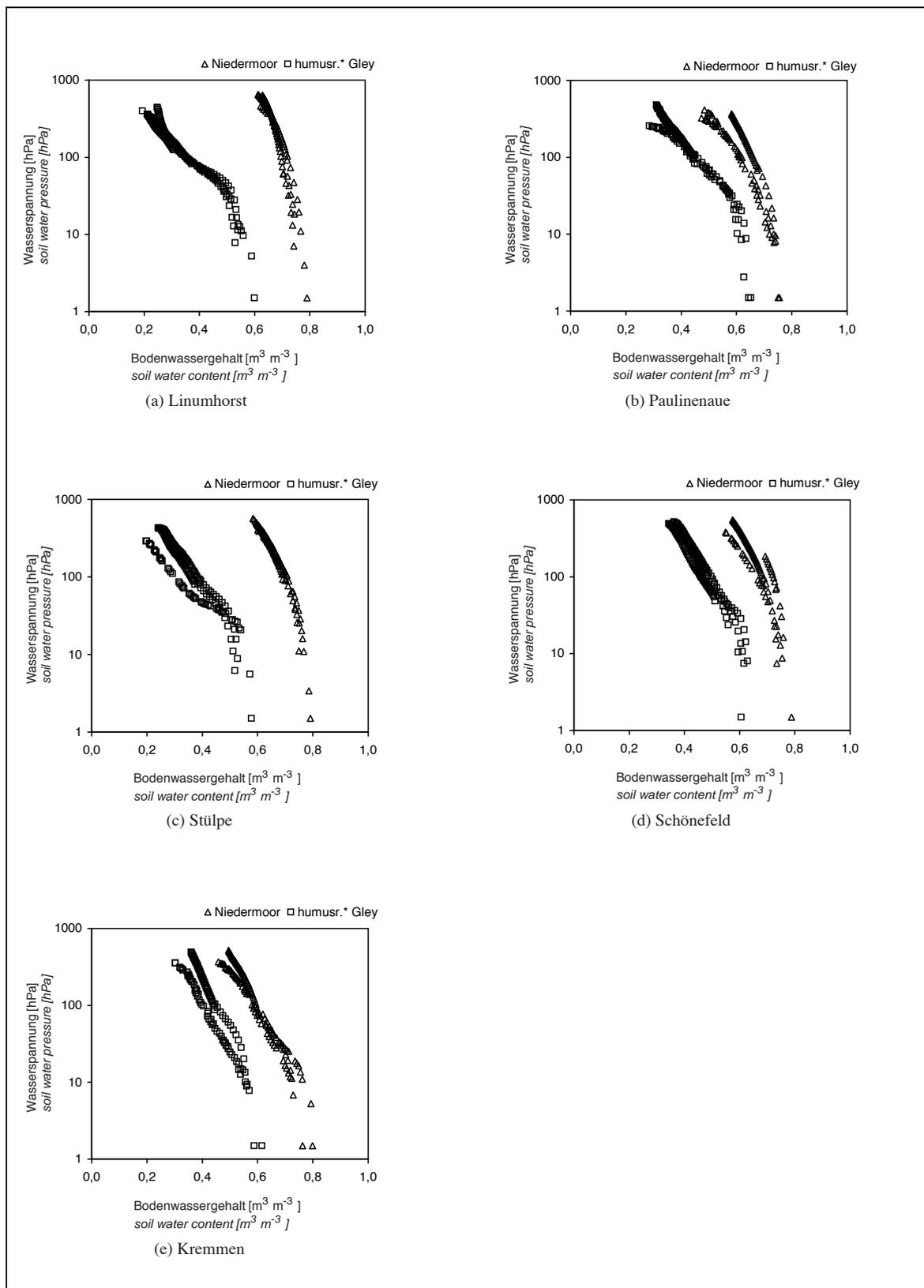


Abb. A.6: Wasserretentionskurven der mineralischen Folgeböden und Niedermooere (1)

Abb. A.6: Water retention characteristics of mineral post-fen and fen soils (1)

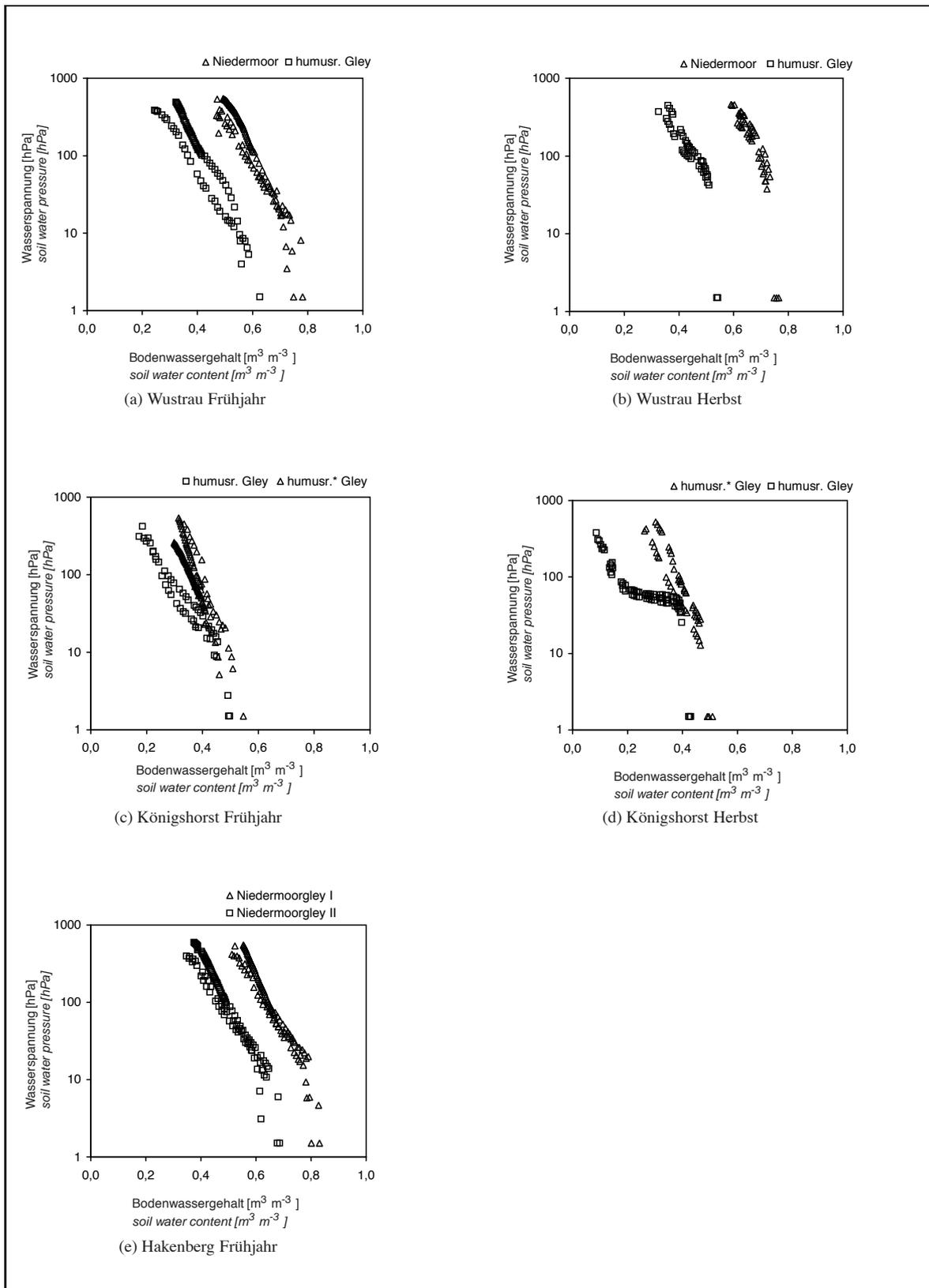


Abb. A.7: Wasserretentionskurven der mineralischen Folgeböden und Niedermooere (2)
Abb. A.7: Water retention characteristics of mineral post-fen and fen soils (2)

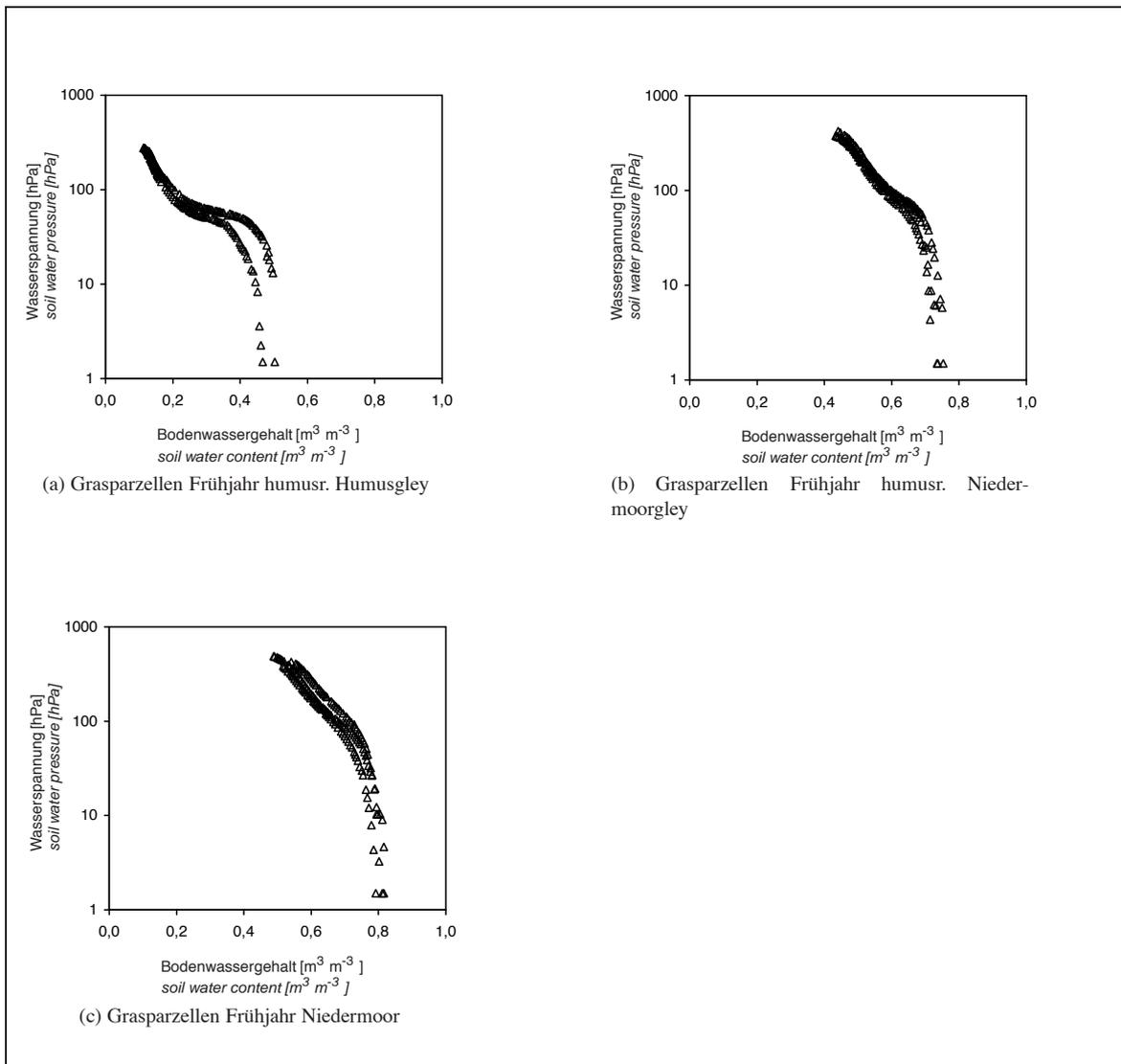


Abb. A.8: Wasserretentionskurven der mineralischen Folgeböden und Niedermoore (3)
Abb. A.8: Water retention characteristics of mineral post-fen and fen soils (3)

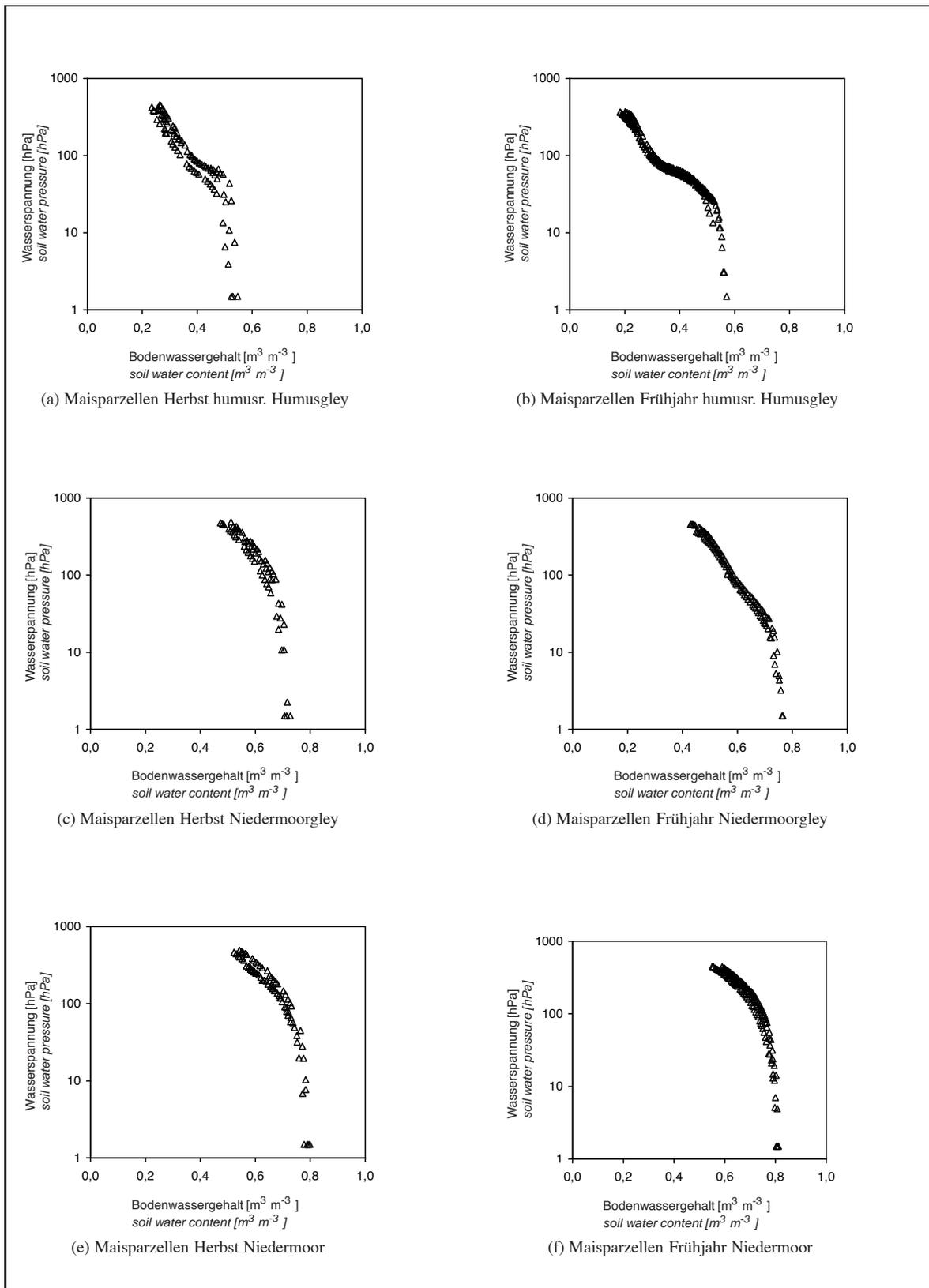


Abb. A.9: Wasserretentionskurven der mineralischen Folgeböden und Niedermoore (4)
Abb. A.9: Water retention characteristics of mineral post-fen and fen soils (4)

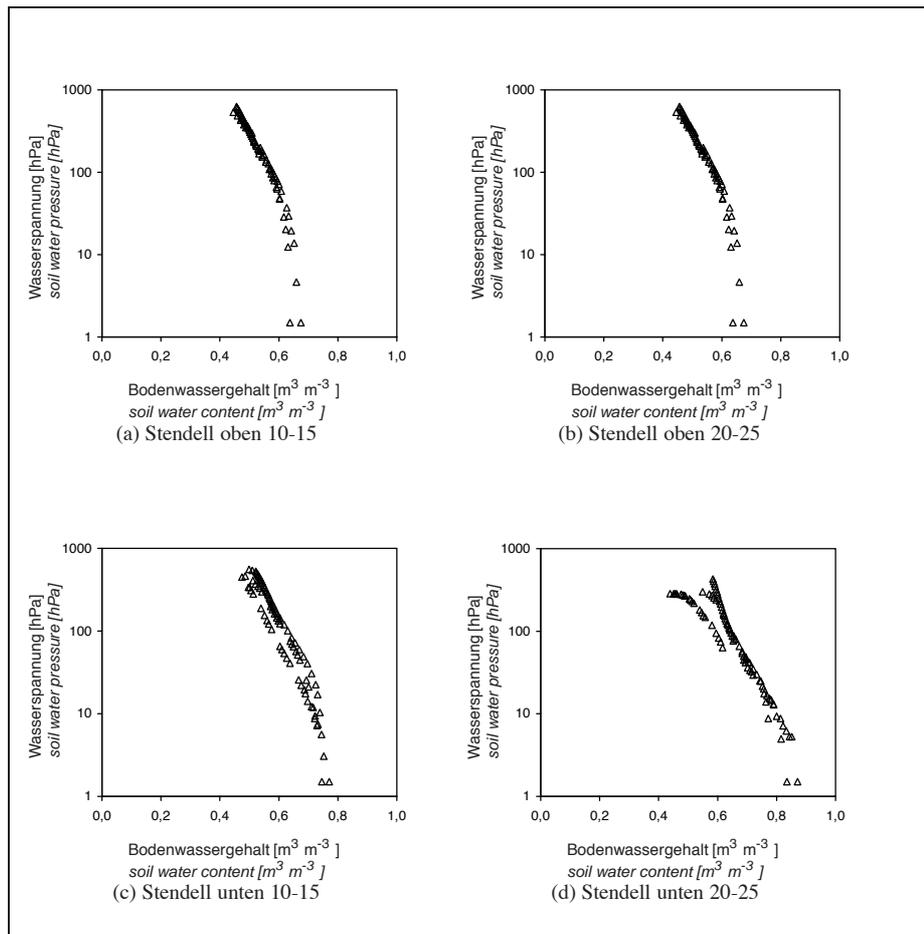


Abb. A.10: Wasserretentionskurven der Kalkmuddestandorte Stendell
Abb. A.10: Water retention curves of the calcareous gyttja post-fen soils - Stendell

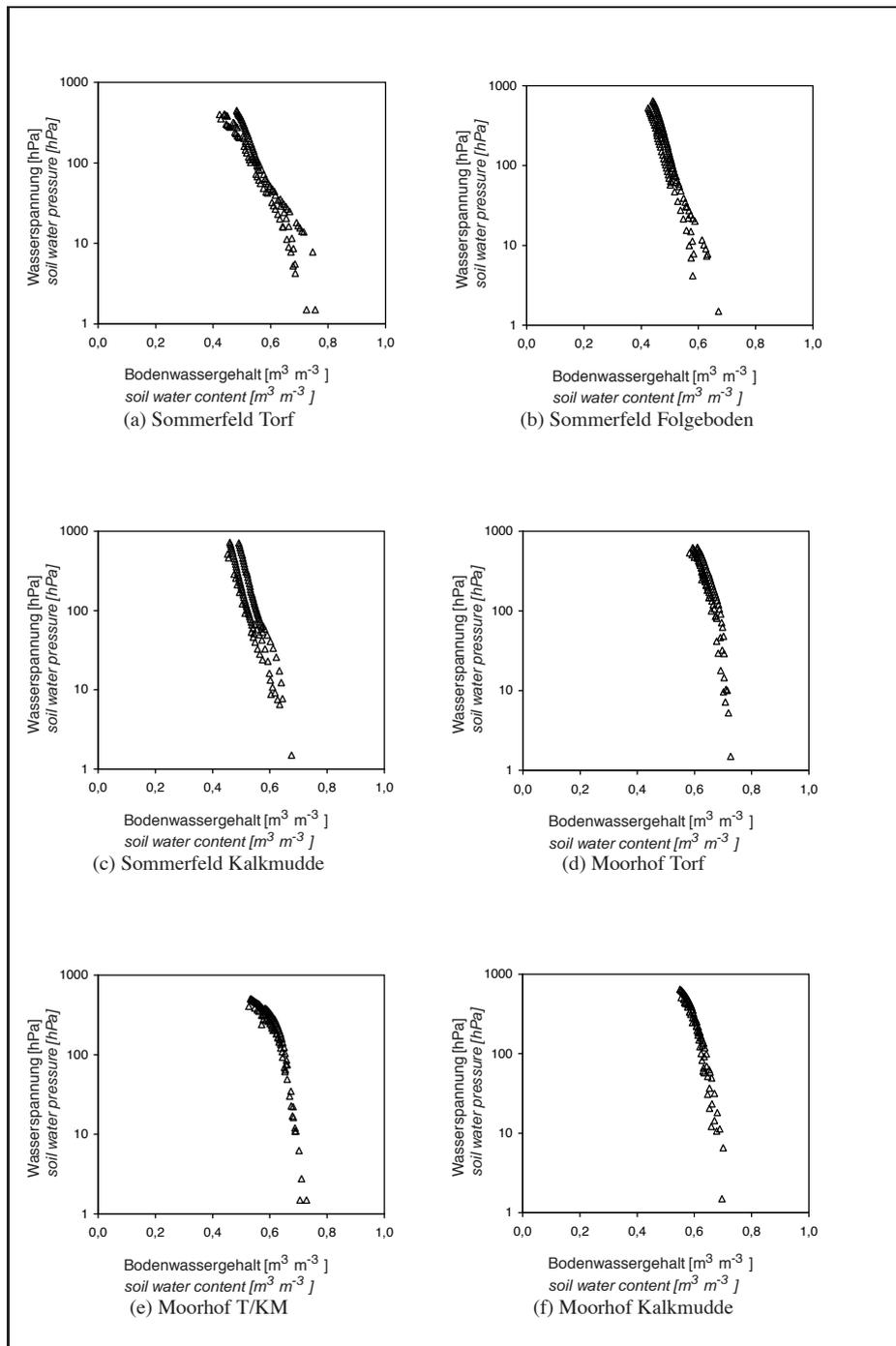


Abb. A.11: Wasserretentionskurven der Kalkmuddestandorte Sommerfeld und Moorhof
Abb. A.11: Water retention curves of the calcareous gyttja post-fen soils - Sommerfeld and Moorhof

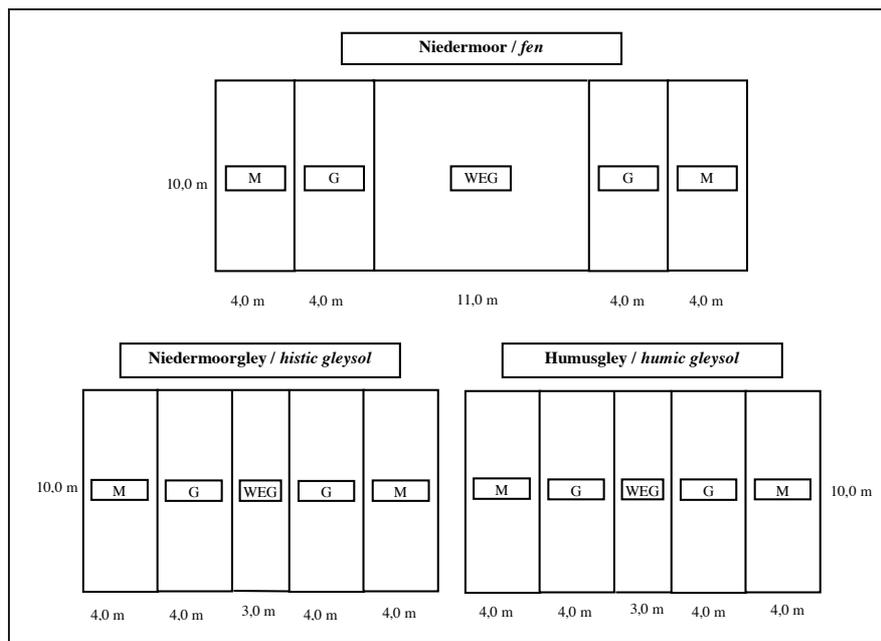


Abb. A.12: Übersicht Parzellenversuch
Abb. A.12: Survey of the investigation site

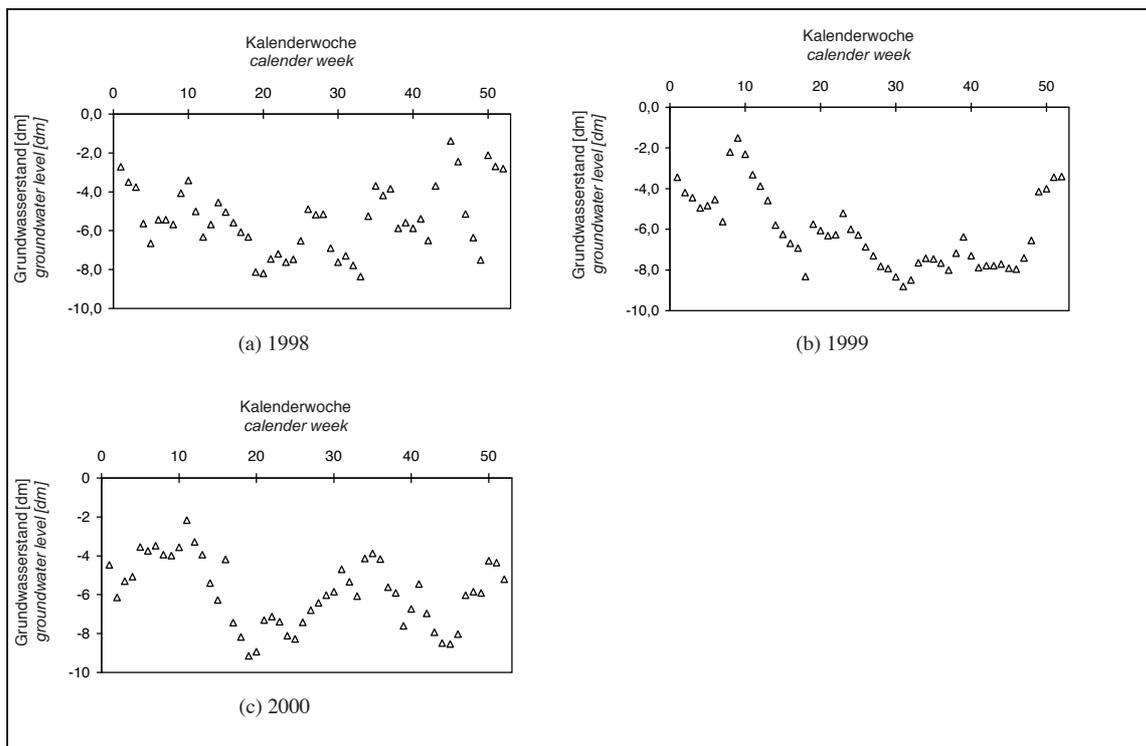


Abb. A.13: Grundwasserstände auf dem Parzellenversuch - Niedermoorgley (Wochenmittelwerte)
Abb. A.13: Groundwater tables at the investigation site Paulinenaue - histic gleysol (median)

A.5 Tabellen

Merkmal	SCHINDLER	WENDROTH et al.
Zylinderhöhe	6 cm	6 cm
Zylindervolumen	250 cm ³	300 cm ³
Höhe Tensiometer 1	1,5 cm	1,5 cm
Höhe Tensiometer 2	4,5 cm	4,5 cm
Ermittlung der Wasserspannung	Ablesen	Datalogger
Beschleunigte Evapotranspiration durch Kleiventilator	-	bis Gradient 1,5 - 2,5 m m ⁻¹

Tab. A.6: Unterschiede in den Apparaturen zur k_u -Bestimmung der Wasserretention und ungesättigten Wasserleitfähigkeit nach SCHINDLER (1980) und WENDROTH et al. (1993)

Tab. A.6: Differences between the methods for determining water retention and unsaturated hydraulic conductivity according to SCHINDLER (1980); WENDROTH et al. (1993)

Übertragung	Kapillarfeder
Aufzeichnung	durchgehend
Höhenmaßstab	1:1
Wechsel der Aufnahmebögen	wöchentlich
Ermittlung der Tagesmittelwerte	aus den Grundwasserständen um 0 Uhr, 6 Uhr, 12 Uhr, 18 Uhr
Datenverlust	insgesamt 124 Tage (11,3%)

Tab. A.7: Eigenschaften des Vertikal-Registrierpegels zur Ermittlung der Grundwasserstände auf den Parzellen

Tab. A.7: Properties of the automated groundwater measurement at investigation site Paulinenaue

	Datum	Bearbeitungsmaßnahme
alle Parzellen	Anfang September 1997	Mulchen, Fräsen, Walzen Fräsen, Pflügen, Walzen, Fräsen, Walzen Schleppen, Hacken
Saatgrasparzellen	Anfang September 1997	Ansaat, Walzen
Maisparzellen	Ende März 1998	Stoppeln weggehackt, gefräst doppelte Aussaat
	Ende April	Maispflanzen vereinzelt

Tab. A.8: Bodenbearbeitung auf den Parzellen

Tab. A.8: Cultivation methods at the investigation site Paulinenaue

Kennwert		Ah _{h4,5}	Ah _{h6}	nH _{GH}	nH _{KM}	nH _{alle}
OBS	Ah _{h4,5}	°	***	***	***	***
	Ah _{h6}		°	***	***	***
	nH _{GH}			°	*	n.b.
	nH _{KM}				°	n.b.
	nH _{alle}					°
KAK _{pot}	Ah _{h4,5}	°	**	***	***	***
	Ah _{h6}		°	***	***	***
	nH _{GH}			°	*	n.b.
	nH _{KM}				°	n.b.
	nH _{alle}					°
W ₁	Ah _{h4,5}	°	**	***	***	***
	Ah _{h6}		°	***	***	***
	nH _{GH}			°	*	n.b.
	nH _{KM}				°	n.b.
	nH _{alle}					°
TRD	Ah _{h4,5}	°	*	***	***	***
	Ah _{h6}		°	***	***	***
	nH _{GH}			°	*	n.b.
	nH _{KM}				°	n.b.
	nH _{alle}					°
		Ah _{5,6}		nH _{GH}	nH _{KM}	nH _{alle}
GPV	Ah _{5,6}	°		***	***	***
	nH _{GH}			°	n.s.	n.b.
	nH _{KM}				°	n.b.
	nH _{alle}					°
wGP	Ah _{5,6}	°		n.s.	n.s.	*
	nH _{GH}			°	n.s.	n.b.
	nH _{KM}				°	n.b.
	nH _{alle}					°
eGP	Ah _{5,6}	°		n.s.	n.s.	n.s.
	nH _{GH}			°	n.s.	n.b.
	nH _{KM}				°	n.b.
	nH _{alle}					°
MP	Ah _{5,6}	°		**	**	***
	nH _{GH}			°	n.s.	n.b.
	nH _{KM}				°	n.b.
	nH _{alle}					°
FP	Ah _{5,6}	°		**	***	***
	nH _{GH}			°	*	n.b.
	nH _{KM}				°	n.b.
	nH _{alle}					°
nFK	Ah _{5,6}	°		*	n.s.	*
	nH _{GH}			°	n.s.	n.b.
	nH _{KM}				°	n.b.
	nH _{alle}					°

Tab. A.10: Ergebnisse der U-Tests - mineralische Folgeböden (n.s.: nicht signifikant, n.b.: nicht berechnet)

Tab. A.10: U-test results - mineral post-fen soils (n.s.: not significant, n.b.: not calculated)

Autor (Jahr)	Boden/ Horizont	Tiefe dm	OBS M. %	C _{org} M. %	C _t M. %	N _t M. %	C/N	P	Mn	Fe	K	Mg	KAK _{pot} cmol _c ·l ⁻¹
ALTERMANN et al. (2005)	TIn	0-3,0	h3	2,06	-	0,18	11,3	1 g·kg ⁻¹	<1 g·kg ⁻¹	22 g·kg ⁻¹	20 g·kg ⁻¹	5 g·kg ⁻¹	24,4
BENKENSTEIN et al. (1996)	TIn	3,0-4,5	h3	1,12		0,11	9,9	1 g·kg ⁻¹	<1 g·kg ⁻¹	21 g·kg ⁻¹	19 g·kg ⁻¹	3 g·kg ⁻¹	19,4
BENIEK (1988a,b)	Ap, Sand nHm	0-3,0 0,5-1,0	78,4		4,70	0,32	14,7	0,085 %		0,322 %	0,063 %	0,088 %	111,53
CAPRIEL (1997)	nHm	1,5-2,0	81,7					0,078 %		0,355 %	0,053 %	0,072 %	74,97
ESCHNER & LISTE (1995)	Sand	k.A.		3,3 C _{org}	0,25	13,1							
KORSCHENS & KLIMANEK (1980)	nHv	0-3,0		29,5	1,64	17,5							
KUNTZE (1984)	TT	0-2,0			1,93	0,16	12,3	13	62 ppm		12	12	28,75
MUNDEL (1994)	Ah	0-4,2							0,2-4 g·kg ⁻¹				
	Ah	0-4,6									0,117 %		
	Aa	0-3,8									0,085 %		
	Aa										0,105 %		
OKRUSZKO (1968)	mHm		85,2				14,2						
SCHAEFFER & SCHACHTSCHABEL (1992)	Böden Sandböden												
SUCCOW & STEGMANN (2001)	nHm							0,02-0,08 %	20-800mg/kg		0,05 %		
	nHv												
UGGLA et al. (1964)	nHv		51,7				811,4-15,5		3,99				
	dHmB	1,0-2,0	5,07		1,87	0,15	12,2				0,086 %		22,4
	dHmB	2,5-3,5	4,08		1,31	0,12	11,1				0,090 %		31,0
	dHs	1,0-2,0	5,60		2,38	0,19	12,6				0,073 %		38,3
	dHmB	1,0-2,0	13,04		5,07	0,43	11,8				0,072 %		141,5
ZETZ & LEHRKAMP (1994)	nHm, nHv	Oberböden					10-15						

Tab. A.11: Übersicht über die zitierten Literaturwerte - mineralische Folgeböden (1) (dHmB: dunkle humose murschartige Böden, dHs: dunkle humose Sandböden; mss: mucky sand soil, sms: sandy muck soil)

Tab. A.11: Survey of the cited values - mineral post-fen soils (1) (dHmB: dark humous mucky soils, dHs: dark humous sand soils; mss: mucky sand soil, sms: sandy muck soil)

Author (Jahr)	Boden	Tiefe dm	OBS M. %	A_c g cm ⁻³	W_1	PV %	wGP %	eGP %	MP %	nHK %	FP %	Bemerkung
ALTERMANN et al. (2005)	TTn	0-3.0	2,06 % C_{org}	1,40		46,2				22,9	15,5	
	Ttn	3,0-4,5	1,12 % C_{org}	1,38		47,5				23,4	15,1	
BIENIEK (1988a,b)	nHm	0,5-1,0	78,4	0,34	79,0	15,1	16,0	21,4	37,4	26,5		
	nHm	1,5-2,0	81,7	0,33	80,4	-	-	-	-		40	
	nHm	k.A.	39			70	9	6	39		32	
BURGHARDT (1977)	nHm	k.A.	68			87	11	5	39		2-8	
HARTGE & HORN (1999)	Schwarzogley	Sand					10-20	20-40	3-12			
KAHLE & SCHULZ (1994)	nHm	0,2-0	0,80 (C ₁)	1,46		44,14	15	23,8		5,3		n=17
	nHm		85,2	0,197		85,4				25,6		
OKRUSZKO (1968)	Ahh	12,7	12,7							37,3		
	nHm		82,5							9,2	32,5	
PIAŚCİK et al. (1998)	Aa		24,4	0,70		68,0	8,0	27,4		20,0	28,1	
	nHm		63,2	0,39		79,3	15,4	38,4		29	33	
SCHÄFER (1996)	nHm		42	0,53			74	10		29	37	
	nHv		55	0,44			78	12		29	37	
SCHAEFFER & SCHACHTSCHABEL (1992)	Sandböden					46 ± 10	30 ± 10		7 ± 5			Seite 149
SCHINDLER et al. (2003a)	Aa	k.A.	k.A.	0,42	75,2	70 ± 10	5 ± 3	12,0	40 ± 10		5 ± 3	Seite 149
	nHm		76,9	0,92	62,8		10,8	10,3			25 ± 10	
SCHMIDT (1992a)	Aa		24,6		0,44-1,32		6,9					n=37
SCHMIDT (1995a)	nH		31,5-76,9		1,08-2,54							n=4
	nHv					81,9	21,6	9	20	40,2	20,1	vor Wiedervermässung
SCHWÄRZEL et al. (2002)	nHm		76	0,36		84,2	23,3			41,1	19,8	nach Wiedervermässung
	hmb	1,0-2,0	5,07	1,32		77	13	9	29	29	33	n=10
	hmb	2,5-3,5	4,08	1,49		49,31						
	dhs	1,0-2,0	5,60	1,14		58,44						
UGLA et al. (1964)	hmb	1,0-2,0	13,04	1,14		54,58						
	Ab		10			55	18	26		42		
V.D. WAYDBRINK (1972)	Aa		20			62	15	34		34		
	nH		40			73	11	42		26		
WOJAHN & SCHMIDT (1987)	nHv					81,8	21,7	8,1	31,7	39,8	20,3	
	nHm					77,4	23,3	12,3	20,0	32,3	21,8	
WÖSTEN et al. (1987)	nH		28-48			73	12,5	13	34,5	47,5	13	
	nH		38-62	0,4-0,6		71,7	8,7	11	24	35	28	
ZEITZ et al. (1992)	nHm	0,5-1,0				84,5	25,4	3,6	28,8	32,4	26,2	
	nHm	0,5-1,0				81,1	25,5	7,4	11,1	18,5	37,1	
ZEITZ (1992)	nHm		>70			81,6	14,1	7,1	30,5	37,6	29,6	n=79
	nHm		50-70			78,1	16,3	8,2	24,9	37,6	28,7	n=97
ZEITZ et al. (1995)	nHv	0-3,0		0,30	2,02	81,1						
	nHm	0-3,0		0,35	1,61	78,7						

Tab. A.12: Übersicht über die zitierten Literaturwerte - mineralische Folgeböden (2) (dhmb: dunkle humose mürschartige Böden, dhs: dunkle humose Sandböden; mss: mucky sand soil, sms: sandy muck soil)
 mss: mucky sand soil, sms: sandy muck soil)
Tab. A.12: Survey of the cited values - mineral post-fen soils (2) (dhmb: dark humous mucky soils, dhs: dark humous sand soils, mss: mucky sand soil, sms: sandy muck soil)

	GPV	wGP	eGP	MP	FP	nFK
OBS	0,700*	0,217	0,512	0,150	0,617	-0,500
Kalk	-0,533	-0,150	-0,467	-0,233	0,550	-0,730

Tab. A.13: Korrelationskoeffizienten der Äquivalent-Porengrößenanteile - Kalkmudden (n=8)

Tab. A.13: Correlation coefficients of the equivalent pore sizes - calcareous gyttja (n=8)

Niveau	Anspruchsbereich (dm)	Tiefenbereich des Substratwechsels (dm)	Bennennung	Symbol
Substratklasse	0-12	>3-7	... über/...
		>7-12	... über tiefem//...
Substrattyp	0-12	0-3	flacher ... über \ ...
		>3-7	... über/...
Substratsubtyp	0-20	>7-12	... über tiefem//...
		0-3	flacher ... über \ ...
		>3-7	... über/...
		>7-12	... über tiefem//...
		>12-20	... über sehr tiefem///...

Tab. A.14: Vertikale Substratabfolgen: Substratsystematische Einheiten, verändert aus: AK FÜR BODENSYSTEMATIK DER DBG (1998)

Tab. A.14: Vertical sequences of substrates (AK FÜR BODENSYSTEMATIK DER DBG, 1998)

	Tiefe (cm) depth (cm)	Niedermoor fen	Niedermoorgley fen gley	Humusgley humic gley
ρ_t	5-10	0,470 (0,038)	0,740 (1,112)	1,197 (0,043)
	15-20	0,490 (0,056)	0,644 (0,056)	1,236 (0,021)
	25-30	0,619 (0,161)	1,226 (0,211)	1,259 (0,024)
OBS	5-10	63,12 (4,27)	45,05 (3,49)	7,57 (1,08)
	15-20	58,04 (8,94)	39,00 (6,21)	6,94 (0,57)
	25-30	40,66 (9,64)	16,98 (11,76)	6,99 (0,85)

Tab. A.15: Gehalte an Organischer Bodensubstanz und Trockenrohdichten in den Oberböden der Parzellen (Mittelwerte, Standardfehler in Klammern)

Tab. A.15: Organic matter and dry bulk density of the topsoils at the investigation site (median, standard error in brackets)

Zustandsstufe	
1	Fehlen scharfer Grenzen in der oberen Bodenschicht, allmählicher Übergang von der humusreichen Krume zum Untergrund; keinerlei Rostflecke und keine Anzeichen von Versauerung; gute Krümelstruktur auch in größerer Tiefe
3	Krume weniger humushaltig als bei Stufe 1, weniger guter Übergang zum Untergrund, der vielfach schon fahle Flecke und eine graue Färbung aufweist; erste Anzeichen von Auswaschungen mit beginnender Versauerung und Zunahme der Entkalkungstiefe
5	scharfes Absetzen der Krume, meist infolge Auftretens einer Bleichzone; erste Anzeichen einer Verdichtung des Untergrundes und beginnende Rostfärbung; häufig zunehmende Entkalkung und Versauerung. Bei Lehm Böden in der Regel ein roher und untätiger Untergrund.
7	scharfe Grenze zwischen seichter Krume und Untergrund mit mehr oder weniger stark ausgeprägter Bleichzone; in der Regel starke Entkalkung und Versauerung; im Untergrund ausgesprochenen Verdichtung und Rostfärbung; bei Sandböden vielfach Ortssteinbildung, bei Lehm Böden schluffige und lettige Schichten
Bemerkungen	<i>Für die Einreihung des Moorbodens in die Zustandsstufen ist neben der Humusart der Grad der Zersetzung der organischen Bestandteile, die Beimischung mineralischer oder erdiger Bestandteile und schließlich die Höhe des Grundwasserstandes maßgebend. Beim Moorboden kommen nur 5 Zustandsstufen zu Anwendung.</i>
Wasserstufe	
1	frische, gesunde Lagen mit gutem Süßwasserbestand
3	feuchte Lagen, aber noch keine stauende Nässe; weniger gute Gräser mit nur gerigem Anteil an Sauergräsern; trockene Lagen mit noch verhältnismäßig guten, aber härteren Gräsern
5	ausgesprochen staunasse bis sumpfige Lagen; schlechte Gräser mit starkem Hervortreten der Sauergräser; sehr trockene, dürre Lagen (leicht ausbrennende Südhänge) mit weniger guten und harten Gräsern.
Bemerkungen	<i>Die schlechten Wasserhältnisse in den ungünstigen Stufen 4 und 5 sind im allgemeinen durch eine Überschuß an Wasser bedingt. Trockene Lagen werden durch den Zusatz Wa- besonders gekennzeichnet.</i>
Klima	
a	Gebiete mit einer durchschnittlichen Jahreswärme von 8,0 °C und darüber
b	Gebiete mit einer durchschnittlichen Jahreswärme von 7,9 bis 7,0 °C
c	Gebiete mit einer durchschnittlichen Jahreswärme von 6,9 bis 5,7 °C

Tab. A.16: Zustandsstufen, Wasserstufen und Klima in der Bodenschätzung; aus (ZIEGLER, 1986)

Tab. A.16: *Levels of state of soil, water characteristics and climatological characteristics in German Soil Assessment, according (ZIEGLER, 1986)*

Frucht <i>crop plant</i>		Fläche/Lysimeter <i>site / lysimeter</i>	1998		1999		2000	
			\bar{x}	SF	\bar{x}	SF	\bar{x}	SF
<i>Parzellen / investigation site</i>								
Mais <i>corn</i>	Kolben <i>corn cob</i>	KMn	80,0	6,3	89,8	5,8	136,3	8,4
		GHn	79,1	2,5	83,0	4,9	135,3	7,2
		GGh	85,9	3,0	92,4	8,5	112,3	2,8
	Restmasse <i>leafs and stamps</i>	KMn	74,6	7,1	56,3	3,4	96,9	5,1
		GHn	66,2	2,8	59,4	6,3	87,6	6,8
		GGh	68,6	3,9	65,6	6,8	73,8	5,2
Saatgras <i>grass</i>	1. Schnitt <i>I. cut</i>	KMn	62,5	3,6	92,2	3,8	62,9	2,6
		GHn	58,4	4,8	73,3	2,6	39,5	2,4
		GGh	26,5	3,7	59,2	2,6	6,6	1,0
	2. Schnitt <i>II. cut</i>	KMn	35,9	4,3	45,6	2,3	64,8	6,4
		GHn	34,1	6,5	29,5	7,9	41,9	11,5
		GGh	13,5	1,5	3,2	0,3	58,6	15,0
<i>Praxisflächen</i>								
Mais <i>corn</i>	Kolben <i>corn cob</i>	Hakenberg GHn1	66,8	3,1	116,6	8,8	-	-
		Hakenberg GHn2	53,8	3,9	114,1	2,4	-	-
		Wustrau KMn	74,8	3,4	110,5	3,5	-	-
		Wustrau GGn	85,0	2,6	133,9	13,2	-	-
		Königshorst GGn*	93,7	3,0	127,5	6,9	-	-
		Königshorst GGn	119,3	5,8	147,9	4,1	-	-
	Restmasse <i>leafs and stamps</i>	Hakenberg GHn1	120,4	6,4	149,2	9,9	-	-
		Hakenberg GHn2	86,2	5,2	173,4	2,8	-	-
		Wustrau KMn	81,2	3,5	112,5	22,1	-	-
		Wustrau GGn	99,2	1,3	96,3	5,3	-	-
		Königshorst GGn*	122,7	9,3	85,3	5,8	-	-
		Königshorst GGn	154,3	9,8	78,5	3,4	-	-
<i>Lysimeter</i>								
Mais <i>corn</i>	Kolben <i>corn cob</i>	KMn 40 cm	-	-	119,2	-	81,3	-
		KMn 80 cm	-	-	115,1	-	125,9	-
		GGh 40 cm	-	-	141,0	-	69,4	-
		GGh 80 cm	-	-	120,9	-	104,7	-
	Restmasse	KMn 40 cm	-	-	136,4	-	101,5	-
		KMn 80 cm	-	-	137,7	-	141,4	-
		GGh 40 cm	-	-	159,6	-	94,8	-
		GGh 80 cm	-	-	122,6	-	147,4	-
Saatgras <i>grass</i>	1. Schnitt <i>I. cut</i>	KMn 40 cm	-	-	27,7	-	106,4	-
		KMn 80 cm	-	-	38,6	-	141,4	-
		GGh 40 cm	-	-	39,7	-	98,2	-
		GGh 80 cm	-	-	38,3	-	103,2	-
	2. Schnitt <i>II. cut</i>	KMn 40 cm	-	-	17,7	-	48,4	-
		KMn 80 cm	-	-	23,1	-	57,2	-
		GGh 40 cm	-	-	20,8	-	35,8	-
		GGh 80 cm	-	-	22,2	-	43,4	-

Tab. A.17: Erträge auf den Parzellen, Landwirtschaftlichen Nutzflächen und Lysimetern (\bar{x} : Mittelwert, SF: Standardfehler in Klammern)

Tab. A.17: Yields of the investigation site and lysimeters (\bar{x} : median, SF: standard error)

1998	20.03.	27.04.	02.06.	19.06.	02.07.	17.07.	31.07.	12.08.	28.08.	14.09.	30.09.	14.10.
1999	16.03.	01.04.	19.04.	05.05.	15.07.	30.07.	12.08.	14.09.	30.09.			
2000	14.03.	31.03.	14.04.	03.05.	25.05.	19.06.	05.07.	31.07.	14.08.	31.08.	14.09.	13.10.

Tab. A.18: Probenahmezeitpunkte in der Vegetationsperiode der Bodenwassergehaltsbestimmung auf den Parzellenversuchen

Tab. A.18: Dates of soil sampling on the investigation site

A.6 Grundlagen der Bodenklassifikation in der Bundesrepublik Deutschland

Da Vorschläge zur Einordnung der Folgeböden in die deutsche Bodenklassifikation gemacht werden, werden ihre wichtigsten Grundlagen nachfolgend zusammengefasst.

Substrate bilden das Ausgangsmaterial für die Bodenbildung und liegen in *Schichten* vor. Sind die Substratschichten durch Bodenbildungsprozesse verändert und ausgeprägt worden, werden sie als *Horizonte* bezeichnet. Horizonte werden durch Großbuchstaben symbolisiert (Hauptsymbole) und durch Kleinbuchstaben (Zusatzsymbole) zur Nennung ihrer Merkmale ergänzt⁸. Übergangshorizonte, in denen sich unterschiedliche Merkmale überlagern, werden durch einen Bindestrich (mehrere Hauptsymbole) bzw. durch mehrere Zusatzsymbole, gekennzeichnet. Verzahnungshorizonte mit Bereichen unterschiedlicher Horizonte werden durch ein Pluszeichen gekennzeichnet. Kombination und Abfolge der Horizonte bestimmen die Zuordnung in die Bodensystematik, wobei die Horizonte in den Horizontfolgen durch Schrägstriche getrennt werden. Für entwässerte semiterrestrische Böden bzw. bei Pseudogleyen wird dem Hauptsymbol (rGo, rSw, rSd) und dem Typensymbol (rGG, rSS) ein r vorangestellt, wenn die Entwässerung zu einer Veränderung in der Horizontfolge geführt hat. Liegen vollkommen eigenständige Böden übereinander gelagert vor und liegt der begrabene Boden nicht tiefer als 7 dm, werden sie durch einen linksseitigen Schrägstrich⁹ voneinander getrennt. Die Symbolteile überprägter fossiler und reliktscher Horizonte werden durch einen hochgestellten Punkt miteinander verknüpft.

Die Bodensystematik in Deutschland wird hierarchisch in die folgenden Kategorien gegliedert:

- *Abteilungen* (nach dem Wasserregime der Böden)
- *Klassen* (nach bestimmendem Entwicklungsstand und morphologischen Merkmalen, sowie nach dem weiter differenzierten Wasserregime),
- *Bodentypen* (nach charakteristischen Horizonten und Horizontfolgen, die spezifische pedogene Prozesse in Ober- und Unterbodenhorizonten widerspiegeln),
- *Subtypen* (nach qualitativen Kriterien mit spezifischer Horizontfolge in Normsubtyp, Abweichungssubtyp und Übergangssubtyp),
- *Varietäten* (nach qualitativen Kriterien oder beim Hinzutreten weiterer Pedogenesen unter Abweichung von der Horizontfolge der Subtypen) und
- *Subvarietäten* (nach quantitativen Kriterien).

⁸Haupt- und Zusatzsymbole können nicht frei miteinander kombiniert werden, sondern nur in der durch die Bodenkundliche Kartieranleitung festgelegten Weise.

⁹auch: backslash

Die Böden werden in die Abteilungen Terrestrische Böden, Semiterrestrische Böden, Moore und Semisubhydrische/Subhydrische Böden eingeordnet. Über den Bestimmungsschlüssel für die Abteilungen führt das Vorhandensein eines semisubhydrischen/subhydrischen Horizontes an der Geländeoberfläche in die Abteilung Semisubhydrische/Subhydrische Böden. Ist dies nicht der Fall, kommt aber ein Torfhorizont von ≥ 3 dm Mächtigkeit vor, erfolgt die Einordnung in die Abteilung Moore. Kein Torfhorizont oder eine geringere Torfmächtigkeit führen bei Vorhandensein eines semiterrestrischen Mineralbodenhorizontes zu den Semiterrestrischen Böden, ist dies nicht der Fall, zu den Terrestrischen Böden. Eine Einordnung der Böden soll im Allgemeinen bis zum Subtyp erfolgen.

Zur umfassenden Kennzeichnung der Böden sind neben den Bodensystematischen Einheiten auch Substratsystematische Einheiten auszuweisen. Ohne Berücksichtigung der vertikalen Substratabfolgen werden Substratarten-Hauptgruppen, Substratarten-Gruppen und Substratarten-Untergruppen ausgewiesen. Bei der Substratarten-Ansprache werden die Substratgenese sowie die Substratzusammensetzung aus Gesamtbodenart, Carbonatgehalt, Kohlegehalt, lithogenem Kohlegehalt und Gesteinen berücksichtigt.

Die für die Folgeböden und Niedermoore relevanten Substratgenesen sind auf den unterschiedlichen hierarchischen Niveaus:

- *Hauptgruppe*: natürliche Substrate (ohne Symbol),
- *Gruppe*: organogen (og) und fluvilimnogen bzw. Fluvi... (f),
- *Untergruppe*: organogen (og) und See... (fl).

Nach dem Baukastenprinzip werden die Substratarten durch Aneinanderreihung mehrerer Merkmale gebildet. Beispielsweise og-Hn: Niedermoortorf, f-Fh: Organomudde, f-Fm: Mineralmudde, f-s(Sf): Fluvisand (aus Auensand).

Die vertikalen Substratfolgen werden in den Substratartsystematischen Einheiten berücksichtigt, die hierarchisch nach Ansprachebereich und Tiefenbereichen des Substratwechsels in Substratklasse, Substrattyp und Substratsubtyp gegliedert sind.

Zur Bildung der Substrattypen werden folgende Merkmale herangezogen:

- Kennzeichnung und Klassifikation der Substratgenese auf Gruppenebene (f (Fluvi...))
- Grobboden
- Feinboden auf der Ebene Bodenartenhauptgruppen (s (Sand): f-s (Sf))
- Carbonatgehalt auf der Ebene der Hauptgruppen (e...(Carbonat) und e (Kalk):f-es (Sf))
- Ausgangsgestein des Substrats: natürliches Lockergestein ohne Angabe

Erklärung

Gemäß § 10 Absatz 2 der Promotionsordnung der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrecht-Universität zu Kiel vom 13. April 2005 erkläre ich, dass die vorliegende Arbeit - abgesehen von der Beratung durch meinen Betreuer - nach Inhalt und Form meine eigene Arbeit ist. Die vorliegende Arbeit hat noch nicht ganz oder zum Teil im Rahmen eines Prüfungsverfahrens vorgelegen und ist nicht veröffentlicht worden oder zur Veröffentlichung eingereicht worden. Sie ist unter Einhaltung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis entstanden.

Berlin, 13. Dezember 2007

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name Caroline Schleier
geboren am 24. Mai 1972 in Münster, Deutschland
Staatsangehörigkeit deutsch

Dissertation

Seit 01/1998 Promotion
01/1998 - 12/2000 Stipendiatin der Deutschen Bundesstiftung Umwelt
08/2002 - 12/2005 Elternzeit

Studium

10/1992 - 07/1997 Diplom-Geoökologie mit Nebenfach Chemie an der Universität Potsdam
01/1995 Vordiplom ("gut")
05/1997 Diplom ("sehr gut")

Schule

06/1991 Abitur
1982 - 1991 Schillergymnasium, Münster
1978 - 1982 Martin-Luther-Grundschule, Münster

Berlin, 13. Dezember 2007

