

**Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Floristik  
in Schleswig-Holstein und Hamburg**

Herausgegeben von Dozent Dr. E.-W. Raabe

---

Heft 8

**Beiträge  
zur Erklärung der Salzvegetation  
in den nordfriesischen Kögen**

von

Karl-Theodor Schreitling

**Die Verbreitung der Röhrlinge,  
Blätter- und Bauchpilze in Südtondern**

von

Friedhelm Menzel

Kiel 1959

**Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Floristik  
in Schleswig-Holstein und Hamburg**

Herausgegeben von Dozent Dr. E.-W. Raabe

---

**Heft 8**

**Beiträge  
zur Erklärung der Salzvegetation  
in den nordfriesischen Kögen**

von

**Karl-Theodor Schreitling**

**Die Verbreitung der Röhrlinge,  
Blätter- und Bauchpilze in Südtondern**

von

**Friedhelm Menzel**

**Kiel 1959**



Alle Rechte vorbehalten.

Als Manuskript vervielfältigt in der Fotostelle der Bibliothek des Instituts für Weltwirtschaft, Kiel

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung . . . . .	5
Der geologische Aufbau der nordfriesischen Marsch . .	7
Eindeichungen und Überflutungen . . . . .	10
Grundwasserverhältnisse . . . . .	12
Der Boden . . . . .	15
Niederschläge und Temperatur . . . . .	18
Untersuchungen an Gräben . . . . .	22
Bodenfeuchtigkeit und Grundwasser . . . . .	29
Die Vegetation . . . . .	35
Die Abhängigkeit der Vegetation vom Untergrund und der Tiefenlage zu NN . . . . .	38
Vergleich der Vegetationskartierungen von 1938 und 1952 . . . . .	39
Vegetation, Bodenfeuchtigkeit und Stauwasser . .	41
Die Bodenazidität . . . . .	47
Die Salzgehalte . . . . .	55
a) Methode . . . . .	55
b) Die Chlorid-Konzentration der Bodenlösung . .	60
c) Die Chlorid-Konzentration und die Vegetation .	60
d) Der Chlorid-Gehalt des trockenen Bodens . . .	72
Zusammenfassung . . . . .	91
Literaturverzeichnis . . . . .	93

## Einleitung

Die folgenden Untersuchungen wurden von April 1955 bis August 1956 an der schleswig-holsteinischen Westküste an Salzstellen alteingedeichter Köge durchgeführt. Diese Marschgebiete sind 1938 zum erstenmal von der Landesstelle für Pflanzenkunde pflanzensoziologisch aufgenommen worden. Im Jahre 1952 erfolgte eine Wiederholung der Kartierungen unter der Leitung von Dr. E.W. RAABE. Dabei wurden große Flächen mit Salzgesellschaften festgestellt. In der vorliegenden Arbeit soll untersucht werden, wie weit jene Vegetation unter Salzeinfluß steht und wie sich etwaige Salzgehalte im Laufe eines Jahres verhalten.

Dem Leiter des Geologischen Landesamtes, Herrn Dr. DÜCKER, und Herrn Dr. STREMMER, sowie den Herren Oberreg.-Rat Dr. PETERSEN und Dr. KÖNIG von der Landesstelle für Gewässerkunde sei gedankt für Überlassung von Karten und Literatur sowie dafür, daß ich das Bohrarchiv einsehen durfte. Für die eigenen Bohrungen stellte mir Herr Dozent Dr. SCHLICHTING freundlicherweise den Bohrstock des Institutes für Bodenkunde der Universität zur Verfügung. Ihm wie auch den Herren Peter LEVSEN und Peter GRÜNBERG, die mir wertvolle Hinweise gaben, bin ich zu Dank verpflichtet.



## Der geologische Aufbau der nordfriesischen Marsch

Die Versalzungserscheinungen in unserem Untersuchungsbereich können auf zwei Ursachen zurückgeführt werden:

1. eine Versalzung von See her durch Salzwasser leitende Schichten,
2. auf Salzrelikte früherer Überflutungen.

Unterirdische Salzstöcke sind an einer Versalzung nicht beteiligt.

Die für unser Gebiet in Frage kommenden Grundwasser führenden Schichten gehören dem Diluvium an. Daher genügt eine Schilderung der Lagerungen unter der nordfriesischen Marsch seit Beginn des Quartärs (Abb.1, nach HECK 1948).

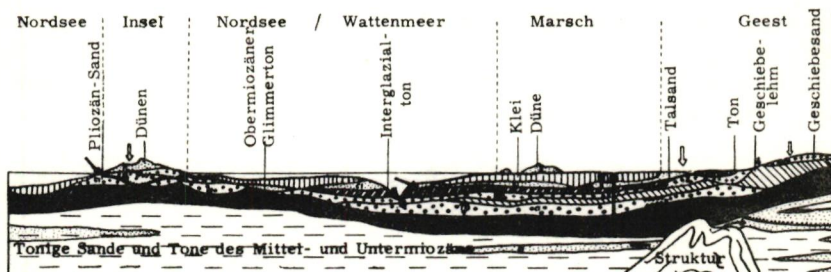


Abb. 1 Geologischer Querschnitt durch Nordfriesland (nach HECK 1948)

CL = Salzwasser

OW = Oberwasser

↓ = Salzwasserzufluß

HD = Höheres Druckwasserstockwerk

⋈ = Salz - Süßwassergrenze

TD = Tieferes Druckwasserstockwerk

⤵ = Wassereinzug

Ö = Quelle

Mindeleiszeitliche Absätze sind bisher in Schleswig-Holstein wenig bekannt. Dagegen konnten mehrere Fundorte des darauffolgenden Interglazials nachgewiesen werden, dessen Ablagerungen von toniger

Beschaffenheit sind (DITTMER 1948). In dieser Zeit wird also eine Transgression der Nordsee stattgefunden haben.

Darüber folgen dann die Ablagerungen der Rißvereisung, die sich nicht nur aus echten Eisabsätzen (Geschiebemergel, Ton, Steine), sondern auch aus fluvioglazialen Sanden und Kiesen zusammensetzen. Diese Schmelzwassersande sind in einer Tiefe von 15 bis 20 m allgemein verbreitet und erstrecken sich von der Eider und Treene her über das gesamte nordfriesische Marschen- und Halligengebiet und über die Täler der Arlau, Soholmer Au und Wiedau bis weit auf die Geest (DITTMER 1953 b). Nach Abzug der Eismassen blieb ein großes Schmelzwassertal zurück, das sich von Kampen auf Sylt als langer Fjord nach Nordfriesland und weiter bis in die heutige Eidermündung erstreckte.

In dieses alte Eider-Urstromtal drang im Laufe des folgenden Interglazials die Nordsee ein, die sich während der Rißvereisung weit von der schleswig-holsteinischen Küste entfernt befunden hatte. Die Grenze dieses sogenannten Eem-Meeres verlief in geringer Entfernung vom Geestrand. Die Ablagerungen bestehen aus sandigen bis tonigen Schichten mit einer charakteristischen Conchilienfauna (vergl. DITTMER 1941). Sie erreichen eine Mächtigkeit von ca. 25 m (WOLFF-HECK 1949).

Über dieses mit Eem-Ablagerungen ausgefüllte Tal der Ureider flossen große Schmelzwasserströme der Würmvereisung. Zu dieser Zeit befand sich das Land in einer Hochlage. Die Ablagerungen des Eem wurden teils flächenhaft abgetragen, teils in einzelnen Rinnen ausgeräumt. Vor dem Geestrand entstand ein Sammeldsander, gebildet aus den Feinsandablagerungen der Flüsse. Die Mächtigkeit der abgelagerten Schichten schwankt zwischen 4 und 8 m. An einigen Stellen kann sie aber auch 10 m und mehr betragen (DITTMER 1953 b).

Die Oberfläche der nordfriesischen Marschen wird zum größten Teil von den Ablagerungen und Bildungen des auf diese letzte Vereisung folgenden Alluviums eingenommen.

War am Ende der Würmvereisung die Nordsee weit von der schleswig-holsteinischen Westküste entfernt, so begann mit dem Alluvium wieder ein Wasseranstieg. Das Vordringen der Nordsee während der sogenannten Flandrischen Transgression geschah allein durch ein Ansteigen des Meeresspiegels infolge Abschmelzens der polaren

Eiskappen. Der Meeresspiegelanstieg führte zu einem Grundwasserstau, der wiederum eine intensive Moorbildung begünstigte. Unterbrochen wurde diese an dem Übergang vom Boreal zum Atlantikum, als die Nordsee das Gebiet überflutete. Zuerst erreichte die See die Küsten Dithmarschens, dann entstand im südlichen Halligengebiet das Wattenmeer, bis schließlich immer größere Teile Nordfrieslands unter Wasser gerieten.

Im zweiten Teil des Mittelalluviums setzten umfangreiche Verlandungen ein. Seewärts wuchs eine marine Marsch auf, die sich nachfolgend in ein Sumpfgebiet mit *Phragmites*-Beständen verwandelte. "Hauptursache der Versumpfung der alten Marsch war natürlich die starke Wasserzufuhr von der Geest her, die durch die vielfach gewundenen, ohne jedes Gefälle dahinfließenden Flüsse nicht abgeleitet werden konnte" (DITTMER 1952, S. 152). Die gesamte Entwicklung ging über Vorlandsedimente, reife Marsch, Schilf- und Bruchwaldtorf teilweise bis zu Hochmooren. Diese konnten sich nur bilden, weil die Auflandung seewärts soweit fortgeschritten war, daß die Gebiete außerhalb des Gezeiteneinflusses lagen (DITTMER 1952), und weil außerdem noch keine Wattströme vorhanden waren, wie wir sie heute an unseren Küsten antreffen. Mit Ausnahme eines küstennahen Marschstreifens war Nordfriesland bis weit nach Eiderstedt hinein mit Moor bedeckt (DITTMER 1954). Aus dieser Auflandung eine Landhebung abzuleiten, welche von der Bronzezeit bis zur Zeitenwende andauert haben soll, bleibt fragwürdig.

Eine neue Epoche des Alluviums wurde durch plötzliche Einbrüche der Nordsee eingeleitet, die man als Dünkirchener Transgression bezeichnet. Da eine Hebung Bronzezeit-Zeitenwende nicht stattgefunden hat, kann dieser Abschnitt auch als ein Teil der Flandrischen Transgression angesehen werden. BANTELMANN (aus FISCHER III/2 1955) kommt auf Grund seiner archäologischen Forschungen zu der Folgerung, daß frühestens seit der zweiten Hälfte des ersten Jahrtausends n. Chr. die Sturmfluten große Flächen der Moorgebiete überflutet und mit Kleiablagerungen überdeckt haben. "Diese Ansicht wird zutreffend dahin zu erweitern sein, daß erst durch eine ganze Reihe von Sturmfluten der Einflußbereich des Meeres bis an die Festlandgrenze herangetragen und damit die verheerende Wirkung der "Manndränke" vorbereitet worden ist" (FISCHER III/2 1955 S.17).



Vom Jahre 1000 n. Chr. an griff der Mensch entscheidend in den natürlichen Ablauf der Küstenentwicklung ein und schuf völlig andere Verhältnisse. Es kam nicht nur zu Deichbauten, sondern auch zu umfangreichen Verfehnungen, die es ermöglichten, die alte stein-bronzezeitliche Marsch, welche die Unterlage der Moore bildete, wieder als Kulturland zu benutzen (DITTMER 1954). Die sturmflutfreie Oberfläche geriet aber durch diese Maßnahmen unter den mittleren Tidenhochwasserstand, so daß es bei Deichbrüchen zu folgenschweren Katastrophen kommen mußte. So ist es auch zu erklären, daß an verschiedenen Stellen junge Marsch auf der alten liegt.

Neuerdings wird wieder von einer Erhöhung der Wasserstände gesprochen (GAYE 1951), die 1860 einsetzte und bis heute anhält (DITTMER 1954a). Die relative Senkung ist aber gering. Für wasserwirtschaftliche Maßnahmen aber soll nach DITTMER (1954a) ein Senkungsbetrag von 20 cm pro Jahrhundert angenommen werden, und zwar so lange, bis sich eine Umstimmung erkennen lassen wird.

#### Eindeichungen und Überflutungen

Für unsere Untersuchungen ist die Frage nach den Eindeichungsdaten bzw. denen der letzten Überflutung wichtig, da damit zu rechnen ist, daß die Versalzungserscheinungen sowohl auf die mit der See in Verbindung stehenden Grundwasserleiter als auch auf alte Relikte zurückgeführt werden können.

Der "goldene Ring" der Deiche, der heute die Küsten Schleswig-Holsteins vor dem Eindringen des Meeres schützt, erstreckt sich über fast 500 km. Seine Geschichte ist die der Sturmfluten und Katastrophen, aber auch ein Zeugnis von dem Aufbauwillen der Anwohner.

Die untersuchten Stellen liegen in der Hattstedter Marsch, im Wallsbüller, Ockholmer, Kleiseer und Dagebüller Koog (vergl. Abb. 2; vergl. auch Tab.1, S.15).

Für die Hattstedter Marsch kommt FISCHER (III/2 1955 S.36) zu dem Schluß, daß für die Eindeichung wohl das Jahr 1478 anzusetzen sei.

Der Wallsbüller Koog wird nach der Fertigstellung des Neuen-Hattstedter-Kooges (nach DANKWARTH bedeicht 1512) vor 1534 bedeicht worden sein (FISCHER III/2 1955).

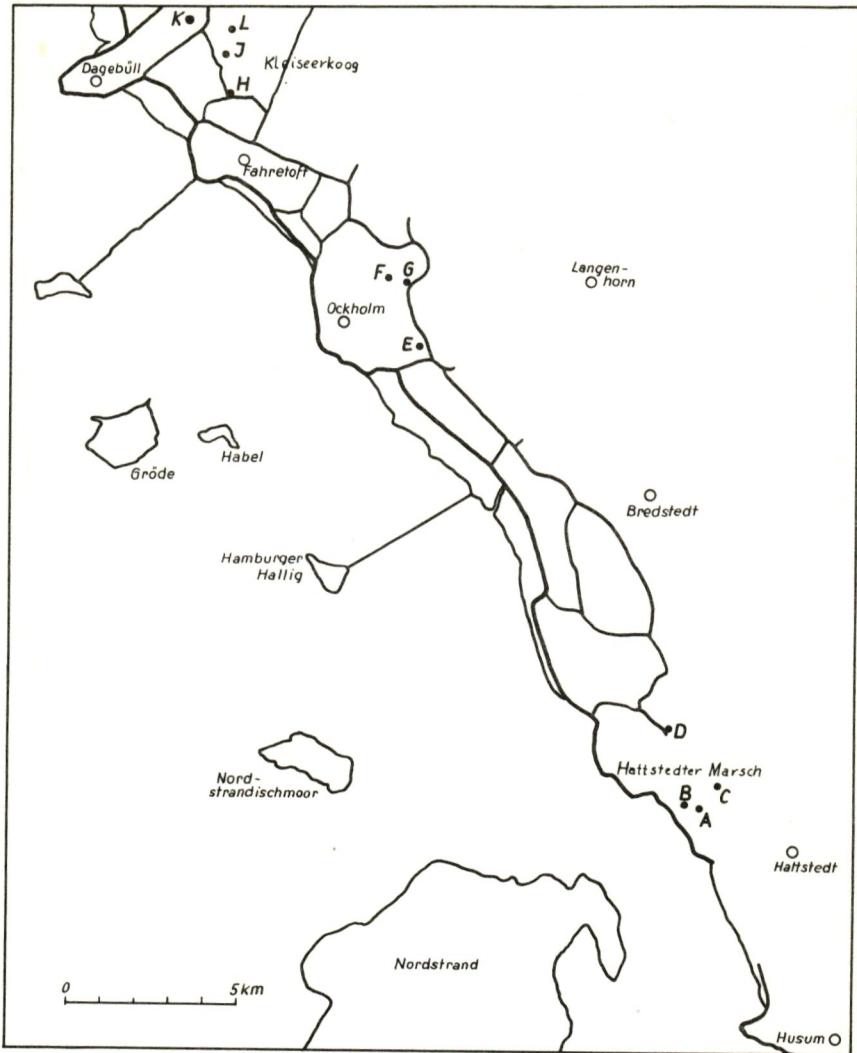


Abb. 2 Die Lage der Beobachtungspunkte

Dagebüll war eine hochliegende und daher gut besiedelte Hallig (PETERSEN 1929). Der Sommerdeich wurde in den Jahren von 1702 bis 1704 erhöht. Die große Bucht, der Dagebüll vorgelagert war, wurde im Norden begrenzt durch den Deich, der sich vom Neuen-Christian-Albrechts-Koog nach Risummoor hinzog (vollendet 1706). Im Südosten bildete der Deich Fahretoft-Risummoor (gebaut 1637 bis 1641) die Grenze. Nach vergeblichen Versuchen wurde 1725 mit dem Deichbau Dagebüll - Neuer-Christian-Albrechts-Koog die Bedeichung der Bucht wieder aufgenommen. 1727 konnte dann das Kleiseer Tief endgültig geschlossen werden. Der Kleiseer-Koog war damit gewonnen, und Dagebüll gehört seit jener Zeit wieder zum Festland (Eckermann 1891).

Ockholm wurde ebenfalls als Hallig 1515 angedeicht.

Mit dem Abschluß der Bedeichungen war aber nicht, wie uns die Geschichte lehrt, die Gefahr einer Überflutung gebannt. Die letzten Einbrüche erfolgten

in der Hattstedter Marsch wahrscheinlich 1756, danach kam es noch zu Deichschäden und Überspülungen der Deiche;

im Wallsbüller-Koog in der Weihnachtsflut 1717, 1718 wurde die dabei gerissene "Groote Wehl" geschlossen;

im Ockholmer Koog wahrscheinlich 1634, später wurden die Deiche noch öfter überspült und stark beschädigt, wobei es zu Versalzungen der Gräben und des Trinkwassers kam.

Der Kleiseer-Koog erlitt nach der Eindeichung 1727 keine Überflutung mehr.

Im Dagebüller-Koog ereignete sich die letzte Überflutung wahrscheinlich 1703. In der Folgezeit wurden die Deiche aber noch häufiger überspült und beschädigt.

#### Grundwasserverhältnisse

Es ist heute allgemein anerkannt, daß das Meer mit dem Grundwasser küstennaher Gebiete durch leitende Schichten in Verbindung steht. Zwischen dem Salzwasser vom Meere her und dem Süßwasser im Untergrund des Festlandes kommt es zu einem Druckausgleich. Die Grenzlinie zwischen Salz- und Süßwasser ist keine feststehende Zone, sondern dauernden Schwankungen unterworfen. Erhöht sich der Meeresspiegel, so wird diese Zone landeinwärts verlagert, im anderen Fall rückt sie seewärts vor. "Die Zeit, welche zur Herbeiführung eines Gleichgewichtszustandes nötig ist, hängt



- bei gleichbleibenden klimatischen Verhältnissen - von der Durchlässigkeit im Untergrund, von der Größe des hydrostatischen Druckunterschiedes und von den dynamischen Druckverhältnissen ab" (RICHTER und FLATHE 1954, S. 118). Zwischen dem Salz- und Süßwasser befindet sich eine mehr oder minder breite Brackwasserzone.

BADEN-GHYBEN hat wohl als erster im Jahre 1889 auf das Verhältnis zwischen Salz- und Süßwasser in küstennahen Gebieten verwiesen. Unabhängig von ihm wurde es 1901 von HERZBERG bei Wasseruntersuchungen auf den Nordseeinseln festgestellt (vgl. WENTWORTH 1951). Heute kennen wir derartige Wechselbeziehungen zwischen Salz- und Süßwasser nicht nur entlang unserer Nordseeküste, sondern auch in Holland, in Hawaii, Kalifornien und in nahezu fast allen atlantischen Küstenstaaten von Massachusetts an südwärts. Als leitende Schichten gibt WENTWORTH (1951) tertiäre und pleistozäne Formationen an.

Für den nordwestdeutschen Raum führt MARTINI (1951) neben einer Grundwasserversalzung durch leitende Schichten von See her, einer Versalzung durch Salzstöcke, auch die Salzzufuhr durch die fließende Welle der Flüsse an. In 1 km Entfernung vom Fluß konnte er noch eine Grundwasserversalzung nachweisen. RICHTER und FLATHE (1954) untersuchten die Versalzungsverhältnisse im ostfriesischen Raum mit Hilfe geoelektrischer Messungen.

Über die Grundwasserversalzung in Schleswig-Holstein liegen zahlreiche Veröffentlichungen vor:

HECK (1948) stellte 3 durch wasserundurchlässige Schichten voneinander getrennte Grundwasserstockwerke fest. Das obere liegt oberhalb des am höchsten liegenden Geschiebelehms oder -tons und bildet auf Salzwasser schwimmende Süßwasserkalotten, das mittlere erstreckt sich in den Formationen der älteren diluvialen Sande und Kiese, und das untere erfüllt die pliozänen Schichten (vergl. auch WOLFF-HECK 1949).

Die besten Grundwasserleiter sind die diluvialen Sande und Kiese (Abb. 1). Im Mitteldiluvium zeigt sich die stärkste Versalzung zwischen den Niederungen der Wiedau und der Lecker-Au, sowie vor der hohen Geest zwischen der Soholmer-Au und der Arlau. In dieser Schicht wird wenig Süßwasser zur See abgeführt, so daß das Salzwasser keinen Gegendruck vorfindet und eine breite Zone einnehmen kann. DITTMER (1953a) wies innerhalb dieser Schicht

zwei Süßwasserströme nach, von denen sich einer zur Hamburger Hallig, der andere zur Niebüller Geestinsel hin erstreckt. Dieser Grundwasserleiter ist wegen seiner tiefen Lage von wasserwirtschaftlichen Maßnahmen an der Marschoberfläche nicht beeinflussbar, aber stark abhängig von allen Maßnahmen dieser Art auf der Geest.

Auch in den oberen diluvialen Horizonten ist die Versalzung weit fortgeschritten. Hohe Chlorid-Werte zeigen sich im Gotteskoog-Gebiet, während in der Arlau-Mündung nur ein wenig erhöhter Salzgehalt festgestellt worden ist (DITTMER 1953 a). Da das Alluvium diesem Grundwasserleiter direkt aufliegt, kann bereits in geringer Tiefe Salzwasser nachgewiesen werden, vorausgesetzt, daß das Alluvium nur eine dünne Auflage bildet. Neben dieser Tatsache spielt auch noch die Höhenlage zu NN und damit die Höhe des Grund-

Die folgenden Untersuchungen wurden von April 1955 bis August 1956 an der schleswig-holsteinischen Westküste an Salzstellen alteingedeichter Köge durchgeführt. Diese Marschgebiete sind 1958 zum erstenmal von der Landesstelle für Pflanzenerkrankungsgleich aufgenommen worden. Im Jahre 1952 erfolgte eine Wiederholung der Kartierungen unter der Leitung von Dr. E.W. RÄBE. Dabei wurden große Flächen mit Salzgeest) untersucht. In der vorliegenden Arbeit soll untersucht werden, wie sich jene Vegetation unter Salzeinfluß verhält und wie sich etwaige Salzgehalte im Laufe eines Jahres verhalten.

gen eine Verschiebung zum Geestrand, die sich in der Zwischenzeit ereignet haben muß.

Als ein Grund der Grundwasserversalzen werden wasserwirtschaftliche Maßnahmen angesehen. Durch die schnelle Ableitung des Oberflächenwassers wird diesem keine Zeit gelassen, in den Boden einzudringen. Man kann aber die Marsch nicht als absolut undurchlässig bezeichnen. Durch Poren gelangt immer Sickerwasser, wenn auch in geringen Mengen, in den Boden. Im Sommer wird infolge der hohen Verdunstungskraft die Eindringtiefe gering sein. Nach DITTMER (1953 a) soll bei dünner Kleidecke und tief abge-

senktem Grundwasserstand, wo die Süßwasserreserve infolge Verbrauch und Verdunstung durch die Vegetation nicht ausreicht, salzhaltiges Grundwasser kapillar aufsteigen und zur Schädigung der Vegetation führen.

Mit steigender Entwässerung sind stärkere Setzungen des Bodens verbunden. So führt DITTMER (1954 a) an, daß infolge der Entwässerung in der Arlau-Niederung (Absenkung des Grundwasserspiegels um 1 m) der Boden innerhalb weniger Wochen um 1 m gesackt sei. Damit können die oberen Schichten wieder in die Nähe des versalzten Grundwasserbereiches gelangen.

### Der Boden

Für die Untersuchungen der auf Abb. 2 ersichtlichen Stellen ist es wesentlich, die Entfernung dieser Punkte vom Meer und ihre Höhenlage zu NN zu erörtern. Darüber gibt die folgende Tabelle Auskunft:

Tabelle 1

St.	Untersuchungsgeb.	kürzeste Entf. zum Meer	Höhe zu NN cm
A	Hattstedter Marsch	0,8 km	0,00 bis +0,50
B	Hattstedter Marsch	0,6 km	0,00 bis +0,50
C	Hattstedter Marsch	1,6 km	0,00 bis -0,50
D	Wallsbüller Koog	1,9 km	+0,50 bis +1,00
E	Ockholmer Koog	2,2 km	0,00 bis -0,50
F	Ockholmer Koog	2,4 km	-0,50 bis -1,00
G	Ockholmer Koog	2,8 km	-0,50 bis -1,00
H	Kleiseer Koog	2,2 km	0,00 bis -0,50
I	Kleiseer Koog	3,0 km	-0,50 bis -1,00
K	Dagebüller Koog	2,8 km	0,00 bis -0,50
L	Kleiseer Koog	3,8 km	0,00 bis -0,50

Alle Stellen lagen 1951 noch im Überschwemmungsgebiet<sup>1)</sup>.

Welcher Art die Bodenverhältnisse in der näheren und weiteren Umgebung der Bohrstellen sind, zeigen die geologischen Karten. Die dort aufgezeichneten Bodenlagerungen beziehen sich auf 0 bis 2 m Tiefe. Durch Einsichtnahme in das Bohrchiv im Geologischen Landesamt konnte verschiedenes ergänzt werden.

Die Bohrstellen A, B, C und D liegen im Bereich des Meßtischblattes Wobbenbüll (1419). Auf der geologischen Karte wird deut-

1) Vergl. "Wasserwirtschaft zwischen Nord- und Ostsee" 1955.



lich, daß die hangende Schlickdecke verschiedene Mächtigkeit aufweist. Von der heutigen Arlau-Mündung schiebt sich ein tiefer Schlickstreifen durch den Hattstedter-Neuen-Koog bis in den Wallsbüller Koog. Dieser dürfte der alte Arlau-Lauf gewesen sein (vergl. FISCHER III/2 1955). Die in diesem Bereich liegende Bohrung 51 zeigt folgendes Profil: 0 bis 3,20 m Klei, darunter folgen 20 cm mehliger Sand und 10 cm Flachmoor-Torf. Bei 3,50 m Tiefe beginnt diluvialer Sand. In diesem Bereich liegt Bohrstelle D, bei der sich allerdings schon in 60 cm Tiefe Torf fand. Vielleicht hat es sich hier um eine alte Bucht gehandelt, in der es zu einer Vermoorung kommen konnte. Südlich dieses prielartigen Einschnittes finden wir teils Flugsandbildungen, teils Schlick über Moor oder eine dreifache Schichtung: Schlick über Moor über Sand. Der Sand ist diluvialer Herkunft. Nördlich von Wobbenbüll tritt er an die Oberfläche. Zu dem ehemaligen Lauf der Arlau hin lassen sich dann zwei Zonen unterscheiden:

1. eine im Untergrund sandführende Zone (oft schon bei 70 cm Tiefe). Dieser aus dem Diluvium stammende Sand setzt sich bis zur Nordsee fort. In diesem Bereich liegt Bohrstelle A;
2. eine im Untergrund Moor aufweisende Zone. In dieser liegen die Bohrstellen B und C. In ihrer Nähe beträgt die Mächtigkeit der Kleiauflage 50 bis 60 cm. Auch diese Zone grenzt im Westen an die Nordsee.

HECK (1951) spricht in der Hattstedter Bucht von mächtigem, durch Salzwasser stark zersetztem Hochmoortorf. Viele Niederungs- und Hochmoore in diesem Bereich sind abgegraben oder in Weideland umgewandelt worden. Bei den Bohrstellen B und C konnten die nach der geologischen Karte zu erwartenden Moorschichten ebenso wenig wie bei A der diluviale Sand erreicht werden. A und B liegen in Ausbuchtungen des Weges von Wobbenbüll nach Sterdebüll. Vermutlich handelt es sich um alte Wehlen, für die sich in der Literatur jedoch keine Hinweise fanden. Bei Stelle C wurde in 90 cm Tiefe Darg erbohrt. Auf der Nachbarparzelle von Untersuchungsstelle B (B liegt wie A tiefer als das umliegende Gelände), wo das Moor bis dicht an die Oberfläche ansteht – besonders in Deichnähe –, ist nach Aussagen des Besitzers in der Notzeit nach 1945 noch Torf gegraben worden.

Im Bereich des Meßtischblattes Bredstedt (1319) liegen die Bohrstellen E, F und G. Vom Alten-Sterdebüll-Koog herkommend schiebt sich eine Zone, in der Schlick über Moor lagert, in den westlichen Teil des Ockholmer Kooges auf Bongsiel zu bis dicht

an die Nordsee heran. Die Mächtigkeit der Schlickauflage nimmt nach der See hin zu. In der Nähe von Untersuchungsstelle E hat das Alluvium (Klei + Moor) eine Mächtigkeit von 4,90 m, dann folgen diluviale Sande. Bei Bongsiel ist die Kleischicht (Bohrung 47) 4,45 m mächtig (östlich von E nur 75 oder 90 bis 120 cm), es folgen Moor, bzw. Klei mit Schilftorf. Stelle E wurde noch von der Flandrischen Transgression erreicht d.h., daß wir hier bei Bohrungen zwei Torfschichten, getrennt durch ein Kleiband, antreffen können. Die Langenhorner Meierei am Langenhorner-Alten-Deich liegt auf einer aus diluvialen Sanden bestehenden Erhöhung. Diese Zone schiebt sich nach Westen vor und ragt mit kleinen Erhebungen aus der Marschlandschaft empor. Am Hange eines solchen Sandbuckels liegt Bohrstelle F. Torf konnte hier nicht erbohrt werden, obwohl er im ca. 30 m entfernten Graben in einer Tiefe von 1,25 m (ab Grabenoberkante) ansteht. Am Fuße dieser Sandlinse liegt wieder ein stark vermoortes Gebiet. Ähnlich sind die Verhältnisse bei Stelle G. Sie hat auf der geologischen Karte dieselbe Farbbezeichnung wie Untersuchungsstelle F und befindet sich in der Nähe der Langenhorner Meierei.

Die Bohrstellen H, I, K und L sind auf dem Blatt Deezbüll (1218) zu finden. Den Dagebüll- und Julianan-Marien-Koog, ferner einen Teil des Kleiseer Kooges bedeckt eine Zone mit über 2 m mächtigem Klei. Das Liegende des Alluviums wird von geringmächtigen Moorbildungen eingenommen, die auf diluvialen Sanden liegen. Die Mächtigkeit des Alluviums beträgt in diesem Bereich auf der Halbinsel Dagebüll ca. 4 m. Nach dem Binnenland zu nimmt die Schichtdecke ab (südöstlich der Molkerei Blocksberg noch 2,60 m). Die Stelle H liegt in diesem Bereich, zeigt aber bereits in geringer Tiefe (ab 15 cm) Torf. Vielleicht haben hier ähnliche Verhältnisse wie bei Untersuchungsstelle D eine Rolle gespielt. In diese Zone ist ca. 250 m nördlich von Untersuchungsstelle H eine Linse, bestehend aus kalkhaltigem, schwach lehmigem Sand, eingelagert. Hier liegt Bohrstelle I. Die mächtigen Sandaufschüttungen stammen aus der Zeit, in welcher hier noch das Kleiseer Tief in die See mündete (s.S.12). Dieser Sand setzt sich mit kleinen Abwandlungen bis in 2 m Tiefe fort. Ob er direkt diluvialen Sanden aufliegt, war aus der Literatur und dem Bohrverzeichnis nicht zu entnehmen. Es wäre denkbar, da einmal - wie aus den umgebenden Profilen ersichtlich - der diluviale Sand hoch ansteht, da zum anderen das Kleiseer Tief bei seiner Schließung

eine starke Strömung gezeigt haben dürfte, denn es hat viel Mühe gekostet, den Deichschluß zu vollziehen, wie die Geschichte lehrt. Aus dem Bereich des Marien- und Neuen-Christian-Albrecht-Kooges schiebt sich eine Torfzunge unter Klei über den Ostteil des Dagebüll und den angrenzenden Westteil des Kleiseer Kooges in Richtung auf den Bottschlotter See zu vor. In der Nähe von Bohrstelle K beträgt die Kleiaufgabe 1,30 m, dann folgt Moor und bei 4,10 m erreichen wir das Diluvium. Diese Torfschicht wird nach dem Maasbüller Herrenkoog hin immer geringmächtiger, und ebenfalls nimmt die Dicke der Kleidecke ab. In der Nähe von Bohrstelle L beträgt sie 90 cm, darunter folgt 30 cm Moor, das dem diluvialen Sand aufliegt.

#### Niederschläge und Temperatur

Bodenfeuchtigkeits- und Grundwasserschwankungen werden hervorgerufen durch die Pflanzendecke, Niederschläge, Verdunstung und Abfluß.

Als Anhalt wurden die meteorologischen Messungen der Stationen Husum und Dagebüll (März bis Juli 1955 Ockholm) übernommen (Abb. 3). Die Niederschlagswerte geben nur einen ungefähren Wert an, bekanntlich nehmen sie von der Küste zum Geestrand hin zu. Für Husum sind also wesentlich höhere Werte als für Dagebüll zu erwarten.

Die Niederschlagsmengen wurden für die Zeiträume zwischen den Untersuchungstagen ermittelt, und zwar einmal das tägliche Mittel, zum anderen die Gesamtsumme der in der Zwischenzeit gefallenen Regenmengen. Bei einem Vergleich der Kurven beider Stationen zeigen sich 3 gemeinsame Minima (28.6. bis 20.8.1955, 29.10. bis 26.11.1955, 9.3. bis 30.4.1956) und 3 Maxima (2.6. bis 28.6.1955, 20.8. bis 29.10.1955, 27.11.1955 bis 15.1.1956).

Hier muß bemerkt werden, daß eine an einem Tag gefallene große Niederschlagsmenge für Lehmböden wenig Wirkung zeigt, da eine Verschlämmung der Bodenkrume eintritt, das Wasser somit abfließt und nur eine geringe Menge in den Boden eindringt (vergl. Untersuchungen von WITTE und HERRMANN 1954 bei Versuchen mit



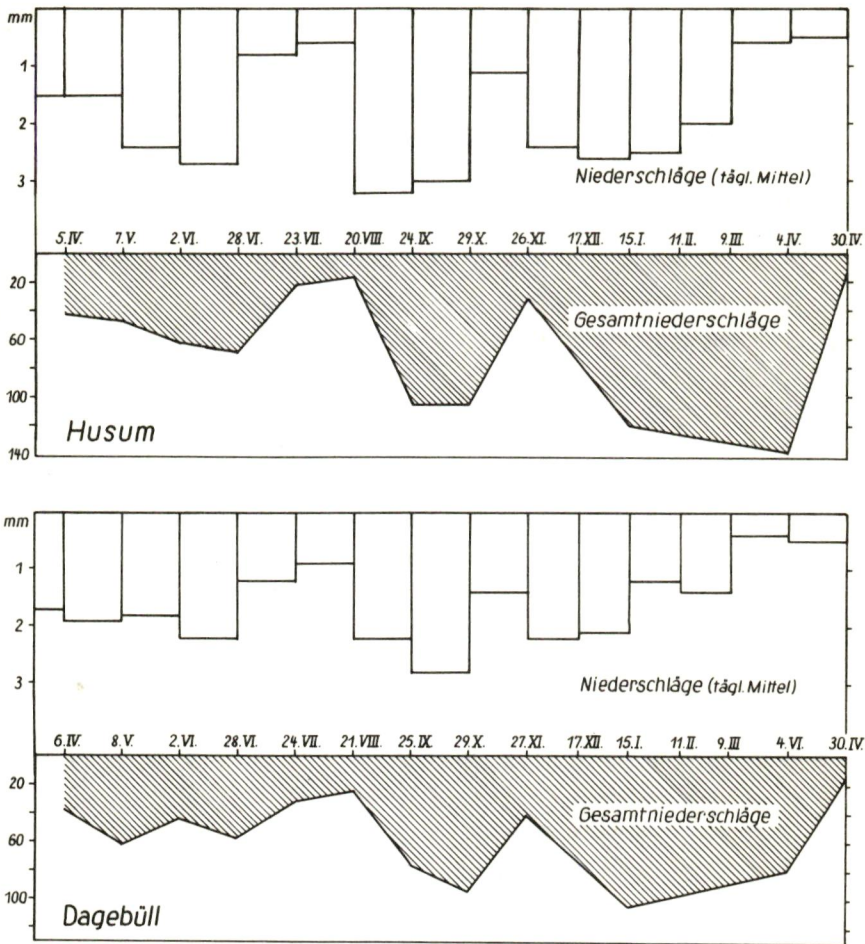


Abb. 3 Niederschläge und Temperaturen

künstlicher Beregnung). Es ist darum notwendig, das Verhältnis von Regen- und Trockentagen - insbesondere während der Vegetationszeit - festzustellen. In Tabelle 2 wurden für jede Station die Tage ohne meßbare Niederschläge, diejenigen mit 0,00 bis 0,2 mm und die mit 0,3 mm und mehr zusammengestellt:



Tabelle 2

Datum 1955/56	Anzahl der Tage	Husum			Dagebüll		
		kein meßb. Nie- der- schlag	Regen- tage 0,0 - 0,2 mm	Regen- tage 0,3 u.> mm	kein meßb. Nie- der- schlag	Regen- tage 0,0 - 0,2 mm	Regen- tage 0,3 u.> mm
21. 3. - 5. 4.	16	4	3	9	5	2	9
6. 4. - 7. 5.	32	7	9	16	11	4	17
8. 5. - 2. 6.	26	9	4	13	10	3	13
3. 6. - 28. 6.	26	9	6	11	12	4	10
29. 6. - 23. 7.	25	13	7	5	18	-	7
24. 7. - 20. 8.	28	16	6	6	20	1	7
21. 8. - 24. 9.	35	14	5	16	18	1	16
25. 9. - 29.10.	35	5	6	24	11	2	22
30.10. - 26.11.	28	9	6	13	14	4	10
27.11. - 17.12.	21	2	2	17	4	4	13
18.12. - 14. 1.	28	4	4	20	8	2	18
15. 1. - 11. 2.	28	7	7	14	13	3	12
12. 2. - 8. 3.	26	7	9	10	14	3	9
9. 3. - 4. 4.	27	19	2	6	22	2	3
4. 4. - 30. 4.	26	10	8	8	22	-	4
Insgesamt	407	121	84	188	202	35	170

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß Dagebüll eine bedeutend höhere Zahl von Trockentagen aufweist als Husum. Ferner ist die Zahl der Tage mit 0,3 mm und mehr und 0,0 - 0,2 mm Niederschlag geringer als in Husum. Betrachten wir die Verteilung der Trockentage beider Stationen für die Zeiträume Mai bis August (Husum 44, Dagebüll 70) und September bis April (Husum 67, Dagebüll 117), so ergibt sich im Mittel, daß in Dagebüll die Trockentage in beiden Zeiträumen fast die gleiche Häufigkeit einnehmen, in Husum aber vom Sommer zum Winter abnehmen.

Die in der Zeit vom 6.4.1955 bis 4.4.1956 gemessenen Niederschläge betrugen für Husum 742,4 mm, für Dagebüll 644,7 mm. Sie liegen also bei Husum 64 mm unter, bei Dagebüll aber ca. 10 mm über dem langjährigen Jahresmittel. Für die küstennahen Gebiete dürfen wir also eine geringe, für die weiter entfernten eine größere Abweichung vom Mittelwert annehmen.

Es würde im Rahmen dieser Betrachtungen zu weit führen, noch auf die Klimaverschiebung seit 1930 einzugehen. Aus den Arbeiten von RUSS (1954), DAMMANN (1954) u. a. geht hervor, daß auf das Jahresmittel der Niederschläge gesehen, kaum Änderungen, manchmal höchstens Steigerungen eingetreten sind, daß aber die Zahl der Trockentage sich erhöht und eine Verschiebung in der

Verteilung der Regenmengen pro Monat stattgefunden hat. Verbunden mit einem Anstieg der Temperatur bedeutet das eine Erhöhung der Verdunstungskraft, die wiederum dem Boden mehr Wasser entzieht.

Die Temperaturkurve von Husum (Abb. 4) vermittelt einen Eindruck des Temperaturverlaufes während der Untersuchungszeit. Gestrichelt ist die Temperaturkurve des langjährigen Mittels (1881 bis 1930) dazu gezeichnet. Auch hier ist eine Veränderung festzustellen, indem die Kurve des langjährigen Mittels zu Beginn

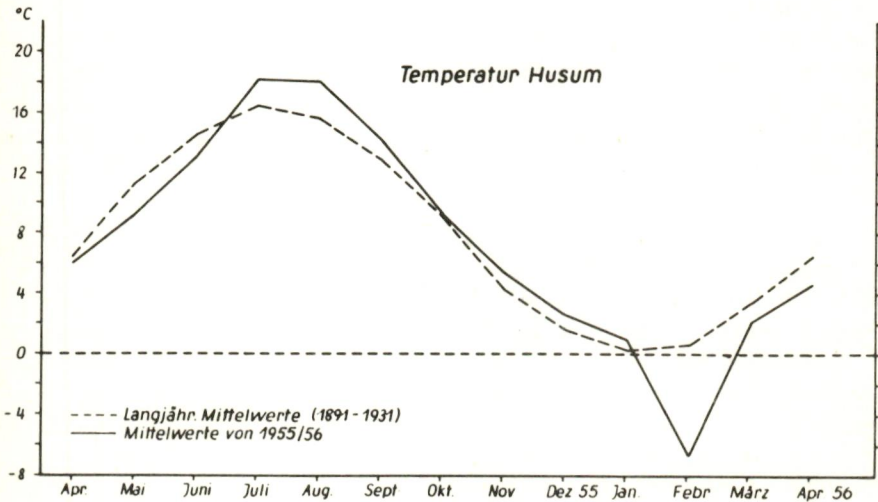


Abb. 4

stärker ansteigt, ab Juli unterhalb der Temperatur der Untersuchungszeit bleibt; ab Januar erfolgt dann wieder ein stärkerer Anstieg, während unsere Kurve den Einbruch einer Kälteperiode als

starken Abfall anzeigt. Die Apriltemperatur des Jahres 1956 liegt unter der des Vorjahres. Von Dagebüll liegen keine Temperaturmessungen vor, so daß hier keine Vergleiche angestellt werden können. Die Stärke der Verdunstung ist unter anderem auch von der Höhe der Temperatur abhängig. Daher darf man aus der Temperaturkurve ableiten, daß die Verdunstung zu Beginn der Vegetationsperiode unter dem langjährigen Mittel, ab Mitte Juni 1955 bis Januar 1956 über diesem lag.

### Untersuchungen an Gräben

Von vier Gräben in der Nähe der Bohrstellen A, C, F und H wurde während der laufenden Untersuchungen Oberflächenwasser in Kunststoff-Flaschen (50 ccm) entnommen und im Labor auf die Chloride hin untersucht. Über die Untersuchungsmethode wird auf Seite 55 ausführlich berichtet. Die Messung der Wasserspiegelschwankungen geschah von einem selbstgewählten Festpunkt aus, und die cm-Angaben bezeichnen jeweils die Entfernung vom Festpunkt zum Wasserspiegel.

Nach HECK (1948) soll ein gutes Grundwasser nicht mehr als 30 mg Cl/l enthalten. Wenn die Werte bei 90 mg Cl/l liegen, so dürfen Einflüsse organischer Verunreinigung oder Versalzung angenommen werden. Wasser mit mehr als 360 mg Cl/l wirkt sich störend auf den Geschmack aus. Van VEEN (Vortrag vor dem Küstenausschuß der Nord- und Ostsee 1956) läßt für den menschlichen Genuß noch 100 mg Cl/l zu, für landwirtschaftliche Zwecke darf noch 300 mg Cl/l vorhanden sein, während für einige Ackergewächse 500 mg Cl/l als oberste Grenze gilt.

Der Graben in der Nähe von Bohrstelle A gehört zum Entwässerungssystem des Jelstromes. Aus diesem wurde ebenfalls Wasser in der Nähe von Bohrstelle C entnommen. Das Einzugsgebiet des Jelstromes umfaßt 22 km<sup>2</sup> (FISCHER III/7 1955). Der Strom ist ein selbständiger Vorfluter und besitzt neuerdings ein eigenes Schöpfwerk. Leider liegen von diesem Schöpfwerk keine Schöpfzeiten vor, so daß mit Hilfe der Wasserspiegelschwankungen auf die Abflußzeiten geschlossen werden muß. Die Kurven Graben A und Jelstrom C (Abb. 5) haben im Schwankungsverlauf der Wasseroberflächen-Kurve gemeinsam die Tiefpunkte am 24.7.1955 und 26.11.1955, das Maximum am 29.10.1955 und den Anstieg zum 20.8.1955 und 14.1.56. Nach dem 24.7.1955 scheint das Wasser gestaut worden zu sein,

denn die im August gefallenen Niederschläge (s. Abb. 3) waren so gering, daß daraus bei gleichzeitiger Verdunstung ein Wasser-  
 spiegelanstieg nicht erklärt werden kann. Das Absinken der Was-  
 seroberflächen-Kurve im Jelstrom C zum 24.9.1955 zeigt die be-  
 ginnende Entwässerung, da ja im Laufe des September größere Nie-  
 derschlagsmengen fielen. Diese Schwankung wird von Graben A nicht  
 mit ausgeführt (eingeschaltete Staustufen).

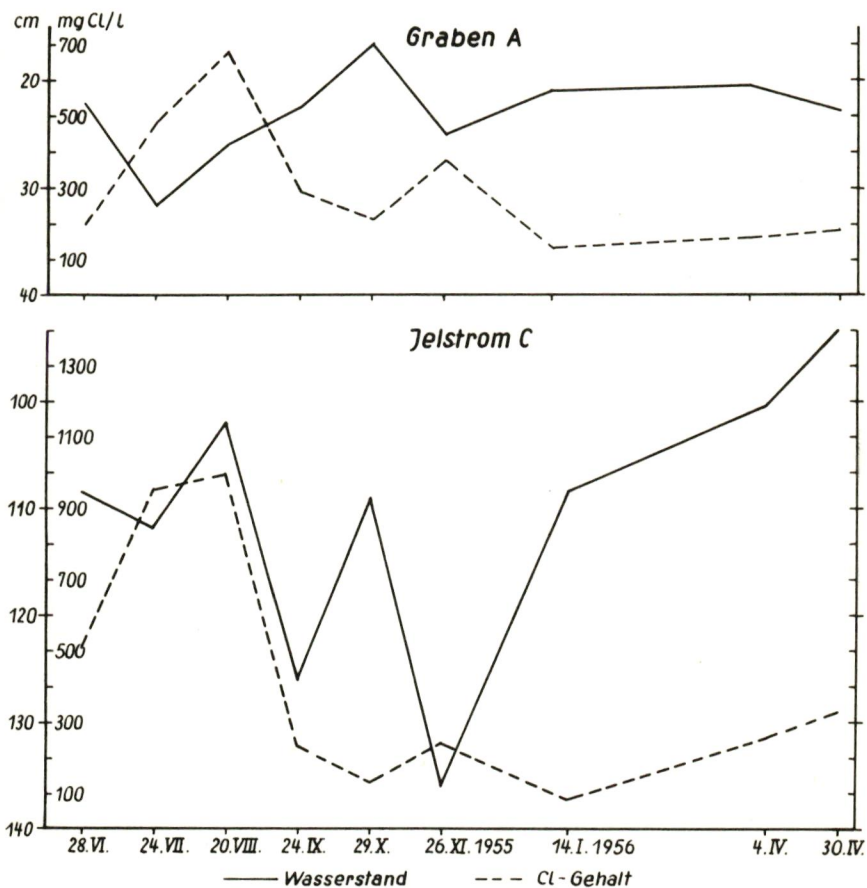


Abb. 5 Wasserstände und Cl-Gehalte in Gräben



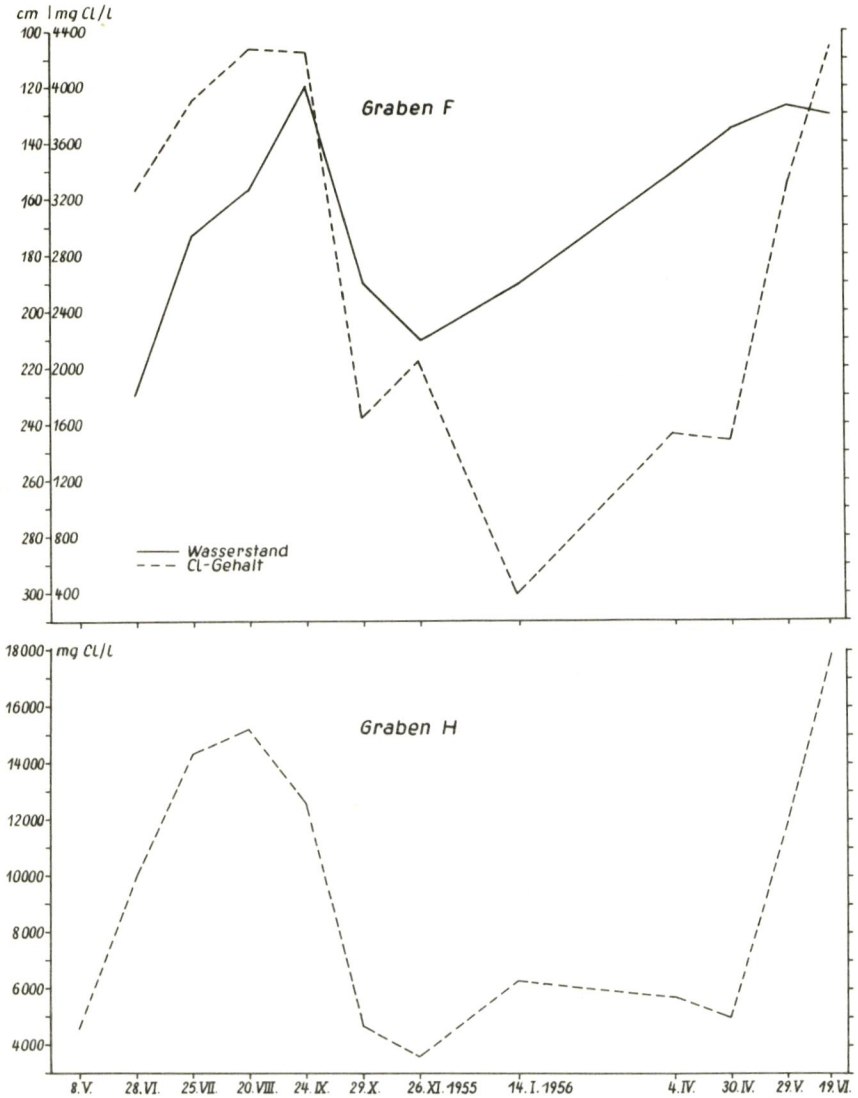


Abb. 6 Wasserstände und Cl-Gehalte in Gräben

Die Chlorid-Kurven zeigen ein gleichmäßiges Bild. Der Wasserstau bis zum 20.8.1955 führte in Verbindung mit der im Sommer hohen Verdunstung zu einem Anstieg der Cl-Werte. Dann läßt sich in den Cl-Kurven des Grabens A und des Jelstromes C vom 20.8. bis 19.10.1955 eine Aussüßung erkennen, verursacht durch schnell abfließende Oberflächenwasser als Folge der regenreichen Monate September und Oktober. Die Absenkung des Wasserspiegels im Jelstrom vom 20.8. bis 24.9.1955 wirkt zusammen mit der Regenmenge des September aussüßend, eine Durchmischung des Wasserkörpers, hervorgerufen durch den Wasserstrom, mit vielleicht salzreicherem Unterwasser ist ohne Belang. Im November 1955 fielen geringe Niederschläge. Der Anstieg der Cl-Kurven dürfte nicht mehr auf die Verdunstung zurückzuführen sein. Infolge des tief abgesenkten Grabenwassers sickert nun aus dem Grundwasserhorizont der umliegenden Böden Salzwasser in die Gräben ein, welches bei hohen Wasserspiegelständen infolge des Gegendruckes nicht austreten konnte.

Im Bongsieler Entwässerungsgebiet liegen die Gräben F und H (Abb. 6), beide in der Nähe der dazugehörigen Bohrstellen. Die Kurven weichen nur wenig voneinander ab. Leider konnte bei Graben H kein Festpunkt ausgemacht werden. Da aber während der laufenden Untersuchungen kein Wasserzug auftrat, erscheint die Annahme gerechtfertigt, diesen Graben als stehendes Gewässer zu bezeichnen. Er führte während der ganzen Untersuchungszeit Wasser. Das Bongsieler Einzugsgebiet wird von der Lecker-Au, Soholmer-Au und dem Bongsieler Kanal entwässert. Letzter führt zusammen mit dem Unterlauf der Lecker-Au das Wasser der Bongsieler Marsch mit einem Einzugsgebiet von 160,5 km<sup>2</sup> ab. Das gesamte Entwässerungsgebiet Bongsiel umfaßt 729 km<sup>2</sup>, davon entfallen 79% auf die Geest, 21% auf die Marsch (FISCHER III/7 1955). Die großen Abflußmengen der Geest führten in der tiefliegenden Marsch zu Überschwemmungskatastrophen, die 10 000 ha Land unter Wasser setzten. Durch Bedeichung der Vorfluter und neue in Bau oder Planung befindliche Maßnahmen soll die Überflutungsgefahr gebannt werden (PETERSEN, M. 1955).

Graben F wurde im Frühsommer des Jahres 1955 neu ausgehoben. Die dabei notwendige Abdämmung führte zu einer Erhöhung des Wasserstandes bis zum 24.9.1955. Dazu kommen ab 20.8. noch die Niederschläge (vergl. Abb. 3). Der Sielzug entwässert ein stark versalzene Gebiet. Das zeigt sich in den hohen Cl-Werten des Ab-

flußwassers. Die Niederschläge des September bewirkten keine Aussüßung. Erst mit beginnendem Abfluß und den Niederschlägen des Oktober wird sie zum 29.10.1955 hin deutlich. Auch bei dieser Kurve finden wir einen Chlorid-Anstieg zum 26.11.1955, dessen Grund wir bereits oben erwähnten. Besonders stark prägt sich die Aussüßung im Verlaufe des Winters und zeitigen Frühjahrs aus. Mit steigendem Wasser und erhöhter Verdunstungskraft beginnt ein steiler Anstieg der Cl-Werte, die am 19.6.1956 bereits die vom Juli/August 1955 übertreffen.

Der Graben H liegt in der Nähe der gleichnamigen, in einer Senke gelegenen Bohrstelle, die durch einen kleinen Kleiwall von diesem abgegrenzt wird. Allerdings war der Wall an zwei Stellen durchbrochen, so daß von der Senke Wasser in den Graben laufen konnte. Unter den Wall hindurch hatte sich ein dicker Torfwulst gequetscht, der einen regelrechten Unterwasserhang bildete. Auf diesem Hang hatten sich Kolonien mit roten und weißen Schwefelbakterien entwickelt. Im Sommer schwammen große Faulschlammstük-



Abb. 7 Offener Graben mit Kolonien von Schwefelbakterien

ke auf der sonst vegetationslosen Oberfläche (Abb. 7). Das Wasser roch stark nach Schwefelwasserstoff; der Graben weist im Vergleich zu den anderen die höchsten Cl-Werte auf. Im Gegensatz zu diesen zeigt sich zum 26.11.1955 eine Aussüßung. Da hier kein Abfluß feststellbar und damit der Gegendruck also groß genug war, dem salzhaltigen Grundwasser der Parzellen den Einfluß in den Graben zu verwehren, zeigen hier die Niederschläge noch ihre Wirkung, die, obgleich sie nicht groß waren, infolge der geringen Verdunstung sich auswirken konnten. Der Anstieg zum 14.1.1956 dürfte aus dem Zufluß der stark versalzten Senke, in der Bohr-stelle H lag, zu erklären sein. Die Einflüsse des Winters lassen dann die Cl-Kurve absinken, sogar durch die Trockenzeit zum 30.4.1956 wird dieses nicht unterbunden. Ab 30.4.1956 kommt es auf Grund geringer Niederschläge und der anwachsenden Verdunstungskraft zu einem Anstieg der Cl-Werte.

In der Nähe von Untersuchungsstelle D wurde ein 18 m tiefer Brackwasserbrunnen, der auf einer Warft liegt und keinen Niederschlagszufluß von oben erhält, untersucht (Abb. 8). In diesen

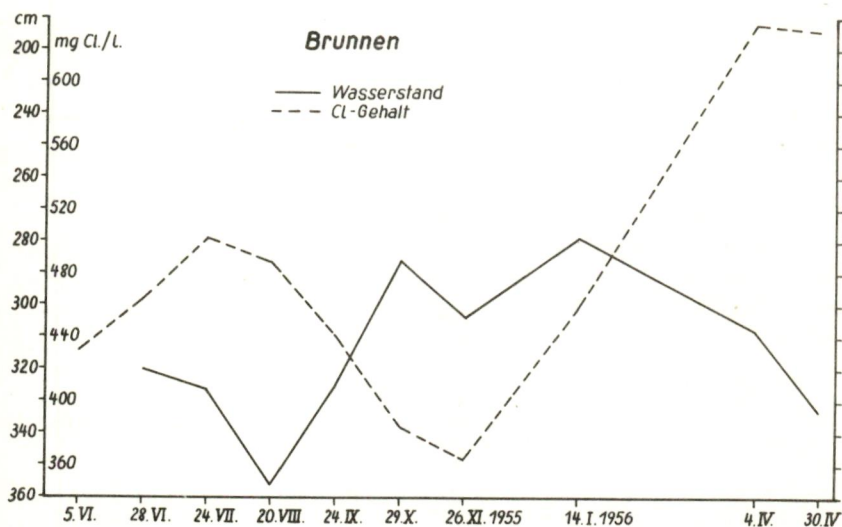


Abb. 8



Brunnen führt ein etwa 6 m langes Pumpenrohr, aus dem Wasser für die Untersuchungen entnommen wurde.

DITTMER (1953a) glaubt aus den Salzuntersuchungen an Brunnen eine zunehmende Versalzung feststellen zu können. Aus unserer Beobachtungsreihe läßt sich aus den vorliegenden Kurven des Brunnens ein solcher Schluß nicht ohne weiteres ziehen. Die auf Abb. 8 wiedergegebenen Werte, die sich auf die Wasserstände und deren Chlorid-Gehalte in etwa 6 m Tiefe ab Brunnenoberkante beziehen, lassen keine einwandfreien Abhängigkeiten erkennen.

Von Juni bis August 1956 sinkt der Wasserspiegel. Während dieser Zeit wird dem Brunnen kaum Wasser entnommen, so daß es sich hier um eine Parallele mit dem Absinken des Geländewassers handeln muß. In derselben Zeit nimmt der Cl-Gehalt nach einem anfänglichen Anstieg ebenfalls ab. Von August bis Oktober steigt der Wasserspiegel wieder an. Der in den übrigen Kurven zu beobachtende Wasseranstieg auf Grund der größeren Niederschläge dieser Zeit spiegelt sich also auch in diesem Brunnen wider. Zur selben Zeit wird der Salzgehalt des Brunnenwassers jedoch niedriger und kann wahrscheinlich auf seitliches Eindringen salzärmeren Niederschlagswassers zurückgeführt werden. Ab Oktober wird der Brunnenwasserstand durch die Entnahme für das Vieh, die Reinigung der Stallungen usw. stark beeinflußt. Durch die andauernde Entnahme des Oberflächenwassers wird salzreicherer Unterwasser nach oben verlagert, wie aus der beachtlich ansteigenden Cl-Kurve deutlich wird.

Nach den Aussagen des Besitzers und nach Beobachtungen zurückliegender vegetationskundlicher Arbeiten war dieser Brunnen in früheren Jahren angeblich stärker verbrackt als zur Zeit unserer Beobachtungen, so daß von einer allgemeinen zunehmenden Versalzung in diesem Fall nicht gesprochen werden kann.

Aus den Grabenuntersuchungen ergibt sich folgendes:

1. Der Wasserstau im Sommer 1955 führte (im Verein mit der hohen Verdunstungskraft der Atmosphäre) zu einem Anwachsen der Cl-Gehalte.
2. Das Grabenwasser steht mit dem Grundwasser der Parzellen in Verbindung. Eine Versalzung an der Oberfläche der Parzellen wird nicht erfolgen, wenn der Grundwasserstand während des Jahres abgesenkt und die Kleiauflage so mächtig ist, daß ein kapillarer Salzwasseraufstieg unterbunden wird.
3. Der tiefe Wasserstand in den Gräben im November 1955 förderte

das Einsickern salzigen Grundwassers, da der Gegendruck des sonst hochstehenden Grabenwassers fortfällt.

4. Auf Grund der Brunnenuntersuchung kann von einer allgemeinen zunehmenden Versalzung nicht gesprochen werden.

#### Bodenfeuchtigkeit und Grundwasser

Die Bodenfeuchtigkeit wurde für die Tiefen 0-5, 10, 20, 50 und 90 cm bestimmt. Von den mit dem Bohrstock gewonnenen und in Kunststoff-Beutel gefüllten Proben wurde eine gewichtsmäßig bestimmte Menge im Thermostaten bei 105° C 48 Stunden lang getrocknet, dann wieder gewogen und die Feuchtigkeit auf 100 gr trockenen Boden berechnet. Die Schwankungen der Bodenfeuchtigkeitswerte in 0 bis 5 cm Tiefe stimmen gut überein mit den Maxima und Minima der Niederschlagsmengen. Abweichungen ergeben sich, da die Niederschläge in den bearbeiteten Gebieten verschiedene Werte erreichen. Ferner spielen auch die Regenmengen eine Rolle, die kurz vor oder während der Untersuchungen fielen, besonders, wenn eine längere Trockenzeit voraufgegangen und eine Rohhumusdecke vorhanden war, die sich naturgemäß zuerst mit Wasser vollsaugt. Die tieferen Lagen werden kaum beeinflusst. Hierfür bietet uns die Untersuchungsstelle B ein gutes Beispiel (Abb. 9).

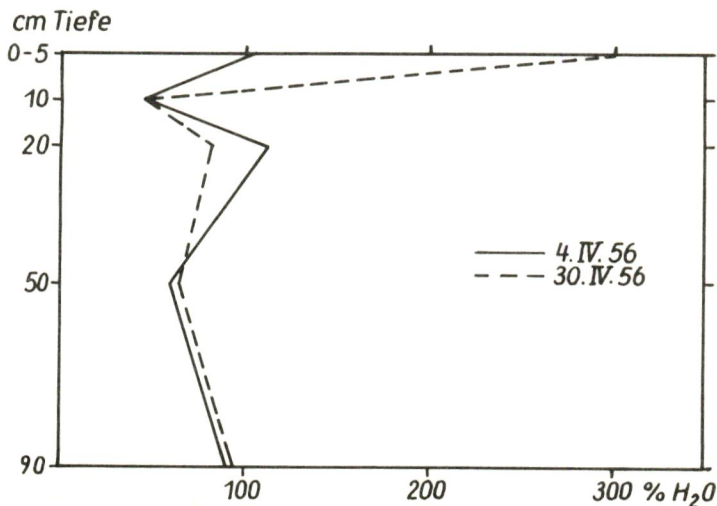


Abb. 9 Tiefenwirkung der Niederschläge

Die am 30.4.1956 gefallene Niederschlagsmenge kommt lediglich in dem hohen Feuchtigkeitsgehalt der oberen 5 cm zum Ausdruck. Die Ausbuchtung der Kurve bei 20 cm zeigt eine Schicht stauender Nässe an.

Der jährliche Gang der Bodenfeuchtigkeit soll an Hand von vier Untersuchungsstellen besprochen werden, die sich sowohl in ihrer Vegetationszusammensetzung wie auch in ihren Böden unterscheiden. Es handelt sich um die Untersuchungsstellen C, E, F und H.

Untersuchungsstelle C zeigt eine dünne Rohhumusauflage ( $A_0$ ) von 2 cm, es folgt ein geringer A-Horizont, der in einen  $G_0$  übergeht. Von 8 bis 30 cm Tiefe erstreckt sich ein Verdichtungshorizont. Der  $G_r$  beginnt bei ca. 60 cm. Der blaugraue Klei vermischt sich nach der Tiefe zu immer mehr mit Schilftorf (vergl. die geologische Beschreibung S.15).

Die Rohhumusauflage bei Untersuchungsstelle E hat eine Dicke von 7 cm. Dem  $G_0$ -Horizont ist eine Verdichtungsschicht eingelagert. Wie bei C vermischt sich der  $G_r$  nach unten hin immer mehr mit Schilftorf.

Bohrstelle F liegt an einem diluvialen Sandhang. Das Profil zeigt einen Gleypodsol. Der A-Horizont ist ca. 5 cm mächtig. Bei ca. 10 cm war eine Humusanreicherung festzustellen, die auf einen sich bildenden B-Horizont hindeuten könnte. Die Untersuchungsstelle lag 1951 noch im Überschwemmungsgebiet, ist heute aber infolge der guten Entwässerung trockengelegt. Ab 15 cm folgt heller, anschließend dunkelbrauner Sand, der im Grundwasserbereich wieder eine hellere Farbe annimmt.

Untersuchungsstelle H besitzt eine Kleiauflage von 15 cm. Während der Trockenperiode des Sommers 1955 bildete sich in den obersten 0,5 cm eine rostbraune Schicht aus. Ab 15 cm folgt dann Torf, in der Tiefe vermischt mit Holzresten.

Beim Betrachten der Bodenfeuchtigkeitskurven zeigt Untersuchungsstelle C (Abb. 10) eine Übereinstimmung mit den Niederschlagsschwankungen. Die Regenmengen (Abb. 3) lassen vom 5.4. zum 7.5.1955 eine geringe Zunahme erkennen. Dieses prägt sich in der Bodenfeuchtigkeitskurve der Oberfläche aus. Wenn auch in der Periode zum 2.6. und zum 28.6. 1955 die Niederschlagsmengen sich erhöhen, so nimmt jedoch die Bodenfeuchtigkeit erheblich ab, denn mit Beginn der höheren Temperaturen (vergl. Abb. 4) steigt

auch die Verdunstungsrate. Hinzu kommt noch die Erhöhung der Verdunstung durch die Transpiration der Pflanzendecke. Die 10 cm-Kurve zeigt in sehr gedämpfter Form den Verlauf der Oberflächenkurve. An dem Rückgang dieser Kurve zum Sommer hin sind nicht

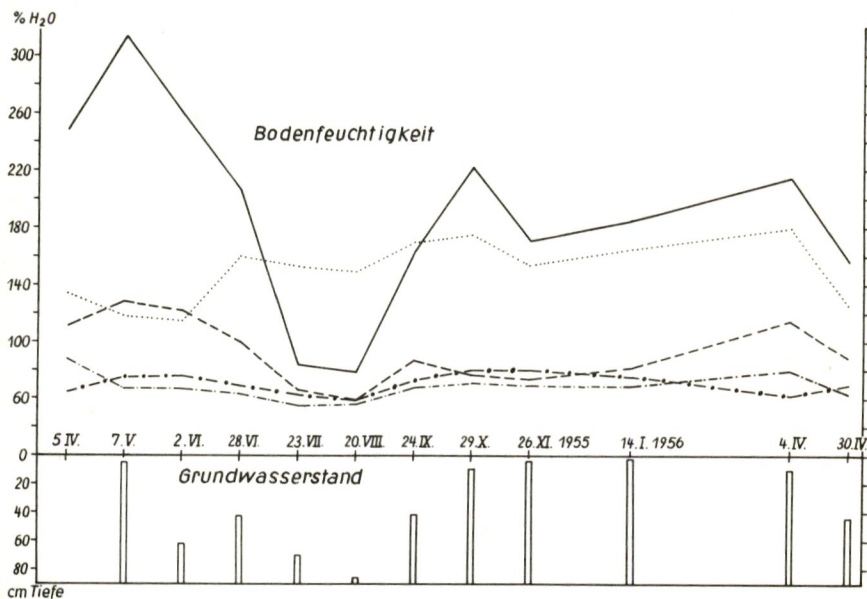


Abb. 10 Bodenfeuchtigkeit und Grundwasserstand

—— 0-5 cm    - - - 10 cm    -.- 20 cm    — • — 50 cm    .... 90 cm

nur das absinkende Grundwasser, sondern auch die oben genannten Faktoren beteiligt. Die Trockenzeit vom Juli und August 1955 prägt sich sehr deutlich aus. Die Regenmengen des September lassen die Kurven wieder ansteigen und führen zu einer Erhöhung des Grundwasserstandes. Der Anstieg der 10 und 20 cm-Kurve dürfte aus den Niederschlägen zu erklären sein, während die Kurve in 50 cm Tiefe von dem ansteigenden Grundwasser beeinflusst wird. (Über die Tiefenwirkung der Niederschläge vergl. HEBESTREIT 1954,



hier auch Übersicht über die weitere Literatur). Der Rückgang der Bodenfeuchtigkeit infolge der geringen Niederschläge im November zeigt sich ebenfalls nur in der oberen Zone. Daß eine Erhöhung der Bodenfeuchtigkeit selbst noch bei hohem Grundwasserstand möglich ist, läßt der Anstieg der Kurven 10 und 20 cm von November 1955 bis April 1956 erkennen. Zum Verständnis ist wichtig, daß sich ab 8 cm bis ca. 30 cm Tiefe eine Verdichtungszone (Knick) befindet. Das Grundwasser steigt nicht nur in den Kapillaren aufwärts, sondern vor allem in den Bahnen, die von Regenwürmern, Pflanzenwurzeln usw. gebildet worden sind. Bei langem Grundwasserstau dringt das Grundwasser seitlich in die umgebenden Erdschichten ein. Der Anstieg von Januar bis zum 4.4.1956 dürfte auf Frost- und Schneeeinwirkung zurückzuführen sein. Durch das Auftauen der oberen Bodenschichten und den geringen Anteil der Verdunstung kann die Bodenfeuchtigkeit trotz sehr geringer Niederschläge noch zunehmen.

Während wir bei den Kurven der oberen drei Tiefen eine deutliche Staffellung untereinander beobachten, sehen wir die allgemeinen Feuchtigkeitswerte bei der 50 cm-Kurve etwas und bei der 90 cm-Kurve stark ansteigen. Der Boden ist nach der Tiefe zu mit Schilftorf durchmischt. In den Feuchtigkeitskurven spiegelt sich das deutlich wider, da die Wasseraufnahmefähigkeit des Schilftorfes gegenüber dem Klei größer ist.

Bei Betrachtung der Bodenfeuchtigkeitskurve 0 bis 5 cm fällt der starke Abfall zum 20.8.1955 und der geringere zum 30.4.1956 auf, obwohl die Regenmenge des August noch um 13,3 mm höher lag als die des April. Natürlich wird die am 30.4.1956 gefallene Regenmenge die Bodenfeuchtigkeit erhöht haben, aber die Grundwasserstände beider Monate zeigen große Unterschiede. Der des August ist bedeutend niedriger als der des April. Vergleicht man die hydrothermischen Quotienten (vergl. WALTER III/1 1951), so erreicht dieser für die Augustperiode den Wert 0,5, der für den April den Wert 1,0. Das bedeutet nach SELJANINOW (aus WALTER s.o.) für den August Trockenheit, für den April noch eine genügende Befeuchtung. Dieses Beispiel macht die Wirkung der Verdunstung sehr deutlich, die im Sommer naturgemäß viel höher ist als im Frühjahr.

Untersuchungsstelle E (Abb. 11) verhält sich ähnlich wie C. Unterschiede im Verlauf der Kurven können örtlich gedeutet wer-

den. Auffällig sind hier die hohen Feuchtigkeitswerte in der Oberflächenschicht 0 bis 5 cm, bedingt durch die große Wasseraufnahmefähigkeit der Rohhumusauflage. Die 0-5, 10 und 20 cm-Tiefenkurven liegen deutlich untereinander. Ab 50 cm zeigen die Kurven dann wieder höhere Werte. Auch hier tritt – wie bei C – mit Schilftorf vermischter Klei auf. Die großen Schwankungen der 90 cm-Tiefenkurve zeigen in den beiden Gipfeln, daß sehr viel Torf erbohrt wurde. Wie sich diese Schwankungen auf die Salzgehaltskonzentration auswirken, wird später besprochen.

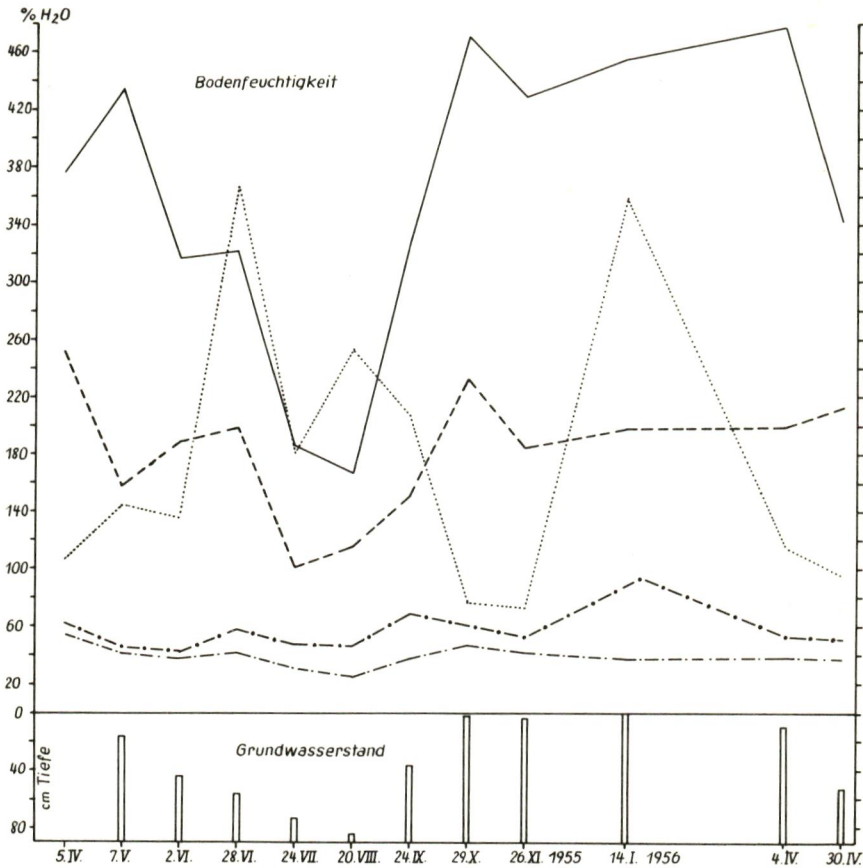


Abb. 11 Bodenfeuchtigkeit und Grundwasserstand

— 0-5 cm    - - - 10 cm    - . - 20 cm    — • — 50 cm    .... 90 cm

Bei Bohrstelle F (Abb. 12) wurden nur die Kurven 0–5 cm, 10 cm, 50 cm und 90 cm wiedergegeben. Die Einfügung der 20 cm-Kurve hätte das Bild zu unübersichtlich gestaltet. Die Durchlässigkeit und die Porosität des Bodens, verbunden mit einem tief-

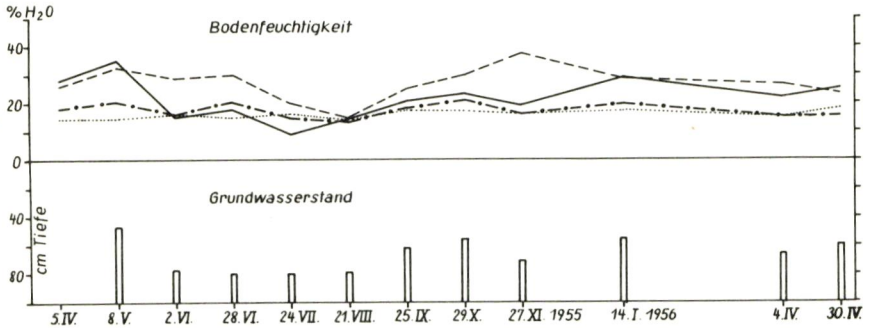


Abb. 12 Bodenfeuchtigkeit und Grundwasserstand

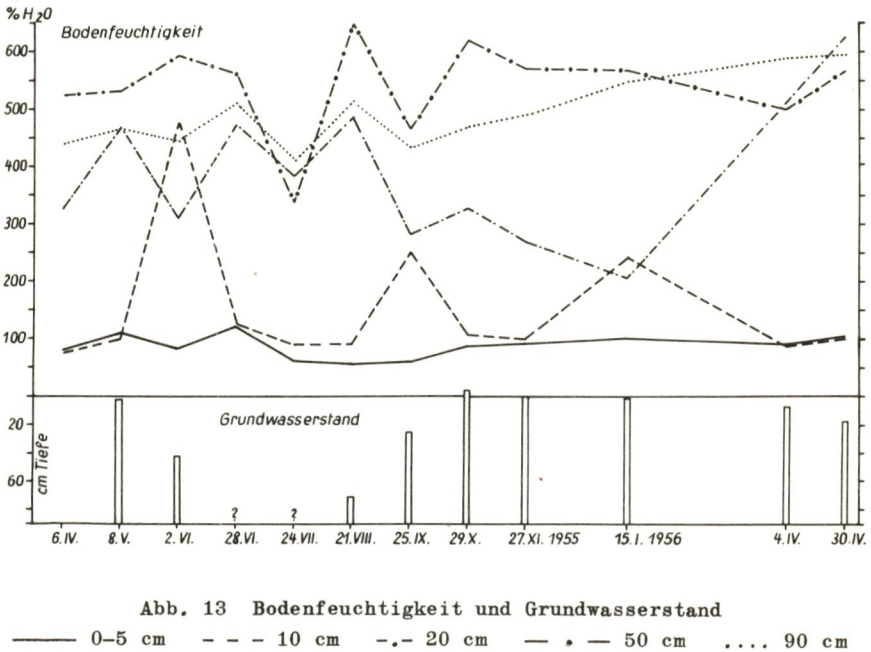
— 0–5 cm    - - - 10 cm    — • — 50 cm    .... 90 cm

liegenden Grundwasserstand, drängen die Feuchtigkeitswerte auf einen sehr schmalen Raum zusammen. Die 90 cm-Tiefenkurve zeigt einen ausgeglichenen Verlauf. In der 50 cm-Kurve klingen die Oberflächenschwankungen noch an. Auffällig ist, daß die 10 cm-Kurve fast immer oberhalb der Oberflächenkurve verläuft. Diese liegt im BG-Horizont und kann infolge angereicherter Humussubstanz mehr Feuchtigkeit als die Umgebung aufnehmen.

Während bei allen Untersuchungsstellen (Ausnahme F) die Feuchtigkeit der tieferen Zonen höher lag als in den oberen Horizonten, so gibt Bohrstelle H (Abb. 13) ein umgekehrtes Bild wider, da hier keine Rohhumusaufgabe vorhanden ist, sondern nur eine 15 cm dicke Kleischicht. Diese weist fast keine Feuchtigkeitsschwankungen auf, weil das Niederschlagswasser kaum eindringen kann. Die Schwankungen der anderen Tiefenkurven sind bodenmäßig bedingt.

Die Feuchtigkeit der Oberfläche weist die größten Schwankungen auf, besonders dann, wenn eine dicke Rohhumusdecke vorhanden ist. In 10 cm Tiefe läßt sich, wenn auch mit Verzögerung, noch eine Niederschlagseinwirkung feststellen. Die Kurven der anderen Tiefen zeigen geringere Schwankungen, bedingt durch ver-

schiedene Bodenarten oder Grundwasserstandsschwankungen. Als Grundwasser wird hier jenes Wasser bezeichnet, das nach der Boh-



rung in dem Bohrloch bis zu einer gewissen Tiefe aufsteigt. Es wurde immer nach der Beendigung aller Arbeiten gemessen, die ca. eine halbe Stunde dauerten. Die Grundwasserstände verhalten sich ziemlich gleichmäßig. Die Niederschläge, die während des Frühlommers fallen, werden in den obersten Bodenschichten festgehalten und beeinflussen den Grundwasserstand nicht. Der Grundwasseranstieg bei Untersuchungsstelle A bis D zum 28.6.1955 kann auf die im Husumer Bereich besonders hoch ausgefallenen Niederschläge sowie auf einen Wasserstau in den Entwässerungsgräben zurückgeführt werden.

### Die Vegetation

Als Ausgang für die Untersuchungen wurde die Vegetationskartierung der Westküste von Schleswig-Holstein aus dem Jahre 1952 genommen. Damals konnte festgestellt werden, daß ca. 750 ha mit halophiler Vegetation bedeckt waren.



Die in Tabelle 3 aufgeführten Vegetationsaufnahmen beziehen sich nur auf die Bohrstellen und deren nächste Umgebung. Durchschnittlich wurden 4 bis 9 m<sup>2</sup> berücksichtigt. Die Vegetation der Bohrstellen A, B, D, E, G, I, K und L läßt sich auf Grund gemeinsamer Merkmale zusammenfassen. Gemeinsam ist allen *Alopecurus geniculatus*, *Agrostis stolonifera* und *Juncus gerardi*<sup>1)</sup>. Die anderen Arten variieren je nach Feuchtigkeit und Salzgehalt. Der Homogenitätswert (RAABE 1946) beträgt 64%, damit ist eine Zusammenfassung gerechtfertigt. Nach TÜXEN (1950) lassen sich diese Vegetationsaufnahmen der *Alopecurus geniculatus*-*Rumex crispus* Ass. (= Ran. rep.-*Alopec. gen. Ass. TX et HINZ* 1937) zuordnen. Die Vegetation von Bohrstelle C wurde abgegliedert, weil ihr die halophilen Arten fehlen, sie dürfte die "typische" Assoziation darstellen. Die Vegetation des Punktes F besitzt eine erheblich größere Anzahl von Arten. Neben mehreren halophilen Arten, die nur einen geringen Teil der Bedeckung ausmachen, treten einmal Feuchtigkeitszeiger, wie *Juncus articulatus*, *Ranunculus flammula*, *Triglochin palustre* und *Hydrocotyle vulgaris* auf, zum andern verdeutlichen die beiden Gramineen *Holcus lanatus* und *Anthoxanthum odoratum*, die über die Hälfte der Fläche bedecken, einen geringen Salzeinfluß und eine extensive Wirtschaftsweise. Es kommen hier als Halophile *Juncus gerardi* und *Glaux maritima* vor, ebenfalls die Strandform von *Odontites rubra*, und 3 m von der Bohrstelle entfernt wuchs *Centaureum pulchellum*. *Juncus gerardi* und *Glaux maritima* blühen hier noch, bleiben aber kümmerlich. Untersuchungsstelle H weist als einzige Pflanzenart *Salicornia patula* Duval-Jouve em. König auf (KÖNIG 1939). Es handelt sich hier um die diploide Art, die höhere Standorte am Strand bevorzugt und ebenfalls auf Binnenlandsalzstellen vorkommt (CHRISTIANSEN, W. 1955). Die Verbandskennart *Suaeda maritima* tritt zwar auf, ist aber unmittelbar bei der Bohrstelle nicht zu finden.

1) (Alle Pflanzennamen nach MANSFELD 1940).

Tabelle 3

## Vegetation der Untersuchungsstellen

Juni/Juli 1955

Aufn. Nr.	A	B	D	E	G	I	K	L	C	F	H
qm	2	4	4	2	4	4	4	4	4	2	2
VB %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95	40
AZ	15	12	11	13	11	9	9	14	9	30	1
Mittlere AZ	11,8										
Homogenitätswert	64 %										
<i>Alopecurus genic.</i>	8	20	10	2	20	2	5	12	15	1 <sup>0</sup>	
<i>Agrostis stolonifera</i>	6	15	8	1	12	4	3	2	45		
<i>Juncus gerardi</i>	6	40	45	75	2	62	80	20		3	
<i>Poa trivialis</i>	1	1	2	+		+		45	2	1	
<i>Trifolium repens</i>	4	2	5	4				5	10	8	
<i>Triglochin maritimum</i>	55	+			+		+				
<i>Poa pratensis</i>	1	+		+						+	
<i>Ranunculus repens</i>	+		2					3	2	2	
<i>Eleocharis uniglumis</i>		20	25	1	50	+		2		1	
<i>Glyceria fluitans</i>		+	+				5		10		
<i>Potentilla anserina</i>			1		4	3	5		10	5	
<i>Agropyron repens</i>			1			25	+	1			
<i>Phragmites communis</i>					4	3 <sup>0</sup>		1 <sup>0</sup>		+ <sup>0</sup>	
<i>Festuca rubra</i>	10	2								2	
<i>Agrostis tenuis</i>	2	+									
<i>Festuca pratensis</i>	2			3							
<i>Lychnis flos cuculi</i>	+			+						1	
<i>Rhinanthus spec.</i>	5			8						2	
<i>Ranunculus acer</i>	+							1			
<i>Holcus lanatus</i>	+										
<i>Polygonum amphibium</i>		+								30	
<i>Leontodon autumnalis</i>			+		+				+	1	
<i>Ranunculus sardous</i>				1			K?			2	
<i>Bromus mollis</i>				+				8			
<i>Myosotis scorpioides</i>				+						+	
<i>Scirpus maritimus</i>					5 <sup>0</sup>						
<i>Galium palustre</i>					2						
<i>Sium erectum</i>					1						
<i>Glaux maritima</i>						1				2 <sup>0</sup>	
<i>Cardamine pratensis</i>							2	1		+	
<i>Taraxacum officinale</i>								+		+	
<i>Alopecurus pratensis</i>								+			
<i>Cynosurus cristatus</i>									5	+	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>										25	
<i>Juncus articulatus</i>										1	
<i>Sagina procumbens</i>										5	
<i>Cerastium caespitosum</i>										2	
<i>Odontites rubra lit.</i>										1	
<i>Trifolium pratense</i>										+	
<i>Ranunculus flammula</i>										+	
<i>Triglochin palustre</i>										+ <sup>0</sup>	
<i>Deschampsia caespit.</i>										+ <sup>0</sup>	
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>										+ <sup>0</sup>	
<i>Salicornia patula</i>											40

AZ=Artenzahl, VB%=Vegetationsbedeckung, K=Keimling

### Die Abhängigkeit der Vegetation vom Untergrund und von der Tiefenlage zu NN

Auf den Seiten 15 bis 18 wurde der Untergrund der Bohrstellen sowie der angrenzenden Gebiete an Hand geologischer Karten und Bohrungen beschrieben. In Tabelle 1 wurde die Tiefenlage zu NN verzeichnet. Es erhebt sich nun die Frage, ob eine Abhängigkeit der halophilen Vegetation von der Tiefenlage zu NN und dem Boden zu erkennen ist. Für die Beantwortung wurde die Kartierung von 1952 zugrunde gelegt.

Ein langer Streifen halophilen Bewuchses zieht sich vom Südwesten des Kleiseer Kooges in nordöstlicher Richtung auf die Schule hin. Der Boden zeigt im Südwesten mächtigen, kalkhaltigen, schwach lehmigen Sand. Nach Nordosten schließen sich im Untergrund (ab 1,20 m) diluviale Sande an, über denen Torf und abschließend Klei liegen. Ein Vergleich mit der Tiefenkarte dieses Bereiches läßt erkennen, daß der halophile Vegetationsstreifen in einem Tiefenbereich von 0,0 bis minus 1,00 m liegt. Es handelt sich hier um das Bett des ehemaligen Kleiseer Tiefes. Die Salzvegetation bei Bohrstelle K dehnt sich in einem alten Priellauf (0,0 bis minus 0,50 NN) aus. 1,30 m unter der Oberfläche dieser Rinne liegt Torf, der nach Westen hin von einer immer mächtiger werdenden Kleischicht überdeckt wird.

Die Tiefenlinien für Ockholm folgen im wesentlichen der Lagerung "Schlick über Moor". Die Salzvegetation tritt besonders stark an den Stellen auf, die eine Tiefenlage von minus 0,50 bis minus 1,00 m NN aufweisen, aber auch dort, wo eine Tiefenlage von 0,0 bis minus 0,50 m NN erreicht wird. Im letzten Fall tritt aber die halophile Vegetation besonders hervor, wenn die über Moor liegende Kleidecke geringmächtig ist. Dicht unter der Oberfläche anstehender Torf, eine Lage unter NN und ein damit verbundener hoher Grundwasserstand läßt an der Oberfläche Salzvegetation auftreten. Die im Untergrund liegenden diluvialen Sande unter Schlick und Moor auf Büttjebüll zu scheinen keinen Einfluß auf den Bewuchs zu haben. Die diluviale Sandlinse bei der Langenhorner Meierei am Langenhorner-Alten-Deich liegt 0,0 bis minus 0,50 m NN. Es zeigt sich hier aber eine glykische Vegetation, wenn auch im bunten Vielerlei von Gesellschaften. Hier sind ferner Äcker vorhanden, die man sonst in diesem Bereich selten findet. Die Sandlinse scheint trotz ihrer geringen Ausdehnung ein



Süßwasserspeicher zu sein, der einer glykischen Vegetation Lebensmöglichkeiten verschafft.

In der Hattstedter Marsch liegen die Verhältnisse ebenso wie in den oben besprochenen Gebieten. Die halophile Vegetation tritt am Jelstrom in einem Gebiet von 0,00 bis minus 1,00 m NN Tiefenlage auf. Die Bodenkarte gibt Schlick über Torf an. Aber hier am Jelstrom, an der östlichen Grenze der halophilen Vegetation, zeigt die geologische Karte innerhalb einer Bohrtiefe von 2 m diluviale Sande. Aus der Tiefenlinienkarte geht wegen des großen Maßstabes nicht die Tiefenlage der Stellen A, B und D hervor. In der Vegetationskarte 1 : 5000 erscheinen diese Stellen als kleine "Nester".

Diese Befunde lassen den Schluß zu, daß ein Auftreten von Salzvegetation in dem beschriebenen Untersuchungsbereich in erster Linie von der Lage zu NN und damit von der Grundwasserhöhe abhängig ist. Ferner sind auch die Untergrundverhältnisse und die Mächtigkeit der darüberliegenden Kleidecke maßgebend. Es besteht eine enge Beziehung zu der im Untergrund häufig erbohrten Moorschicht (vergl. S. 72ff). Auch in einer Baggerkuhle des Sönken-Nissen-Kooges (bei RABE) konnte ein solcher Zusammenhang nachgewiesen werden. Diluviale Sande als salzzuführende Schicht können im Jelstrombereich in Frage kommen, im übrigen Bereich konnte ihre Beteiligung nicht nachgewiesen werden.

#### Vergleich der Vegetationskartierungen von 1938 und 1952

1938 wurde die Vegetation Nordfrieslands im Maßstab 1:25000 aufgenommen, während die Kartierung 1952 auf Karten 1:5000 erfolgte. In der Kartierung 1938 wurde das System der Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands (TÜXEN 1937) zugrunde gelegt, 1952 ließen sich nach einer eingehenden Analyse über 70 Vegetations-einheiten abgrenzen. Die Kartierung von 1952 geht also mehr ins einzelne und kann infolge des günstigen Maßstabes auch Stellen erfassen, die 1938 nicht mehr berücksichtigt werden konnten. In der folgenden Darlegung werden nur die großräumigen Vegetationsbezirke halophilen Bewuchses herangezogen. Sie ermöglichen aber für ein Übersichtsbild ausreichende Aussagen.

Der alte Priellauf im Dagebüller Koog nördlich des Bahnhofes Blocksberg, in dem Bohrstelle K lag, wurde 1938 als Ranunculus



*repens-Alopecurus geniculatus* Ass., Subass. von *Eleocharis uniglumis* (TX et HINZ 1937) bezeichnet. Dieses Gebiet wurde 1952 wieder als mit *Juncus gerardi* bedeckt angegeben, eine erwähnenswerte Änderung ist nicht eingetreten. Bei einem Vergleich der Gebiete östlich des Kleiseer-Koog-Deiches (500 bis 1000 m südlich des Bahnhofes Blocksberg) lassen sich aber auffällige Veränderungen erkennen. 1938 wurde östlich des Nordersten-Spülkoog-Weges noch umfangreiche Salzvegetation kartiert. Bis 1952 nahm deren Umfang bedeutend ab; auch ist der Streifen mit Salzvegetation südlich der Straße Fahretoft - Broderswarf 1952 nicht mehr verzeichnet worden.

Aussagen über den Ockholmer Koog lassen sich schwer machen, da die Karten von 1952 ein buntes Mosaik verschiedener Typen besonders westlich der Langenhorner Meierei erkennen lassen. Der diluviale Sandrücken aber zeichnet sich auch in der Kartierung von 1938 ab. Es scheint, daß sich östlich der Meierei eine Ausübung vollzogen hat, denn 1952 wurde hier bedeutend mehr Ackerland verzeichnet als damals. Bei Bohrstelle F konnte während der Kartierung 1952 festgestellt werden, daß die auf der Sandlinie wachsenden halophilen Pflanzen stark salzig schmeckten (RAABE mdl.). An den dort 1955 vorgefundenen Halophilen konnte ich das nicht mehr feststellen. Sie zeigten sich kleinwüchsig und hatten nicht mehr das üppige Aussehen wie die im Salzbereich wachsenden Arten. Bei den Cl-Werten fand ich ausgesüßte Verhältnisse (S. 60 ff.).

Anders ist es in der Hattstedter Marsch. Stelle A wurde 1938 als eine *Alchemilla arvensis* - *Matricaria chamomilla* - Ass. (TX 1937) bezeichnet. B stellte eine typische *Ranunculus repens* - *Alopecurus geniculatus* Ass. (TX 1937) ohne halophile Pflanzen dar. Hier haben sich starke Umwandlungen vollzogen. Beide waren bereits 1952 mit halophilen Arten bewachsen. Die südliche Nachbarparzelle von B konnte 1952 noch als eine reine Süßwasserpflanzen-Assoziation bezeichnet werden, selbst 1955 konnte ich nichts Auffälliges beobachten. 1956 stellte ich dann einen dichten Bewuchs mit *Triglochin maritimum* fest, das mit 60% eine große Fläche bedeckte. Es können zwar Vegetationsumstimmungen, bedingt durch verschiedene Faktoren, immer einmal erfolgen, aber gerade die Ausdehnung der Salzvegetation in der Hattstedter Marsch läßt einige Schlüsse zu. Die 1952 als Salzvegetation kartierten Bereiche im Dagebüll und Kleiseer Koog liegen in einem Gebiet

alter Primärversalzung; darauf deutet besonders die Salzvegetation in dem alten Priellauf und dem alten Lauf des Kleiseer Tiefes hin. Durch die in den letzten Jahren erfolgte Entwässerung wurde der Grundwasserstand gesenkt, und im Verein mit den Niederschlägen ist der Beginn einer Entsalzung festzustellen. Eine Entsalzung war ebenfalls 1955 im Gottes-Koog zu beobachten. Bei einer Begehung des um den Aventhofter Sees gelegenen Gebietes konnte ich Stellen, die noch 1952 mit *Salicornia* bewachsen waren, nicht mehr wiederfinden. Dort hatte sich *Phragmites* angesiedelt. Für den Ockholmer Koog kann eine Aussüßung jener Gebiete angegeben werden, die auf dem diluvialen Sandrücken liegen. Andere Bereiche aber, die durch Entwässerung infolge ihrer Bodenstruktur Setzungen unterworfen sind, dürften im Bereiche salzhaltigen Grundwassers verbleiben. Ein tieferes Absenken des Grundwassers kann hier nicht erfolgen, da dann in anderen Gebieten, deren Setzung nicht diese Ausmaße annimmt, in trockenen Sommern Dürreschäden auftreten.

Das vorläufige Ergebnis, das wir für setzungsfähige Teile des Ockholmer Kooges erwarten müssen, tritt uns in der Hattstedter Marsch entgegen. Hier ist die Vegetation infolge der Setzung in den Salzwasserbereich hineingekommen. Auffällig ist auch das Auftreten der Salzvegetation über Torf im Untergrund. Wie weit eine sekundäre Versalzung von See her eine Rolle spielt, kann nicht entschieden werden, denn die Vegetationsbeobachtungen und die noch zu besprechenden Salzanalysen beziehen sich nur auf die Erscheinungen an der Oberfläche bzw. in Oberflächennähe.

#### Vegetation, Bodenfeuchtigkeit und Stauwasser

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Mittelwerte der Bodenfeuchtigkeit während der Untersuchungszeit vom 6.4.1955 bis 30.4.1956.

Mit Ausnahme von Untersuchungsstelle H ist mit zunehmender Tiefe in allen Spalten zunächst ein Absteigen der Werte, dann wieder ein Ansteigen zu erkennen. Die geringen Feuchtigkeitswerte in 20 cm Tiefe der Untersuchungsstellen A, C, E und L sind durch eine Verdichtungszone (Knick) bedingt, die schon dicht unter der Oberfläche ansteht und die anfallenden Niederschläge nur beschränkt aufnimmt und weiter leitet. Die Bohrtiefe 20 cm bei Bohrstelle B liegt in einer Stauwasserzone. Der höhere Feuchtigkeitswert bei

Tabelle 4

Stelle	0-5 cm %	10 cm %	20 cm %	50 cm %	90 cm %
A	165,5	66,7	46,9	49,6	81,6
B	242,5	47,7	95,4	64,7	100,8
C	156,6	88,0	48,1	50,5	129,8
D	93,8	38,8	43,4	82,3	465,8
E	359,0	182,8	39,7	57,3	176,5
F	21,5	27,0	17,4	16,0	18,2
G	522,6	459,2	289,7	344,7	407,0
H	87,0	153,0	388,7	540,9	493,0
I	262,1	40,0	21,3	44,5	30,0
K	209,9	85,7	62,8	60,2	79,8
L	89,8	62,1	35,4	53,6	55,3

Stelle I in der Tiefe 50 cm gibt den Wassergehalt einer Kleischicht an, die hier in einem Sandboden eingelagert ist. Hohe Feuchtigkeitswerte bei D, H und G zeigen Torf im Untergrund an. Ein geringes Bindungsvermögen Sand-Wasser lassen die Bohrstellen F und I erkennen. Die 90 cm-Tiefe liegt hier im Grundwasserhorizont.

Durch einen hohen Wassergehalt in der obersten Bodenzone 0-5 cm fallen die Untersuchungsstellen A-C, E, G, I und K auf. Die Vegetation dieser Stellen spiegelt den hohen Feuchtigkeitsgehalt des Bodens wider. Nach den pflanzensoziologischen Aufnahmen müßten auch noch die Stellen D und L hinzugenommen werden. Beide zeigen aber im Verlaufe eines Jahres tief abgesenktes Grundwasser, nur bei D kam es zu einer Überflutung zum 14. Januar 1956. Alle Untersuchungsstellen lagen aber noch 1951 im Überschwemmungsgebiet. Die *Alopecurus geniculatus* - *Rumex crispus* Ass. (TX 1950) bevorzugt jene Gebiete, die im Winter und Frühjahr unter regelmäßiger Überschwemmung leiden (TÜXEN 1937, MEISEL 1955). Bei L ist die Gesellschaft in einer Umstimmung begriffen, denn infolge der guten Entwässerung wird es hier zu keiner Überflutung mehr kommen. Stelle D wird noch regelmäßig überflutet. Im Frühjahr wird das Wasser aber schnell wieder abgelassen, so daß Konzentrationserhöhungen infolge der Verdunstung nicht eintreten können. Wie stark sich die Verdunstung auswirkt, mag folgende Tabelle über den Cl-Gehalt des Oberflächenwassers einiger Senken zeigen:



Tabelle 5

Stelle	14.1.1956 mg Cl/l	4.4.1956 mg Cl/l	30.4.1956 mg Cl/l
C	135,15	270,90	trocken
D	110,92	200,40	trocken
K	129,45	—	824,30

Den Einfluß einer langanhaltenden Überschwemmung auf die Vegetation macht folgende Tabelle deutlich:

Tabelle 6

Untersuchungsstelle K	1955 %	1956 %
<i>Juncus gerardi</i>	80	10
<i>Glyceria fluitans</i>	5	+
<i>Agropyron repens</i>	+	1
<i>Agrostis stolonifera</i>	3	2
<i>Alopecurus geniculatus</i>	5	55
<i>Potentilla anserina</i>	5	3
<i>Cardamine pratensis</i>	2	—
<i>Triglochin maritimum</i>	+	+
<i>Ranunculus sardous</i>	Klg?	—
<i>Ranunculus repens</i>		2
<i>Poa trivialis</i>		20
<i>Rhinanthus spec.</i>		5
<i>Eleocharis uniglumis</i>		5
<i>Galium palustre</i>		1
<i>Trifolium repens</i>		+
<i>Leontodon autumnalis</i>		3
		Pilze

Durch die langanhaltende Überschwemmung des Winters 1955/56 hat sich die Vegetation in ihrer Gesamtzusammensetzung und in ihrer mengenmäßigen Verteilung vom vorhergehenden zum nachfolgenden Sommer in auffälliger Weise gewandelt. *Juncus gerardi*, das gegen anhaltende Überflutungen sehr empfindlich ist, räumt jetzt seinen Platz dem an Luftarmut und stauender Nässe besser angepaßten *Alopecurus geniculatus*.

Daß aber auch andere Faktoren in kurzer Zeit eine bemerkenswerte Veränderung der Vegetationsdecke hervorrufen können, zeigt Tabelle 7. Eine Düngung mit Ammoniumsperkali wurde im Frühjahr 1956 im Anschluß an die Überschwemmung gegeben.

Der Boden der Untersuchungsstelle D hat nur einen geringen Salzgehalt in der oberen Bodenzone. *Juncus gerardi* ist nach dieser Düngung nicht mehr in der Lage, sich gegen die in ihrem Wachstum sehr geförderten Süßwasserpflanzen durchzusetzen.



Tabelle 7

Untersuchungsstelle D	1955 %	1956 %
<i>Juncus gerardi</i>	45	5
<i>Eleocharis uniglumis</i>	25	+
<i>Alopecurus geniculatus</i>	10	1
<i>Agropyron repens</i>	1	2
<i>Glyceria fluitans</i>	+	
<i>Agrostis stolonifera</i>	8	15
<i>Poa trivialis</i>	2	
<i>Leontodon autumnalis</i>	+	1
<i>Potentilla anserina</i>	1	1
<i>Trifolium repens</i>	5	70
<i>Ranunculus repens</i>	2	1
<i>Taraxacum officinale</i>		+
<i>Festuca pratensis</i>		2
<i>Deschampsia caespitosa</i>		1

Die Salzvegetation tritt am häufigsten inmitten anderer Pflanzengesellschaften in Form von Flecken auf, wie die rundlichen dunkler gefärbten Komplexe auf Abb. 14 zeigen. Tiefliegende Stellen im Versalzungsgebiet haben eine fast 100 %ige Bedeckung mit *Agrostis stolonifera*. Häufig kommt noch *Eleocharis uniglumis* hinzu. Den größten Teil des Jahres sind diese Stellen feucht, bzw. mit Wasser bedeckt. Es kann zu erheblichen Salzkonzentrationen innerhalb der Senken kommen, so wurde im Wasser einer solchen Senke am 26.11.1955 1505,3 mg Cl/l gemessen (vergl. auch Tab.5). Stärkere Konzentrationserhöhungen führen dann zum Absterben der Vegetation, wie das im Juni 1956 bei Untersuchungsstelle E zu beobachten war. An den Rändern solcher mit *Agrostis stolonifera* bewachsenen Senken erscheint *Juncus gerardi*. Diese Pflanze bildet zunächst einen regelrechten Ring und vermag dann, bei Absenkung des Grundwassers, in die Senke einzudringen und diese ganz auszufüllen. *Juncus gerardi* ist als eine Überschwemmungswasser meidende Pflanze anzusehen. Das Maximum ist im Versalzungsgebiet nur auf den höheren Stellen inmitten der Senken anzutreffen.

Auf eine andere Beobachtung soll an dieser Stelle noch kurz eingegangen werden. Im Ockholmer Koog konnte festgestellt werden, daß zwei nebeneinander liegende gleichhohe Flächen eine verschiedene Vegetation aufwiesen (Tab. 8, S.46). Feld I hatte nur eine geringe, Feld II eine mächtige Rohhumusauflage und einen mehr oder weniger starken Bewuchs mit halophilen Arten, Feld I zeigte nur glykische Vegetation. Feld I war vor mehreren Jahren gepflügt

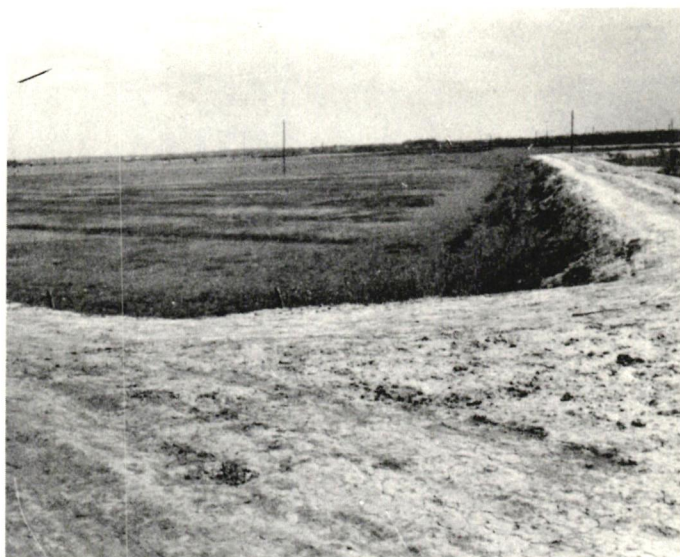


Abb. 14 Dunkelgrüne Salzvegetation in hellerer Umgebung (Bohrstelle D)

Abb. 15 Bohrstelle K im November 1955 mit anhaltender Überschwemmung

Tabelle 8

Aufn. Nr.	2	3	4	6
qm	4	4	4	9
VB ‰	95	100	100	100
AZ	8	18	17	19
Feld	II	II	II	I
Leontodon autumnalis	+	+	1	+
Rhinanthus spec.	1	15	10	+
Alopecurus geniculatus	1	5	45	15
Trifolium repens	2	10	10	10
Poa trivialis	+	8	5	40
Agrostis stolonifera	1	1	1	
Juncus gerardi	85	55	15	
Triglochin maritimum	5	1		
Lychnis flos cuculi		+		
Trifolium dubium		+		
Festuca pratensis		+	+	
Eleocharis uniglumis		1	+	
Holcus lanatus		+	2	
Ranunculus sardous		+	2	3
Festuca rubra		2	5	5
Bromus mollis		2		+
Myosotis scorpioides		+		1
Poa pratensis		+		1
Deschampsia caespitosa			1	
Rumex acetosa			1	
Ranunculus flammula			+	
Taraxacum officinale			+	+
Phragmites communis			1	15
Lolium perenne				5
Potentilla anserina				2
Phleum pratense				2
Lotus uliginosus				1
Bellis perennis				+
Cardamine pratensis				+
Barbarea vulgaris				+

worden. Auch solche Maßnahmen können zu einer Umstimmung der Pflanzendecke führen. Darauf wiesen auch P. LEVSEN und D. KÖNIG 1948 in einem Bericht über die Kartierung des Bottschlotter-Staubeckens hin. Es handelte sich dort um eine mit *Agrostis alba prorepens* und *Alopecurus geniculatus* bestandene Ausgangsfläche. 10 Jahre nach dem Umbruch machte sich eine starke Artenarmut bemerkbar, nachdem anfänglich die Quecke in "strotzender Vitalität" aufgekommen war.

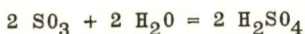
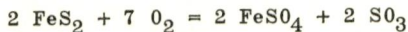
## Die Bodenazidität

Die pH-Untersuchungen wurden am nächsten, spätestens am übernächsten Tag nach der Probenentnahme vorgenommen. Nach Aufschwemmung der frischfeuchten Bodenproben mit einer 1n KCl-Lösung erfolgte die Messung des Säuregrades mit einer Chinhydronelektrode des Jono-Technometers nach Lautenschläger. Um Potentialstörungen auszuschalten, wurde der pH-Wert zwei Minuten nach der Chinhydronzugabe gemessen.

Die folgende Darstellung kann nur als Übersicht gelten, da für eine Deutung der einzelnen Kurvenausschläge mehrere Jahreskurven über dieselbe Fläche im gleichen Zeitraum und über mehrere Jahre verteilt nötig wären (vergl. auch REINKE 1955 S. 244). Vergleichen wir aber die pH-Kurven sämtlicher Entnahmetiefen aller Untersuchungsstellen miteinander, dann läßt sich folgendes feststellen: Die pH-Kurven der Untersuchungsstellen A, H und L (Abb. 18 u. 19) liegen sehr dicht zusammen, während sie bei den anderen (B bis G, I und K; Abb. 18 u. 19) weiter auseinander gezogen sind, und zwar in einer Staffelung, die mit einigen Ausnahmen eine Abnahme der Bodenazidität zur Tiefe hin erkennen läßt. Den weitaus größten Teil des Jahres weist hier die 90 cm-Kurve die höchsten pH-Werte auf, welches in der Lage zum Grundwasserbereich begründet ist. Am deutlichsten wird die Staffelung in dem durchlässigen Sandboden von Untersuchungsstelle F (Abb. 19). Die im Laufe der Jahre gefallenen Regenmengen haben die Basen der obersten Bodenschichten ausgewaschen und führten zur Versauerung. Nach der Tiefe zu gestaffelt folgen dann die 50 und die 90 cm-Kurve. Bei Untersuchungsstelle G (Abb. 19) fällt auf, daß die pH-Kurve in 50 cm über der in 90 cm Tiefe verläuft. Es handelt sich bei 50 cm Tiefe um eine Zone, die Muschelschalen von *Mytilus edulis* und *Cardium edule* aufweist. Sehr kalkreich ist ebenfalls der Boden bei Bohrstelle L (Abb. 19). Wurden in 90 cm Tiefe und höher bis 50 cm Nordseemuscheln (*Mytilus ed.*, *Cardium ed.* und *Macoma baltica*) gefunden, so konnten in 10 cm Tiefe Schneckenschalen von *Stagnicola palustris* Müll. festgestellt werden. Der verhältnismäßig hohe Kalkgehalt aller Tiefen erklärt die zusammengedrückte Lage der Kurven. Eine ebenfalls sehr enge Staffelung der pH-Kurven von Bohrstelle H (Abb. 19) findet eine Erklärung in der gleichmäßigen Durchfeuchtung des Bodens mit salzigem Wasser. Die gelösten Salze lassen die Humussäuren der tiefer lagernden Moorschichten nicht zur Geltung kommen.



Scheinen die Kurven der Untersuchungsstellen bei flüchtiger Betrachtung verworren, so lassen sie doch bei genauerem Hinsehen einige Übereinstimmungen erkennen. Sechs von acht Oberflächenkurven (A, C, F, G, H und I) beginnen im April mit einem Tiefpunkt. Ein Maximum im Mai zeigen sieben von elf Kurven (C, F, G, H, I; bei B und D darf man aus dem Verlauf der übrigen Kurven ebenfalls auf ein Maximum schließen). Auch die Kurven von REINKE (1955), gewonnen auf Versuchsflächen des Mähgrünlandes in der Schmalfelder Au, zeigen ebenfalls in überwiegender Zahl einen Anstieg der pH-Kurven (Abb. 8 bis 16) zum Mai hin, der auch bei denen von ELLENBERG (1950) in verschiedenen Bodentiefen unter Wintergetreide auftritt. Da sich bei meinen Untersuchungen der pH-Anstieg zum 30.4.1956 wiederholt und die anderen Tiefenkurven diese Schwankung im wesentlichen mitmachen, kann das Maximum zum 7.5.1955 als eine Jahresschwankung bezeichnet werden: Eine Deutung ist insofern möglich, als durch Frost Bodenpartikel aufgespalten und neue Basen freigemacht werden. FEHÉR und KISS (1934 S. 56) erklären den Anstieg zum Frühjahr durch eine langsame Erhöhung der Bodentemperatur, "welche ihrerseits durch die Erhöhung der Bakterienzahl und der Intensität der biologischen Tätigkeit derselben den Gang der Zersetzungsprozesse und der Verarbeitung der organischen Humusstoffe beschleunigt. Da damit parallel auch der Wassergehalt des Bodens allmählich geringer wird, so ändert sich auch der Charakter der Zersetzungsprozesse, sie werden vorwiegend aerob. Das alles bewirkt schließlich eine Erhöhung der Bodenreaktion". Im Laufe des Sommers sollen dann durch ausgeschiedene CO<sub>2</sub>-Mengen infolge intensiver Atmung weitere Anstiege vorübergehend gehemmt werden. In unserem Bereich aber scheinen die Verhältnisse noch verwickelter zu liegen, da neben dem Natriumchlorid auch noch mit aufquellendem Grundwasser Schwefelverbindungen aufsteigen. So konnte bei einer qualitativen Analyse eines Profils von Bohrstelle C festgestellt werden, daß der Sulfatanteil nach der Tiefe hin anwächst. Die Untersuchungsstellen in den Kögen sind Gleyböden, die in ihren Reduktionshorizonten Eisen-Schwefelverbindungen eingelagert haben. Nach HOFFMANN (1955, ausgeführt an einem Moorbeispiel) kann es unter Sauerstoffeinwirkung zu folgendem Prozeß kommen:



Durch anaerobe Verhältnisse entsteht außerdem noch Methan und Schwefelwasserstoff (z.B. bei Untersuchungsstelle H). Die hohen pH-Werte bei Untersuchungsstelle H sind aber nur dadurch erklärbar, daß durch eine undurchlässige Schicht kein Sauerstoff zur Oxydation herangezogen werden kann und sich somit keine Schwefelsäure bildet. In einer solchen Reduktionszone, die bei Profil IV, Bohrung 15 (Abb. 30) schon 0,5 cm unterhalb der Oberfläche lag, wurde ein pH-Wert von über 8 gemessen. An dieser Stelle wuchs keine *Salicornia* mehr, nicht infolge des hier herrschenden hohen Salzgehaltes, sondern wegen der Sauerstoffarmut. Wird solcher Faulschlamm an die Oberfläche gebracht, sinkt der pH-Wert infolge der Einwirkung der atmosphärischen Luft sehr stark. In der Nähe von Untersuchungsstelle C lag eine solche Fläche (Abb. 16 und 17),



Abb. 16 Vegetationslose Schwefelböden



in der ein pH-Wert von 2,9 gemessen wurde. Hier war ein Pflanzenwachstum wegen des hohen Säuregrades unmöglich.

Dem Maximum vom 7. Mai 1955 folgt zum 2.6. in acht von elf Fällen (Untersuchungsstellen B bis I, Abb. 18 u. 19) ein Abfall, der seine Erklärung in dem Beginn des Pflanzenwachstums haben dürfte, da die Pflanzen dem Boden die im Winter frei gewordenen Basen entziehen, sowie durch die  $\text{CO}_2$ -Abgabe. Eine Einwirkung der Grundwasserbewegung auf die pH-Verhältnisse läßt sich nicht feststellen. Auch der Anstieg der Salzkonzentration zum Sommer scheint



Abb. 17 Vegetationslose Schwefelböden

keine Wirkung auf den Verlauf der pH-Kurven zu haben. Wohl ist ein Zusammenhang zwischen der Bodenfeuchtigkeit und der Azidität in der obersten Bodenschicht 0-5 cm zu erkennen, wie an den pH-Kurven der Untersuchungsstellen A, B, C und E ab 7.5.1955 und F, G, H und K bis teilweise zum August deutlich wird (Abb. 20 gibt die pH-Kurven und Feuchtigkeitskurven der Untersuchungsstellen A, B, F, G und H wieder). Ab Juli und August beginnt eine Umstimmung, und die Kurven verlaufen manchmal geradezu entgegengesetzt, daß also bei Wiederzunahme der Bodenfeuchtigkeit die pH-Werte weiterhin sinken. Dieser Zeitpunkt fällt in auffälliger Weise mit der Heuernte zusammen. Die pH-Kurven der anderen Tiefen (10 bis 90 cm) werden durch die Bodenfeuchtigkeit nicht beeinflusst, mit einer Ausnahme bei Untersuchungsstelle F. Der durchlässige Sandboden zeigt hier in 20 cm Tiefe, wenn auch gedämpft, immer Übereinstimmungen mit dem Oberboden. Eine Abhängigkeit der Vegetation von den pH-Verhältnissen läßt sich außer bei Untersuchungsstelle F nicht nachweisen (vergl. Tab.3).

Zu Abb. 18 u. 19	—————	0-5 cm Tiefe
	- - - - -	10 " "
	-. - . - . -	20 " "
	—●—●—	50 " "
	.....	90 " "



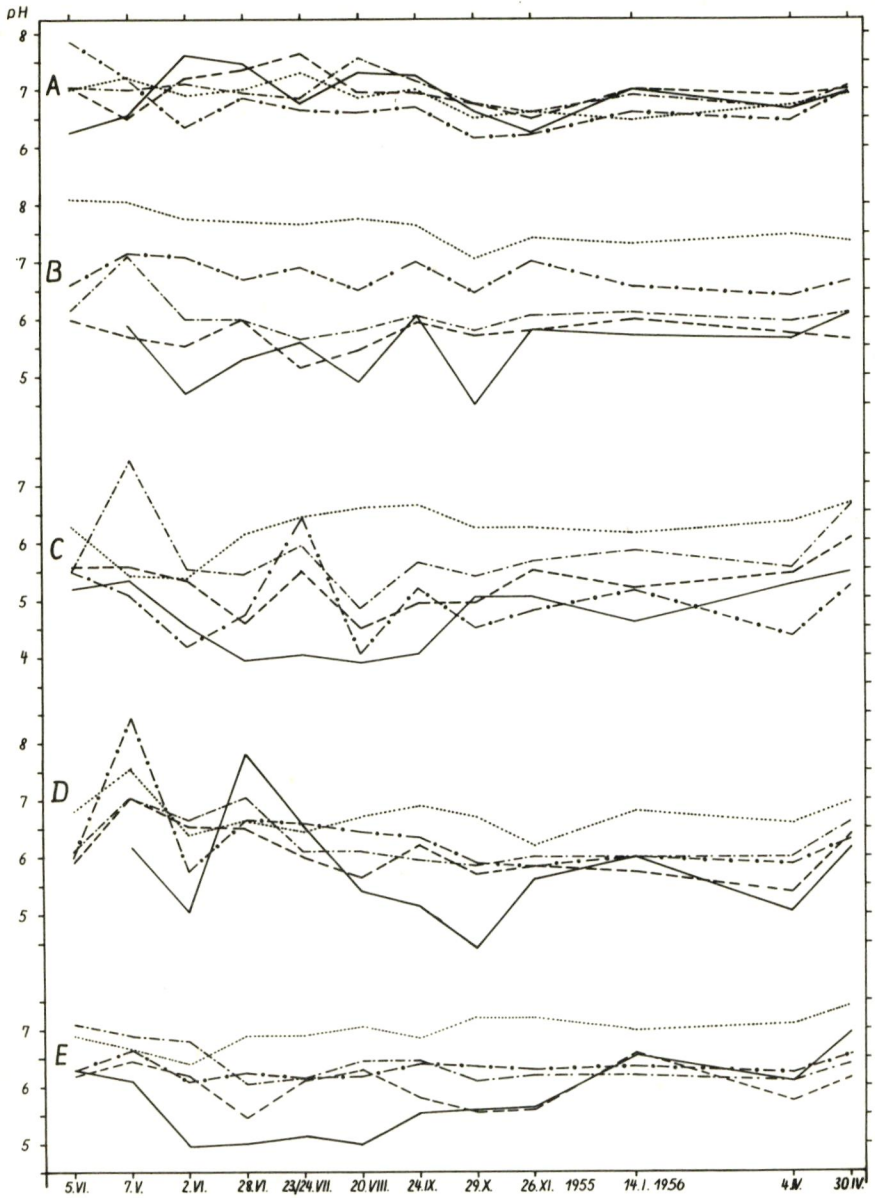


Abb. 18 pH-Kurven der Untersuchungspunkte A - E

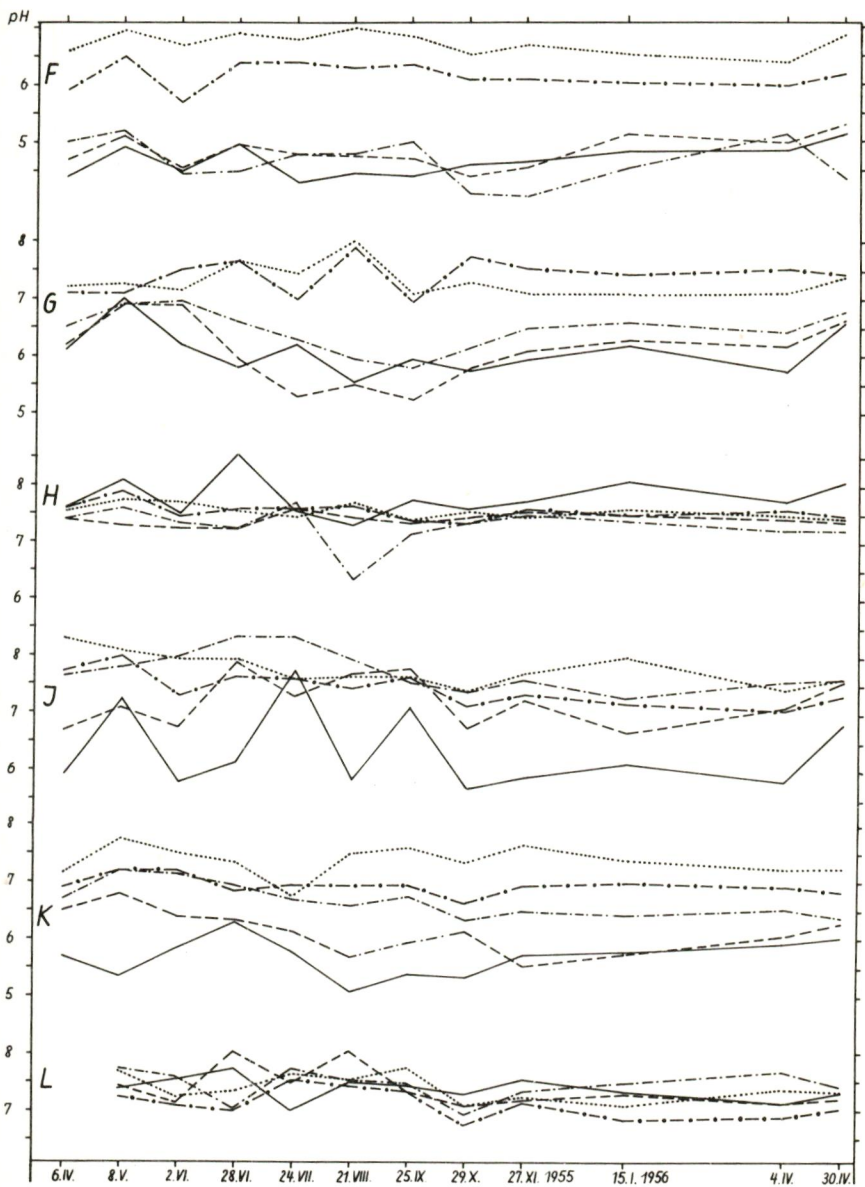


Abb. 19 pH-Kurven der Untersuchungspunkte F - L

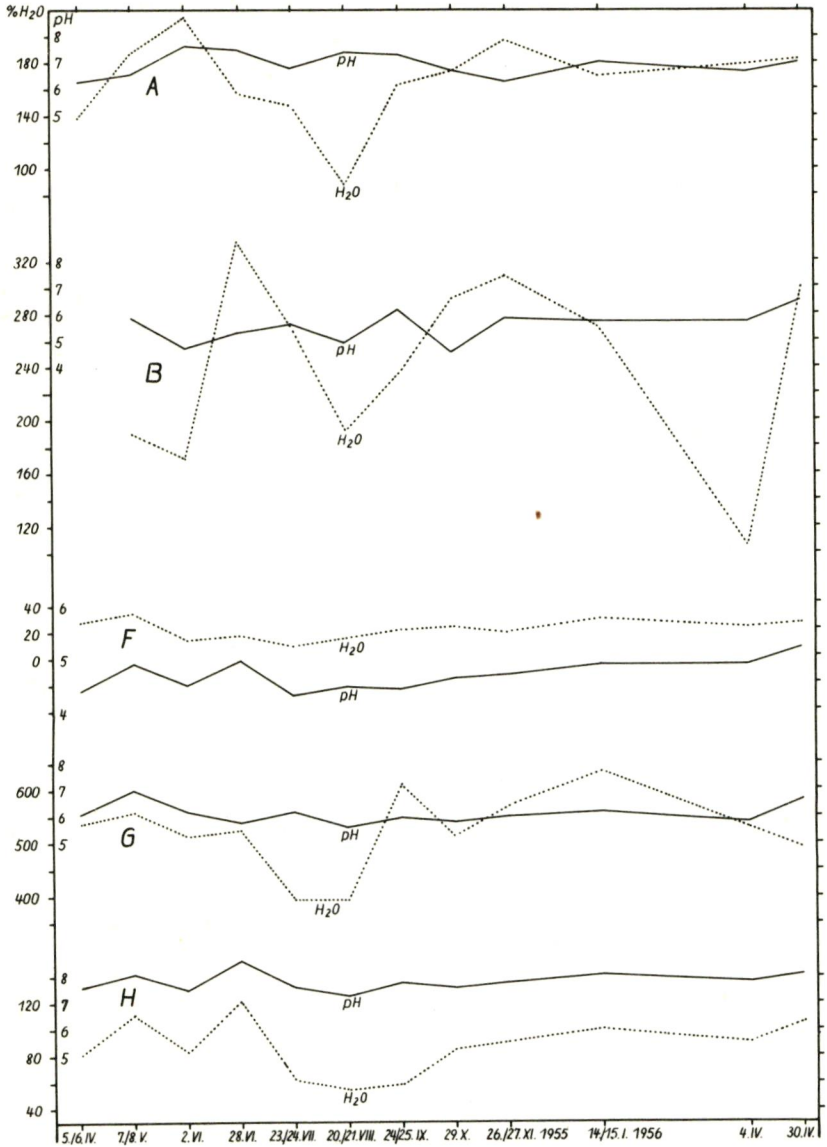


Abb. 20 Bodenfeuchtigkeit und Bodenazidität  
(Untersuchungspunkte A B F G H)

## Die Salzgehalte

### M e t h o d e :

Die getrocknete Bodenprobe (vergl. S. 29) wurde in einem Mörser zerrieben, 25 gr dieser Substanz in eine Flasche gefüllt und mit der zehnfachen Menge Aqua dest. (250 ml) aufgeschwemmt. Wenn nur wenig Substanz vorhanden war (wie z.B. bei Torfproben), dann mußte mehr Wasser genommen werden, um die für die Titration notwendige Flüssigkeitsmenge zu erhalten. Die Flaschen wurden im Schüttelapparat 1 1/2 Std. geschüttelt und danach mit Hilfe einer Wasserstrahlpumpe durch ein Filter gesogen. Besonders störend wirkten Tonpartikel und Humussäuren, die das Filtrat so stark färbten, daß eine Titration nicht möglich war. Darum wurden alle Proben mit Kohlepulver (n. Merck 2184) vor der Filtrierung geschüttelt (vergl. GESSNER 1930). Das Filtrat war dann klar und ohne störende Beimengungen. Von der filtrierten Lösung wurden 25 ml in einen Erlenmeyer-Weithalskolben gefüllt, 1 ml Kaliumchromat ( $K_2CrO_4$ , 5%) hinzugefügt und mit n/10 Silbernitrat ( $AgNO_3$ ) titriert. Stark salzhaltige Lösungen wurden 5 : 100 verdünnt und davon 25 ml für die Cl-Untersuchung genommen. Die Menge der in der Aufschwemmung enthaltenen Chloride wurde berechnet. Dieser Wert gab dann ebenfalls die in der Ausgangssubstanz enthaltene Cl-Menge an. Durch Berechnung auf 100 gr Trockenboden erhielten wir den Cl-Gehalt in %. Da die Bodenfeuchtigkeit bekannt war, konnte nach der Formel

$$\frac{\%Cl \cdot 1000}{\% \text{ Bodenfeuchtigkeit}}$$

die Konzentration der Bodenlösung in ‰ bestimmt werden.

### D i e C h l o r i d - K o n z e n t r a t i o n d e r B o d e n - l ö s u n g :

Die Konzentrationskurven aller Untersuchungsstellen zeigen übereinstimmend in der obersten Bodenschicht einen Anstieg vom 28. Juni zum 20. August 1955. Das Maximum liegt am 20. August und richtet sich in seiner Höhe nach der durchschnittlichen Versalzung der Stelle und der dort vorhandenen Vegetationsdichte. Besonders deutlich ist dies bei Untersuchungsstelle H (Abb. 38, S. 83) zu erkennen, wo das Maximum zum 20.8.1955 70,4‰ beträgt. Eine sehr hohe Konzentration weist an diesem Tag ebenfalls Untersuchungsstelle A (Abb. 36, S. 81) auf. Sie steigt auf 7‰ an, wo-



gegen sie an den anderen Untersuchungstagen in 0-5 cm Tiefe mit Ausnahme vom 23.7.1955 (3,35‰) unter 1‰ bleibt.

Diesen Anstieg zeigt nicht nur die Konzentrationskurve der obersten Bodenzone 0 bis 5 cm, sondern je nach Aufbau und Durchlässigkeit des Bodens tritt er auch bei den Tiefenkurven auf. Eigenartig und schwer zu deuten ist der Abfall einiger Tiefenkurven zum 20./21.8.1955 bei den Untersuchungsstellen B, D, E, F, H, I und L (Abb. 36 bis 39, S.81 ff). Soweit es sich dabei um die Tiefen 50 und 90 cm handelt (Stelle B, D, E, F, H und L) können die Abweichungen auf unterschiedliches Salzspeicherungsvermögen verschiedener Bodenarten zurückgeführt werden, deren Konzentrationsunterschiede wohl gering sind, sich aber in der Darstellung noch bemerkbar machen. Bei Untersuchungsstelle I könnte es sich ebenfalls um eine andersartige Bodenzusammensetzung in der Probenentnahme vom 24.7. gegenüber dem 21.8.1955 handeln, denn im Juli zeigt die Feuchtigkeitskurve einen hohen Wert verbunden mit einem hohen Cl-Gehalt (bezogen auf das Bodentrockengewicht), wie wir es ähnlich in humusreichen Proben aus dem Untersuchungsgebiet kennen. Es wäre kaum denkbar, daß aus tieferen Lagen Wasser geringerer Konzentration infolge hoher Verdunstung an der Oberfläche als Nachleitstrom aufstiege und dabei die Konzentrationen anderer Tiefen unbeeinflußt blieben. Es ist auch nicht möglich, auf Grund der Konzentrationskurven auf einen Salzaufstieg zu schließen. Darüber geben die Chlorid-Werte am besten Auskunft, die auf das Bodentrockengewicht bezogen sind. Diese Konzentrationskurven sollen nur ausdrücken, welchen Konzentrationsschwankungen die Vegetation unterworfen ist.

Die Niederschläge des September 1955 führen dann zu einer Aussüßung, wobei in tieferen Lagen eine Konzentrationssteigerung infolge Einspülung beobachtet werden kann. Der November war niederschlagsärmer als der Oktober und sogleich steigen die Konzentrationskurven B und D bis L (Abb. 36 bis 39, S.81 ff) leicht an. Zum Winter hin wird der Verlauf der Kurven im allgemeinen ruhiger, aber die den April 1956 über herrschende Trockenzeit führt anschließend wieder eine Konzentrationssteigerung herbei. Die Werte erreichen jedoch trotz geringerer Niederschläge im April 1956 nicht die Höhe derjenigen des August 1955. Die Ursache liegt in der geringen Verdunstungsrate dieses Monats, es konnten auch an keiner Stelle Salzausblühungen beobachtet werden.

Stelle K (Abb. 38, S.83) zeigt beim Vergleich der Anfangs- und Endwerte der Untersuchungszeit einen allmählichen Konzentrationsanstieg zum Jahre 1956 hin, der in dieser Ausprägung nur hier beobachtet werden konnte.

Da die Untersuchungen sich über einen verhältnismäßig kurzen Zeitraum erstrecken, kann auf Grund der vorliegenden Konzentrationskurven auf eine Versalzung nicht geschlossen werden, sie haben aber ihren Wert als Ausgangspunkt für spätere Untersuchungen und für die Aufdeckung der Beziehungen zwischen Salzgehalt und Vegetation.

Bei Betrachtung der Jahresschwankungen der Konzentration lassen sich zwei Gruppen erkennen, eine mit großer und eine mit geringer Streuung in den einzelnen Tiefen. Als Kurven mit geringer Streuung können wir die der Untersuchungsstellen A, B, C, D, E, F, K und L (Abb. 36 bis 39) bezeichnen. Bei diesen ragt nur das Maximum vom 20.8.1955 über den Verlauf der anderen Kurven hervor. Zu denen mit großer Streuung sind die Untersuchungsstellen G, H und I (Abb. 37 und 38) zu rechnen. Diese weisen im Untergrund verschiedene Bodenarten auf und liegen außerdem in einem Gebiet starker Versalzung. Bei den erstgenannten Untersuchungsstellen wie auch bei I läßt sich eine Konzentrationszunahme mit zunehmender Tiefe verfolgen (vergl. Tab. 9). Es ist bemerkenswert, wie verhältnismäßig gering die Konzentrationsschwankungen im Vergleich zu denen des Bodenfeuchtigkeitsgehaltes sind. Abbildung 21 zeigt die beiden Kurven während der Untersuchungszeit, und zwar in einzelnen Bildern, die jeweils für jeden Untersuchungstag die Feuchtigkeits- und Konzentrationsverhältnisse von der Oberfläche bis in 90 cm Tiefe angeben. Auffällig ist eine größere Schwankung in den Tiefen 0 bis 5, 10 und 20 cm, die größtenteils noch von Verdunstung und Regen beeinflusst werden, während die Kurven in 50 und 90 cm Tiefe nur kleinere Verschiebungen zueinander aufweisen. Es scheint aber immer eine Tendenz zum Konzentrationsausgleich vorhanden zu sein. Selbst große Bodenfeuchtigkeitschwankungen ändern daran kaum etwas, wie Untersuchungsstelle G (Abb. 22) an drei Untersuchungstagen erkennen läßt. Die Ausschläge der Feuchtigkeitskurve in 50 und 90 cm Tiefe sind durch Inhomogenität des Bodens bedingt (Klei-Torf-Proben). Am 25.9.1955 ergibt sich ein Bodenfeuchtigkeitsunterschied zwischen 20 und 50 cm Tiefe von 510%, ein Unterschied aber in der Konzentration von nur 0,12%. Daran kann man erkennen, daß der Torf im Untergrund sich

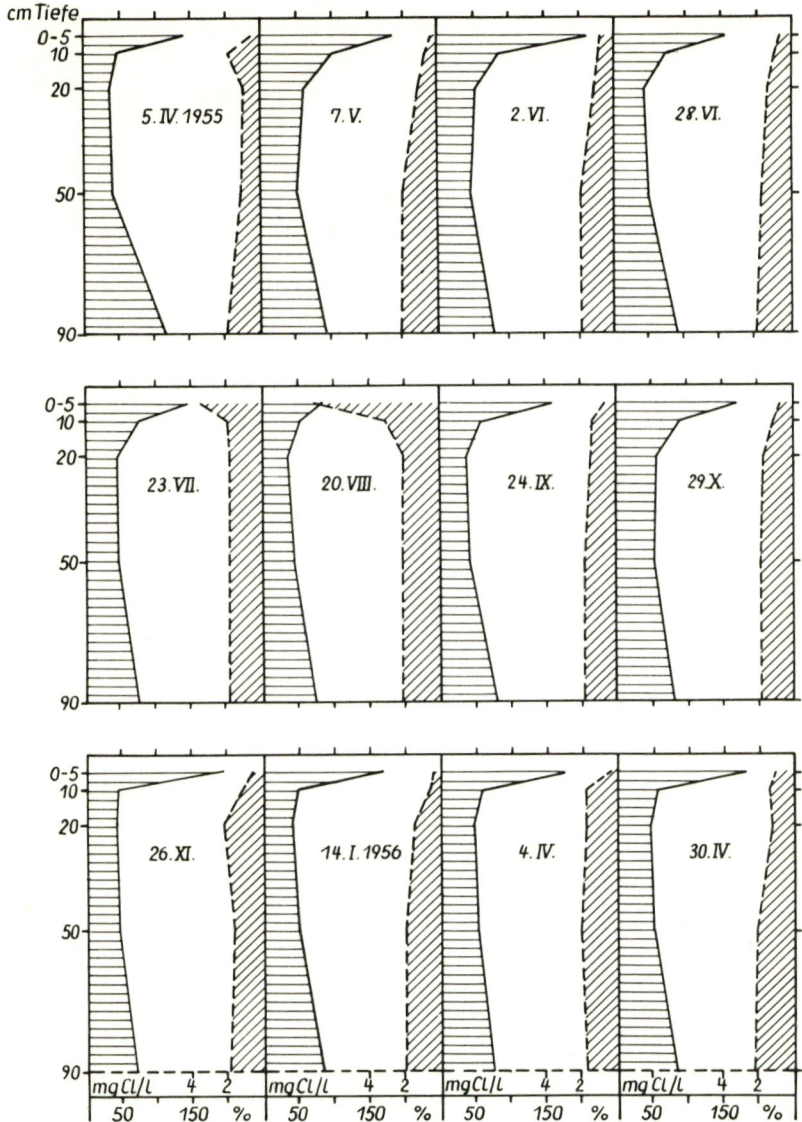




Abb. 21 Feuchtigkeit und Cl-Konzentration Unters.-Stelle A

 Feuchtigkeit  
 Cl-Konzentration



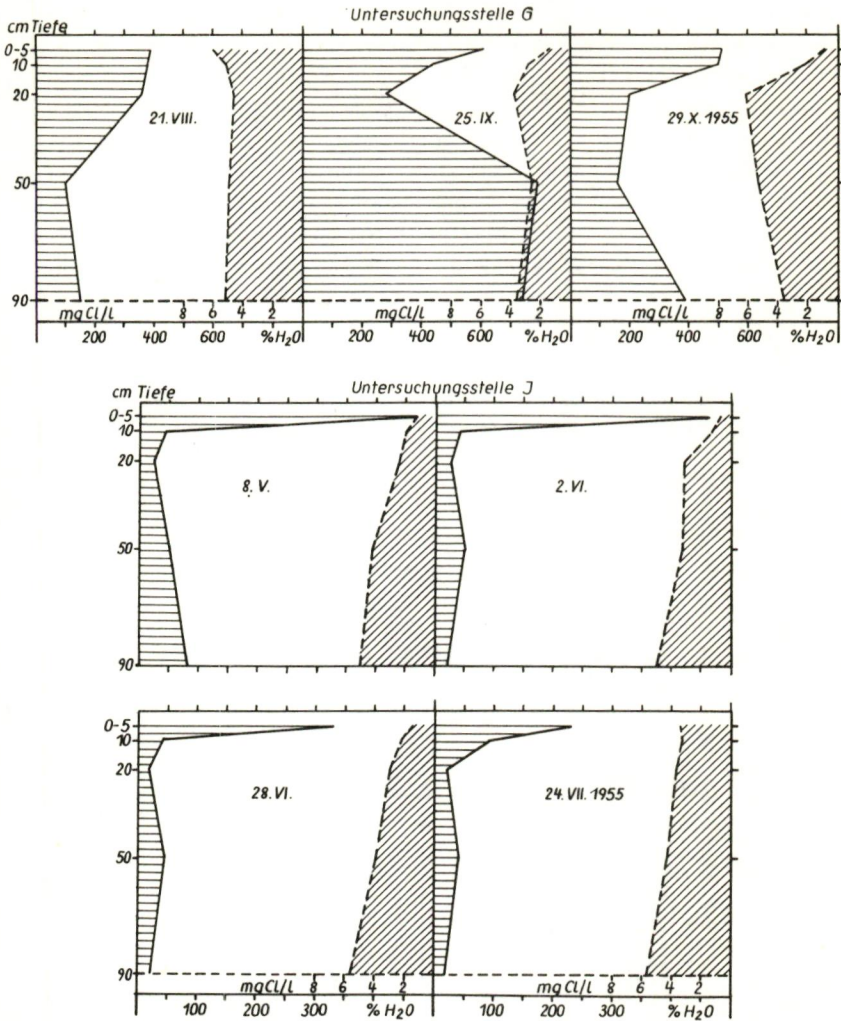




Abb. 22 Feuchtigkeit und Cl-Konzentration

 Feuchtigkeit  
 Cl-Konzentration



sehr auf die Schwankungen der Bodenfeuchtigkeit, aber wenig auf die Konzentration der Bodenlösung auswirkt. Störungen des Konzentrationsgefüges treten einerseits auf durch Einsickern von Regenwasser und andererseits durch starke Verdunstung an der Oberfläche, die einen Salzstrom von unten nach oben nachzieht. Dieses alles kann natürlich nur dann eintreten, wenn der Feuchtigkeitsstrom von oben nach unten bis zum Grundwasser oder umgekehrt durchgehend verläuft. Weist der Boden aber mehr Sand auf als Humus oder Ton, dann zeigen die im Salzbereich liegenden Bodenschichten höhere Werte ohne erkennbare Ausgleichstendenz (Abb. 22, Untersuchungsstelle I).

#### Die Chlorid-Konzentration der Bodenlösung und die Vegetation:

In Tabelle 9 werden die Konzentrationen der Bodenlösungen aller Tiefen und Untersuchungsstellen im jährlichen Mittel wiedergegeben. Da bei Stelle G und H einige Werte fehlen, wurden nur die vollständigen Ergebnisse angeführt. Die Zahlen bedeuten g Cl/l.

Die Tabelle läßt erkennen, daß bei fast allen Bohrstellen die Konzentrationen nach der Tiefe zu ansteigen. Bohrstelle G läßt dieses ebenfalls vermuten. Untersuchungsstelle H und F bilden

Tabelle 9

St.	0-5 cm	10 cm	20 cm	50 cm	90 cm
A	1,37	1,46	1,56	1,83	1,90
B	0,91	1,03	1,06	1,37	2,26
C	0,45	0,60	0,89	0,97	0,92
D	0,55	0,68	0,90	1,84	2,41
E	1,43	1,46	1,83	2,34	2,88
F	0,23	0,15	0,21	0,21	0,25
G	2,34	2,69			
H	24,80	18,00			
I	1,36	1,68	3,00	4,47	5,75
K	1,16	1,14	1,47	1,84	2,32
L	0,44	0,41	0,53	0,94	3,02

eine Ausnahme. Die Konzentration der Bodenlösung liegt bei Untersuchungsstelle H in 0-5 cm Tiefe höher als in 10 cm. Dieses ist bedingt durch die Bodenoberfläche, deren Vegetationsdichte nur 40% beträgt. Die Verdunstungskraft der Atmosphäre wirkt sich daher besonders stark aus, und die Konzentrationen können sogar so ansteigen, daß es zu Salzausblühungen kommt (Abb. 23, 24).

Die auf den Bildern erscheinenden weißen Flächen bestehen nicht aus reinem Kochsalz, sondern an ihrer Zusammensetzung sind in sehr starkem Maße Schwefelverbindungen und abgestorbene Algen (Vaucherien) beteiligt (vergl. Abb. 23). Bei Stelle F finden wir ebenfalls eine geringe Konzentrationserhöhung in der Oberflächen-

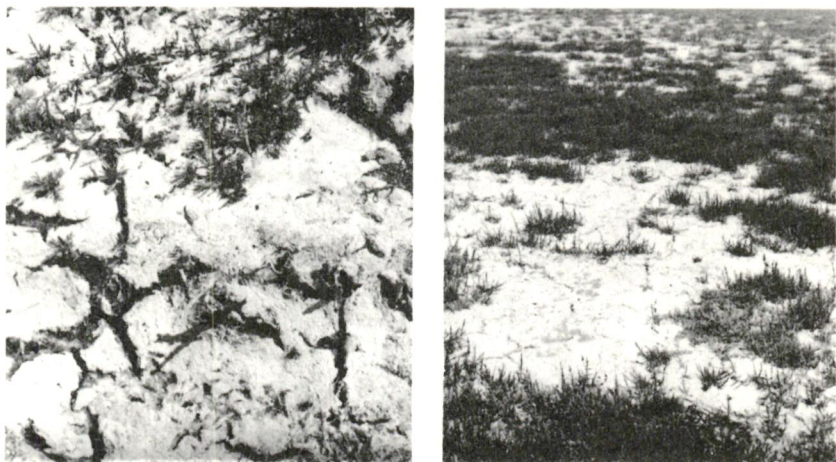


Abb. 23-24 Salzausblühungen bei Untersuchungsstelle H

lage gegenüber der 10 cm-Tiefe. Wenn auch der Betrag gering ist, so zeigt er doch auch hier die Wirkung der Verdunstungskraft auf einen mit schütterer Vegetation bedeckten Boden.

Nach Tabelle 3 lassen sich auf Grund gemeinsamer Merkmale die Untersuchungsstellen A, B, D, E, G, I, K, L zusammenfassen; F, C und H können abgegliedert werden, obwohl F halophilen Bewuchs aufweist. Als durchgehend halophile Pflanze kommt bei den oben angeführten Untersuchungsstellen *Juncus gerardi* vor. Nach

POMPE (1940) und STEINFÜHRER (1955) besitzt diese Binse eine gro-  
 ße Wurzeltiefe (durchschn. 20 cm), die ihr Vorkommen in verschie-  
 denen Gesellschaften ermöglicht. In 50 cm Tiefe aller unserer  
 Untersuchungsstellen waren keine Wurzeln der Bottenbinse mehr  
 vorhanden. Bei den Untersuchungsstellen A, B, E, G, H, I und K  
 liegen die Cl-Konzentrationen über 1‰. Diese Werte erscheinen  
 für *Juncus gerardi* gegenüber denen bei POMPE (1940), STEINFÜHRER  
 (1955) und BÜCKNER (1954) als niedrig. Es muß aber bei unseren  
 Untersuchungsstellen beachtet werden, daß Überschwemmungen mit  
 Salzwasser oder unmittelbare Salzzuleitung ausgeschlossen sind.

Die Untersuchungsstellen C, D, F und L fallen durch niedrige  
 Konzentrationswerte auf. Wurden schon bei der Untersuchung des  
 Verhältnisses Bodenfeuchtigkeit, Stauwasser und Vegetation bei  
 den Stellen D, F und L Unterschiede gegenüber den anderen Unter-  
 suchungsstellen gefunden, so werden hier abermals Abweichungen  
 deutlich. Bei Stelle C - mit einer geringen Cl-Konzentration der  
 Bodenlösung - waren keine halophilen Pflanzen vorhanden. Bei den  
 Untersuchungsstellen D, F und L aber ist die Vegetation infolge  
 des tiefabgesenkten Grundwassers aus dem Salzbereich gekommen.  
 Bei gleichbleibenden Verhältnissen, d.h. unter Beibehaltung des  
 tiefabgesenkten Grundwasserstandes, wird hier eine Vegetations-  
 umstimmung erfolgen. Stelle H zeigt auf Grund seiner hohen Cl-  
 Konzentration günstige Lebensmöglichkeiten des *Salicornietums*.

Wie selbst geringe Unterschiede in der Cl-Konzentration eine  
 Vegetationszonierung hervorrufen können, zeigen die Profile I  
 und II (Abb. 25, 26). Entsprechend den Isohalinen der Meereskunde  
 wird hier versucht, die Isohalinen des festen Bodens aufzuzeigen.  
 Zwischen den Räumen gleichen Salzgehaltes, der Gestaltung der  
 Bodenoberfläche - durch ein genaues Nivellement ermittelt - und  
 der Verbreitung der einzelnen Vegetationstypen (Tab. 10 u. 11)  
 ergaben sich auffällige Übereinstimmungen.

Die in den Abbildungen dargestellten Isohalinen haben nur  
 Gültigkeit für den Tag der Probenentnahme (19.6.1956). Im Laufe  
 des Jahres werden sich Verschiebungen ergeben, bedingt durch Nie-  
 derschlag und Verdunstung. Die mittlere Niederschlagsmenge betrug  
 in der vorausgehenden Woche pro Tag 1,0 mm, am Vortage (18.6.)  
 fielen 2,3 mm. Die mittlere Temperatur für den gleichen Zeitraum  
 betrug in Husum 12,3°. Auf der Zeichnung ist das Gelände im Quer-  
 schnitt wiedergegeben. Die Zahlen im Kopf des Profils bezeichnen



Profil I

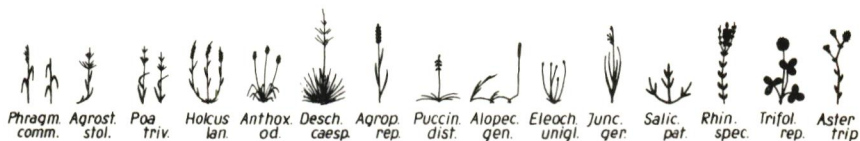
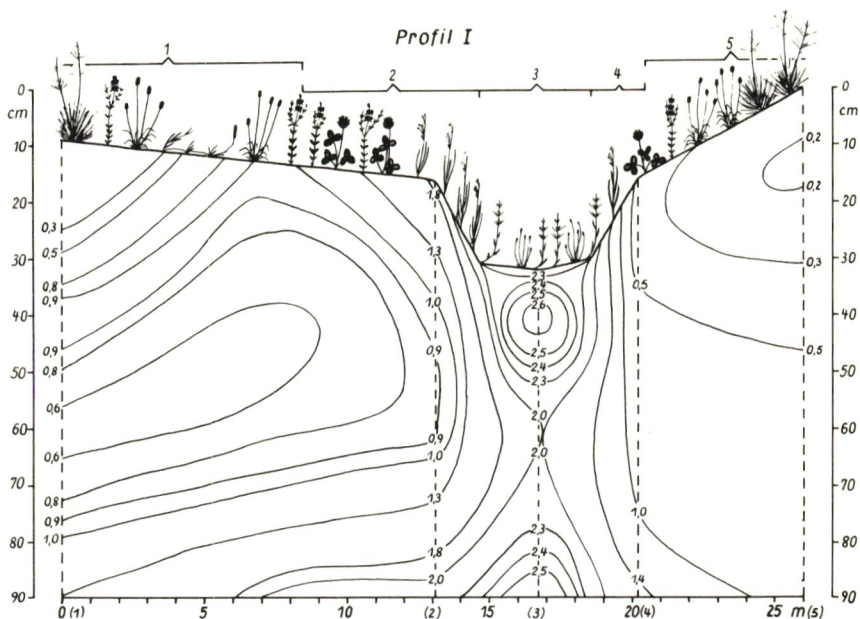


Abb. 25 Die Isohalinen von Profil I

die Nummer der pflanzensoziologischen Einheit (entspr. Tab. 10 und 11), die Klammer deren Ausdehnung.

Bei Profil I (Abb. 25 u. 28) läßt sich zum Graben hin deutlich eine Zunahme der Cl-Konzentration in der Bodenlösung erkennen. Im Untergrund des Grabens zeichnet sich ein kleiner Körper mit erhöhter Konzentration ab, der seine Entstehung den Niederschlägen und der bis in diese Zone nicht mehr so wirksamen Verdunstung verdankt. Nach der Tiefe zu steigen dann die Konzentrationen wieder an und schieben sich gleich einer Nase in die Höhe. Ferner zeigt dieses Profil die Wirkung des Oberflächengefälles



auf die Konzentration. Von Bohrung (5) nach (4) senkt sich die Oberfläche stärker als von (1) nach (2). Bei Regenfällen wird das Niederschlagswasser hier auf Grund des Gefälles schneller ablaufen. Aus dem Verlauf der Isohalinen ist ersichtlich, wie sich das Bodenwasser auf den Graben zu bewegt, denn die Linien wölben sich nach dorthin vor und drängen sich auf einen viel engeren Raum zusammen als es auf der gegenüberliegenden Grabenseite der Fall ist.

Die verschieden hohen Salzkonzentrationen spiegeln sich in den pflanzensoziologischen Aufnahmen und in der Ausdehnung der einzelnen Vegetationszonen wider (Tab. 10). Obwohl Bohrung (2) und (4) auf gleicher Höhe liegen, nimmt der dazugehörige Vegetationstyp bei (2) einen größeren Raum ein als bei (4). Der Vergleich zwischen den Aufnahmen 2 und 4 läßt bei der ersten eine Ausdehnung der Cl-Konzentration über eine größere Fläche vermuten, welches auch die Isohalinen bestätigen.

Das Profil II (Abb. 26) zeigt, verglichen mit dem rechten Abschnitt von Profil I, ähnliche Verhältnisse. Es handelt sich hier um ein durch die Untersuchungsstelle F (= Bohrung 24) geleg-

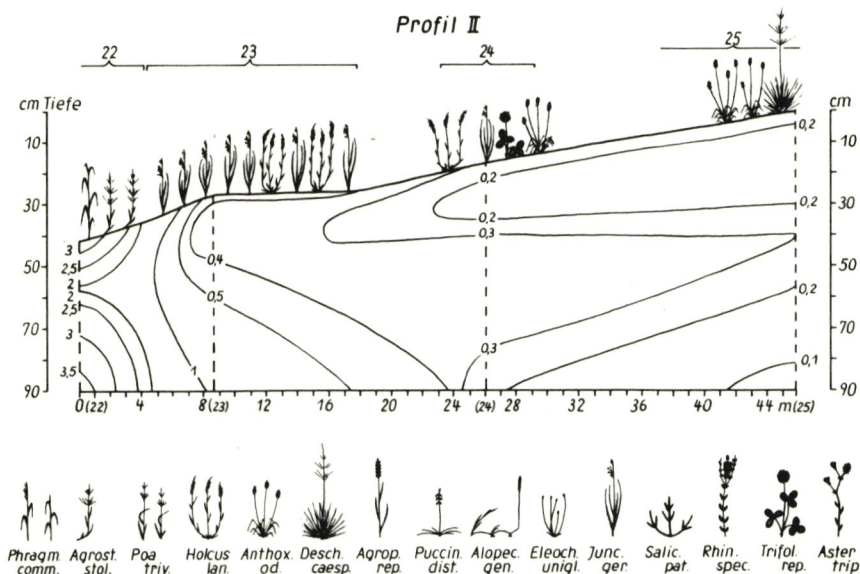


Abb. 26 Die Isohalinen von Profil II

tes Profil. Der Boden ist sandig. Bei Bohrung (23) nimmt ab 50 cm Tiefe der Schlick zu, während bei Bohrung (22) fast die ganze Bohrtiefe damit ausgefüllt ist, abgesehen von einer 5 cm mächtigen Rohhumusauflage mit anschließendem 6 cm starken A-Horizont. In 50 bis 60 cm Tiefe befindet sich ein 10 cm breiter Torfband. Bei Bohrung (22) und (23) wurden Muschelschalen von *Mytilus edulis*, bei (22) außerdem von *Cardium edule* aufgefunden, ein Zeichen dafür, daß es sich um ehemaligen Meeresboden handelt. Bohrung (22) zeigt sehr schön die Einwirkung der Verdunstung: Die an der Oberfläche aufgezeichneten Cl-Konzentrationen nehmen nach der Tiefe hin zunächst ab, dann aber wieder zu. Auch diese Darstellung bestätigt, was bereits für Bohrstelle F (S.39f) ausgeführt worden ist. Die Salzgehalte müssen stark abgenommen haben, und bei gleichbleibenden Verhältnissen wird sich die Vegetation derart ändern, daß die Relikte von *Juncus gerardi* und *Glaux maritima* verschwinden werden.

Starke Cl-Konzentrationen wurden bei den Profilen III (bei Untersuchungsstelle H) und IV (in der Nähe von Untersuchungsstelle I) am 27.5.1956 festgestellt. In der vorausgehenden Woche fielen im Mittel pro Tag 1,8 mm, am Vortage 10,9 mm Niederschlag. Die durchschnittliche Temperatur für diesen Zeitraum betrug in Husum 13° C.

Tabelle 10  
Profil I

Aufn. Nr.	1	2	3	4	5
qm	25	4	4	4	9
VB %	100	100	100	100	100
AZ	20	12	3	17	22
<i>Cynosurus cristatus</i>	8				
<i>Trifolium pratense</i>	2				
<i>Ranunculus repens</i>	1				
<i>Poa pratensis</i>	+				
<i>Taraxacum officinale</i>	2				
<i>Trifolium repens</i>	15	40		40	2
<i>Rhinanthus spec.</i>	20	35		30	1
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	20	3		5	25
<i>Alopecurus geniculatus</i>	20	3		8	1
<i>Poa trivialis</i>	2	+		1	2
<i>Bromus mollis</i>	2	1		1	+
<i>Festuca rubra</i>	8	3		3	1
<i>Ranunculus sardous</i>	5	2		+	+
<i>Leontodon autumnalis</i>	+	+		1	+
<i>Holcus lanatus</i>	3	2			1
<i>Deschampsia caespitosa</i>	5			5	50
<i>Ranunculus acer</i>	3			1	4
<i>Rumex acetosa</i>	2			1	3
<i>Cerastium caespitosum</i>	+			+	+
<i>Lychnis flos cuculi</i>				+	+
<i>Juncus gerardi</i>		10		2	
<i>Agrostis stolonifera</i>	2		70	2	
<i>Eleocharis uniglumis</i>			30		
<i>Potentilla anserina</i>			+		
<i>Carex stolonifera</i>				+	+
<i>Trifolium dubium</i>					1

Tabelle 11  
Profil II

Aufn. Nr.	25	24	23	22
qm	10	4	4	10
VB %	90	90	100	100
AZ	17	21	17	5
Rhinanthus spec.	r	2	5	+
Eleocharis uniglumis	r	+		1
Anthoxanthum odoratum	55	35	2	
Holcus lanatus	8	15	35	
Trifolium repens	4	5	1	
Lychnis flos cuculi	1	2	2	
Potentilla anserina	r	5	+	
Deschampsia caespitosa	10			
Agrostis tenuis	3			
Carex stolonifera	1			
Viola canina	1			
Ranunculus flammula	+			
Rumex acetosa	3	1		
Leontodon autumnalis	1	1		
Cerastium caespitosum	2	1		
Trifolium pratense	+	4		
Cardamine pratensis	+		+	
Cynosurus cristatus		1		
Ranunculus repens		2		
Hydrocotyle vulgaris		2		
Plantago major		1		
Glaux maritima		+0		
Juncus gerardi		4	35	
Agropyron repens		+	10	
Taraxacum officinale		3	+	
Sagina procumbens		2	+	
Agrostis stolonifera		+	2	90
Myosotis scorpioides			3	
Poa trivialis			+	
Galium palustre			1	
Sium erectum			+	
Phragmites communis			4	8
Triglochin maritimum				1

Bei Profil III (Abb. 27 u. 29) wird die Vegetation (vergl. Tab. 12) von Bohrung (7) nach (6) immer lockerer, bis sie bei Bohrung (6) selber gänzlich ausfällt. Die Isohalinen liegen hier pfannenartig untereinander. Durch die fehlende Vegetationsdecke kann sich die Verdunstung an dieser Stelle voll auswirken, so daß es in heißen, trockenen Sommern zur Auskristallisation von Salzen kommt, an deren Zusammensetzung auch Schwefelverbindungen betei-

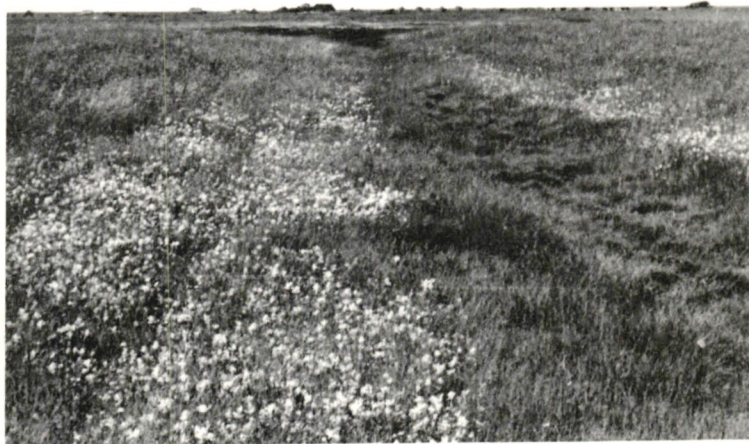


Abb. 27 Profil III

Abb. 28 Profil II



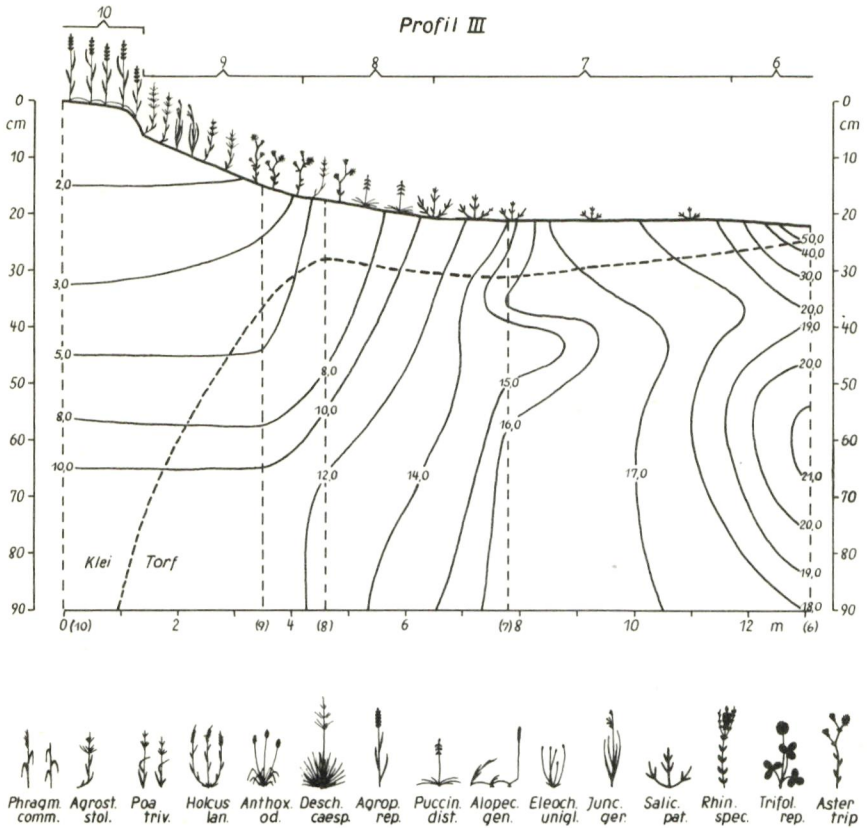


Abb. 29 Die Isohalinen von Profil III

ligt sind. Die Senke ist in der Zeit, in der sie nicht mit Wasser ausgefüllt ist, an der Oberfläche mit einer dünnen, rostbraunen Schicht bedeckt, unter der blauschwarzer Klei und ab 5 cm Torf liegt. Die blauschwarze Kleischicht stellt einen Reduktionshorizont dar, der wegen seiner Sauerstoffarmut den Pflanzen die Lebensmöglichkeiten nimmt. Die Torfgrenze sinkt immer tiefer ab und ist bei Bohrung (10) mit dem Bohrstock nicht mehr zu erreichen. Die Isohalinen verlaufen trotz Verschiedenartigkeit des Bodens ohne Störung. Bohrung (10), die am höchsten gelegene Stelle, zeigt an der Oberfläche niedrige Konzentrationen, das bestätigt auch die hier vorkommende Vegetation (Tab. 12, S. 71). Die Häufig-





Abb. 31 Profil IV

Abb. 32 Wuchsform von *Phragmites* an der Salzsenke

Tabelle 12  
Profil III

Aufn. Nr.	10	9	8	7	6
qm	9	2	2	2	4
VB %	100	100	100	80	0
AZ	10	9	6	4	0
Agropyron repens	95				
Festuca rubra	1				
Potentilla anserina	+				
Deschampsia caespitosa	+				
Rumex acetosa	+				
Leontodon autumnalis	+				
Bromus mollis	+				
Poa trivialis	2	10			
Alopecurus geniculatus	1	10	2		
Agrostis stolonifera	+	60	10		
Juncus gerardi		2			
Triglochin maritimum		5	5		
Glaux maritima		2	5		
Suaeda maritima		1K		5	
Spergularia salina		2K		+	
Aster tripolium		10	75	+	
Puccinellia distans			4		
Salicornia patula				75	

K = Keimling

Tabelle 13  
Profil IV

Aufn. Nr.	11	12	13	14	15	16	17
qm	9	9	2	1	6	1	2
VB %	90	100	100	50	0	50	100
AZ	10	12	8	1	0	3	2
Phragmites communis	5	15	10			50	80
Agropyron repens	60						
Potentilla anserina	3						
Poa pratensis	1						
Myosotis scorpioides	+						
Cardamine pratensis	+						
Alopecurus geniculatus	+						
Agrostis stolonifera	10	10					
Ranunculus repens	+	+					
Poa trivialis	10	65	1				
Glaux maritima		8					
Poa annua		+					
Rhinanthus spec.		+					
Taraxacum officinale		+					
Bellis perennis		+					
Leontodon autumnalis		+					
Triglochin maritimum		1	1				
Aster tripolium		1	2			+	
Puccinellia distans			80				
Spergularia salina			1				
Salicornia patula			5K	50K		1	
Atriplex hastatum							20

K = Keimling



nach Bohrung (17) hin immer kräftiger werden und dort dann normale Größen erreichen (vergl. ebenfalls Tab. 13, S. 71). Hier findet *Phragmites* ihr zusagende Verhältnisse (vergl. auch POMPE 1940, S. 275 ff. und STEINFÜHRER 1955, S. 164 f.). Schädigungen, wie sie von Steinführer bereits bei länger andauernden Konzentrationen von 0,5% in dieser Gesellschaft beobachtet worden sind, konnte ich nicht feststellen. Das Reth hat bei Bohrung (17) im Laufe der Zeit eine 15 cm hohe Auflage gebildet, zum Teil aus noch unvermoderten Blättern bestehend. Auf dieser wuchs sehr üppig *Atriplex hastatum*, sonst am Spülsaum der Nord- und Ostsee vorkommend, hier im Wachstum begünstigt durch tote Schnecken (*Stagnicola palustris* Müll.) und die pflanzliche Nitrifikation. Die geringe Konzentration an der Oberfläche bei Bohrung (11) ist bedingt durch den niedrigen Grundwasserstand und die sandige Struktur des Profils, die den Niederschlägen ein gutes Eindringen ermöglicht.

*Juncus gerardi* erscheint in allen Profilen im Optimum bei einer Cl-Konzentration des Bodenwassers zwischen 1 und 2‰. Nur Bohrung (22), Profil II, bildet eine Ausnahme, deren Gründe oben dargelegt wurden. Dieses stimmt überein mit den auf Tabelle 9 errechneten Jahresmitteln. Bei den Profilpunkten bevorzugt *Salicornia patula* Böden mit Konzentrationen zwischen 10 und 20‰ Cl. Die Abweichung von dem errechneten Jahresmittel (Tab. 9) von 24,8‰ (bei Bohrstelle H) ist durch den extrem trockenen Sommer 1955 zu erklären und durch die am Vortage der Profilentnahme gefallene Regenmenge (10,9 mm), die die Konzentration herabsetzte.

#### D e r C h l o r i d - G e h a l t d e s t r o c k e n e n B o d e n s :

Die Konzentration der Bodenlösung beeinflusst die Vegetation unmittelbar. Aus den auf das Bodentrockengewicht bezogenen Chloridgehalten ersehen wir die Salzbewegung im Boden. Diese Salzbewegung wird hervorgerufen durch auf- und absteigendes Grundwasser, den Nachleitstrom und die Niederschläge. In homogenen Böden läßt sich dieses leicht verfolgen. Werden aber bei Bohrungen an einer Untersuchungsstelle verschiedene Bodenarten erbohrt, so macht sich das in den Schwankungen der Chlorid-Werte - bezogen auf das Bodentrockengewicht - sehr bemerkbar, denn ein humoser Boden hat ein größeres Salzspeicherungsvermögen als ein toniger. Trotz sorg-

fältigster Probenentnahme auf möglichst kleinem Raum ließ es sich nicht vermeiden, daß bei den verschiedenen Entnahmen unterschiedliche Anteile humoser Substanz erbohrt wurden. Auf das Verhältnis Torf-Salz wurde bereits mehrfach verwiesen. POTONIE (1911) führt schon an, daß "der hohe Salzgehalt durch das große Absorptionsvermögen der kolloiden Humusstoffe des Torfes für gelöste Salze bedingt ist" (ERNST, O. in HÄBERLEIN 1934, S. 39). Der Torf kann einmal seinen Salzgehalt noch von früheren Nordseeüberflutungen behalten haben. Dieses trifft für Gebiete zu, in denen keine Entwässerung wirksam war. Zum anderen vermag er sich aber auch im Bereiche salzigen Grundwassers mit Salzen anzureichern. Liegen diese Böden zudem so tief, daß sich das Grundwasser dicht unter der Geländeoberfläche befindet, so kommt es zu einer Versalzung, wie sie besonders stark bei Untersuchungsstelle H und in einer



Abb. 33 Versalzung in der Baggerkuhle im Sönke-Nissen-Koog

Baggerkuhle im Sönke-Nissen-Koog ausgeprägt ist (Abb. 33). Wird aber der Grundwasserstand niedrig gehalten und durch Überflutung im Winter für Gegendruck gesorgt, dann steigen nur wenig Salze auf (Abb. 41 D u. Abb. 43 L). Aus den Abbildungen 39 E und G (Seite 84), deren Proben in 90 cm Tiefe entnommen wurden, ist die Abhängigkeit der Chlorid-Gehalte von der Bodenzusammensetzung (Torf- und Schlick-Mischproben) besonders gut ersichtlich. Oberflächeneinflüsse können hier keine Rolle spielen. An den Schwankungen der Feuchtigkeitskurve kann schon die Zusammensetzung des Bodens erkannt werden; geringer Wassergehalt deutet auf ein Überwiegen des Schlickes hin, eine Feuchtigkeitszunahme zeigt wachsenden Anteil humoser Bestandteile an. Die Chlorid-Gehalte folgen der Feuchtigkeitskurve in sehr schöner Weise.

Eine Moorschicht in geringer Tiefe braucht nicht immer eine Versalzung zu begünstigen. Bei geringer Ausbildung vermag sie, angeschnitten durch Drainage und Grüppelung, für eine gute Wasserableitung und damit Entsalzung des Bodens zu sorgen (FEEKES 1936). Ein anschauliches Beispiel liefert dafür der nördliche Teil der bereits angeführten Baggerkuhle des Sönke-Nissen-Kooges, wo nach der Drainage die Salzflora verschwand.

Die Wirkung des Nachleitstromes zeigt sich am besten in den obersten Bodenlagen, wie aus den Diagrammen (Abb. 40 bis 43, S. 85 f.) hervorgeht. Sie wird am deutlichsten bei steigenden Temperaturen und geringen Niederschlagsmengen. Bei tief abgesenktem Grundwasser macht sich nur ein geringer Salzaufstieg bemerkbar (Abb. 41 D, F, Abb. 43 L). Obwohl in der Zeit vom 2.6. bis 28.6.1955 mehr Niederschläge fielen als in der Zeit vom 7.5. bis 2.6.1955, ist bei verschiedenen Stellen (Abb. 40 B, 41 D, E, 42 H, 43 I, K) sogar ein Salzaufstieg zum 28.6.1955 erkennbar, bewirkt durch die mit der Jahreszeit zunehmende Verdunstung. Die während der Trockenheit und höheren Verdunstung aufgestiegenen Salze werden durch die Herbstregen (September) ausgewaschen oder in die Tiefe gespült. Aber schon die geringen Regenmengen des November lassen den Nachleitstrom wieder erkennen, wenn er auch infolge der geringen Verdunstung nur schwach ist. Es ist an Hand der Darstellungen schwer zu entscheiden, welche Bedeutung für die Salzanreicherung im Boden dem Grundwasser zukommt. Ein Cl-Anstieg in den unteren Tiefen kann durch aufsteigendes, salzhaltiges



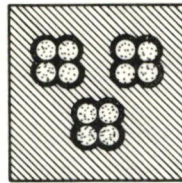
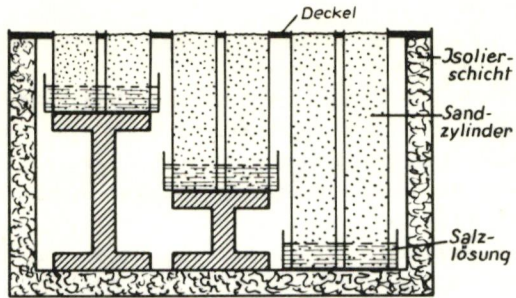
Grundwasser und - wie bereits erläutert - durch eine andere Bodenzusammensetzung bewirkt werden. Ein Grundwasseraufstieg braucht aber nicht nur durch von unten nachdrückendes Wasser bedingt zu sein, sondern auch in Marschböden vermag Niederschlagswasser einzusickern und den Grundwasserstand zu erhöhen. Eine Wirkung auf die obersten Bodenschichten durch aufsteigendes, salzhaltiges Grundwasser läßt Untersuchungsstelle E (Abb. 41) vermuten, da hier mit steigendem Grundwasser vom 24.9. zum 29.10.1955 auch ein Anstieg der Cl-Werte verbunden ist. Eine Beeinflussung durch salzhaltiges Grundwasser scheint auch bei Untersuchungsstelle A (Abb. 40) in 90 cm Tiefe am 7.5. und 28.6. vorzuliegen, denn ein Absinken des Grundwassers bewirkt eine Entsalzung (2.6., 23.7., 26.11.1955).

Allgemein aber darf gesagt werden, daß sich ein Grundwassereinfluß in jenen Tiefen bemerkbar macht, die in seinem Schwankungsbereich liegen (Stelle B, Abb. 40, bei 20 cm Tiefe; Stelle E, Abb. 41, bei 50 cm Tiefe). Ferner ermöglicht der über dem Grundwasser stehende Kapillarsaum, sofern er bis an die Oberfläche reicht, den Nachleitstrom.

Der geringe Anstieg der Cl-Gehalte an der Oberfläche bei hoher Versalzung in den tieferen Lagen bei Untersuchungsstelle D und L (Abb. 41, 43) gab Veranlassung, an Hand eines Experimentes den Salzaufstieg zu untersuchen.

Drei Gruppen mit je vier mit Dünen sand angefüllten Zelluloidzylindern von verschiedener Länge, unten abgeschlossen durch einen durchlöcherten Zelluloidboden, (Gruppe 1 = 9 cm, Gruppe 2 = 18 cm, Gruppe 3 = 27 cm; Durchmesser ca. 6 cm) wurden im Freien so aufgestellt, daß die Oberflächen in gleicher Ebene lagen. Jede Gruppe stand in einer Glasschale, welche mit einer Kochsalzlösung (17,94 ‰ Cl) angefüllt war, die immer auf gleicher Höhe (3 cm) gehalten wurde. Um die Verdunstung möglichst herabzusetzen, befand sich der Versuch in einem mit Torfmoos isolierten Kasten, dessen Deckel nur die Oberflächen der Versuchsgefäße heraus schauen ließ (Abb. 34). Zur Registrierung der meteorologischen Faktoren dienten ein Thermo- und ein Hygrograph, sowie zwei Evaporimeter. In Abbildung 44 sind die Werte dargestellt. Um den Regen auszuschalten, befand sich die ganze Versuchsanordnung unter einem Glasdach (Abb. 35). Trotz aller Vorsichtsmaßnahmen konnte eine Verdunstung





Kasten  
von oben

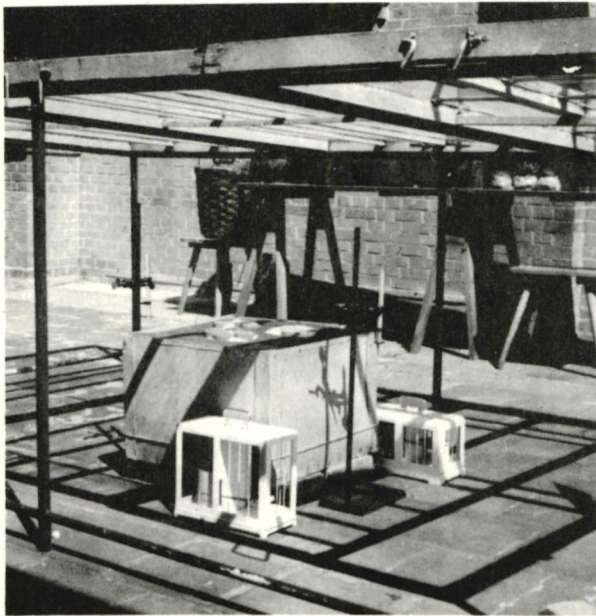


Abb. 34 Versuchsanlage zur Messung des Salzaufstiegs

Abb. 35 Versuchsanlage zur Beobachtung des Salzaufstiegs

der Salzlösung in den Schalen nicht ganz vermieden werden, so daß die Konzentration im Laufe der Versuchszeit folgende Werte erreichte (g/l):

Tabelle 14

Schale	Ausgang 4.7.	7.7.	8.7.	11.7.	25.7.
I	17,94	18,73	18,73	21,99	31,30
II	"	18,22	18,22	19,50	24,34
III	"	18,22	18,22	18,70	21,29

Aus Tabelle 15 ist die Korngrößenverteilung des zum Versuch gebrauchten Düdensandes ersichtlich, der kurz vor dem Einfüllen in die Zylinder durchfeuchtet wurde. Die danach ermittelte Ausgangsfeuchtigkeit betrug 5,3%.

Tabelle 15

mm	gr
> 2,0	0,5
> 0,5	2,79
> 0,2	90,79
> 0,1	5,84
> 0,05	0,06
< 0,05	0,02

Bei diesem Versuch sollte die Wirkung der Verdunstung zur Geltung kommen. Diese wurde in einem zur gleichen Zeit laufenden Versuch ausgeschaltet, indem ich einen Meßzylinder von 30 cm Länge mit Sand füllte und das geöffnete mit Gaze umwickelte Ende in die Salzlösung tauchte.

Die 9 cm Gefäße standen kaum in der Lösung (am 4.4.) als sich bereits eine starke Anfeuchtung der Oberfläche bemerkbar machte. Die 18 cm Gefäße zeigten dies nur in geringem Ausmaß, und bei den 27 cm Gefäßen war keine Änderung zu bemerken. Am 6.7. ließ sich bereits bei den 9 cm Zylindern an der Oberfläche ein Salzgeschmack wahrnehmen, die 18 cm Gefäße wurden an der Oberfläche feucht, aber erst am 7.7. abends konnte ich einen salzigen Geschmack feststellen. Am 7.7. wurde die erste Serie (ein 9 cm, 18 cm und ein 27 cm Gefäß) untersucht, der Inhalt in 3 cm dicke Scheiben zerlegt, gewogen, bei 105° C getrocknet und anschließend analysiert. Die zweite Serie wurde am 8.7., die dritte am 11.7. und die vierte am 25.7.1956 entnommen und untersucht.

Wie zu erwarten, sind die im Salzwasserbereich gelegenen Schichten am feuchtesten. Weiter davon entfernt nimmt die Feuchtigkeit dann immer mehr ab (vergl. Abb. 44, G 1 bis G 3, S. 89), jedoch liegt sie bei dem 9 cm Gefäß (Abb. 44, G 1) weit über der Ausgangsfeuchtigkeit. Die Schwankungen in den unteren Tiefen sind bedingt durch Wasserverlust bei der Probenentnahme. Das gilt auch für die später zu besprechenden Cl-Werte.

In allen Gefäßen stellt sich schon nach kurzer Zeit (3 Tagen) ein typisches Feuchtigkeitsgefälle ein, das in etwa gleicher Weise erhalten bleibt. In den 9 cm Gefäßen nimmt die Feuchtigkeit sehr schnell zu, so daß in der obersten Schicht 19,5 bis 21,5% Wasser enthalten sind. Die Feuchtigkeitswerte der Oberflächenproben der 18 cm Gefäße (Abb. 44, G 2) liegen den Werten des Ausgangswassergehaltes noch ziemlich nahe, und bei den 27 cm Gefäßen (Abb. 44, G 3) unterschreiten sie den Wert sogar um einiges. Diese Tatsache führt zu folgenden Überlegungen: Befindet sich die Oberfläche im Bereich des Kapillarwassersaumes (9 cm Gefäß), dann wird durch den Nachleitstrom in starkem Maße Wasser nach oben geführt. Die Wirkung des Nachleitstromes nimmt mit wachsender Entfernung des Grundwassers von der Oberfläche ab. (Die Salzlösung in den Schalen mußte jeden Tag nachgefüllt werden, und zwar war der Verbrauch aus der Schale der 9 cm Gefäße am höchsten, der aus der Schale der 27 cm Gefäße am geringsten). Die Verdunstung allein aber erklärt nicht die Höhe der Unterschreitung des Ausgangszustandes bei Gefäß 27 cm. Hier müssen noch andere Kräfte wirksam sein.

Versuch II (Abb. 45) - Ausschaltung der Verdunstung durch einen oben geschlossenen, in einer Salzlösung stehenden Zylinder - zeigt nämlich bei gleicher Versuchsdauer und gleichem Ausgangsmaterial die gleiche Erscheinung. Es ist nun die Frage, ob hier die Schwerkraft oder osmotische Kräfte, bedingt durch die Salzlösung, oder beide gemeinsam wirksam sind. Darum wurde noch Versuch III (Abb. 45) angesetzt, dessen Ausgangsfeuchtigkeit bei 10,9% lag und der die gleiche Versuchsdauer hatte wie I und II. Nachdem der Zylinder mit Sand gefüllt worden war, wurde er allseits luftdicht verschlossen. Auch hier trat dieselbe Erscheinung auf. Daraus kann man folgern, daß die Schwerkraft die größte Bedeutung für den Wasserabstieg hat. Der Feuchtigkeitsgehalt in den verschiedenen Höhen der Gefäße richtet sich also nach der



Höhe über dem Grund. Die Schwerkraft bedingt in kurzer Zeit den jeder Höhe eigentümlichen Feuchtigkeitsgehalt. Falls noch osmotische Kräfte dabei wirksam sind, so spielen sie eine untergeordnete Rolle.

Wie bereits eingangs erwähnt wurde, ließ es sich nicht vermeiden, daß die Konzentration der Salzlösung in den Schalen im Laufe der Versuchsdauer zunahm, und zwar bei den kurzen Gefäßen stärker als bei den längeren, da bei den kürzeren die Verdunstung und der Nachleitstrom stärker waren. Dieses wird an dem jeweiligen Salzgehalt des Bodens im Salzwasserbereich deutlich.

Bei den 9 cm Gefäßen (Abb. 45, G 1) läßt sich ein Anstieg des Salzgehaltes erkennen. Zum 25.7. erfolgt dann eine starke Salzanreicherung an der Oberfläche als eine Folge der längeren Versuchsdauer und der damit länger einwirkenden meteorologischen Faktoren. Diesen Anstieg können wir bei dem 18 cm und dem 27 cm Gefäß gleichfalls beobachten (Abb. 45, G 2 und G 3). Während sich aber bei den kürzeren Versuchsgefäßen schon bald eine Salzanreicherung bemerkbar gemacht hatte, lassen sich bei dem 27 cm Zylinder zum 11.7. erst Spuren nachweisen. Dabei muß berücksichtigt werden, daß der Salzaufstieg im 27 cm Gefäß entgegen dem durch die Schwerkraft abgezogenen Wasser erfolgt. Dieses läßt sich auch bei Versuch II (Abb. 45) feststellen, aber hier ist bereits bei der Entnahmestelle 21 bis 24 cm der Salzaufstieg beendet. Die Salzanreicherung bei gleichzeitiger Wasserabnahme in dem 27 cm Gefäß kann man folgendermaßen erklären: Im Sandkörper des Gefäßes bleibt nur das Haftwasser, alles andere wird absinken. Ein Salzaufstieg ist dabei möglich. Bei einsetzender Verdunstung wird durch einen, wenn auch geringen, Nachleitstrom Wasser nachgezogen, das infolge der geringen Menge schnell verdunstet und zur Konzentrationssteigerung und Salzanreicherung beiträgt.

Diese Versuche bestätigen die auf dem Bottsand gemachten Beobachtungen, daß ein Salzaufstieg nur dann möglich ist, wenn die obersten Bodenschichten noch soviel Feuchtigkeit besitzen, daß der Nachleitstrom gesichert ist (vergl. Tab. 16).

Tabelle 16

Tiefe	% Feuchtigkeit	% Cl des trockenen Bodens
0-5 cm	6,8	0,003
10 cm	1,1	0,003
20 cm	2,4	0,001



Obwohl das Grundwasser in 75 cm Tiefe noch eine Konzentration von 4,1‰ aufweist, ist der Salzgehalt des Oberbodens trotz starker Verdunstung sehr gering. Der grobkörnige Sandboden enthält nur geringe Feuchtigkeitsmengen, so daß ein Nachsaugen des Wassers aus tieferen Feuchtigkeitslagen nicht mehr möglich ist.

Die Ergebnisse der oben ausgeführten Versuche gelten nur für Sandböden. Allgemein aber kann behauptet werden, daß in Versalzungsgebieten bei hohem Grundwasserstand eine Versalzung eintreten muß, die bei abgesenktem Grundwasser schwerlich erfolgen kann.

Zu Abb. 36 bis 39	—————	0-5	cm	Tiefe
	- - - - -	10	"	"
	-. - . - . - . -	20	"	"
	— ● — ●	50	"	"
	.....	90	"	"

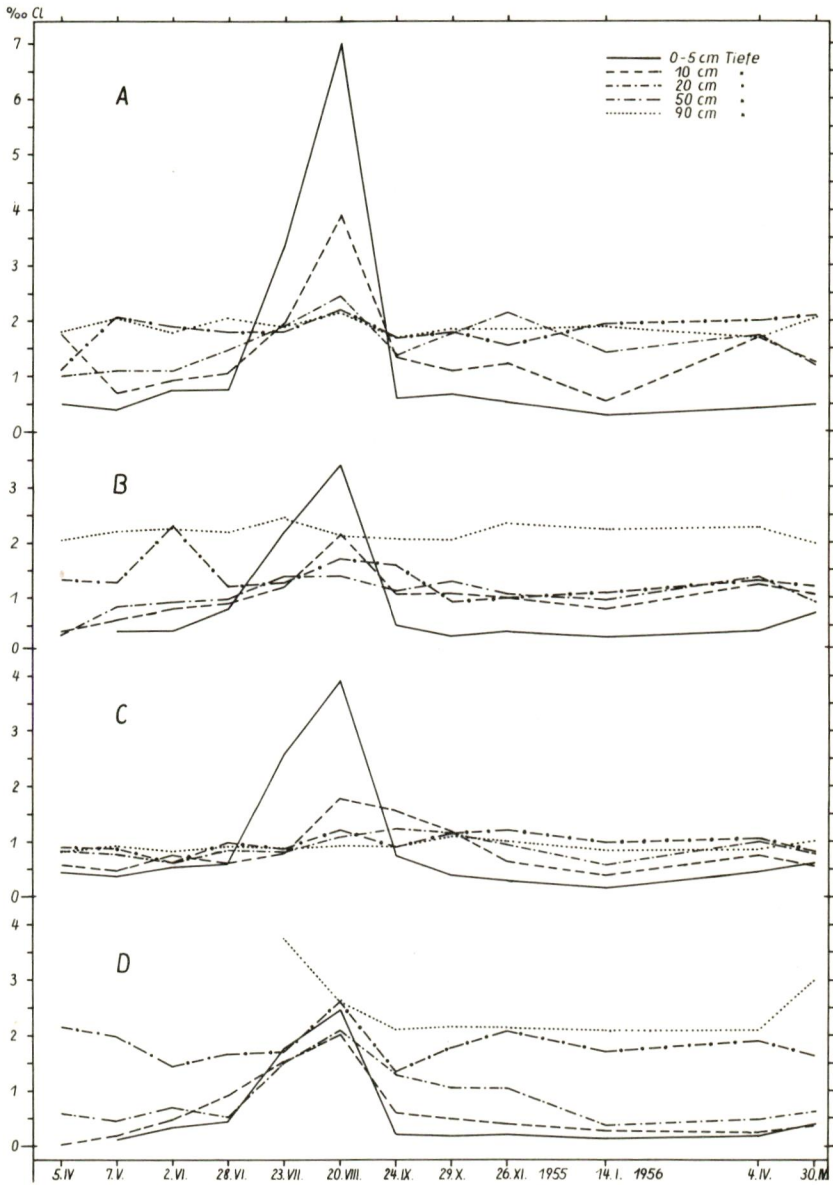


Abb. 36 Cl-Konzentration des Bodenwassers  
(Untersuchungsstellen A bis D)

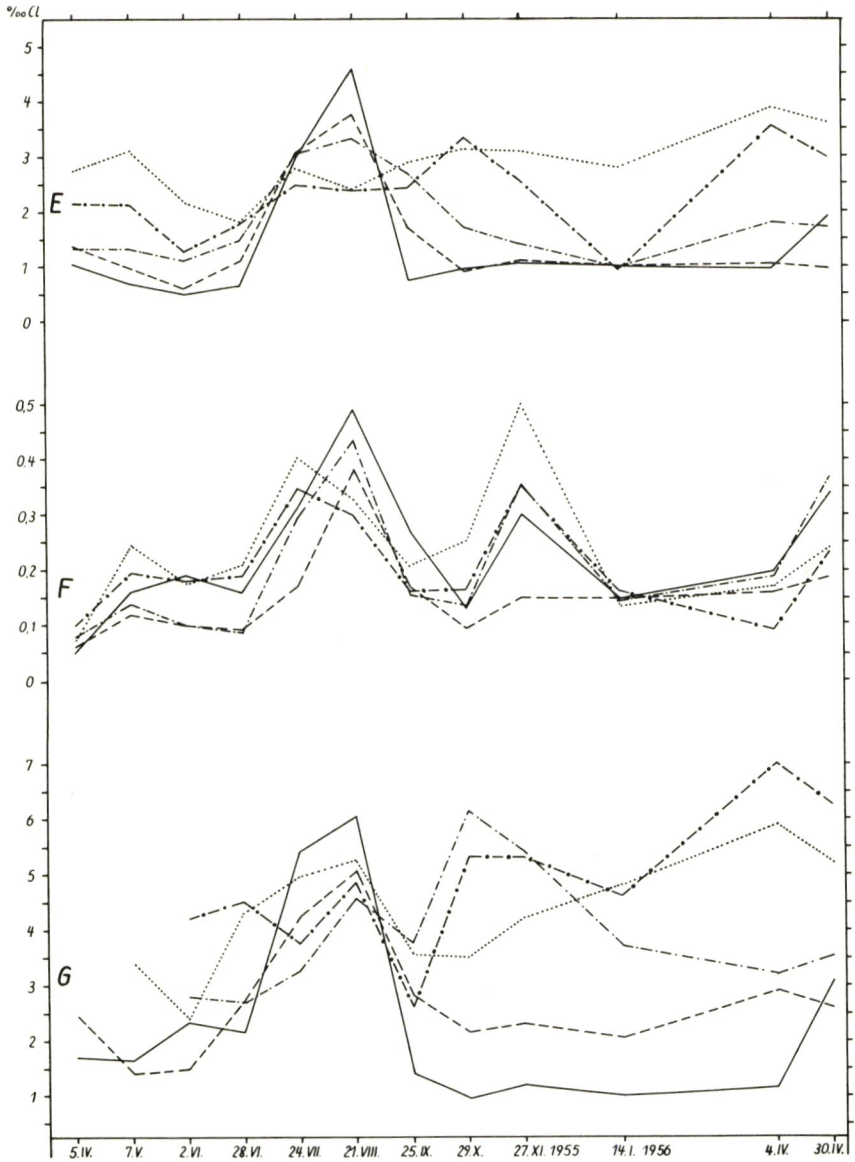


Abb. 37 Cl-Konzentration des Bodenwassers  
(Untersuchungsstellen E bis G)

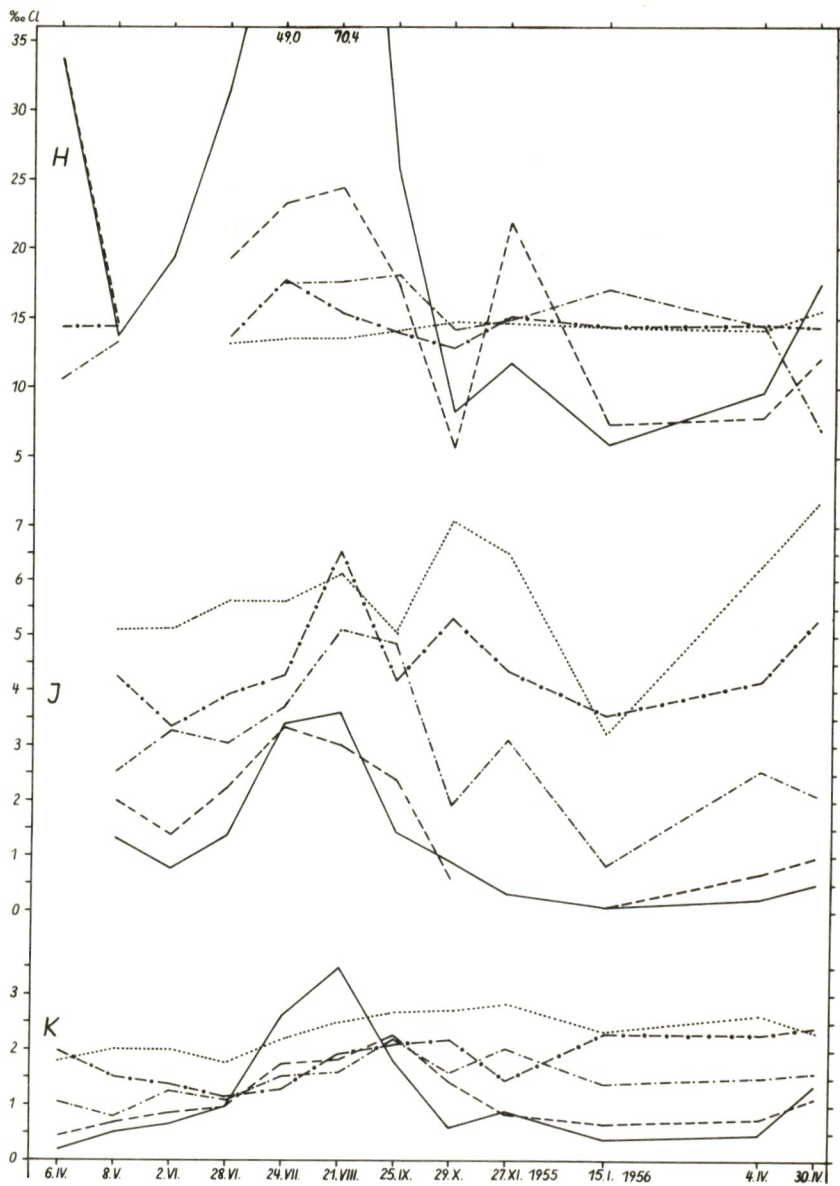


Abb. 38 Cl-Konzentration des Bodenwassers  
(Untersuchungsstellen H bis K)



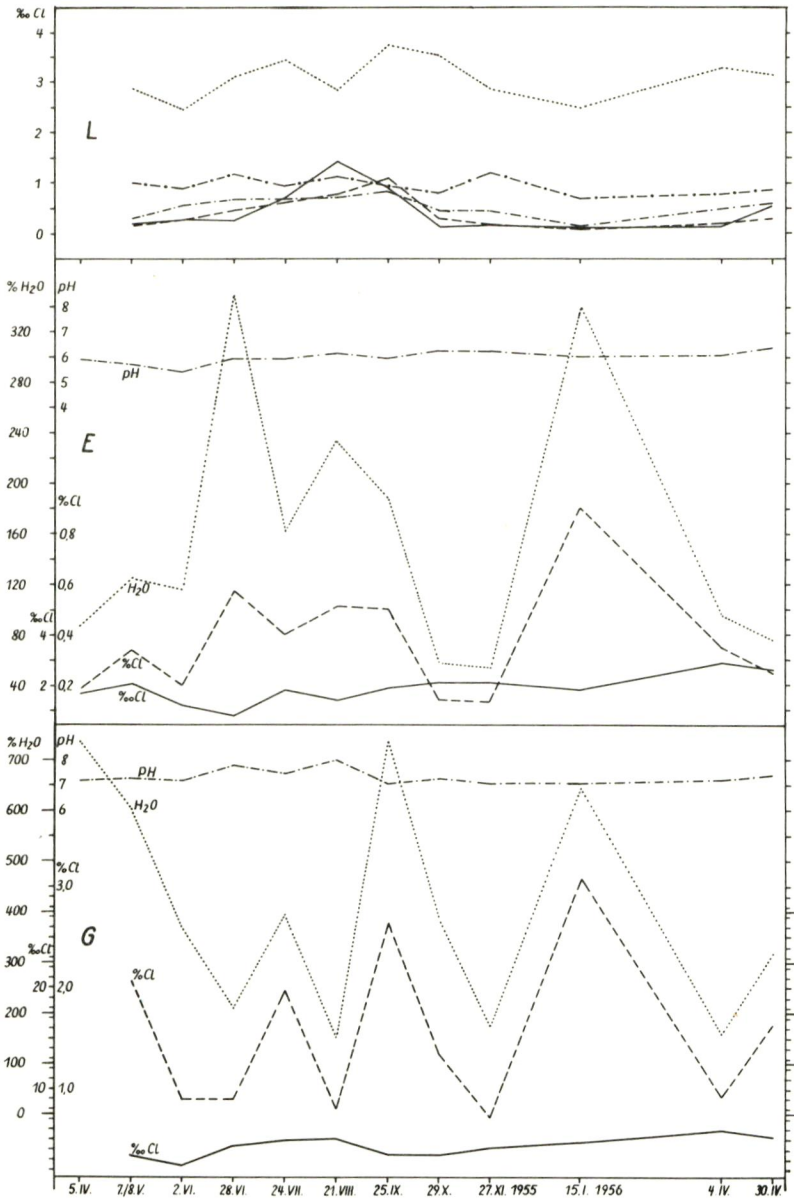


Abb. 39 Untersuchungsstelle L. Cl-Konzentration des Bodenwassers  
Untersuchungsstelle E und G = Erklärung S.

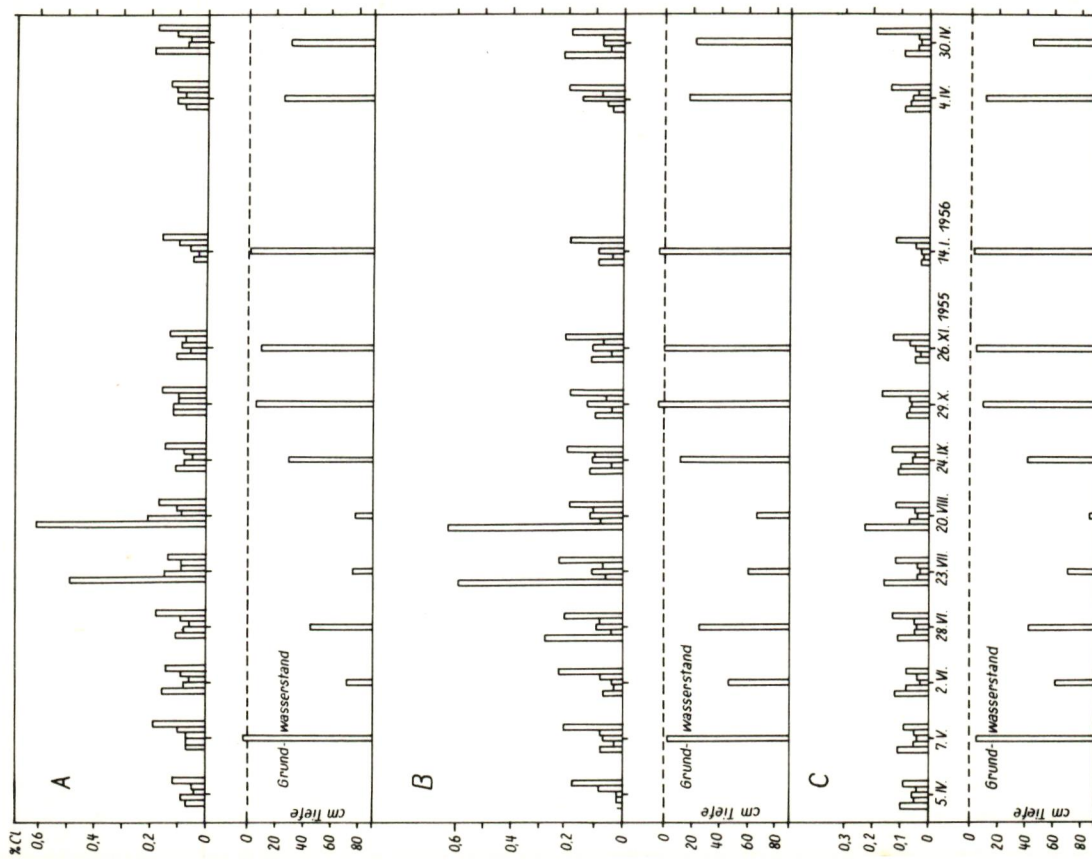


Abb. 40 Cl-Gehalte bezogen auf das Trockengewicht des Bodens

Zu Abb. 40 (Untersuchungsstelle A bis C)

1. Säule = 0-5 cm Tiefe
2. " = 10 " "
3. " = 20 " "
4. " = 50 " "
5. " = 90 " "

Legenden  
zu Abb. 41 bis 45  
S. 86 bis 90

Zu Abb. 41 bis 43 (Untersuchungsstellen D bis E, G bis L)

1. Säule = 0–5 cm Tiefe
2. " = 10 " "
3. " = 20 " "
4. " = 50 " "
5. " = 90 " "

Zu Abb. 41 (Untersuchungsstelle F)

1. Säule = 0–5 cm Tiefe
2. " = 10 " "
3. " = 50 " "
4. " = 90 " "

Zu Abb. 44 Meteorologische Faktoren

- G 1 Wasseraufstieg, Zylinderlänge 9 cm  
G 2 " " " 18 cm  
G 3 " " " 27 cm

Zu Abb. 45 Versuch I

- G 1 Salzaufstieg, Zylinderlänge 9 cm  
G 2 " " " 18 cm  
G 3 " " " 27 cm

Zu Abb. 45 Versuch II

Salz- und Wasseraufstieg in einem oben geschlossenen Zylinder

Zu Abb. 45 Versuch III

Die Wirkung der Schwerkraft auf einen durchfeuchteten  
Sandkörper in einem luftdicht verschlossenen Zylinder

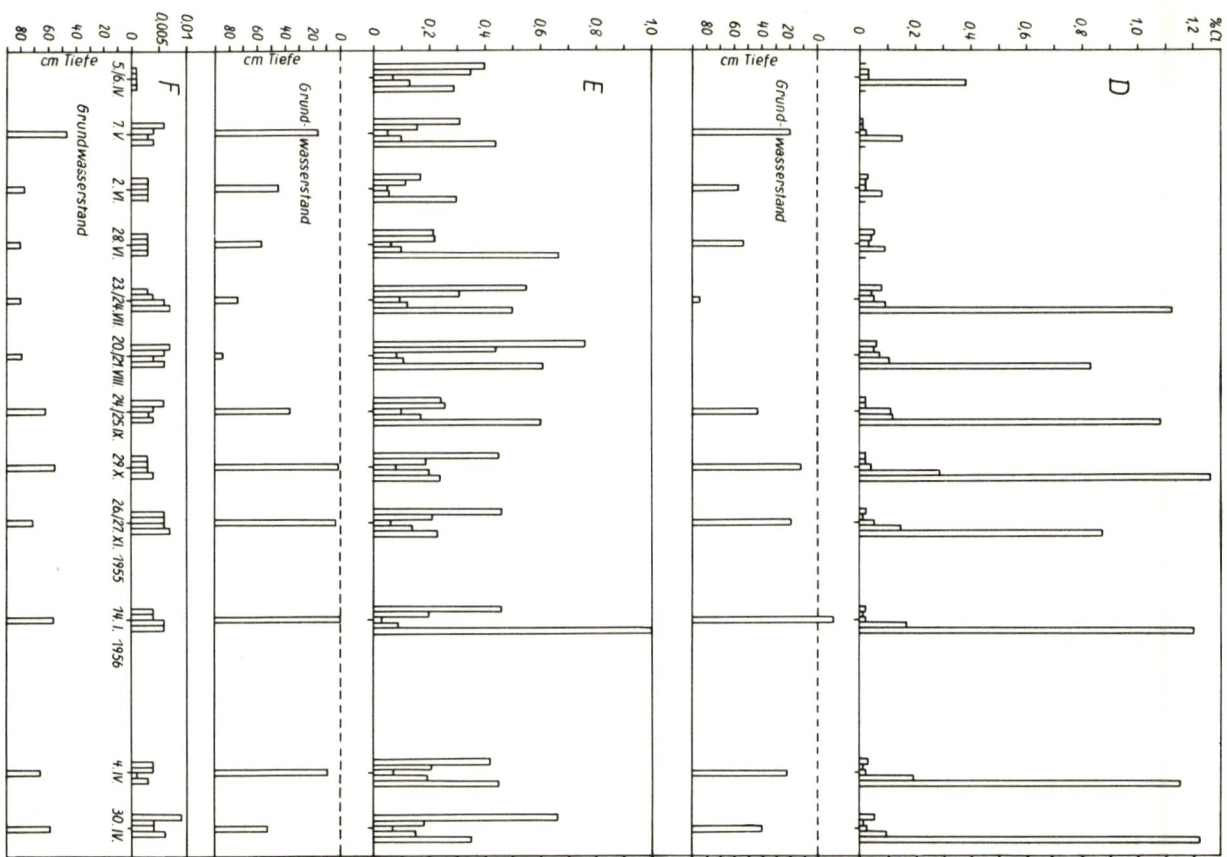


Abb. 41 Cl-Gehalte bezogen auf das Trockengewicht des Bodens

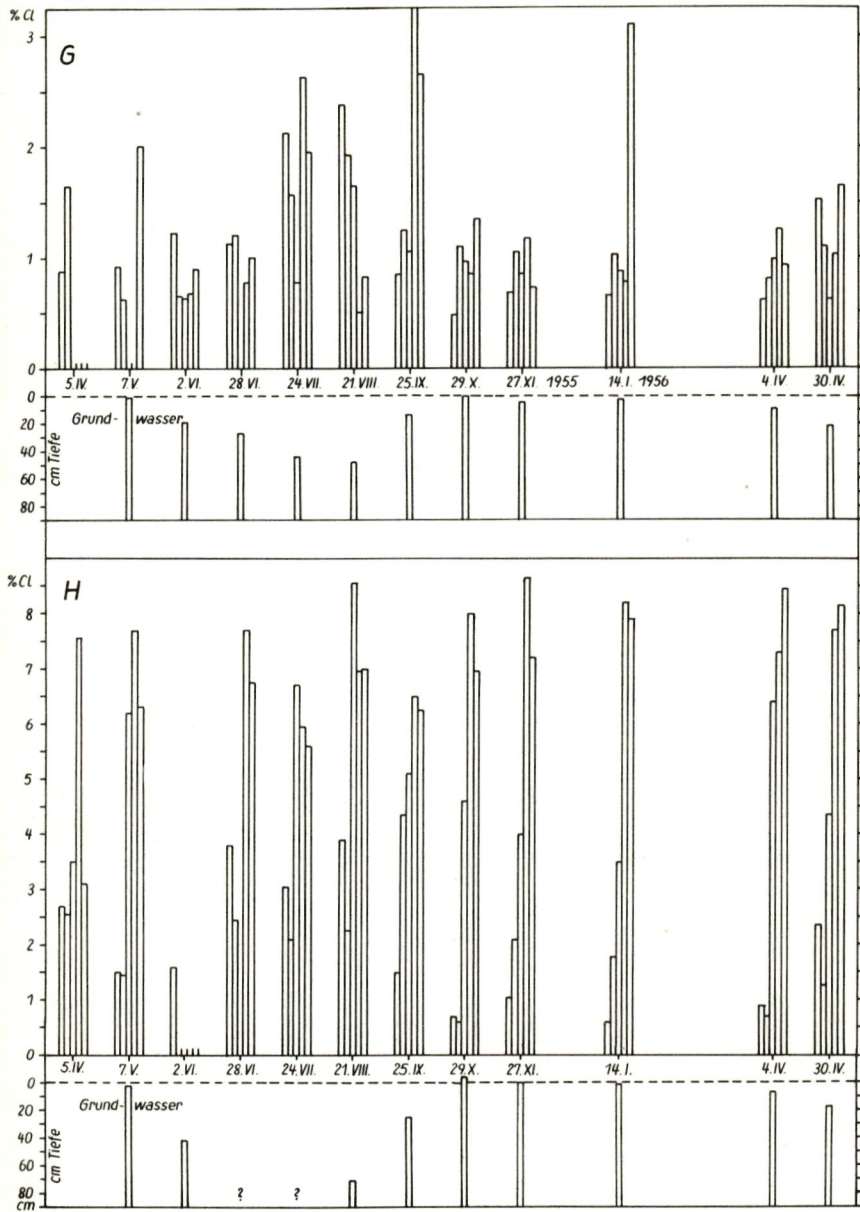


Abb. 42 Cl-Gehalte bezogen auf das Trockengewicht des Bodens



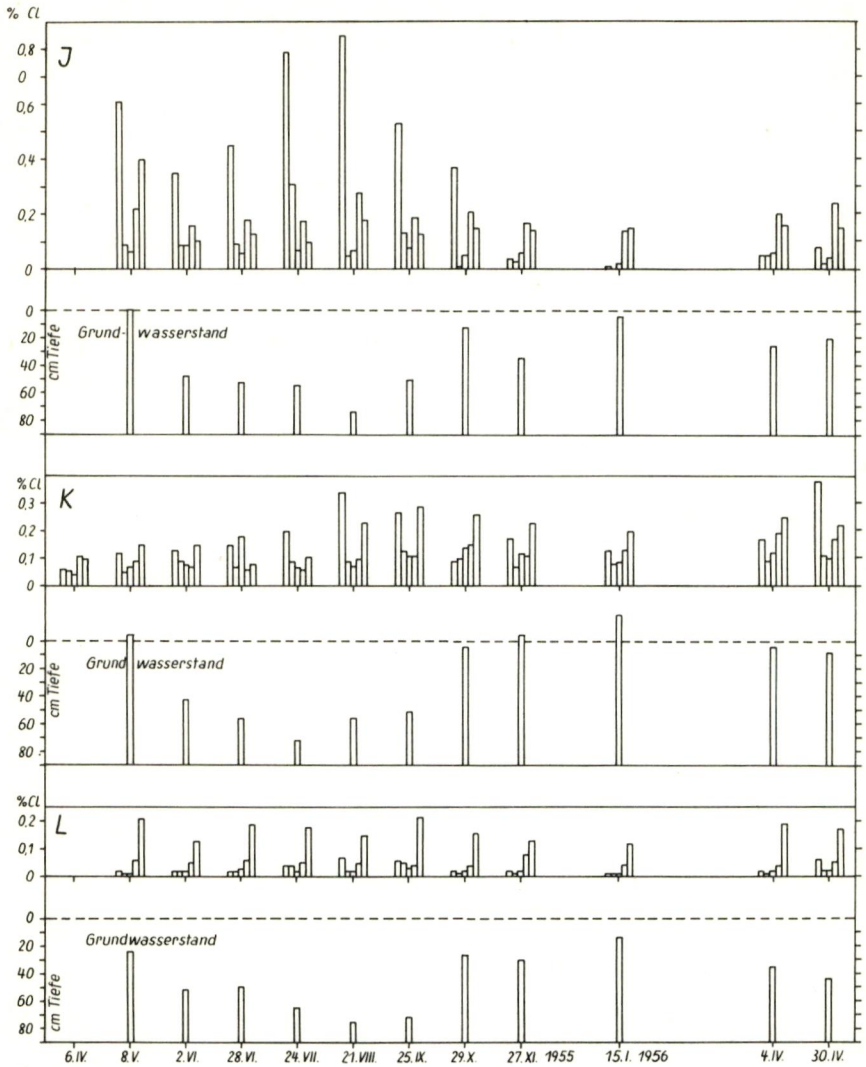


Abb. 43 Cl-Gehalte bezogen auf das Trockengewicht des Bodens

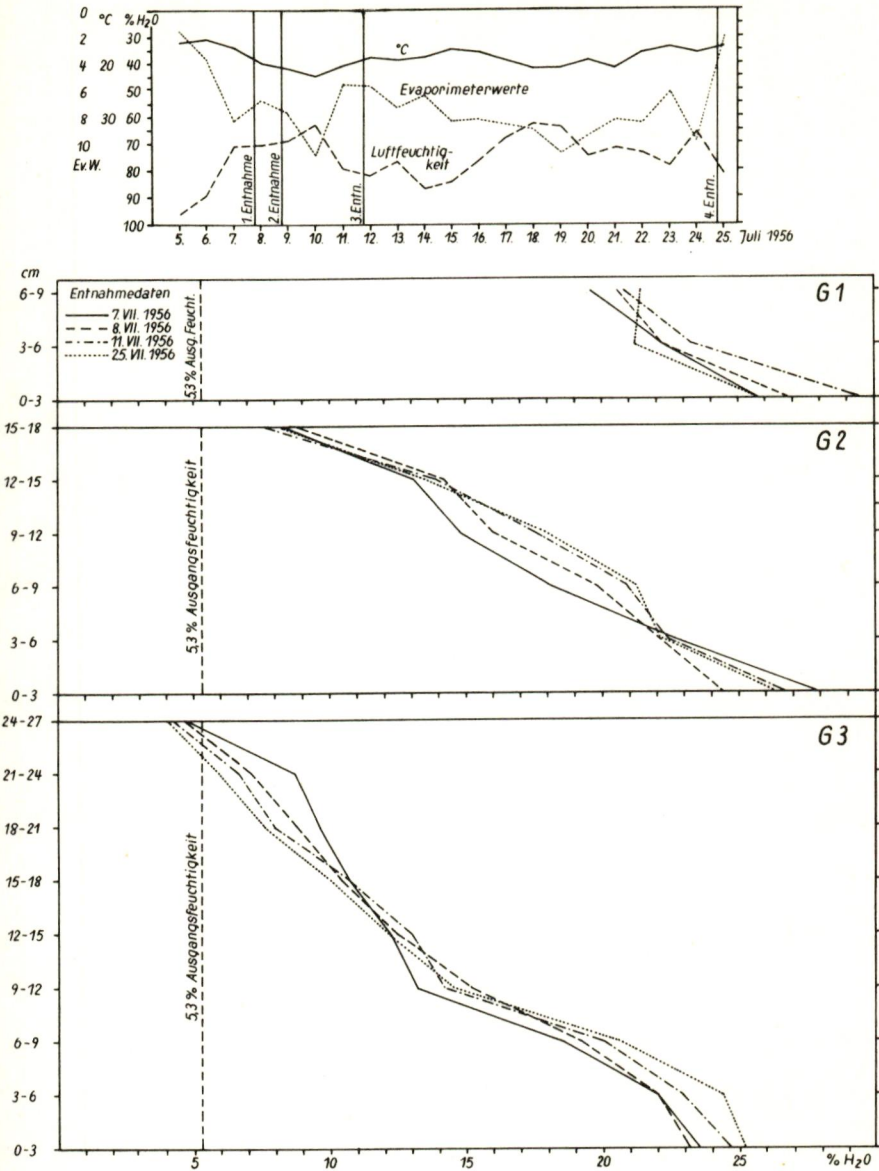


Abb. 44 Wasseraufstieg in offenen Zylindern verschiedener Länge

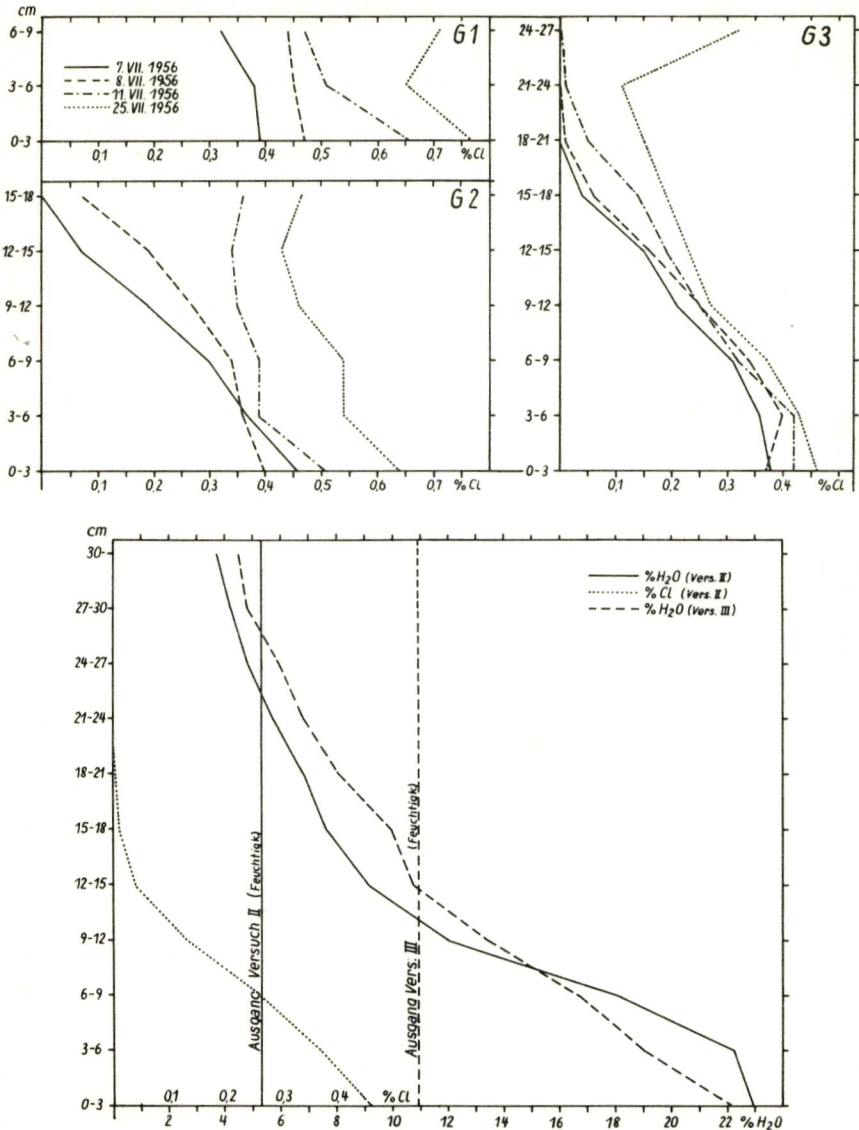


Abb. 45 Vers. I G 1 - 3 Salzaufstieg in offenen Zylindern  
verschiedener Länge

## Zusammenfassung

1. Die Salzkonzentration der einzelnen Bodentiefen unterliegt im Laufe eines Jahres Schwankungen, die vor allem von folgenden Faktoren abhängig sind:
  - a) von den Niederschlägen,
  - b) von der Verdunstung,
  - c) von der Höhe des Grundwasserstandes und dem Nachleitstrom,
  - d) von der Art der Bodenzusammensetzung.
2. Zwischen der Salzkonzentration des Bodenwassers und der Verbreitung der verschiedenen Salzvegetationstypen besteht auch in den nordfriesischen Kögen ein enger Zusammenhang (S.60 ff.).
3. Über die Verteilung der Salzkonzentration im Boden geben dessen Isohalinen einen anschaulichen Überblick. Diese tragen gleichzeitig zum Verständnis der Salzbewegung bei (S.62 ff.).
4. Die Verbreitung von Salzgesellschaften steht in deutlicher Abhängigkeit von der heutigen Lage der Geländeoberfläche zu NN. Salzvegetation wird in der Regel nur in solchen Bereichen angetroffen, die bei einem Fehlen der Deiche regelmäßig überflutet würden (S.38 ff.).
5. In den Untersuchungsgebieten lassen sich zwischen der Lage des diluvialen Untergrundes und der Verbreitung der Salzvegetation keine allgemeingültigen Parallelen erkennen (S.38 ff.).
6. Der Salzaufstieg im Boden kann gegen den Wasserstrom vor sich gehen (S.75 ff.).
7. Die Auswirkung der Salzkonzentration kann durch den Faktor "anhaltende Überschwemmung" ausgeglichen werden, so daß in den Senken weniger halophile Arten gedeihen als an deren Rändern (S.41 ff.).
8. Die nach Entwässerung sich einstellende *Juncus gerardi*-Flur braucht kein Anzeichen neu eingetretener Versalzung zu sein (S.41 ff.).
9. Ein Vergleich pflanzensoziologischer Vegetationskartierungen von 1938 mit denen von 1952 läßt für Teile des Kleiseer und Ockholmer Kooges eine Aussüßung, für die Hattstedter Marsch dagegen eine zunehmende Versalzung erkennen (S.39 ff.).



10. Nach Aussüßung des Bodens kann an der Oberfläche noch länger eine halophile Vegetation vorhanden sein. Eine Düngung erzielt in diesem Fall aber eine schnelle Umstimmung (S. 41 ff.).
11. Durch Entwässerung mooriger Bereiche kann nach Setzung des Bodens die Vegetation in den Bereich salzhaltigen Grundwassers geraten. Wo eine genügend dicke Kleidecke den Nachleitstrom unterbindet, tritt jedoch eine Aussüßung ein.
12. Für eine praktische Melioration ergeben die Untersuchungen, daß Gebiete mit Torf im Untergrund wegen einer möglichen Versalzung besonders gefährdet sind (S. 72 ff.).
13. Ein tief abgesenkter Grundwasserstand im Herbst (November) fördert den Abzug des salzhaltigen Grundwassers (S. 22 ff.).
14. Die Jahreskurven der pH-Verhältnisse lassen einen regelmäßigen Anstieg der Kurven im Mai erkennen.
15. Die Schwankungen des Feuchtigkeitsgehaltes des Bodens wirken sich in der Regel in einer parallelen Schwankung des Säuregrades aus.
16. Zwischen den Schwankungen der Salzkonzentration des Bodengewassers und der Bodenazidität konnten keine Zusammenhänge beobachtet werden.

## Literaturverzeichnis

- BAIER, W., 1954: Agrarmeteorologische Untersuchungen zur Wasserhaushaltsformel. - Wasser und Boden, H. 7 u.8.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1954: Pflanzensoziologie. - 2. Aufl., Wien.
- BRINKMANN, P., 1934: Zur Geschichte der Moore, Marschen und Wälder Norddeutschlands III. Das Gebiet der Jade. - Botan. Jahrb. Bd.66, H.4.
- BÜCKNER, E., 1954: Beiträge zur Soziologie und Ökologie westdeutscher Halophytenstandorte der Wetterau. - Ber.d.Oberh. Ges.f. Natur- und Heilkunde, Bd.26.
- BUSCH, A., 1927: Neue Beiträge zur Frage der Bodensenkung in Nordfriesland. - Jahrb.d.Nordfr. Vereins f.Heimatkd. und Heimatliebe, H. 14.
- CARSTENS, G., 1929: Deichwesen und Deichrecht. - "Nordfriesland", herausg. v. L.C. Peters, Husum.
- CHRISTIANSEN, W., 1955: Salicornietum. - Mittlg.d. Flor.-soz. Arbeitsgem., N.F.,H.5.
- DAMMANN, W., 1954: Die Änderungen der Niederschlagssummen in den letzten Jahrzehnten in Nordwestdeutschland. - Wasser und Boden, H.1.
- DAMMANN, W., 1955: Klimatische Unterschiede der Verdunstungskraft. - Wasserwirtschaft, Jg. 46, H. 2.
- DIETZ, C., 1953: Geologische Karte von Deutschland 1:25000, Schleswig-Holstein. Erläuterungen zu den Blättern Bredstedt und Ockholm,- Kiel.
- DITTMER, E., 1941: Das nordfriesische Eem.-Kieler Meeresforschungen, Bd. 5, H. 1.
- DITTMER, E., 1948: Küstensenkung an der schleswig-holsteinischen Westküste. - Forsch. u. Fortschr.
- DITTMER, E., 1953 (a): Die Grundwasserverhältnisse der schleswig-holsteinischen Marschen und deren Versalzung. - Mnskr. vervielf.

- DITTMER, E., 1952: Die nacheiszeitliche Entwicklung der schleswig-holsteinischen Westküste. - Meyniana, Bd. 1.
- DITTMER, E., 1953 (b): Übersicht über die Grundwasserverhältnisse an der schleswig-holsteinischen Westküste (ohne Inseln und Halligen). - Mnskr. vervielf.
- DITTMER, E., 1954: Der Mensch als geologischer Faktor an der Nordseeküste. - Eiszeitalter und Gegenwart, Bd. 4./5.
- DITTMER, E., 1954 (a): Küstensenkung, Setzungen, Wasserstandsänderung. - Mnskr. vervielf.
- DITTMER, E., 1954 (b): Erdgeschichtliches aus den Kreisen Husum und Südtondern. - Aus H. HINZ "Vorgeschichte des nordfriesischen Festlandes", Neumünster.
- DITTMER, E., 1956: Entwässerung der Marsch durch Sickerbrunnen? - Wasser und Boden, H. 9.
- ECKERMANN, C.H., 1891: Die Eindeichungen von Husum bis Hoyer. - Ztschr.d.Ges.f.S.H.Gesch., Bd. 21.
- ELLENBERG, H., 1950: Unkrautgemeinschaften als Zeiger für Klima und Boden. - Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie, Bd. 1, Stuttgart.
- FABER, K., 1930: Die Salzstellen und die Salzflora der Provinz Hessen-Nassau und ihrer Nachbargebiete. - Ber.d.Oberh. Ges. f. Natur- und Heilkunde, Bd. 13.
- FECKES, J.W., 1936: De ontwikkeling van de natuurlijke vegetatie in de Wieringermeerpolder de eerste droogmakerij van de Zuiderzee. - Amsterdam.
- FECKES, J.W. u. BAKKER, D., 1954: Van Zee tot Land. - Rapporten en medelingen in zake de droogmaking, ontgonning en sociaaleconomische opbouw der IJsselmeerpolders, Nr. 6, Zwolle.
- FEHER, D. u. KISS, L., 1934: Untersuchungen über die Pflanzenassoziationsverhältnisse mittel- und nordeuropäischer Waldböden mit besonderer Berücksichtigung der jahreszeitlichen Schwankungen der Bodenazidität. - Bot.Archiv, Bd. 36 1/2.
- FISCHER, O. u. MÜLLER, F., 1955: Landgewinnung und Landerhaltung in Schleswig-Holstein. - III. Teil, Bd. 2 und 7, Berlin.

- FRIEDRICH, W., 1950: Über die Verdunstung vom Erdboden. - Gas und Wasser - Fach (GWF), Ausg. Wasser, Jg. 91, 24.
- GAYE, J., 1951: Die Wasserstandsänderungen in der Ostsee und i der Nordsee in den letzten 100 Jahren. - Die Wasserwirtschaft, Sonderheft 19./20.Sept.
- GEISSNER, F., 1930: Ökologische Untersuchungen an Salzwiesen. 1. Salz- und Wassergehalt des Bodens als Standortfaktoren, ihre Abhängigkeit vom Gefälle. - Mittlg.d.Naturw.Vereins f. Neupommern und Rügen, Jg. 57.
- GILLNER, V., 1950: Salt Marsh Excursion on the West Coast of Sweden, July 6.-10.1950. - VII Int. Bot. Congr. Stockholm 1950, Exc. Guide.
- GRUNOW, J., 1954: Bedeutung und Erfassung der Nebelniederschläge. - Ass. gen. de Rome.
- HÄBERLIN, C. und JENSEN, E., 1934: Die Nordfriesischen Salzsieder. Mit einem Nachtrag von O.ERNST "Geologie des Salztorfes". - Führer Heimatbücher, Nr. 18.
- HEBESTREIT, H., 1954: Untersuchungen über die Wasserführung in alten Marschböden (Ein Beitrag zur Problematik des Knick). - Diss. Kiel.
- HECK, H.L., 1932: Das Grundwasser im Zusammenhang mit dem geologischen Bau Schleswig-Holsteins, Berlin.
- HECK, H.L., 1936: Küstensenkungen und Erdgeschichte Nordfrieslands. - Jahrb. d. Heimatb. Nordfr. Bd. 23.
- HECK, H.L., 1948: Grundwasseratlas von Schleswig-Holstein. - Hamburg.
- HECK, H.L., 1951: Geologische Karte des Deutschen Reiches 1:25000, Schleswig-Holstein, Erläuterungen zu den Blättern Wobbenbüll, Hattstedt, Viöl und Jübeck, Kiel, II. Aufl.
- HINGST, Kl., 1943: Nordfriesland, Eiderstedt und Dithmarschen. Eine landwirtschaftsgeographische Betrachtung der Schleswig-Holsteinischen Seemarschen. - Diss. Kiel.
- JOHANNSEN, A., 1954: Die Küsten- und Untergrundversalzung in Schleswig-Holstein. - GWF, Jg. 95, H.10.
- JOHANNSEN, A., 1955: Grundwasserhöflichkeit in Schleswig-Holstein. - Kiel.



- KNOCH, K., 1950: Schwankungen der regionalen Verteilung und der Jahresmenge der Niederschläge in Deutschland. - GWF, Jg. 91, H.24, Ausgabe Wasser.
- KÖHNLEIN, J., Zur Frage der Reaktionsverschiebungen in rohhumushaltigen Heideböden. - Landwirtschaftliche Forschung, Bd. 5, H. 1.
- KÖNIG, D., 1949: Standortuntersuchungen auf einem Vorlandrasen an der schleswig-holsteinischen Westküste bei Husum. - Biol. Zentralbl. Bd. 68.
- KÖNIG, D., 1939: Die Chromosomenverhältnisse der deutschen Salicornien. - Planta, Bd. 39, 3.
- LAMMERT, W., 1954: Wie sich unser Klima ändert. - Die Wasserwirtschaft, Jg. 44, H.4.
- LEVSEN, P. u. KÖNIG, D., 1948: Bericht über die pflanzensoziologische Kartierung des Botschlotter Staubeckens und der beiden Reservestaubecken an der Lecker-Au. - Mnskr.
- LUNDEGÅRDH, H., 1949: Klima und Boden, ihre Wirkung auf das Pflanzenleben. - 3. verb. Auflg., Jena.
- MANSFELD, R., 1940: Verzeichnis der Farne und Blütenpflanzen des Deutschen Reiches. - Ber. Dtsch. Bot. Ges. LVIII a.
- MARTINI, H.J., 1951: Über Auftreten, Herkunft und wasserwirtschaftliche Bedeutung von versalztem Grundwasser in Nordwestdeutschland. - Die Wasserwirtschaft, Sonderh.19./20.Sept.
- MEISEL, K., 1955: Die Pflanzengesellschaften des Emstales und ihre Beziehung zu Boden und Wasser. - Mittlg.d. Flor.-soz. Arbeitsgem., N.F.,H.5.
- NATTERMANN, E., 1951: Lysimeter und Wildsche Waage. - Die Wasserwirtschaft, Sonderheft 19./20.Sept.
- NESTLE, 1950: Sickerwassermengen in verschiedenen Erdbodenarten. - GWF Jg. 91, H. 8.
- NÖRING, F., 1954: Chemische und physikalische Erscheinungen bei infiltriertem Grundwasser. - Ass. gen. de Rome.
- PETERSEN, M., 1955: Gewässerkundliche Stellungnahme zur Entwässerung im Bongsieler Gebiet. - Mnskr. vervielf.

- POMPE, E., 1940: Beiträge zur Ökologie der Hiddenseer Halophyten. - Beih.z.Bot. Centralblatt, Abt. A.
- RAABE, E.W., 1946: Über die Pflanzengesellschaften des Grünlandes in Schleswig-Holstein. - Diss. Kiel.
- RAABE, E.W., 1954: Salzsäden in der nordfriesischen Marsch. - "Schleswig-Holstein".
- REINKE, E.M., 1955: pH-Jahreskurven von Wiesen und Weiden. - Festschr.f.Dr. h.c. W.Christiansen, Mittlg.d. Arbeitsgem. f.Flor.in Schl.-H. u. Hbg., H.5.
- REUSCHE, E., 1952: Alte Leistungen-neue Sorgen in Holland. - Wasser und Boden, H. 6.
- RICHTER, W. u. FLATHE, H., 1954: Die Versalzung von küstennahen Gewässern, dargestellt an einem Teil der deutschen Nordseeküste. - Ass. gen. de Rome.
- RUSS, A., 1954: Die Niederschlagsverhältnisse in Deutschland seit 1881. Ass. gen. de Rome.
- SCHMIDT-PETERSEN, J., 1929: Sturmfluten, Landverlust und Landgewinn. - Aus L.C.PETERS "Nordfriesland", Husum.
- SCHRATZ, E. u. BAILER, A., 1937: Beobachtungen über die Salzverhältnisse und Halophytenvegetation im Adolf-Hitler-Koog. - Ber.d.Dtsch.Bot.Ges., Bd.55.
- STEINFÜHRER, A., 1955: Die Pflanzengesellschaften der Schleiufer und ihre Beziehungen zum Salzgehalt des Bodens. - Jahrb. d. Heimatgem.d.Kr. Eckernförde, Jg. 13.
- SUHR, H., 1954: Schleswig-Holstein. - Wasser u. Boden H. 4/5.
- TÜXEN, R., 1937: Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. - Mittlg.d. Flor.-soz. Arbeitsgem., H. 3.
- TÜXEN, R. u. LOHMEYER, W., 1947-1950: Bemerkenswerte Arten aus der Flora des mittleren Wesertales und ihre soziologische Stellung in seiner Vegetation.- Jahresber.d. Naturhist.Ges. zu Hann., 99 - 101.
- TÜXEN, R., 1954: Pflanzengesellschaften und Grundwasserganglinien. - Angew. Pflanzensoz., H. 8.
- TÜXEN, R., 1955: Das System der nordwestdeutschen Pflanzengesellschaften. - Mittlg.d.Flor.-soz. Arbeitsgem., N.F., H.5.

- VINCK, F., 1954: Über die Grundwasserverhältnisse in Schleswig-Holstein. - Wasser u. Boden, H. 11.
- VINCK, F., 1955: Ursachen, Umfang, Bedeutung und Bekämpfung der Grundwasserversalzung in Schleswig-Holstein. - Gewässerkundliche Tagung, Freiburg. Bes. Mittlg. zum Deutschen Gewässerkundlichen Jahrb. Nr. 12.
- WALTER, H., 1951: Einführung in die Phytologie III, Grundlagen der Pflanzenverbreitung, 1. Teil, Standortlehre. - Stuttgart.
- Wasserwirtschaft zwischen Nord- und Ostsee, herausg. von der Wasserwirtschaftsverwaltung im Min.f.ERN., Landw. und Forsten d. Landesreg. Schl.-Holstein, Kiel 1951.
- WENTWORTH, C.K., 1951: The Process and Progress of Salt Water Encroachment. - Ass. gen. de Bruxelles, II.
- WITTE, K. u. HERRMANN, F.J., 1954: Untersuchungen über den Einfluß der Niederschlagshöhe und der Niederschlagsdichte künstlicher Regengaben auf die Wasserbewegung im Boden, die Bodenstruktur und das Pflanzenwachstum. - Wasser und Boden, H. 3.
- WOLFF, W., 1922: Erdgeschichte und Bodenaufbau Schleswig-Holsteins. - 2. verb. Auflg., Hamburg.
- WOLFF, W. u. HECK, H.L., 1949: Erdgeschichte und Bodenaufbau Schleswig-Holsteins. - Hamburg.

**Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Floristik  
in Schleswig-Holstein und Hamburg**

Herausgegeben von Dozent Dr. E.-W. Raabe

---

**Heft 8**

**Die Verbreitung der Röhrlinge,  
Blätter- und Bauchpilze in Südtondern**

von

**Friedhelm Menzel**

**Kiel 1959**



# DIE VERBREITUNG DER RÖHRLINGE, BLÄTTER- UND BAUCHPILZE

(Agaricales und Gastromycetales)

auf dem Festland des Kreises Südtondern

Systematik und Nomenklatur nach Moser, Basidiomyceten II. Teil, Stuttgart 1955 (Kleine Kryptogamenflora von Gams, Band II b). Arten und Varietäten, die Moser nicht anführt, haben die Seitenzahl (S.) in Kühner et Romagnesi, Flore analytique des champignons supérieurs, Paris 1953.

Diese Übersicht umfaßt 684 Arten der Röhrlinge, Blätter- und Bauchpilze, die bis zum Herbst 1958 im Bereich von acht Meßtischblättern in Südtondern gefunden wurden. Die wichtigsten Fundorte, unter denen moosige Fichtenwälder auf saurem Boden vorherrschen, sind: Forst Süderlügum und Forst Karlum (M.-Bl.1119), Forst Langenberg (M.-Bl. 1219 und 1220), Hogelunder- und Fresenhagener Wäldchen (M.-Bl.1220), Gaarder Kuhholz (M.-Bl.1220), Lundtop (M.-Bl.1121), Osterbyer Kratt (M.-Bl.1221).



*Xerocomus parasiticus* (Schmarotzerröhrling) auf *Scleroderma aurantium*  
(Kartoffelbovist) Fresenhagener Wäldchen (Krs. Südtondern, Mbl. 1220)  
unter Buchen, mehrfach. leg. Fr.Menzel 29.8.58 phot. F.Jensen.

## Die Arten der Agaricales

M.-Bl. 1118.19.20.21.1218.19.20.21

## I. Fam.

Strobilomycetaceae

## II. Fam.

Boletaceae

4. Gyroporus	cyanescens					+	sehr s.
5. Gyrodon	lividus					+	"
6. Boletinus	cavipes	+				+	häufig
8. Suillus	grevillei	+				+	"
13. "	luteus	+		+	+	+	"
19. "	bovinus	+				+	"
20. "	variegatus	+				+	"
21. "	piperatus	+				+	zieml. h.
23. Leccinum	nigrescens	+				+	selten
24. "	aurantiacum	+				+	nicht s.
25. "	"testaceo-scabrum	+				+	zieml. s.
26. "	scabrum var. niveum	+				+	selten
28. "	scabrum	+				+	häufig
29. "	carpini	+					sehr s.
33. Boletus	erythropus					+	nicht s.
34. "	queletii	+				+	sehr s.
35. "	luridus					+	"
42. "	calopus					+	zieml. s.
48. "	edulis	+	+			+	häufig
S. 38. "	reticulatus	+				+	selten
S. 38. "	pinicola	+				+	nicht s.
49. Tylopilus	felleus	+	+			+	zieml. h.
51. Xerocomus	parasiticus					+	selten
52. "	rubellus					+	zieml. s.
53. "	pulverulentus					+	sehr s.
54. "	badius	+	+			+	sehr h.
55. "	chrysenteron	+	+			+	häufig
S. 40. "	" var.						
	versicolor	+				+	nicht s.
56. "	subtomentosus	+	+			+	häufig

## III. Fam.

Paxillaceae

60. Paxillus	involutus	+	+	+	+	+	sehr h.
62. "	atrotomentosus	+			+	+	häufig
63. "	panuoides	+			+		zieml. s.

## IV. Fam.

Gomphidiaceae

64. Gomphidius	glutinosus	+			+	+	häufig
67. "	roseus	+			+		selten
68. "	rutilus	+			+	+	nicht s.

M.-Bl. 1118.19.20.21.1218.19.20.21

## V.Fam.

Hygrophoraceae

80.	Hygrophorus	eburneus	+		+	+	häufig
84.	"	hypothejus	+		+	+	"
102.	"	agathosmus				+	selten
109.	Camarophyllus						
		ruscocoriaceus			+		sehr s.
110.	"	virgineus			+		selten
111.	"	niveus	+	+	+	+	häufig
113.	"	pratensis	+	+	+		nicht s.
119.	"	subradiatus	+				sehr s.
129.	Hygrocybe	nigrescens			+	+	nicht s.
130.	"	conica			+	+	"
140.	"	punicea	+		+	+	"
142.	"	chlorophana	+				selten
145.	"	ceracea	+		+	+	nicht s.
147.	"	citrina			+		selten
150.	"	coccinea				+	"
152.	"	laeta	+		+	+	nicht s.
153.	"	unguinosa			+		selten
154.	"	irrigata			+		"
156.	"	miniata	+	+	+	+	häufig

## VI.Fam.

Tricholomataceae

158.	Asterophora						
		lycoperdoides	+		+	+	nicht s.
160.	Lyophyllum	ambustum	+		+	+	"
161.	"	atratum	+		+	+	"
162.	"	carbonarium	+		+	+	"
163.	"	palustre	+		+	+	"
168.	"	ozes	+		+	+	"
171.	"	inolens	+				selten
173.	"	plexipes	+				sehr s.
188.	"	loricatum			+		selten
190.	"	conglobatum			+	+	nicht s.
191.	"	decastes				+	selten
192.	Calocybe	georgii	+			+	"
S.162.	"	fallax	+				sehr s.
200.	"	ionides			+		"
204.	Hygrophoropsis						
		aurantiaca	+		+	+	+
S.130.	"	" var.					
		nigripes	+		+	+	häufig
	"	" var.					
		pallida			+	+	selten
209.	Clitocybe	nebularis	+		+	+	häufig
210.	"	alexandri	+				selten
211.	"	odora	+		+	+	häufig
212.	"	clavipes	+		+	+	sehr h.
222.	"	incilis	+			+	nicht s.
223.	"	squamulosa	+		+	+	häufig
225.	"	infundibuliformis	+		+	+	"



M.-B1.1118.19.20.21.1218.19.20.21

232.	Clitocybe	inversa	+				+	nicht s.
233a	"	gilva	+			+	+	"
235.	"	phyllophila	+					selten
238.	"	pithyophila	+				+	nicht s.
239.	"	cerussata	+				+	selten
243.	"	ericetorum					+	nicht s.
244.	"	dealbata					+	"
245.	"	rivulosa	+				+	"
248.	"	tuba	+				+	"
249.	"	candicans	+	+			+	häufig
S.135	"	tenuissima	+					selten
251.	"	obsoleta	+			+		zieml. s.
252.	"	fragans					+	nicht s.
253.	"	suaveolens	+				+	häufig
254.	"	leucophylla	+					selten
255.	"	umbilicata	+					"
256.	"	hydrogramma	+					"
258.	"	fritilliformis	+				+	"
259.	"	fuligineipes	+					"
261.	"	vibecina	+				+	häufig
262.	"	langei	+				+	nicht s.
265.	"	angustissima	+					selten
266.	"	diatreta	+				+	zieml. s.
267.	"	pinetorum	+					selten
270.	"	dicolor	+					"
272.	"	metachroa					+	"
274.	"	asterospora					+	"
278.	"	brumalis	+				+	zieml. s.
280.	Laccaria	amethystina	+	+			+	sehr h.
282.	"	laccata	+	+			+	"
	"	var.						
	"	proxima	+				+	häufig
S.131	"	var.					+	
	"	bicolor	+				+	"
283.	"	echinospora	+				+	"
284.	"	pumila					+	nicht s.
289.	Pleurocybella							
	lignatilis					+		selten
290.	Tricholomopsis							
	rutilans	+					+	häufig
294.	Collybia	cirrhatra	+				+	"
295.	"	cookei	+				+	nicht s.
296.	"	tuberosa	+				+	"
298.	"	peronata	+	+			+	sehr h.
301.	"	fuscopurpurea	+				+	selten
304.	"	confluens					+	nicht s.
305.	"	ingrata					+	selten
311.	"	acervata					+	zieml. s.
313.	"	dryophila	+	+	+		+	sehr h.
314.	"	aquosa					+	selten
315.	"	butyracea	+	+			+	sehr h.
	"	var. asema	+				+	häufig
316.	"	fusipes					+	nicht s.
317.	"	crassipes					+	selten
318.	"	maculata	+	+			+	häufig

M.-Bl. 1118.19.20.21.1218.19.20.21

322.	Omphalina umbellifera	+		+			nicht s.
324.	" abiegna	+					selten
327.	" rustica	+					"
328.	" griseopallida	+					"
329.	" obscurata	+					"
S.125	" pyxidata	+					"
335.	" philonotis	+					"
337.	Armillariella mellea	+	+	+	+	+	sehr h.
345.	Tricholoma focale	+					sehr s.
348.	" flavobrunneum	+			+	+	nicht s.
349.	" pessundatum	+			+	+	"
351.	" ustale	+			+	+	zieml. h.
354.	" albo brunneum	+			+	+	nicht s.
358.	" imbricatum	+					selten
360.	" portentosum	+			+	+	häufig
365.	" flavovirens	+			+	+	"
366.	" sulphureum	+			+	+	"
374.	" rickenii	+			+		selten
378.	" saponaceum				+	+	zieml. h.
379.	" sudum					+	selten
381.	" irinum					+	"
383.	" virgatum	+			+		zieml. s.
384.	" sciodes	+			+	+	nicht s.
401.	" terreum			+			selten
406.	Cantharellula umbonata				+		"
409.	" cyathiformis				+	+	"
S.147	Melanoleuca						"
	graminicola	+					"
424.	" stridula	+					"
427.	" brevipes	+		+	+	+	häufig
434.	" melaleuca	+	+		+	+	"
436.	" excissa				+		selten
441.	" cognata					+	"
444.	Lentinellus cochleatus					+	"
452.	Phyllotopsis nidulans	+					"
453.	Pleurotus dryinus			+	+		"
456.	" ostreatus			+	+	+	häufig
	" " var. salignus			+	+		"
	" " "pulmonarius			+			nicht s.
457.	" columbinus				+	+	"
458.	Panellus stipticus	+	+	+	+	+	sehr h.
459.	" mitis	+			+	+	häufig
467.	Lentinus cyathiformis					+	selten
468.	" lepideus	+		+	+	+	häufig
S.71	" gallicus	+					selten
470.	Hohenbuehelia serotina			+	+	+	häufig
473.	" geogenius				+		selten
475.	" atrocoerulea			+			"
481.	Resupinatus applicatus			+			"
486.	Oudemansiella mucida					+	selten
487.	" radicata	+		+	+	+	häufig
489.	" platyphylla	+	+		+	+	"
497.	Flammulina velutipes	+	+		+	+	sehr h.
498.	Macrocystidia cucumis						
	var. latifolia			+			selten

499. Pseudohiatula									
		tenacella				+	+	+	häufig
500.	"	conigena				+	+	+	"
	"	var. esculenta				+	+	+	"
	"	grisea				+			selten
501.	Marasmius	foetidus					+	+	zieml. s.
502.	"	perforans		+		+	+	+	gemin
503.	"	scorodonius		+			+	+	häufig
S. 85	"	tricolor					+		selten
511.	"	ramealis					+	+	nicht s.
513.	"	oreades	+	+	+	+	+	+	sehr h.
514.	"	collinus	+						selten
521.	"	rotula		+			+	+	häufig
524.	"	androsaceus		+			+	+	"
530.	"	epiphyllus						+	selten
534.	Crinipellis	stipitar.						+	"
538.	Delicatula	integrella						+	"
540.	Fayodia	lacerata						+	"
541.	"	bisphaerigera		+					"
542.	"	maura		+				+	zieml. h.
548.	Mycena	stylobates			+			+	selten
553.	"	tenerrima					+		"
555.	"	corticola						+	nicht s.
556.	"	pseudocorticola						+	selten
S. 101	"	tubarioides						+	sehr s.
561.	"	polyadelpha		+					selten
562.	"	capillaris		+					"
570.	"	vitilis		+		+	+	+	häufig
571.	"	tenella		+	+	+	+	+	sehr h.
573.	"	plicosa						+	selten
575.	"	galericulata	+	+	+	+	+	+	sehr h.
578.	"	inclinata						+	zieml. s.
580.	"	maculata			+				sehr s.
581.	"	tintinabulum						+	zieml. s.
582.	"	viridimarginata						+	selten
584.	"	citrinomarginata						+	"
588.	"	rubromarginata		+		+	+		nicht s.
590.	"	strobilina		+					selten
591.	"	avenacea		+	+		+	+	häufig
596.	"	pura		+	+		+	+	sehr h.
597.	"	pseudopura					+	+	selten
599.	"	polygramma		+		+	+	+	häufig
599a	"	leptocephala			+		+	+	nicht s.
600.	"	atrocyanea					+	+	zieml. s.
601.	"	filopes		+	+		+	+	häufig
603.	"	zephira					+		selten
604.	"	atroalba		+			+	+	nicht s.
607.	"	aetites		+			+	+	häufig
609.	"	alcalina		+	+	+	+	+	"
610.	"	epipterygioides		+				+	zieml. s.
611.	"	epipterygia		+	+		+	+	sehr h.
612.	"	viscosa					+	+	zieml. s.
614.	"	concolor		+					selten
615.	"	vulgaris					+	+	nicht s.
620.	"	rorida		+				+	"

M.-Bl. 1118.19.20.21. 1218.19.20.21

622.	Mycena	sanguinolenta	+	+	+	+	+	häufig
623.	"	haematopoda				+	+	selten
625.	"	galopoda	+	+		+	+	häufig
	"	" var. nigra		+		+	+	"
629.	"	adonis	+			+	+	nicht s.
631.	"	olida	+		+			"
632.	"	hiemalis	+		+	+	+	zieml. h.
633.	"	speirea				+	+	nicht s.
635.	"	acicula			+			selten
637.	"	fibula	+			+	+	häufig
638.	"	swartzii	+					selten
640.	"	lactea	+			+	+	zieml. h.
651.	Baeospora	myosura				+	+	nicht s.
653.	Lepista	sordida				+	+	häufig
655.	"	nuda	+			+	+	"
656.	"	personata	+			+	+	"
667.	Clitopilopsis	fallax						selten
669.	Clitopilus	prunulus	+			+	+	häufig

## VII. Fam.

Rhodophyllaceae

682.	Rhodophyllus	turbidus	+			+	+	+	nicht s.
685.	"	clypeatus				+	+	+	häufig
686.	"	aprilis					+		selten
690.	"	nidosus					+	+	nicht s.
691.	"	rhodopolius	+			+	+	+	häufig
693.	"	vernus	+						selten
694.	"	maialis	+						"
697.	"	sericeus	+	+		+	+	+	häufig
S.193	"	" var.							
		nolaniformis				+		+	nicht s.
698.	"	cordae						+	selten
705.	"	staurosporus	+				+	+	häufig
708.	"	hirtipes	+						selten
709.	"	mammosus	+				+	+	zieml. h.
S.187	"	" var.							
		sericoides						+	selten
S.188	"	mammosus var.							
		tenuis					+		"
710.	"	hebes						+	"
713.	"	clandestinus	+						"
715.	"	junceus	+						"
718.	"	icterinus				+			"
719.	"	infula					+		"
720.	"	cetratus	+	+			+	+	häufig
729.	"	turci					+		selten
S.203	"	sarcitulus var.							
		spurcifolius					+		"
755.	"	minutus	+						"
S.185	"	" var.							
		polymorphus					+		"
756.	"	rhodocylix	+						"
761.	"	carneo-albus						+	"



M.-Bl. 1118.19.20.21. 1218.19.20.21

762.	Rhodophyllus								
	sericellus					+	+	+	zieml. h.
764.	"	undatus				+		+	nicht s.
765.	"	parkensis						+	selten

## VIII.Fam.

Amanitaceae

773.	Pluteus	salicinus							+	selten
774.	"	cervinus		+	+		+	+	+	sehr h.
775.	"	atromarginatus							+	selten
778.	"	pellitus				+				"
779.	"	leoninus						+		"
782.	"	cinereo-fuscus						+		"
787.	"	chrysophaeus			+				+	zieml. s.
788.	"	nanus						+		selten
790.	Volvariella	speciosa		+	+			+	+	häufig
791.	"	gloiocephala						+	+	nicht s.
804.	Amanita	vaginata			+				+	zieml. s.
805.	"	nivalis			+					selten
806.	"	crocea			+			+	+	nicht h.
807.	"	fulva			+			+	+	häufig
812.	"	muscaria			+			+	+	"
813.	"	pantherina			+			+		selten
814.	"	gemmata							+	"
816.	"	phalloides			+				+	"
817.	"	virosa							+	"
818.	"	citrina			+			+	+	sehr h.
S.432	"	" var.alba			+			+	+	zieml.h.
819.	"	porphyrea			+			+	+	nicht s.
822.	"	spissa			+			+	+	häufig
	"	" var.valida			+			+	+	nicht s.
	"	" " ampla			+					selten
	"	" " cariosa			+					"
824.	"	rubescens			+		+	+	+	sehr h.
831.	Limacella	guttata			+					nicht s.

## IX.Fam.

Agaricaceae

836.	Macrolepiota	procera							+	+	nicht h.
839.	"	rhacodes							+	+	häufig
841.	"	excoriata		+	+	+		+	+	+	sehr h.
876.	Lepiota	cristata			+			+		+	nicht s.
880.	"	naucina			+					+	selten
884.	"	castanea			+						"
892.	"	metulaespora			+					+	zieml. s.
903.	"	felina			+						selten
910.	Agaricus	bisporus						+		+	nicht s.
922.	"	haemorrhoidarius							+	+	zieml. s.
923.	"	silvaticus			+				+	+	häufig
927.	"	campester		+	+	+		+	+	+	sehr h.
931.	"	porphyreus							+		selten
936.	"	perrarus							+		"
938.	"	arvensis			+			+	+	+	häufig

M.-Bl. 1118.19.20.21.1218.19.20.21

939.	Agaricus macrocarpus	+					selten
940.	" silvicola	+	+		+	+	häufig
941.	" leucotrichus					+	selten
942.	" abruptibulbus	+					zieml. s.
943.	" macrosporus				+	+	nicht s.
944.	" excellens					+	selten
948.	" purpurascens				+	+	"
951.	" semotus	+					zieml. s.
952.	" purpurellus	+					selten
956.	Cystoderma amianthinum	+			+	+	sehr h.
957.	" carcharias	+			+	+	häufig
961.	" granulosum				+		selten

## X.Fam.

Crepidotaceae

971.	Crepidotus mollis			+		+	nicht s.
972.	" applanatus					+	"
977.	" variabilis	+	+		+	+	sehr h.
986.	Ripartites tricholoma	+					selten
991.	Tubaria minutalis	+					"
993.	" furfuracea	+			+	+	häufig
994.	" pellucida	+			+	+	"
995.	" conspersa	+			+	+	"

## XI.Fam.

Cortinariaceae

997.	Hebeloma radicosum	+			+	+	nicht s.
998.	" strophosum	+					selten
999.	" versipelle	+					"
1000.	" mesophaeum	+		+	+	+	sehr h.
1002.	" fastibile	+			+		zieml. s.
1004.	" punctatum	+					selten
1007.	" testaceum	+					"
1010.	" pumilum					+	"
1011.	" magnimamma	+					"
1013.	" spoliatum	+					"
1017.	" crustuliniforme	+	+		+	+	häufig
1019.	" longicaudum	+			+	+	"
1021.	" pusillum	+			+		zieml. s.
S.248	" helodes				+		selten
1022.	" sacchariolsens	+					"
1026.	Inocybe pudica	+					"
1028.	" bongardi					+	selten
1030.	" piridora	+					"
1031.	" scabra	+					"
1037.	" obscura				+		"
1038.	" cincinnata	+			+	+	nicht s.
1041.	" geophylla	+			+	+	häufig
	" " var. violacea	+					nicht s.
	" " lateritia	+					selten
1057.	" fastigiata	+		+	+	+	nicht s.
1063.	" lacera	+	+	+	+	+	sehr h.
1067.	" microspora	+					selten



M.-Bl. 1118.19.20.21.1218.19.20.21

1200.	Dermocybe	cinnabarina	+		+		selten
1201.	"	purpureo-badia	+				"
1202.	"	sanguinea	+		+	+	nicht s.
1209.	Cortinarius						
		raphanoides	+		+	+	"
1219.	"	gentilis	+				selten
1220.	"	callisteus	+				"
1225.	Hydrocybe	armillata	+		+	+	zieml. h.
1234.	"	bovina	+				selten
1242.	"	saniosa	+				"
1248.	"	bulbosa			+	+	zieml. s.
1259.	"	subferruginea				+	selten
1261.	"	privigna			+	+	zieml. s.
1264.	"	biformis				+	selten
1266.	"	armeniaca	+			+	zieml. s.
1267.	"	erugata	+				selten
1268.	"	saturata	+				"
1271.	"	leucopoda			+	+	nicht s.
S. 313	"	" ss. Ri.			+	+	selten
1272.	"	hoeftii			+		"
1275.	"	candelaris	+			+	"
1276.	"	rigens				+	"
1277.	"	duracina	+				"
1279.	"	evernia	+				"
1281.	"	bicolor			+		"
1284.	"	torva				+	"
1289.	"	saturnina var.					
		bresadolae	+				"
1290.	"	castanea	+		+	+	nicht s.
1292.	"	impennis				+	zieml. s.
1294.	"	tortuosa	+				selten
1296.	"	erythrina	+	+			nicht s.
1303.	"	glandicolor	+		+	+	"
1304.	"	brunnea	+		+	+	"
1305.	"	brunneo-fulva			+	+	zieml. s.
1307.	"	hinnulea	+				"
1311.	"	subbalaustina			+		selten
1312.	"	balaustina	+			+	nicht s.
1317.	"	uracea			+		zieml. s.
1321.	"	alnetorum	+				selten
1324.	"	hemitricha	+		+		nicht s.
1327.	"	incisa	+		+	+	zieml. h.
1330.	"	iliopodia			+		selten
1334.	"	flexipes	+		+	+	häufig
1335.	"	paleacea	+			+	nicht s.
1336.	"	rigida	+		+	+	"
1338.	"	scandens	+		+	+	"
1339.	"	obtusa	+		+	+	häufig
1340.	"	fulvescens	+				selten
1341.	"	decipiens	+		+	+	häufig
1342.	"	fasciata	+		+	+	zieml. s.
1343.	"	junghuhnii	+		+	+	nicht s.
1344.	"	acuta	+		+	+	zieml. s.
S. 313	"	" var.					
		striatula	+				selten



M.-Bl. 1118.19.20.21. 1218.19.20.21

1350.	Myxadium	delibutum	+						nicht s.
1355.	"	triviale var.				+	+		
		squamosipes	+						selten
1356.	"	stillatitium				+			"
1358.	"	mucifluum				+	+		nicht s.
1359.	"	elatus	+	+		+	+	+	häufig
1360.	"	pseudosalor	+			+	+		zieml. h.
1361.	"	mucosum	+			+			selten
1362.	"	collinitum	+			+	+	+	häufig
1369.	"	emollitum	+						selten
1372.	Phlegmadium								
		multiforme	+						"
1373.	"	allutum	+						"
1428.	"	largum	+						"
1467.	"	subpurpurascens	+						"
1494.	"	subtortum	+						"
1504.	"	traganum	+			+			nicht s.
1507.	"	alboviolaceum	+			+	+	+	häufig
1508.	"	camphoratum	+			+			nicht s.
1524.	"	bolare	+			+	+		"
1525.	"	rubicundum	+				+		selten
1529.	"	pholideum	+			+	+		nicht s.
1530.	"	spilomeum	+						selten
1531.	"	caninum	+						"
1532.	"	anomalum	+			+	+	+	häufig
1534.	"	diabolicum	+						selten

## XII. Fam.

Bolbitiaceae

1538.	Conocybe	lactea				+	+		zieml. s.
1539.	"	antipus				+			"
1542.	"	tenera	+	+		+	+	+	häufig
1543a	"	mesospora var.							
		brunneola	+	+					zieml. s.
1544.	"	rickeniana	+			+		+	nicht s.
1545.	"	pubescens				+			selten
1546.	"	megalospora					+		"
1549.	"	rickenii				+			zieml. s.
1553.	"	plumbeitincta	+						selten
1555.	"	siliginea				+			"
1557.	"	pygmaeoaffinis		+			+		nicht s.
1573.	Bolbitius	vitellinus	+			+	+	+	häufig
	"	" var.							
		titubans				+	+		nicht s.
1576.	Agrocybe	erebia					+	+	"
1577.	"	ombrophila						+	selten
1579.	"	dura		+		+	+		nicht s.
1580.	"	praecox	+	+		+	+	+	häufig
1581.	"	sphaleromorpha		+					selten
1585.	"	pediades				+			zieml. s.
1586.	"	arvalis					+		"
1587.	"	vervacti	+			+	+		nicht s.
1588.	"	semiorbicular.	+	+	+	+	+	+	sehr h.

M.-Bl. 1118.19.20.21. 1218.19.20.21

## XIII.Fam.

Strophariaceae

1591.	Pholiota destruens		+						selten
1592.	" squarrosa	+	+		+	+	+		häufig
1593.	" flammans		+		+	+	+	+	"
1596.	" curvipes					+			selten
1597.	" adiposa				+				"
1599.	" aurivella				+				"
1603.	" lenta		+			+	+		zieml. h.
1605.	" carbonaria		+				+	+	nicht s.
1606.	" spumosa					+			selten
1607.	" gummosa				+	+	+		zieml. h.
1610.	" astragalina		+			+	+		nicht s.
1611.	" apicrea		+						selten
1612.	" alnicola				+		+		zieml. s.
1616.	" inaurata						+		"
1618.	" scamba		+						selten
1620.	" myosotis					+	+		"
1622.	Kuehneromyces								
	mutabilis		+	+	+	+	+	+	sehr h.
1623.	Naematoloma								
	capnoides		+			+	+	+	häufig
1625.	" epixanthum		+			+	+		nicht s.
1626.	" sublateritium		+	+	+	+	+		häufig
1627.	" fasciculare	+	+	+	+	+	+	+	sehr h.
1628.	" radicosum		+			+	+	+	nicht s.
1629.	" dispersum		+			+	+		zieml. h.
1630.	" polytrichi		+						selten
1631.	" elongatum	+	+			+	+	+	häufig
1632.	" udum		+				+		nicht s.
1633.	" subericeum	+				+			"
1634.	" ericeum	+	+			+			"
1635.	Stropharia squamosa						+		zieml. s.
1638.	" aeruginosa		+	+	+	+	+	+	sehr h.
1641.	" coronilla		+	+	+	+	+		zieml. h.
1643.	" melasperma				+				selten
1644.	" luteo-nitens					+			"
1645.	" semiglobata	+	+	+	+	+	+	+	häufig
	" var.								
	stercoraria	+	+						zieml. s.
1646.	Psilocybe uda					+			selten
1647.	" merdaria					+	+		zieml. h.
1648.	" coprophila	+				+			"
1650.	" turficola					+			selten
1651.	" semilanceata	+	+			+	+	+	zieml. h.
1654.	Deconica inquilina		+			+	+	+	häufig
1655.	" atrorufa	+	+				+	+	"

## XIV.Fam.

Coprinaceae

1659.	Panaeolus								
	papilionaceus	+	+		+	+			zieml. h.
1661.	" retirugis	+			+				zieml. s.



M.-Bl. 1118.19.20.21. 1218.19.20.21

## XV. Fam.

Russulaceae

1795.	Russula	delica					+	selten
1796.	"	nigricans	+	+		+	+	sehr h.
1797.	"	densifolia	+	+		+	+	häufig
1799.	"	adusta	+			+	+	nicht s.
1802.	"	sororia	+	+	+	+	+	häufig
1803.	"	pectinata	+					selten
1806.	"	foetens		+			+	zieml. s.
1807.	"	laurocerasi		+				selten
1808.	"	solaris	+				+	zieml. s.
1809.	"	raoultii	+					selten
1810.	"	fellea	+			+	+	häufig
1811.	"	ochroleuca	+	+		+	+	sehr h.
1812.	"	virescens	+			+		selten
1814.	"	heterophylla					+	"
1815.	"	vesca	+	+	+	+	+	häufig
1816.	"	cyanoxantha	+	+		+	+	nicht s.
1817.	"	aeruginea	+	+	+	+	+	zieml. h.
1818.	"	anatina				+		selten
1820.	"	grisea	+	+	+	+	+	zieml. h.
1825.	"	parazurea	+		+	+	+	nicht s.
1827.	"	lepida				+	+	selten
1829.	"	rosea					+	"
1834.	"	claroflava	+					"
1835.	"	decolorans	+			+	+	zieml. s.
1836.	"	obscura					+	selten
1838.	"	xerampelina	+	+		+	+	zieml. h.
	"	" var. rubra	+				+	nicht s.
	"	" " barlae	+	+		+	+	zieml. s.
	"	" " elaeodes	+			+	+	"
S.449	"	" "olivascens					+	selten
	"	" "putorina						"
		Mlz.					+	"
1846.	"	integra	+					sehr s.
1853.	"	lutea					+	selten
1855.	"	nauseosa	+		+	+		zieml. s.
1856.	"	laricina	+					selten
1857.	"	nitida	+			+	+	zieml. s.
1858.	"	puellaris	+			+	+	nicht s.
1860.	"	paludosa	+			+	+	häufig
1861.	"	velenovskyi	+				+	selten
1864.	"	atropurpurea	+	+		+	+	häufig
1868.	"	emetica var.						
		silvicola u.						
		fagicola	+	+		+	+	"
S.460.	"	" var. crenu-						
		lata				+	+	selten
1870.	"	carminea	+			+	+	nicht s.
1871.	"	fragilis	+	+		+	+	häufig
1872.	"	violacea	+	+		+	+	nicht s.
1874.	"	pelargonica					+	zieml. s.
1884.	"	sardonica	+			+	+	nicht s.
1886.	"	queletii	+			+	+	"



M.-Bl. 1118.19.20.21.1218.19.20.21

1892.	Russula	badia	+			+		selten
1897.	Lactarius	vellereus	+	+		+	+	häufig
1901.	"	terminosus	+					selten
1902.	"	pubescens	+			+		nicht s.
1907.	"	uvidus	+					selten
1911.	"	semisanguifluus	+			+	+	häufig
1913.	"	necator	+			+	+	sehr h.
1914.	"	chrysorrheus	+	+		+	+	häufig
1920.	"	blennius	+	+		+	+	"
1921.	"	vietus	+	+		+	+	"
1922.	"	trivialis	+			+		nicht s.
1925.	"	pallidus					+	selten
1926.	"	quietus	+	+	+	+	+	sehr h.
1927.	"	circellatus					+	selten
1935.	"	hibbardiae	+			+	+	häufig
1936.	"	glyciosmus	+			+	+	nicht s.
1940.	"	pyrogalus					+	selten
1947.	"	mitissimus	+			+	+	zieml. h.
S.484	"	aurantiacus	+			+	+	nicht s.
S.482	"	obscuratus	+			+	+	"
1952.	"	helvus	+			+	+	häufig
1953.	"	camphoratus	+	+		+	+	"
1954.	"	rufus	+			+	+	"
S.481	"	hepaticus				+	+	selten
1956.	"	serifluus	+			+	+	nicht s.
S.482	"	cimicarius				+		selten
1957.	"	subdulcis	+	+		+	+	häufig
1959.	"	decipiens	+					selten
1960.	"	theiogalus	+			+	+	häufig

## Die Arten der Gastromycetes

## IV.Fam.

Hymenogastraceae

93.	Rhizopogon	luteolus				+	+	selten
-----	------------	----------	--	--	--	---	---	--------

## VII.Fam.

Sclerodermataceae

106.	Scleroderma	aurantium	+	+		+	+	sehr h.
"	"	var. spadiceum	+			+	+	nicht s.
107.	"	verrucosum	+			+		selten

## VIII.Fam.

Sphaerobolaceae

109.	Sphaerobolus	stellatus	+					selten
------	--------------	-----------	---	--	--	--	--	--------

M.-Bl. 11 18.19.20.21. 12 18.19.20.21

## IX.Fam.

Nidulariaceae

117. <i>Crucibulum vulgare</i>					+	selten
119. <i>Cyathus olla</i>				+		nicht s.
120. " <i>striatus</i>	+			+		"

## X.Fam.

Lycoperdaceae

125. <i>Calvatia caelata</i>		+				+	nicht s.
126. " <i>maxima</i>	+						selten
127. " <i>saccata</i>		+			+	+	zieml. h.
134. <i>Lycoperdon echinatum</i>		+	+		+	+	"
139. " <i>perlatus</i>		+	+	+	+	+	häufig
140. " <i>umbrinum</i>		+			+	+	nicht s.
141. " <i>echinulatum</i>		+					selten
144. " <i>piriforme</i>		+	+		+	+	häufig
149. " <i>depressum</i>	+	+		+	+	+	"
155. <i>Bovista nigrescens</i>	+	+		+	+	+	sehr h.

## XI.Fam.

Geastraceae

161. <i>Geastrum coronatum</i>		+					selten
169. " <i>pectinatum</i>		+					"

## XII.Fam.

Phallaceae

179. <i>Mutinus caninus</i>		+			+	+	zieml. s.
182. <i>Phallus impudicus</i>		+	+	+	+	+	häufig

Erklärungen:

s. = selten  
h. = häufig

Anschrift des Verfassers:

Studienrat i. R. Friedhelm Menzel, Niebüll (Südto.), Lenschstr.