

Der geologische Bau des Alluviums östlich der Unterweser und die Entwicklung der Hydrographie im Verlaufe der Küstensenkung.

(Mit 1 Lageplan und 8 Querschnitten.)

Von Dipl.-Ing. Wilhelm Becker, Huchting.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Einleitung	129
II. Die Lage des Arbeitsgebietes	131
III. Betrachtung des geologischen Baues der Alluvionen östlich der Weser in Verbindung mit den Ergebnissen der Braker Bohrungen.	
1. Die Bohrreihe Sandstedt-Weißer Berg	132
1a. Zusammenfassung der Ergebnisse der Bohrreihe Sandstedt-Weißer Berg	148
2. Die Bohrreihe Uthlede-Rechtebe	150
3. Die Bohrreihe Aschwarden-Meyenburg	152
4. Die Ergebnisse der verlängerten Braker Bohrreihen V und VI	155
IV. Auswertung der Bohrungen in der nördlichen Osterstader Marsch und im Dreptetal.	
1. Offenwarden-Uthleder Berg	156
2. Rechtenfleth-Driftsethe	159
3. Neuenlande-Reepen	164
4. Kurz zusammengefaßtes Ergebnis der Bohrungen Drepte I, II und III	169
5. Bohrreihe Drepte IV	169
6. Bohrreihe Drepte V	171
V. Ueberblick über den Aufbau der Schichten des gesamten Arbeitsgebietes und die Entwicklung der Hydrographie	174
VI. Geologische Schlußbetrachtung	177
VII. Die heutigen Entwässerungsverhältnisse der Osterstader Marsch	179
VIII. Zusammenfassung und Ausblick	180
IX. Literatur	182

I. Einleitung.

Nördlich und südlich von Brake hat die Wasserstraßendirektion Bremen das westlich der Weser gelegene Alluvium durch drei Bohrprofile erforscht:

1. Frischenmoor-Golzwardersiel (Profil VII, 9 km lang).
2. Hammelwardermoor-Fünfhausen (Profil VI, 5 km lang).
3. Oldenbrok-Käseburg (Profil V, 5,1 km lang).

Die geologische Auswertung dieser Arbeiten hat H. Schütte in seiner Veröffentlichung: Der Aufbau des Weser-Jade-Alluviums, Bremerhaven 1931, vorgenommen, welche zur Geschichte der Weserläufe wertvolle Beiträge bringt und erstmalig die Krüger-Schüttesche Senkungskurve für unser Küstengebiet bekanntgibt¹⁾.

Die östlich der Weser gelegenen Alluvionen in der „Osterstader Marsch“ wurden vom Verfasser seit März 1931 durch Bohrungen erkundet, um dieses in seinem Aufbau noch nicht bekannte Gebiet zu erforschen. Hierbei durfte ich mich der Unterstützung der Wasserstraßendirektion Bremen, des Herrn Dr. Schütte und der Preußischen Moorversuchsstation in Bremen erfreuen, wofür ich herzlich danke. Nicht zuletzt möchte ich Herrn Lehrer Steilen, Bremen, der mir für meine Forschungen wertvolle alte Literatur zur Verfügung stellte, bestens danken.

Zunächst bestand beim Verfasser die Absicht, lediglich die drei oben genannten Bohrprofile VII, VI und V (siehe Blatt 1: Lageplan der Osterstader Marsch) durch das Alluvium des rechten Weserufers bis zu den Geesthöhen des Diluviums zu verlängern. Hierbei hoffte ich, den von Steilen (1928) vermuteten östlichen Lauf der Weser zu finden und mir ein Urteil über den Aufbau der Bodenschichten der Marsch zu erarbeiten²⁾. Schütte hatte es sich nicht nehmen lassen, mir im Sandstedter Profil seine Art zu bohren persönlich vorzuführen, so daß ich von vornherein bei meinen Arbeiten wertvollste Unterstützung fand. Doch waren mir nach Durchbohrung der drei Bodenschnitte die Ergebnisse noch nicht zufriedenstellend, da ich, besonders im Bohrprofil VII, das Alluvium nicht bis zum Sanduntergrund erschlossen hatte. In den tieferen Schichten trieb meistens das Bohrloch zu, so daß ich mir kein klares Bild über den Gesamtaufbau des Bodens machen konnte. Vor allem hatte ich aber den vermuteten alten Weserlauf östlich der Weser nicht gefunden und bohrte daher noch einige Querprofile in der südlichen Marsch bis nach Rehum, in der Annahme, dort aus dem Aufbau des Bodens auf das verschwenkte Bett des Stromes schließen zu können. Auch hier wurde kein altes Weserbett angetroffen.

¹⁾ Herr Hafenbaudirektor Dr.-Ing. e. h. Krüger, Wilhelmshaven, und Herr Rektor Dr. e. h. Schütte, Oldenburg, haben in gemeinsamer Arbeit diese Kurve auf Grund von außerordentlich zahlreichen Bohrungen in jahrzehntelanger Arbeit entwickelt.

²⁾ Steilen veröffentlicht eine Karte „Alte Flußläufe und untergegangene Ortschaften“ mit 2 Flußbetten östlich der heutigen Weser durch die Osterstader Marsch. Nach meinen Feststellungen bestehen diese Flußläufe nicht. Ich glaube kaum, daß Schütte, auf den Steilen sich hier bezieht, diese beiden Weserläufe veröffentlicht hätte.

Vorübergehend war ich dann im Sommer 1931 mit Schütte am Jadebusen und in Butjadingen bei Severns und Roddens, wo ich durch Bohrungen in der Nähe des Meeres den Aufbau der Bodenschichten der Nordseeküste kennenlernte, während ich in Roddens an einer Wurtgrabung teilnehmen konnte. Gleichzeitig lernte ich auf dem Außengroden bei Sehestedt die Zerstörung der Hochmoore durch die Gezeiten des Meeres kennen und kehrte dann in die Osterstader Marsch zurück, um meine Erfahrungen praktisch zu verwerten. Ich durchbohrte das Flußtal der Drepte in mehreren Bohrreihen, in der Annahme, im Norden der Osterstader Marsch noch einen alten Lauf der Weser zu finden. Wertvoll für diese Arbeiten war es, daß ich inzwischen von dem Direktor der Moorversuchstation in Bremen, Herrn Prof. Dr. Brüne, leihweise eine schwedische Moorkammer zur Verfügung gestellt erhielt, mit welcher ich auch den tieferen Schichtenaufbau bis zum sandigen Untergrund der Marsch bergen konnte. Bei der 2. Durchbohrung, die die ersten Bohrergebnisse ergänzen sollte, wurde bei den meisten Bohrungen dieses Ziel erreicht.

II. Die Lage des Arbeitsgebietes.

Siehe Lageplan der Osterstader Marsch (Blatt 1); ferner die Meßtischblätter Loxstedt 1113, Hagen 1204, Schwanewede 1289.

Nordöstlich von Brake auf dem rechten Weserufer liegt das Kirchdorf Sandstedt. Vom Weserdeich in Sandstedt führt die Straße nach Hagen in westöstlicher Richtung zur Geest, welche am Weißen Berg erreicht wird, der sich 19,5 m ü. N. N. erhebt.

Von der Höhe des Weißen Berges überblicken wir die Weite dieser Ebene. Bis zum Horizont dehnt sich fast endlos flach und grün die Marsch. Zu unseren Füßen liegt dunkel und schwermütig das Moor am Geestrand, der sich weit nach Süden erstreckt und von den Randmooren begleitet wird. Die Marsch wurde unter menschlichem Eingriff eine beweidete Kultursteppe, das Moor wurde abgetragen und zum Teil in Wiesen und Aecker verwandelt und von der weiten Heide, welche früher die sandige Höhe ganz bedeckte, finden wir nur hier und da am Wegesrand einen kleinen Bestand. Mehr und mehr zieht der Pflug seine geraden Furchen durch das in Kultur genommene Land, vom ursprünglichen Dreiklang Marsch, Moor und Heide blieb nur ein stark gewandeltes Bild.

Vom Weißen Berg bis zur Ziegelei Harmonie an der Straße von Uthlede nach Hagen erstrecken sich die Randmoore am Westrand der Geest und stoßen zungenförmig in dieses alte Erosionstal vor.

Inselförmig taucht die Geest aus den weiten Moorflächen auf, denn das Nordsüd tal des Drepteflusses faßt mit seinen Mooren den Osten dieses Geestdreiecks bis zum Sandberg östlich von Driftsethe ein. Hier ändert sich die Flußrichtung der Drepte, welche nun in

westnordwestlicher Richtung in vielen Windungen die weite, vermoorte Flußauwe langsam durchfließt und so die Nordseite der Geestkuppe bis zum Hohenliethberg umschließt.

Auch die südliche Geesthöhe vom Grienenberg bis Uthlede ist eine allseitig von Mooren eingeschlossene Erhebung. Der Abfall dieser Geest nach Westen ist schroff; stark zerrissen und gegliedert haben sich einzelne Sandkuppen und Kliffe herausgebildet, der Grienenberg, an dessen Fuß das Offenwarder Moor liegt, der Hasenhörsberg, der sich über dem Wersaber Moor erhebt und bei Uthlede der Galgenberg mit dem Rechteber Moor.

Die Marschdörfer Offenwarden, Wersabe und Rechtebe liegen am Weserdeich und sind durch Westoststraßen geradlinig mit der Geest verbunden.

Oestlich und südlich von Uthlede dehnt sich die weite von Mooren erfüllte Meyenburger Bucht; sie wird von dem in zahlreichen Windungen dahinfließenden Lauf des Kuhfleths entwässert, welches träge seine Wasser dem Siel bei Aschwarden zuführt. Aschwarden und Rade sind die südlichsten Dörfer der Osterstader Marsch. Das Alluvium erstreckt sich noch über die Grenze dieser Marsch hinaus und keilt bei Rekum-Farge am Ufer der Weser aus. Die Ostgrenze bildet die Vegesacker Geest, die von Farge über Rekum nach Neuenkirchen in fast nord-südlicher Richtung verläuft und von hier etwa in nordöstlicher Richtung die Begrenzung der Randmoorflächen der Meyenburger Bucht bildet. Nordöstlich von Neuenkirchen liegen die Geestdörfer Vorbruch und Hinnebeck. Von hier aus verläuft die Grenze bis nach Meyenburg und Lehnstedt. Meyenburg und Uthlede sind durch eine Straße verbunden, welche die Moore der Meyenburger Bucht kreuzt.

Die nördliche Begrenzung des Arbeitsgebietes verläuft auf dem diluvialen Höhenzug, der das weite Dreptetal im Norden umschließt und vom Hahnenberg in nordwestlicher Richtung auf die Geestnase von Schwegen zuführt.

Von Schwegen führt über Büttel die Landstraße zum Bütteler Siel. Am Bütteler Sieltief entlang führt ein Helmer geradlinig auf Schwegen zu, an dem die nördlichste Bohrreihe unseres Arbeitsgebietes verläuft¹⁾.

III. Betrachtung des geologischen Baues der Alluvionen östlich der Weser in Verbindung mit den Ergebnissen der Braker Bohrungen.

1. Die Bohrreihe Sandstedt-Weißer Berg (Blatt 2).

Das Profil VII westlich der Weser, von Frischenmoor nach Golzwardersiel verlaufend, findet seine Verlängerung östlich der

¹⁾ Visbeck, Probst zu Wersabe (1798) beschreibt diesen Weg (Freesenweg).

Weser im Bodenschnitt Sandstedt-Weißer Berg. Dieses Profil wurde zweimal durchbohrt. Die 1. Bohrlinie, Bohrung 1—16, folgt der Landstraße zum Weißen Berge; bei Bohrung 12 (Schwogescher Hof) schwenkt die Straße aus der Westostrichtung nach Nordosten ab. Bei der zweiten Durchbohrung wurde von hier ab der Moorweg durch das Torfbütermoor eingeschlagen (Bohrungen 196—201), während die Bohrlöcher der Bohrungen 190—195 zwischen den alten Bohrungen 1—12 eingeschaltet wurden.

Die Gesamtlänge des Profils beträgt 5,6 km; westlich der Weser liegt die Bohrreihe des Profils VII der Wasserstraßendirektion Bremen mit 9 km Länge. Beide Profile zusammen erschließen eine Strecke von 16 km, während die Gesamtbreite des Urstromtals vom westlich der Weser gelegenen Geestrand bis zur Geesthöhe des Weißen Berges ca. 30 km beträgt. Durch die 2. Bohrreihe bei Verwendung der schwedischen Moorkammer wurde in den Bohrungen 190—201 der Sanduntergrund erreicht. Bohrung 196 fördert diese Bodenart bei — 12,00 m u. N. N., Bohrung 190 und 193 aus einer Tiefe von — 6,4 m bzw. — 9,43 m u. N. N. zu Tage. Die charakteristische Oberflächengestaltung der unter der Alluvialdecke liegenden sandigen Schichten wird hierdurch erkennbar. Zwischen Bohrung 190 und 193, bzw. zwischen letzterer Bohrung und dem Geestrand, erstrecken sich 2 Mulden, von denen die östliche (zwischen Bohrung 193 und 200) von einem mächtigen Niederungsmoor erfüllt ist. Die pollenanalytische Untersuchung dieser Moorschichten hat in liebenswürdiger Weise Herr Pfaffenberg in Vorwohldede bei Sulingen übernommen. Dabei wurden die Moorschichten der Bohrungen 196 und 201 untersucht. Ich habe Herrn Pfaffenberg hierfür verbindlichst zu danken. Mit seiner gütigen Erlaubnis gebe ich anschließend die Ergebnisse seiner Untersuchungen wieder.

a) Die Struktur (Zusammensetzung) der Torfe.

Der Pflanzeninhalt der Torfe ist bei beiden Profilen (Bohrung 196 und 201) gleich. Es liegt ein Flachmoortorf (hf) vor, der vornehmlich von Gräsern gebildet ist. Bemerkenswert ist, daß auch Torfmoose (*Sphagnum*) an der Torfbildung beteiligt sind. Ihre Gegenwart ist durch Sporen und Blattfetzen erwiesen. Sodann finden sich viele Farnsporen. Unregelmäßig verteilt sind einzelne Reste von Laubmoosen bemerkt worden. Doch waren diese Reste so gering, daß eine sichere Bestimmung meistens nicht möglich war. Mehrfach ist das Moos *Aulacomnium palustre* und *Hypnum* sp. festgestellt. Den Hauptinhalt der Torfe bilden, wie schon erwähnt, die Gräser, die durch Radizellen (Wurzelreste) und Epidermisteile reichlich vertreten sind.

b) Pollenanalyse.

Bohrung 196. Für die Altersbestimmungen des Torfprofils auf Grund der Pollenanalyse ist das Fehlen der Buche wichtig. Danach kann

das Profil nicht jünger als in die erste Hälfte des Atlantikums¹⁾ eingeordnet werden. Der hohe Kiefernhorizont spricht für ein boreales Alter.

Das Profil beginnt also im Boreal²⁾ und schließt Ende des Boreals oder Anfang des Atlantikums.

Bohrung 196. Zählprotokoll. Angaben in ‰:

Tiefe	Nr. der Bodenprobe	Birke	Kiefer	Erle	Ulme	Linde	Eiche	Eichenmischw.	Buche	Fichte	Hainbuche	Hasel
9,10— 9,40	278	pollenarm										
9,40— 9,70	279	pollenarm										
10,10—10,40	281	23	22	48	1	2	4	7	—	—	—	11
10,80—11,10	283	9	69	18	1	1	2	4	—	—	—	6
11,20—11,50	284	7	91	1	—	—	1	1	—	—	—	9
11,40—11,50	285	10	86	4	—	—	—	—	—	—	—	6
11,60—11,65	285	pollenarm										

Bohrung 201. Auch bei diesem Profil ist das Fehlen der Buche bemerkenswert. Es schließt also in der ersten Hälfte des Atlantikums, wenigstens kann es nicht jünger eindiatiert werden. Wenn es bei dem Profil 196 zweifelhaft ist, ob die oberen Horizonte dem Boreal oder dem Atlantikum zuzurechnen sind, so spricht in Bohrung 201 das Fallen der Kiefernkurve nach oben dafür, daß die oberen Horizonte dem Atlantikum angehören. Die stark ausgeprägten Kiefernigipfel lassen deutlich ein boreales Alter erkennen. Das Profil beginnt also im Boreal und endet in der ersten Hälfte des Atlantikums.

Bohrung 201. Zählprotokoll. Angaben in ‰.

Tiefe	Nr. der Bodenprobe	Birke	Kiefer	Erle	Ulme	Linde	Eiche	Eichenmischw.	Buche	Fichte	Hainbuche	Hasel
6,75— 6,90	340	8	8	63	1	0	8	9	—	2	—	17
6,90— 7,05	341	7	10	70	0	4	9	13	—	—	—	4
7,05— 7,20	342	8	22	62	2	1	5	8	—	—	—	12
7,55— 7,65	345	4	35	49	—	8	4	12	—	—	—	14
7,95— 8,15	348	11	16	60	2	5	5	12	—	—	—	26
8,45— 8,55	351	8	27	50	3	3	8	14	—	1	—	17
8,85— 9,00	354	9	40	40	3	2	6	11	—	—	—	38
9,40— 9,55	357	9	77	11	—	—	3	3	—	—	—	28
9,70— 9,85	359	16	72	10	—	1	2	3	—	—	—	21
9,85—10,00	360	24	72	4	—	—	—	—	—	—	—	10
10,00—10,15	361	12	80	8	—	—	—	—	—	—	—	25

¹⁾ Atlantikum etwa 5500—2500 v. Chr.

²⁾ Boreal etwa von 7000—5500 v. Chr.

Die Untersuchungen Pfaffenbergs geben der stratigraphischen Auswertung¹⁾ dieses Bohrprofils durch die zeitliche Eingliederung der ältesten Moorschichten das Fundament. Die einzelnen Vorgänge der Küstensenkung sind sehr verwickelt. Es liegt nicht im Rahmen dieser Arbeit, kritisch die Ergebnisse der einzelnen Forscher zu beleuchten, und dennoch müssen wir hier zu einer Aussage über die Anwendbarkeit der aufgestellten Senkungsannahmen kommen. Scharf (1929) vertritt eine durchaus gleichmäßige Senkung. Ist diese durch die Ergebnisse unserer Bohrungen zu beweisen oder ist die Krüger-Schütte'sche Senkungsannahme mit ihren Senkungen, in geordneter Folge durch eingeschaltete Hebungen abgelöst, aus den vorliegenden Bodenschnitten nachzuweisen? Das westlich des Weserstromes gelegene Alluvium in der Umgebung von Brake wurde durch die drei Bohrprofile V, VI und VII der Wasserstraßendirektion Bremen erforscht. Das hier behandelte Alluvium östlich der Unterweser gehört zu demselben Arbeitsgebiet. Ich will daher versuchen, im folgenden die von Krüger-Schütte herausgestellten Erscheinungen der Senkung und Hebung und die hieraus sich ergebenden Veränderungen der Höhen der Wasserstände bei der stratigraphischen Erörterung des Aufbaues unserer Bodenschnitte zu Grunde zu legen, um zu untersuchen, ob die Krüger-Schütte'sche Senkungskurve²⁾ durch den Aufbau des Bohrprofils begründet werden kann.

Die Untersuchungen Pfaffenbergs ergaben, daß die ältesten Moorschichten dem Boreal, bezw. dem Boreal und der ersten Hälfte des Atlantikums zuzurechnen sind. Herr Pfaffenberg teilt mir in einem Begleitschreiben zu dieser Frage noch mit, daß die Senkung Ende des Boreals oder, was wahrscheinlicher sei, Anfang des Atlantikums eingesetzt hat. Nach der Senkungskurve läge die Entstehungszeit des Moores im Bereich der Senkungsstufe II (6000 Jahre v. Chr. beginnend und bis 4000 v. Chr. anhaltend) und wahrscheinlich noch in der vorangegangenen Hebung I (7000 bis 6000 Jahre v. Chr.). Bodenbildungen aus der Senkung I (von ? bis 7000 v. Chr.), wie sie in den Bohrungen westlich der Weser im Profil VII, Höhenlage — 12,00 m u. N. N. und tiefer, erbohrt worden sind (Schütte 1931), haben sich bei den Bohrungen unseres Bodenschnitts nicht feststellen lassen. Die nur geringen Sandschichten, die in einzelnen Bohrungen an die Oberfläche gefördert wurden, reichten zur Entscheidung dieser Frage nicht aus. Schütte setzt die Höhenlage des Landes am Ende der Senkung I derart an, daß das M. H. W. damals bis auf — 15,0 m u. N. N., das H. H. W. bis — 13,00 m u. N. N. auflief. Die sandigen Schichten des Untergrundes liegen im Sandstedter Profil noch höher, so daß diese Wasserstände nicht bis in dieses Gebiet vordringen konnten. Von 7000 v. Chr. bis 6000 v. Chr. erfolgt

1) Stratigraphie = Beschreibung der Ausbreitung der Schichten.

2) In folgendem kurz Senkungskurve genannt.

nach Schütte dann eine Landhebung, die etwa 3 m betragen hat, so daß am Ende der Hebung 1 das M. H. W. bis — 18,00 und das H. H. W. bis — 16,0 m u. N. N. angesetzt werden muß.

Während der Senkung II, von 6000 v. Chr. bis 4000 v. Chr., folgt dann der bedeutende Anstieg des M. H. W. von — 18,00 auf — 6,00 m u. N. N. und des H. H. W. entsprechend von — 16,00 bis auf — 4,00 m u. N. N., ursächlich hervorgerufen durch das Absinken des Landes im Verlaufe der Senkung II. Diese beträchtliche Verschiebung in dem Verhältnis der gegenseitigen Höhenlage zwischen Wasser und Land hat eine langsam fortschreitende, darum aber nicht weniger gewaltige Transgression¹⁾ des Meeres zur Folge. An der Meeresküste tauchen langsam weite Strecken Landes unter, die Grenzlinie zwischen Land und Meer wandert stetig landeinwärts und in die Flußläufe hinauf dringt die Gezeitenwelle weit über ihre bisherige Einflußgrenze hinaus vor, so auch in das weite Urstromtal des Weser-Jadegebiets. Die Folge ist eine Ausweitung und priel- und busenartige Erweiterung der bisherigen schmalen Bachläufe, in denen nun Salz- und Brakwasser hinein- und herausflutet. Es entstehen eine Reihe neuer Gewässer, welche das alte Festland zum Teil regelrecht zerstückeln und in Inseln zerlegen.

Im Bodenschnitt Sandstedt-Weißer Berg lassen sich derartige Einbrüche des Wassers als Priele im Aufbau der Bodenschichten erkennen. Die Höhe des sandigen Untergrundes der Bohrung 190, eine im Postglacial (Postglacial = die auf die Eiszeit folgende Zeit) entstandene Sanddüne (?), verhindert die Aufschlickung des Landes im Verlauf dieser Senkung von der damaligen Weser her. Die sich bildenden Priele stoßen daher z. T. in alten Bachläufen und Senken, z. T. durch bestehende Moore, von Norden bezw. Nordwesten her bis in dieses Gebiet vor. In Bohrung 192 ist der älteste Einbruch in das Gebiet von — 10,28 bis — 8,48 m u. N. N. aus dem Bodenaufbau erkennbar. Die zwischen Bohrung 190 und Bohrung 193 vorhandene Moordecke über den Sandschichten wird durch diesen Einbruch im Bereich der Bohrung 192 zerstört. Oestlich, in der Senke zwischen Bohrung 193 und dem Geestrand, entwickelt sich das von Herrn Pfaffenberg beschriebene Moor. Seine heutige, durch unsere Bohrungen ermittelte Oberfläche lag damals in bedeutend höherer Lage. Es muß eine sehr erhebliche Zusammenpressung und Sackung dieser Moorschichten erfolgt sein. Einerseits erkennen wir die Ursache dieser Vorgänge in den Ablagerungen, die heute das gesamte Moor überdecken (Zusammenpressung). Außerdem zeigt der Aufbau der Schichten, daß im Verlauf der Senkung II im Bereich der Bohrung 194 ein Priel bis in das mächtige Randmoor der Geest vordringt. Hierdurch wird das Moor angezapft und entwässert, wodurch die

1) Transgression = Ueberflutung großer Festlandsmassen durch das Meer.

lose aufgebauten Moorschichten eine erhebliche Schrumpfung und Volumenverminderung erleiden¹⁾).

Im Verlaufe der Senkung II verbreitert sich das Bett dieses eingebrochenen Priels von Bohrung 7 bis Bohrung 195, also die Bohrung 7, Bohrung 194, Bohrung 8, Bohrung 195 umfassend; dabei verflacht mit fortschreitender Senkung das Gewässer. Hierdurch werden die Moorschichten westlich von Bohrung 196 bis zur Bohrung 193 zum Teil zerstört worden sein. Das ein- und ausflutende Wasser führte die Moortrümmer fort.

Weitere erkennbare Anzeichen für das Vordringen von früheren, alten Läufen sind in Bohrung 191 von — 8,75 bis — 7,35 m u. N. N. und in Bohrung 2 von — 7,20 bis — 5,8 m u. N. N. vorhanden. Das in Bohrung 192 erbohrte Bett verlandet später, dafür entsteht in Bohrung 191 ein neues Bett; auch dieses verschlickt bald wieder, und in späteren Zeiten, allerdings in viel höher gelegenen Schichten, finden wir das pendelnde Gewässer in der Bohrung 2. Höchstwahrscheinlich werden diese Bodenbildungen z. T. schon während einer folgenden Landhebung, der „Hebungsstufe 2“, abgelagert.

Im östlichen Bodenschnitt schreitet die Entwicklung der „ältesten“ Moorschichten, begünstigt durch die Stauwirkung der Senkung II, erheblich voran. Allerdings hat die Entwässerung und die von Westen langsam zur Geest fortschreitende Ueberschlickung des Moores im weiteren Senkungsverlauf ein beschleunigtes Zusammensinken des Moores zur Folge. Das Ausmaß dieser Schrumpfung erkennt man daran, daß sich schon in den über dem Moor abgelagerten Kleischichten ein neuer Wasserlauf bildet, dessen Bett wir in der Bohrung 197 durchbohrt haben. Während die bisherigen Priele im weiteren Aufbau der Schichten alle verlanden, weil sich in der einsetzenden Hebungzeit neue, z. T. kürzere Bachläufe bilden, erhält sich der Lauf dieses Gewässers. Etwas zum Geestrand verschwenkt findet sich das Bett in der langsam zum Sietland zusammensinkenden östlichen Hälfte des Bodenschnitts auch in den nun folgenden geologischen Bildungszeiten. Die Entwicklung des Priels in der Senkung II vom zunächst tief eingeschnittenen, schmalen Bachlauf zum flachen, breiten Gewässer im späteren Verlauf der Senkung ist aus Bohrung 196, Bohrung 197 und Bohrung 198 erkennbar. Das dann einsetzende teilweise Verlanden des breiten Priels zeigt, daß einschneidende Aenderungen in der gegenseitigen Höhenlage zwischen Wasserspiegel und Land eingetreten sein müssen. Auf Grund der Entwicklung der Gewässer der Landschaft und der vorgefundenen Bodenfolgen erscheint mir tatsächlich ein Landanstieg in diesem Bodenschnitt wahrscheinlich, der das Verlagern der Entwässerungsverhältnisse zur Folge hat. Scharf (1929) vertritt eine gleichmäßige

¹⁾ Dienemann — Scharf (1931): „Volumenverringering durch Entwässerung: Bei Hochmooren können durch Entwässerung Senkungen von 3 m und mehr eintreten“.

Senkung ohne Hebungen. Die Verlandung der in der Senkungszeit II eingebrochenen Wasserläufe kann mit einem gleichmäßigen Fortgang der Senkung kaum begründet werden.

Die Lehren der Pflanzensoziologie¹⁾ haben uns erkennen lassen, daß die Pflanzendecke der Erde ein feiner und empfindlicher Anzeiger für die ökologischen²⁾ Verhältnisse des Bodens ist. Wenn Schütte so außerordentlich weitgehende Folgerungen aus den im Boden vorgefundenen Pflanzenresten zieht, so sind ihm hierbei seine reichen botanischen Kenntnisse zustatten gekommen, welche ihn die Bedeutung der im Boden erhalten gebliebenen (fossilen) Vegetationsschichten erkennen ließen. Wir kommen zur Betrachtung der nun folgenden Bodenschichten über den verlandeten Betten der Senkung II.

Bei der Rekonstruktion der Bildungsvorgänge der Schwemmlandsböden spielt die Kenntnis des Verlaufs der alten Wasserläufe, von denen aus der Aufbau der Bodenschichten vor sich gegangen ist, eine wichtige Rolle. Die Lage der Weser im Verlauf der Senkung II hat Schütte (1931) im Profil VII von Bohrung 5000 bis Bohrung 1500 in der Höhenlage von — 12 aufwärts bis — 5,0 m u. N. N. angegeben. Dieser Weserlauf lag westlich von dem heutigen Weserbett, in fast der derselben Lage wie zur Zeit der ersten Senkung, nur hatte sich das Westufer etwas nach Osten vorgeschoben. Die folgende Hebung 2 hat in den Braker Bodenschichten, westlich des heutigen Stromes, in unmittelbarer Nachbarschaft mit der vorgeschichtlichen Weser keine starken Hebungsschichten aufgebaut. In Bohrung 5000 des Bodenschnitts VII von — 4,85 bis — 5,05 m u. N. N. gibt Schütte geringe Reste der Bodenbildungen aus dieser Hebungszeit 2 an.

Die Landhebung hat nach Schütte zur Folge, daß das M. H. W., welches am Ende der Senkung II bis — 6,00 m u. N. N. angestiegen war, im Verlauf der Hebung 2, die Schütte von 4000 v. Chr. bis 3000 v. Chr. annimmt, sich bis auf — 9,00 m u. N. N. senkt, während das H. H. W. von — 4,00 am Ende der Senkung II bis auf — 6,5 m u. N. N. am Ende der Hebung 2 abfällt.

In unserm Bodenschnitt, und zwar in Bohrung 190, sind sehr starke Moorschichten erhalten geblieben. Von — 6,25 bis — 3,40 m u. N. N. erbrachte diese Bohrung Moorproben. Ueber schilfdurchwachsenem Moor von — 6,25 bis — 5,65 m u. N. N. folgt bis zur Höhe von — 4,9 m u. N. N. Moor mit Holzresten. Darüber entwickelt sich Hochmoor und zwischen diesen Moorlagen finden sich von — 4,65 bis — 4,67 m u. N. N. und von — 4,45 bis — 4,50 m u. N. N. dünne Kleilagen. Es ist möglich, daß sich diese Lagen bei Sturmfluten, die das obere Moor von den Waldtorfschichten abtrennte und aufschwimmen ließ, zwischen den Moorschichten absetzten. Die bis — 3,60 m u. N. N. folgenden Moorschichten enthalten wieder Schilfwurzeln und

1) Pflanzensoziologie = Lehre von der Vergesellschaftung der Pflanzen.

2) Oekologie = Lehre von der Anpassung der Organismen an ihre Umgebung.

Schilfwurzelstöcke; darüber wurde aber bis — 3,40 m u. N. N. Waldtorf erbohrt. Der Holzwuchs erhält sich noch bis in die Kleischichten der Senkung III.

Bohrung 191 zeigt geringe Moorschichten von — 5,45 m bis — 6,05 m u. N. N., unten mit Schilfwurzelstöcken, oben mit Holzwurzeln durchwachsen.

Bis — 5,80 m u. N. N. finden wir in Bohrung 2 ein altes Prielbett. Die kalkhaltigen Lagen und die im Bohrkern vorgefundenen Muscheln zeigen an, daß die Gezeiten im Verlaufe der ausklingenden Senkung II und während der beginnenden Hebung 2 hier ein- und ausgeflutet sind. Aus den entkalkten, darüber lagernden Kleischichten ist erkennbar, daß dieser Priel bald verlandet ist. In diesen Bodenschichten sind Baumwurzeln und Reste von Eichen gefunden worden. Die Verlandung dieses Priels wird ursächlich mit der Hebung 2 zusammenhängen: Die Gezeiten tragen das Wasser nicht mehr bis in dieses Gebiet.

Bohrung 3 zeigt von — 3,70 bis — 5,25 m u. N. N. Schilftorfschichten, stark mit Holzwurzeln durchzogen. Dies sind Uferbildungen des verlandenden Priels der Bohrung 2. Die Bohrungen 190 bis 3 stehen in einem festen gegenseitigen Verhältnis: Bohrung 190 Uferbildung, Bohrung 191 und Bohrung 2 langsam in der Verlandung begriffene Prielläufe und Bohrung 3 wieder Uferbildung. Aehnliche Zusammenhänge finden sich zwischen Bohrung 192 und Bohrung 5. In Bohrung 192 verlandet das Bett eines Priels der Senkungsstufe II, während sich in Bohrung 5 die dazugehörigen Verlandungsschichten des Ufers bilden. Diese Verlandungsschichten sind folgendermaßen aufgebaut: Entkalkte Kleischichten mit Schilfwurzeln, Moor mit Schilfwuchs, reine Schilftorfschichten, entkalkte Kleischichten mit Schilfwuchs, reine Schilftorfschichten, entkalkte Kleischichten mit Schilfwuchs, dann wird schließlich der Schilfwuchs durch Holzwurzeln abgelöst (Bohrung 192). Auch in den Uferschichten der Bohrung 5 vollzieht sich ein ähnlicher Wechsel, Schilftorfschichten mit Holzwurzeln, darüber lagern stark humose Kleischichten mit viel Holzresten. Der Wechsel von schilfwurzeldurchwachsenen Kleischichten zu Kleischichten mit Holzresten wird noch nicht als Beweis einer Landhebung betrachtet werden können. Es sind aber einzelne Faziesfolgen durchbohrt worden, die klar erkennen lassen, daß ein Umschwung der Bildungsvorgänge vom Brak- zum Süßwasser erfolgt ist. Ein großer Teil der Hebungsmarken wird in der nachfolgenden Senkung zerstört worden sein.

Wir wollen nun die Bildung der Schichten der Bohrung 193, Bohrung 7, Bohrung 194, Bohrung 8, Bohrung 195 und Bohrung 11 betrachten. Während der Senkung II erkannten wir in Bohrung 194 ein Priel, welches die Moorschichten anzapft und entwässert. Am Ende der Senkung hat sich ein breiter, flacher

Priel von Bohrung 7 über Bohrung 194 nach Bohrung 8 und Bohrung 195 gebildet. Bleiben wir zunächst bei den Uferschichten des westlichen Ufers, die sich in Bohrung 7 und Bohrung 193 darstellen. Von — 8,17 bis — 7,67 m u. N. N. finden sich entkalkte, schilfdurchwurzelte Kleischichten, darauf folgt bis — 7,17 m u. N. N. reiner Schilftorf, hierüber lagert von — 6,17 bis — 7,17 m u. N. N. Bruchwaldtorf. Hier zeigt sich ein Uebergang vom Brak- zum Süßwasser, außerdem ist die Verlandung des Priels als Folgeerscheinung einer Landhebung gut zu erklären. Dabei ist zu beachten, daß diese Wasserläufe prielartig von Norden her eingedrungen waren. Durch die Hebung werden die Schichten allmählich dem Einfluß der Gezeiten entzogen. In Bohrung 193, ebenfalls auf dem westlichen Ufer, haben sich bis — 6,13 m u. N. N. feinsandige, entkalkte Kleischichten mit Schilfwuchs abgelagert, in höheren Horizonten stellen sich Holzwurzeln und Holzwuchs ein. Die östlichen Ufer des Priels bilden die Bohrung 8, Bohrung 195 und Bohrung 11. In Bohrung 8 folgen über kalkhaltigen Kleiablagerungen entkalkte, schilfdurchwachsene Tonschichten, dann Schilftorf, über welchem sich zersetztes Moor mit Schilfwuchs und stärkeren Holzresten entwickelt. Das gleiche Bild in Bohrung 195: Ueber den alten Schichten des Priels finden wir humosen Klei mit Schilfwurzelstöcken, dieser übergehend in Moor mit starkem Schilfwuchs und in höheren Lagen, — 6,2 bis — 7,1 m u. N. N., stellen sich Holzwurzeln ein. Auf diesen Horizont folgen dann von — 5,3 bis — 5,9 m u. N. N. derbere Holzreste. In Bohrung 11: Von — 5,81 bis — 7,26 m u. N. N. Schilftorf, dann toniger Humus mit dünnen Wurzelresten.

In den östlich folgenden Bohrungen bis zur Höhe der Geest sind keine verlandenden Becken mehr vorhanden. Hier vollzieht sich das Zusammensacken der unter Klei begrabenen, mächtigen Moorschichten durch Entwässerung und Inkohlung, besonders aber durch die Auflast der immer mächtiger werdenden Schlickschichten. Während sich im Westen die Priele z. T. verlagern, z. T. verlanden, entsteht hier das Sietland, in dem sich kleine Flößchen zur Entwässerung bilden, die sich im Verlaufe der Hebung tiefer und tiefer einschneiden. Als Ergebnis möchte ich kurz zusammenfassen: Wir erkennen, daß die im Verlaufe der Senkung II gebildeten Einbrüche und Priele kurz nach Beendigung der Senkung II infolge Verlandung wieder aus dem Profil verschwinden. Die Bodenfolge der Uferprofile läßt sich gut mit Hilfe der Hebung 2 erklären; die endgültige Beantwortung der Hebungsfrage kann allerdings nur mit Hilfe der Pollenanalyse erfolgen. Eine gleichmäßige Senkung erscheint mir auf Grund des Aufbaus der Bodenschichten **nicht** gegeben.

Wir kommen nun zur Senkungsstufe III im Subboreal¹⁾. Nach der Senkungskurve dauert die Senkung III von 3000 bis 1000 v. Chr.

¹⁾ Subboreal etwa 2500 bis 1000 v. Chr.

Infolge dieser Landsenkung erfolgt ein Anstieg des M. H. W. von — 9,0 m u. N. N. (Ende der Hebung 2) bis — 0,5 m u. N. N. (Ende der Senkung III); entsprechend steigt das H. H. W. von — 6,5 m u. N. N. auf + 2,5 m ü. N. N.

Das Bett des Weserstroms weist Schütte (1931) im Profil VII im Anfang der Senkung in Tiefenlagen von — 5,00 bis etwa — 1,5 m u. N. N. nach. Damals lag also das Bett noch westlich der heutigen Weser. Es springt jedoch schon im Anfang dieser Senkung III in das Bett der heutigen Weser um.

Während der Senkung II dringen, wie wir gesehen haben, von Nordwesten und Norden her Priele zunächst bis in das westliche Gebiet des Bohrprofils vor. Im Verlaufe der Senkung III finden wir im westlichen Teil des Profils nur ganz geringfügige Wasserläufe. So sprechen die in Bohrung 191, Höhenlage — 3,65 bis — 4,65 m u. N. N., vorgefundenen schwach kalkhaltigen Kleilagen dafür, daß hier für kurze Zeit ein unbedeutendes Bett bestanden haben muß; auch in Bohrung 2 und 4 sind Anzeichen vorhanden, daß zeitweise kleine Priele bestanden haben. Tiefere Gerinne zeigen sich erst weiter östlich in Bohrung 8, Höhenlage — 3,82 bis — 5,82 m u. N. N. und in Bohrung 198 und Bohrung 199. Als Folgeerscheinung des im Untergrund zusammensinkenden Moores vereinigen sich im Sietland die Abflüsse des Bodenschnitts. Im Westen, in der Nähe des Stromes, bildet sich dagegen das Hochland der östlichen Wesermarsch aus. Der Aufbau der Schichten ist kompakter, der Anteil der Moorschichten am Aufbau des Bodens geringer, daher auch geringere Sackungen und geringerer Bodenschwund. Die Hauptgerinne in der Senkung III finden sich in den erwähnten Bohrungen 8, 198 und 199, während die Schichten in Bohrung 196 nur zeitweise in einem Bachlauf gebildet wurden. In dieser Bohrung ist der Kalkgehalt der Schichten sehr wechselnd. Ein durchgehendes Bett wie in Bohrung 199, von — 6,67 bis — 3,17 m u. N. N. und in Bohrung 198, von — 6,25 bis — 4,25 m u. N. N. hat hier nicht bestanden. Durch Verlandungserscheinungen der folgenden Hebungsstufe 3 verschwinden alle Wasserläufe in dem gesamten Bodenschnitt.

Die Hebungsstufe 3 ist besonders stark angefochten worden. Für das Maß der noch heute sich auswirkenden Küstensenkung ist es von entscheidender Bedeutung, ob diese Landhebung tatsächlich vor sich gegangen ist. Einige Forscher sprechen von einer Stillstandsperiode, andere wollen diesen oder jenen Punkt in den einzelnen Profilen als gehoben anerkennen. Von Bedeutung ist aber nur die Frage, ob eine weiträumige Landhebung nachgewiesen werden kann oder nicht.

Die zeitliche Dauer der Hebungsstufe 3 setzt Schütte von 1000 v. Chr. bis Christi Geburt an. Das Hebungsmaß des Landes in dieser Zeit soll 3 m betragen, so daß das Mittelhochwasser von

— 0,5 bis auf — 3,5 m u. N. N. abfällt, während sich das Auflaufen des H. H. W. von + 2,5 m ü. N. N. auf — 1,0 m u. N. N. ermäßigt. Die endgültige Klärung dieser Frage wird noch viele sorgfältige Arbeit erfordern. Vor- und frühgeschichtliche Funde, Pollenanalyse und Diatomeenuntersuchungen werden in enger Zusammenarbeit zur Lösung des Hebungsproblems beitragen können. Dennoch ist schon aus dem Ergebnis dieser Arbeit klar ersichtlich, daß die Bodenbildungen, die in der Höhenlage von ca. — 1,0 m u. N. N., manchmal durch Zusammensacken des Bodens auch in erheblich tieferen Lagen, angetroffen werden, eine sehr weiträumige Verbreitung besitzen. Ob diese Bodenfolgen allerdings nicht teilweise der Zerstörung durch die auflaufenden Hochwässer und Sturmfluten anheimgefallen sind, läßt sich nur schwer entscheiden. Wahrscheinlich sind die Böden der Hebung 3, ebenso wie die der Hebung 2, durch spätere hohe Fluten zum Teil fortgerissen worden.

In Bohrung 198 finden wir folgende Verhältnisse: Ab — 4,25 m u. N. N. erkennen wir die Verlandungserscheinungen des Prielbettes, welche sich in dem Wechsel der kalkhaltigen zu entkalkten Kleischichten zeigen. Als Einschlüsse dieser Tonböden finden sich bis — 2,75 m u. N. N. feine Holzwurzeln, welche sich von — 2,75 bis — 2,20 m u. N. N. noch stärker entwickeln und u. a. Holzresten auch Eichenreste einschließen. Von — 2,20 m u. N. N. bis zur Bodenoberfläche, + 0,75 m ü. N. N., finden wir dann Moorentwicklung und zwar von — 1,75 bis — 2,20 m u. N. N. wasserhaltiges, schilfdurchwachsenes Moor, darauf folgend eine 30 cm starke Moorschicht mit vielen Erlenresten, die dann wieder durch einen schilfdurchwurzelten Horizont abgelöst wird, um dann zu erlendurchwurzeltem Moor umzuschlagen. Darauf bildet sich bis zur Geländeoberfläche Hochmoor, mit vielen Einschlüssen von Wollgras und Heidetorf.

Bohrung 199. Von — 1,92 bis — 3,17 m u. N. N. erkennen wir in den entkalkten Kleischichten mit Baumwuchs Verlandungserscheinungen des alten Priels. Im oberen Horizont finden sich sogar noch Eichenreste. Dann bildet sich Bruchwaldtorf, ein Zeichen, daß die Ueberflutungen aufgehört haben müssen. Die Bruchwaldtorfschicht hat eine Stärke von 75 cm und reicht bis — 1,17 m u. N. N. Aus dieser Stärke der Torfschicht ist erkennbar, daß lange Zeiträume erforderlich waren, um diese Bodenschichten aufzubauen. Von — 0,67 bis — 1,17 m u. N. N. folgen Uebergangsschichten zum Hochmoor; von unten nach oben: zunächst 15 cm feines, braunes Moor, dann 25 cm Schilftorf, schließlich 10 cm Wollgrastorf. Bis zur Geländeoberfläche, + 1,83 m ü. N. N., finden wir dann Hochmoorbildungen, Moostorf mit vielen Wollgrasschichten.

Bohrung 16. Bohrung 16 liegt an der Landstraße zum Weißen Berg, ca. 500 m nördlich unserer Bohrlinie durch das Torf-

büter Moor. Das Gerinne der Senkung III ist aus dem Aufbau der Bohrung bis zur Höhenlage von $-3,80$ m u. N. N. zu erkennen: graublauer, kalkhaltiger Klei in deutlich erkennbaren Schichten (Tideschichtung) abgelagert. Darüber baut sich bis $-2,80$ m u. N. N. rasenfleckiger, humoser Klei auf, entkalkt mit geringen Holz- und Wurzelresten. Dann folgen, 35 cm stark, entkalkte Kleischichten mit Holzresten; der Rasen ist verschwunden. In einer Stärke von 60 cm entwickeln sich Bruchwaldtorfschichten, in deren oberen Lagen Erlen- und Birkenstämme deutlich erkennbar sind. Von $-1,85$ m u. N. N. bis zur Geländeoberfläche, $+0,70$ m ü. N. N., finden wir dann Hochmoorschichten.

Die in diesem Profil klar ausgebildete Vegetationsmarke in $-3,8$ m Tiefe u. N. N., untere Grenze des Rasens, welche sich über dem alten Priel bildet, erscheint mir als ein so bemerkenswerter Fazieswechsel¹⁾, daß ich von hier ab eine Hebung des Geländes ansetzen möchte. Die Entwicklung der Böden bis zu den starken Holzschichten von $-1,85$ m u. N. N. bestärkt mich in dieser Annahme.

Bis zum Geestrande sind noch die Bohrungen 201, 200b und 200 a zu betrachten.

Bohrung 201. Bis $-2,75$ m u. N. N. wurde entkalkter, grauer Klei mit feinen Holzwurzeln erbohrt. Ueber diesen Schichten setzt sofort die Entwicklung zum Hochmoor ein, Moostorf mit Heideresten. In höheren Lagen finden sich außerdem dünne Schichten von Wollgras und Heidetorf. Jedenfalls liegt eine Hochmoorentwicklung von $-2,75$ m u. N. N. bis $+2,55$ m ü. N. N. vor, in einer Stärke von über 5 m.

Bohrung 200b. Die entkalkten Kleischichten, mit Baumwurzeln durchzogen, durchbohrten wir bis zur Höhe von $-1,45$ m u. N. N. Hier folgt dann Moorentwicklung mit Holzresten, die bald durch Hochmoorbildung abgelöst wird, welche sich bis zur Geländeoberfläche entwickelt.

Nun zu den westlichen Bohrungen, zunächst zur Bohrung 197. Der Uebergang von den tonigen Ablagerungen zu den humosen, torfartigen Schichten zeichnet sich durch einen stark entwickelten Holzhorizont von $-1,50$ bis $-1,65$ m u. N. N. aus. Dann folgt, 20 cm stark, bis $-1,30$ m u. N. N. Moor mit Schilfwurzeln, welches in eine 50 cm starke Schilftorfschicht, die von Erlenwurzeln durchzogen ist, übergeht. Wieder folgt 50 cm Moor mit Schilffresten bis $-0,30$ m u. N. N., worüber sich bis zur Geländeoberfläche Hochmoor mit Erlenresten entwickelt.

In der nun folgenden Bohrung 196 finden wir von $-2,30$ bis $-0,50$ m u. N. N. aufwärts Schilftorfschichten. Die letzten 30 cm bis zur Geländeoberfläche bei $-0,20$ m u. N. N. bilden dunkelbraune

¹⁾ Fazieswechsel = Uebergang zu neuer Bodenart.

Moorschichten mit Holzresten. Dabei ist bemerkenswert, daß sich von — 2,30 bis — 1,80 m u. N. N. toniger Schilftorf, von — 1,80 bis — 1,20 m u. N. N. Schilftorf mit Holzwurzeln und schließlich, 70 cm stark, von — 1,20 bis — 0,50 m u. N. N. reiner Schilftorf entwickelt.

Bohrung 9. Ueber schilfdurchwachsenem, entkalktem Klei, der sich von — 2,60 bis — 2,00 m u. N. N. entwickelt, folgt bis — 0,80 m u. N. N. eine Schilftorfzone. Von — 0,80 bis zur Geländeoberfläche bei — 0,40 m u. N. N. wurde stark zersetztes Moor erbohrt.

Bohrung 10 zeigt einen ähnlichen Aufbau. Von — 2,02 bis — 1,37 m u. N. N. Schilftorfschichten, darüber bis zur Geländeoberfläche, bei 0,42 m u. N. N., stark zersetztes Moor. Die oberen 20 cm bis — 0,62 m u. N. N. Ackerkrume.

Auch die Bohrung 11 zeigt ähnliche Verhältnisse. Die tonigen Ablagerungen bis — 2,36 m u. N. N. werden durch ein fast 1 m starkes Schilftorflager bis — 1,41 m u. N. N. abgelöst. Dann finden wir Moorschichten mit Wurzelresten und in den nun folgenden tonigen Humusschichten zeigten sich 2 Kleiaden und zwar in — 1,19 und — 1,11 m u. N. N. Tiefe, welche darauf hindeuten, daß wiederum eine neue Senkung einsetzt und zwar Senkung IV. Von — 1,11 bis — 0,61 m u. N. N. zeigt diese Bohrung dann stark zersetztes Moor, über dem eine 20 cm starke Kleidecke liegt, welche nach Angaben des Bohrprotokolls allerdings nachträglich aufgebracht wurde.

Rückblickend muß festgestellt werden, daß die soeben besprochenen Bodenfolgen während der Hebung 3 und der Senkung IV entstanden sind.

Die Verlandung ehemaliger Wasserläufe, die starke Entwicklung von Waldtorfschichten in einzelnen Bohrungen, lassen ein Absinken der Wasserstände wahrscheinlich erscheinen.

Die Bildung der Hochmoorschichten wird zum großen Teil in der letzten Senkung erfolgt sein. Ausgehend von ihrer Entwicklung in abflußlosen Senken während der Hebung 3, hatten diese Schichten in dieser Zeit bereits eine Höhenlage erreicht, die eine Ueberschlickung in der nachfolgenden Senkung IV verhinderte. Der Einfluß der Deichbauten des Menschen ist hier allerdings auch schon in Rechnung zu stellen. Durch die Hebung bildeten sich Moor-, Schilftorf- und Waldtorfschichten, die in der Senkung IV alle von den wuchernden Schichten des Hochmoores überlagert wurden. Eine klare Grenze zwischen der Hebung und Senkung ist manchmal schwer zu ziehen, besonders in den Bohrungen 200 b und 201, mit ihrem in großer Mächtigkeit aufgebauten Hochmoor. Einfacher ist dies in Bohrung 16 und 199, wie auch in den Bohrungen 198 und 197. Hier geben die Waldtorfschichten eine begründende Unterlage. Auch in den Bohrungen 196, sowie in den Bohrungen 9—11 ist

diese Grenze in den Schilftorfablagerungen mit einiger Sicherheit zu bestimmen. Von Bohrung 11 westwärts zur Weser macht sich die Senkungsstufe IV durch Kleiablagerungen kenntlich, deren Stärke nach Westen allmählich zunimmt. Im Verlauf der Senkung IV erhöht sich der Stand des Mittelhochwassers von $-3,5$ m u. N. N. auf $+1,6$ m ü. N. N., während das H. H. W. von $-1,0$ m u. N. N. bis auf $+5,1$ m ü. N. N. aufläuft (Schütte).

Betrachten wir die Bohrung 195, so finden wir über entkalkten Kleischichten mit Holzresten und starkem Schilfwuchs von $-2,45$ bis $-1,0$ m u. N. N. eine braune Moorschicht, in deren höheren Lagen sich Erlenreste und einzelne Lagen von Wollgras-torf entwickeln, die den Uebergang des Niederungsmoores zum Hochmoore kennzeichnen. Ueber diesen Moorschichten lagert eine 60 cm starke Kleischicht bis zur Geländeoberfläche, die wir bei $-0,40$ m u. N. N. antreffen (Senkung IV).

In Bohrung 8 erbohrten wir von $-2,62$ bis $-2,12$ m u. N. N. stark humose, schilfdurchwachsene Tonschichten, die sich nach oben zu tonigem Schilftorf und schließlich zu reinem Schilftorf entwickeln. Das darüber lagernde Moor bis zur Höhe von $-1,52$ m u. N. N. hat einige dünne, kalkhaltige Tonabsätze und ist stark zersetzt. Zwischen den eingeschalteten Kleilagen finden sich Wollgras-horizonte. Die neu einsetzende Senkung IV lagert von $-1,52$ bis $-1,12$ m u. N. N. schwach kalkhaltige, feinsandige Kleischichten ab. Darüber finden sich bis $-0,82$ m u. N. N. entkalkte Kleischichten mit Resten von verschwemmtem Moor. Bis zur Geländeoberfläche bei $-0,32$ m u. N. N. folgen dann Knickschichten (Senkung IV).

In Bohrung 194 finden wir in den entkalkten, mit derben Holzresten durchwachsenen Schichten von $-3,07$ bis $-2,57$ m u. N. N. noch Bildungen der Senkungsstufe III. Dann folgt Klei mit starker Schilfwurzelstockentwicklung, über dem sich von $-2,42$ bis $-2,34$ m u. N. N. eine dünne Moorschicht gelagert hat. Diese wird von einer 2 cm starken Kleiader überschlickt, welche als Anzeichen dafür gelten kann, daß der Hebungsvorgang noch nicht so weit vorgeschritten war, daß diese Schichten dem Einfluß der höheren Fluten entzogen waren. Dies ist auch noch nicht der Fall in den sich darauf bildenden Schilftorfschichten von $-2,32$ bis $-1,87$ m u. N. N., die wieder bis $-1,52$ m u. N. N. von schilfdurchwachsenen Moorschichten abgelöst werden. Hierüber lagert bis $-1,17$ m u. N. N. Bruchwaldtorf mit Erlen, der von einer 70 cm entkalkten Kleischicht der Senkungsstufe IV überdeckt wurde.

Westwärts folgt nun Bohrung 7, welche sich besonders durch eine erheblich stärkere Tondecke auszeichnet; von $-1,22$ bis $-1,97$ m u. N. N. finden wir kalkhaltige Kleischichten. Hier hat in der Senkung IV zeitweise ein Priel gependelt. Bei $-1,87$ m u. N. N. fanden sich Muschelreste im Bohrkern, außerdem waren ganz geringe

Schilfreste erkennbar. Von — 0,47 m u. N. N. (Geländeoberfläche) bis — 1,27 m u. N. N. erbohrten wir rasendurchwachsenen, entkalkten Klei, tonige Ablagerungen der Senkungsstufe IV. Die untere Grenze der Senkungsstufe IV wird bei — 2,12 m u. N. N. liegen. Dann durchfährt die Bohrung ein 95 cm starkes Waldtorflager mit Wollgrasresten bis — 3,07 m u. N. N. und darunter 60 cm Schilftorf bis — 3,67 m u. N. N. Diese Entwicklungsreihe Schilftorf—Waldtorf—Uebergang zum Hochmoor spricht unbedingt für Hebungerscheinungen.

Der folgende Horizont von — 3,67 bis — 3,87 m u. N. N. zeigt derbe Holzreste. Es folgen nach unten dann entkalkte Kleischichten mit Erlen- und Holzwurzeln, Bodenbildungen der Senkungsstufe III.

Wir kommen zur Bohrung 6. Geländeoberkante liegt bei — 0,20 m u. N. N.; bis — 0,95 m u. N. N. finden sich entkalkte Kleischichten mit Rasen (Senkung IV); von — 0,95 bis — 2,10 m u. N. N. stark zersetzter Bruchwaldtorf mit einzelnen Schilfwurzeln und darunter bis — 2,90 m u. N. N. folgt Schilftorf. Der nun folgende starke und derbe Holzhorizont zeichnet wieder die obersten Stufen der Senkung III aus. Vielleicht erkennen wir schon Anzeichen einer beginnenden Hebung. In den Bohrungen 6 bis 194 ist ein klarer Uebergang vom Brack- zum Süßwasser erkennbar, der dann wieder zu der neuen Senkung IV umschlägt.

Bohrung 193 zeigt eine 50 cm starke, graue, entkalkte Kleischicht und zwar von der Geländeoberfläche bei — 0,63 bis — 1,13 m u. N. N. Darauf folgt braunes Moor mit Schilf und Holzwurzeln, die oberen 10 cm stark zersetzt, Höhenlage — 1,13 bis — 1,63 m u. N. N. Dann brachten die Bohrproben schilfdurchwachsenes, braunes Moor bis — 2,73 m u. N. N., in den unteren Lagen mit stärkeren Holzwurzeln und Schilfwurzelstöcken, zu Tage. Eine 15 cm starke, humose, geschichtete Kleilage bis — 2,88 m u. N. N. löst das Moor ab, darauf folgt bis — 3,13 m u. N. N. eine schwache Moorlage. Darunter liegen 30 cm Schilftorf bis — 3,45 m u. N. N. und von — 3,45 bis — 3,53 m u. N. N. wieder Moor mit z. T. derben Holzresten.

Bohrung 5. Die Kleidecke, in einer Stärke von 50 cm, gehört der jüngsten Senkungsstufe an. Ebenfalls werden die obersten Lagen des stark zersetzten Schilftorfs von — 0,90 m u. N. N. abwärts dazu zu rechnen sein. Von — 1,20 bis — 2,30 m u. N. N. lag dann weiter Schilftorf mit Holzresten, darunter bis — 2,60 m u. N. N. reiner Schilftorf. Eine humose Tonschicht von — 2,60 bis — 2,63 m u. N. N. trennt den bis zu einer Tiefe von — 3,0 m u. N. N. entwickelten Schilftorf mit Erlenresten von diesen jüngeren Bildungen. Dann folgt Senkung III mit Kleischichten und Holzwurzelresten.

In Bohrung 192 erbohrten wir von der Geländeoberfläche bei — 0,08 bis zum Horizont — 1,03 m u. N. N. entkalkte Kleischichten, die dann von Moorschichten abgelöst werden, deren obere Lage

stark zersetzt ist. Diese Moorbildungen reichen bis — 2,38 m u. N. N. und schließen senkrechte Schilfwurzeln und z. T. Schilfwurzelstöcke ein. Unter diesen Bodenbildungen finden wir dann Kleischichten der Senkung III mit Holzwurzeln und Holzresten.

In Bohrung 4 entwickelt sich die jüngste Bildungsstufe der Marsch bis — 1,25 m u. N. N. Die letzten 20 cm dieser Kleischichten sind stark humos. Dann folgen abwechselnd Schilftorflagen und entkalkte Kleischichten bis — 1,68 m u. N. N. Diese Kleiadern, die von — 1,55 bis — 1,59 m u. N. N. und von — 1,60 bis — 1,62 m u. N. N. lagen, zeigen uns den Beginn der Senkung IV an. Bis — 2,50 m u. N. N. folgt dann ein ca. 80 cm starkes Schilftorflager und die darunter lagernde, stark humose Schicht bis — 2,60 m u. N. N. wird in der Uebergangszeit von der Senkung III zur Hebungsstufe 3 entstanden sein.

Bohrung 3 zeigt sehr mächtige Schilftorflagen. Kennzeichnend ist, daß immer wieder diese Schilftorflagen von Kleiadern durchzogen waren. Erst in der Höhenlage von — 2,85 bis — 1,60 m u. N. N. erbrachte die Bohrung Schilftorf mit stärkerer Holzentwicklung, Anzeichen, daß diese Ueberflutungserscheinungen fortfallen.

Bohrung 2. Ueber feinsandigen, entkalkten Kleischichten mit Holzwurzeln folgte von — 2,70 bis — 1,70 m u. N. N. ein Schilftorflager. Die jüngste Marschendecke überdeckt von — 1,70 bis — 0,90 m u. N. N. diese Bodenbildungen. Die unteren Kleilagen von — 1,70 bis — 1,30 m u. N. N. sind stark humos, die darüber lagernden bis zur Geländeoberfläche sind rasenfleckig.

Bohrung 191 zeigt den typischen Aufbau der sogenannten „hohen Marsch“. Die Tonschichten haben hier eine Stärke von fast 2 m. Bis — 0,05 m u. N. N. brachte die Bohrung rasendurchgewachsenen Klei, während bis — 0,85 m u. N. N. Schilfwurzeln und Schilfwurzelstöcke als Einschlüsse im Boden erkennbar waren. Es folgen feinsandige Tonschichten von — 1,23 bis — 1,45 m u. N. N., darauf toniger Humus mit Schilfwurzeln und eine 15 cm starke Schilftorfschicht bis — 1,60 m u. N. N. Darunter liegt braunes Moor mit Holzresten bis — 2,25 m u. N. N., das in Moor mit Schilfwuchs übergeht, der aber bald wieder von Schilftorf abgelöst wird. Von — 2,60 bis — 2,63 m u. N. N. folgt dann wieder eine Kleiader, unter der sich wieder eine dünne Moorlage bis — 2,65 m u. N. N. einstellte. Nun folgen die Verlandungsschichten des kleinen Priels der Senkung III mit entkalktem Klei und Holzwurzeleinschlüssen.

Die beiden Bohrungen 1 und 190 zeigen keinen Schilftorhorizont, es fehlen überhaupt jegliche Bodenbildungen, die der Hebungsstufe 3 angehören. Diese Böden wurden hier durch die nahe Weser zerstört und fortgeführt.

1a. Zusammenfassung der Ergebnisse der Bohrreihe Sandstedt-Weißer Berg.

In die Senkungsstufe I konnten keine Böden des Profils mit Sicherheit zeitlich eingegliedert werden; wahrscheinlich beginnt die Entstehung der ältesten Moorschichten in der Hebung 1. Pfaffenbergs pollenanalytische Untersuchung ergab für Bohrung 196, daß das Profil im Boreal beginnt und Ende des Boreals oder Anfang des Atlantikums schließt. Für Bohrung 201 liegt der Beginn ebenfalls im Boreal und der Schluß in der ersten Hälfte des Atlantikums. Es ist damit erwiesen, daß die Entwicklung des Moores in die Senkungsstufe II hineinreicht. Ueber den Beginn der Senkung äußert sich Pfaffenberg, daß dieser im Ende des Boreals, wahrscheinlicher noch im Anfang des Atlantikums, gelegen haben muß.

Im Westen des Profils brechen in der Senkung II verschiedene Priele in die moorbedeckte Landschaft ein, wodurch eine starke Moorzerstörung und Erosion¹⁾ erfolgte. Im Osten erhält sich die Moordecke besser. Ein Fortschreiten der Ueberschlickung der Moorschichten nach Osten ist aus dem Bodenschnitt erkennbar. Hier bilden sich in den tonigen Ablagerungen neue Wasserläufe.

Im weiteren Aufbau der Schichten sind Hebungserscheinungen aus dem fast allgemeinen Verlanden der von Norden eingebrochenen Priele festzustellen. Auch die Bodenschichten deuten durch Entwicklung von Waldtorf und durch den Fazieswechsel, der aus den Einschlüssen der Bodenproben festzustellen ist, auf Hebung. In Hebung 2 und in der nachfolgenden Senkung III ist in fast allen Bohrungen Holz- wuchs neben Schilffresten vertreten. In dieser Zeit erfolgt ein erhebliches Zusammensacken der überschlickten Schichten des Randmoores. In der westlichen Hälfte der Bohrreihe bildet sich das Hochland der Marsch, nach Osten folgt eine Sumpflandschaft mit stetiger Ueberflutung (Baumschlick), und in den tief zusammengesunkenen Schichten nahe der Geest fließen einige Bäche. Der Fazieswechsel von den Tonschichten der Senkung III zu dem Schilftorf- gürtel, der in vielen Bohrungen zu Waldtorf übergeht, zeigt die Hebungsstufe 3 an. Die Entwicklung des Schilftorfs ist durchgehend im ganzen Bodenschnitt festzustellen. Im östlichen der Geest benachbarten Gebiet entwickelt sich Hochmoor, weiter westwärts Schilftorf-, Waldtorf- und Moorschichten. Die Mächtigkeit der aufgebauten Moorschichten, besonders der Hochmoorschichten in der Nähe der Geest, ist auffallend. Am Ende der Senkung III ist die Höhenlage in der Nähe der Geest gegenüber den Schichten am Hochufer der Weser zurückgeblieben. Durch den Aufbau der mächtigen Hochmoorschichten ändert sich dieses Bild wieder, so daß in der Hebung 3 und Senkung IV das Randmoor der Geest so hoch aufwächst, daß es von der Tondecke der Senkungsstufe IV nicht mehr überschlickt wird.

¹⁾ Erosion, die zerstörende Arbeit des fließenden Wassers.

Betrachtung über die Anwendbarkeit der Senkungshypothesen von Scharf und Krüger-Schütte.

Die Darstellung des Sandstedter Bohrprofils zeigt, daß die von Krüger-Schütte aufgestellte Senkungskurve sich mit einer fast überraschenden Elastizität auf das Ost-Alluvium der Weser anwenden läßt. Das in einer jahrzehntelangen Forschertätigkeit von Krüger und Schütte erarbeitete Bild von dem Ablauf der Senkungsvorgänge läßt sich mühelos auf den Bereich dieses Arbeitsgebiets übertragen.

In einer umfangreichen Arbeit haben W. Dienemann und W. Scharf (1931) von der Preußischen Geologischen Landesanstalt Berlin alle Veröffentlichungen über die Küstensenkung zusammengefaßt und kritisch untersucht. Im Gebiete des Weseralluviums stehen sich die Auffassungen von Scharf und Schütte gegenüber. Ich habe daher die Frage an den Anfang der Arbeit gestellt, welche der beiden Hypothesen sich auf den Aufbau der Alluvialschichten meines Arbeitsgebietes am besten anwenden ließe. Mit einer gleichmäßigen Senkung ist der Aufbau der vorgefundenen Schichten nicht zu begründen. Noch viel weniger ließ sich ein Gleichgewichtszustand zwischen Senkung und Sedimentation¹⁾ erkennen. Vielmehr zeigt schon dieser eine Bodenschnitt, daß sich die Verhältnisse in diesem engen Raum wechselvoll gestalteten: Erosion der Moore im Westen des Profils und hoch aufragende Moorschichten am Geestrand, die sich während der Senkung II lange der Transgression des schlickhaltigen Wassers entziehen konnten; als dann die Ueberschlickung und Entwässerung dieser Moore sich auswirkt: Zusammensinken der östlichen, tiefgründigen Moore und Ausbildung kompakterer Kleilagen im Westen. In der Hebung 3 wieder eine starke Hochmoorentwicklung in der Nähe der Geest und ein Höheraufwachsen über die kritischen Höhenlagen, so daß im Verlauf der Senkung IV nur noch eine Ueberschlickung der westlichen Hebungsstufe 3 erfolgen kann. Es scheinen tatsächlich auch im einzelnen Profil wechselnde Hoch- und Tieflagen der Schichten in den Senkungs- und Hebungszeiten vorhanden gewesen zu sein. Die Annahme eines Gleichgewichtszustandes zwischen Senkung und Sedimentation ist nicht begründet.

Die „Senkungskurve“ gestattet eine so einleuchtende Begründung des Schichtenaufbaus dieser Bohrungen, daß ich dieselbe bei der Auswertung der weiteren Bohrprofile als Arbeitshypothese benutzen möchte. Dabei hoffe ich durch die Festlegung der alten Geländeoberflächen während des Ablaufs der Küstensenkung, auch für die Entwicklung der Hydrographie²⁾ Ergebnisse zu erzielen.

Wir betrachten nun zunächst die östlich der Weser erbohrten Bodenschnitte in Verlängerung der Braker Bohrlochreihen VI und V.

¹⁾ Sedimentation = Ablagerung einer Bodenschicht.

²⁾ Hydrographie = Beschreibung der Gewässer.

2. Die Bohrreihe Uthlede-Rechtebe (Blatt 3).

Verlängerung des westlich der Weser gelegenen Bodenschnitts VI.

Die Wasserstraßendirektion Bremen hat vom Hammelwarder Moor nach Fünfhausen in einer Länge von 5 km das „Profil VI“ durchbohrt. Schütte (1931) stellte auf Grund von Handbohrungen in seiner geologischen Auswertung das vorgeschichtliche Bett der Weser westlich des Profils fest. Im Profil selbst wurde die vorgeschichtliche Weser nicht mehr angetroffen.

Schütte beschreibt u. a. ein eigenartiges Nebenflußbett zur damaligen Weser, das pendelnd eine hoch aufragende Sandbank der Bohrung 2000 des Profils VI umfließt. Die einzelnen Lagen dieses Flusses im Ablauf der Senkungs- und Hebungszeiten werden von Schütte aus dem Aufbau der Schichten begründet und beschrieben. Hierbei spricht Schütte die Vermutung aus, daß dieser Nebenfluß seinen Anfang auf den Höhen der Vegesacker Geest gehabt hat, also das heutige östliche Ufer der Weser durchflossen haben muß. Die vorgefundenen Gerinne haben im Verlauf der Senkung I und II, sowie der Hebung 1 und 2 bestanden. Im Anfang der Senkung III wird dann durch das Umschwenken der alten Weser nach Osten in das heutige Bett der Unterlauf des Nebenflusses abgeschnitten.

Wir kommen zu unserem Bodenschnitt östlich der Weser von Rechtebe nach Uthlede. Vom Geestrand in Uthlede bis zum Weserdeich beträgt die Entfernung 2,7 km.

Der Aufbau des ganzen Profils ist außerordentlich gleichförmig. Bis auf Bohrung 23 erreichen alle Bohrungen den sandigen Untergrund. Letztere Bohrung mußte in einer Tiefe von — 8,0 m unter Gelände eingestellt werden, da das Bohrloch in kalkhaltigen Kleischichten zutrieb.

Nach Osten zur Geest verläuft der sandige Untergrund fast horizontal in einer Tiefe von etwa — 9,0 m u. N. N. Der Anstieg zum Diluvium östlich von Bohrung 17 erfolgt sehr steil. Ueber diesen Sandschichten liegt durchgehend eine Moordecke, welche zur Weser in allmählich abnehmender Stärke erhalten blieb. In Bohrung 17, am Rande der Geest, wurden sehr mächtige, wasserhaltige Moorschichten von — 9,10 bis — 3,10 m u. N. N. erbohrt, die von einer dünnen Kleilage bis — 2,70 m u. N. N. bedeckt sind. In den Bohrungen 18 und 19 haben die höher gelegenen Moorschichten Waldtorfcharakter. Bis — 6,84 m u. N. N. lagert in Bohrung 18 stark verwitterter Humus über diesem Moor. In der westlich gelegenen Bohrung 20 wurden über altem Waldtorf erstmalig Moorschichten mit geringen Schilffresten erbohrt. Der feste Moorrest der Bohrung 21 läßt wieder stärkeren Holzwuchs erkennen, desgleichen die geringen Moorschichten der Bohrung 22. Allgemein herrscht in den nun folgenden Kleiablagerungen über den Moorschichten, die sich in der Senkungszeit II

bis in die Senkungszeit III hinein bilden, Holzwuchs vor. Hieraus ist zu erkennen, daß die in der Senkung höher und höher auflaufenden Fluten zunächst nur sehr selten bis in dieses Gebiet vorgedrungen sind; der Waldwuchs hat sich erhalten. Stärkere Brackwassermassen bringen Schilftorf zur Entwicklung. In den Kleischichten der Senkung II entwickelt sich von Bohrung 22 bis 18 Holzwuchs, nur in Bohrung 22 von etwa $-7,0$ m u. N. N. aufwärts wurden senkrechte Schilfwurzeln als Einschlüsse in den Tonschichten beobachtet. Dieser Charakter erhält sich in der Bohrung bis $-5,6$ m u. N. N. Dann stellt sich hier eine neue Faziesfolge ein. Anstelle von Schilfwuchs tritt Holz, u. a. fanden sich in der Höhenlage von $-5,6$ bis $-5,2$ m u. N. N. Eichenreste. Dieses deutet die Hebungsstufe 2 an. Eine ausgesprochene Ausbildung der Hebung ist in diesem Profil nicht erkennbar. Es wurden aber auch in den anderen Bohrungen der Bohrreihe, ca. $-5,00$ m u. N. N., derartige Eichenreste angetroffen. In Bohrung 20, 19 und 18 fanden sich in Tiefen von $-4,5$ bis $-5,1$ m u. N. N., in $-5,7$ m u. N. N. und schließlich $-4,74$ bis $-5,24$ m u. N. N. Eichenreste, die der Hebung 2 angehören werden. In Bohrung 20 und 21 läßt sich durch den dort eintretenden Fazieswechsel eine obere Grenze der Hebung ziehen. Die Entwicklung von Schilftorf oberhalb von $-4,50$ m u. N. N. in der ersteren Bohrung und oberhalb von $-4,90$ m u. N. N. in Bohrung 21 zeigt die einsetzende Senkungsstufe III an. Die nach Osten umgeschwenkte Weser hat in Bohrung 23 von $-5,25$ bis $-4,25$ m u. N. N. kalkhaltige Kleiablagerungen aufgebaut. Außerdem sind im ganzen Profil keine Wasserläufe in der Senkung III vorhanden. Die Gezeiten laufen aber so hoch auf, daß das Moor der Bohrung 17 in den Bereich der Tiden gelangt und überschlickt wird. In den über den Kleilagen sich entwickelnden Humusschichten erkennen wir die ersten Anzeichen der nun folgenden Hebung 3. Diese macht sich im ganzen Profil durch starke, durchgehende Schilftorflagen bis zur Bohrung 22 bemerkbar. Auch in Bohrung 23, am Ufer der umgeschwenkten Weser, sind Anzeichen der Hebung vorhanden. Von $-4,25$ bis $-3,45$ m u. N. N. bauen sich kalkhaltige und entkalkte Schichten in starkem Wechsel auf. Als Einschlüsse fanden sich senkrechte Schilfwurzeln. Dann folgt von $-3,45$ bis $-3,25$ m u. N. N. ein Holzhorizont, in dem Eichenreste vorgefunden wurden. Von $-3,25$ m u. N. N. bis zur Geländeoberfläche bei $+1,80$ m ü. N. N. sind die vom Weserstrom in der Senkungszeit IV aufgebauten, kalkhaltigen Kleiablagerungen zu erkennen. Auch innerhalb des Deiches in Bohrung 22 zeigen die von $-2,0$ bis $-1,10$ m u. N. N. vorgefundenen schwach kalkhaltigen Bodenschichten den Einfluß des nahen Weserbettes. Weitere Gerinne haben in der Senkungszeit IV anscheinend nicht bestanden. In stark abnehmender Mächtigkeit legt sich die Kleidecke der letzten Senkung bis zur Bohrung 18 über den Schilftorfgrütel der Hebungsstufe 3. Am Rande der Geest entwickelte sich in Bohrung 17 Hochmoor.

3. Die Bohrreihe Aschwarden-Meyenburg (Blatt 4).

Verlängerung des westlich der Weser gelegenen Bodenschnitts V.

Das südlichste Profil der Braker Bohrungen westlich der Weser war das Profil Oldenbrok-Mittelort-Käseburg, 5,1 km lang. Die verlängerte Bohrlinie dieses Profils verläuft östlich der Weser von Aschwarden nach Meyenburg durch die weiten Moorflächen der Meyenburger Bucht. Dieses Querprofil wird von den Bohrungen 31 bis 42 gebildet. Der Aufbau des sandigen Untergrundes ist hier wechselvoller als im Bodenschnitt Rechtebe-Uthlede. Dünenartig hebt sich unter Bohrung 33 die sandige Oberfläche des Untergrundes, um von $-4,44$ m u. N. N. bis zur Bohrung 34 auf über $-8,48$ m u. N. N. abzufallen. In Bohrung 34 durchtäuften der Bohrer von oben bis unten die kalkhaltigen Ablagerungen eines tief eingeschnittenen Bachlaufes. Es ist möglich, daß die sandigen Erhebungen unter Bohrung 33 den Lauf dieses Flußbettes, das leider nur hier einmal erfaßt wurde, begleiten. Westlich von Bohrung 33 sinken die Sandschichten bis $-6,40$ m u. N. N. ab, um im weiteren Verlauf nach Westen wieder bis $-1,89$ m u. N. N. anzusteigen. In der Bohrung 31 dürfte es sich um alluvial aufgeschüttete Sande des Weserbettes handeln.

In einer Tiefe von $-8,48$ m u. N. N. wurde in Bohrung 34 der eigentliche Sand- oder Kiesuntergrund noch nicht erreicht. Vermutlich sind dort mindestens bis $-9,0$ m u. N. N. noch kalkhaltige Kleilagen zu erwarten, die sich bei der Bohrung nicht bergen ließen, da diese Bodenschichten ständig wieder zutrieben. Bis zur Bohrung 38 verlaufen die Sandschichten in einer Tiefe von rund -8 m u. N. N. und steigen dann langsam bis Bohrung 41 auf $-4,01$ m u. N. N. an.

Aehnlich wie in Bohrung 17 bei Uthlede besteht die Bohrung 41 vom sandigen Untergrund bis zur Geländeoberfläche aus wässrigen Moorschichten, nur kurz von $-1,81$ bis $-1,91$ m u. N. N. von einer dünnen Kleilage unterbrochen (Senkung III). Bohrung 40 und 39 zeigen mächtig entwickelte Waldtorfschichten, welche sich bis $-3,15$ bzw. $-4,4$ m u. N. N. aufbauen. In Bohrung 38 finden sich nur verwitterte Humusschichten bis $-7,13$ m u. N. N., darüber folgen, bereits der Senkung III angehörend, stark humose Kleiablagerungen mit derbem Holzwuchs. Eine starke Zerstörung und Umlagerung hat diese Moore verändert. Der im Schichtenaufbau erkennbare Wasserlauf von $-6,48$ bis $-3,63$ m u. N. N. hat sich bereits in diesen Tiefen ausgewirkt. Im Verlaufe der Senkung III greift das Bett dieses Baches zeitweise bis zur Bohrung 37 über. Die sandigen, kalkhaltigen Kleischichten von $-4,09$ bis $-5,89$ m u. N. N. der Bohrung 37 lassen dies erkennen. Von $-4,54$ bis $-4,69$ m u. N. N. waren die Tonschichten entkalkt und deuten auf zeitweise Verlandungserscheinungen hin. Von $-5,89$ bis $-7,29$ m u. N. N. liegen

entkalkte, stark humose und von Holzwurzeln durchzogene Kleilagen. Darunter lagern bis — 7,79 m u. N. N. braune Moorschichten mit Holzresten, die dann von dünnen Tonlagen und braunem Humus abgelöst werden, um schließlich in Schlicksand überzugehen. In Bohrung 36 und 35 fanden sich Ton und tonige Sande über dem Sanduntergrund, dann erst folgen stark durchwurzelte Humusschichten. Hier haben sich die Gezeiten des Bachlaufes der Bohrung 34 ausgewirkt. Es wäre lohnend, das Alter der über den schwachen Kleiablagerungen vorgefundenen Humusschichten durch Pollenanalyse¹⁾ zu bestimmen, besonders, da die Gliederung des in Bohrung 34 erbohrten tiefeingeschnittenen Bachlaufes hierdurch genauer erfolgen könnte. Der Aufbau der Bohrung 34 ist bemerkenswert.

Von der Geländeoberfläche + 0,82 m ü. N. N. bis + 0,22 m ü. N. N. wurde eine Knickschicht durchbohrt. Dann folgt von + 0,22 m ü. N. N. bis — 8,48 m u. N. N. kalkhaltiger Klei, häufig mit regelrechter Tideschichtung, feinsandig bis sandig, welche anzeigt, daß hier durchgehend ein Wasserlauf bestanden haben muß. Offenbar wurde hier die Auffüllung einer sehr tief eingeschnittenen Rinne eines Abflusses von der Vegesacker Geest durchbohrt. Schütte (1931) beschreibt beim Aufbau seines Profils VI, westlich der Weser, den Lauf eines Nebenflusses vom heutigen Ostufer der Weser (siehe oben, Einleitung des Bodenschnitts Uthlede-Rechtebe). Und zwar weist er dieses Bett im Bohrprofil VI in den Bohrungen 1000, 3000, 4000 und 5000 nach. In Bohrung VI, 1000, liegen von — 14 bis — 7 m u. N. N. zwei tiefeingeschnittene Betten, durch eine Tonbank von — 13 bis — 11 m u. N. N. getrennt, übereinander. Nach dem Umspringen des Flusses bildet sich in der Senkungszeit II ein breites, flaches Bett, von Bohrung VI, 3000, über Bohrung VI, 4000, bis Bohrung VI, 5000, reichend. Die Sohle dieses Bettes in der Senkung II liegt auf — 10,2 m u. N. N. In unserer Bohrung 34 hatten wir bei — 8,48 m u. N. N. die Sohle des Flußbettes noch nicht erreicht. Sie wird in der Senkung II ca. bei — 9,0 m u. N. N. liegen.

Das in Bohrung 34 gefundene, tiefeingeschnittene Nebenflußbett wird das von Schütte vermutete Bett östlich der heutigen Weser sein.

Es wurde nach Durchbohrung des Profils in ziemlicher Nähe der Bohrung 34 nochmals die Bohrung 42 angesetzt. In dieser Bohrung wurden keine kalkhaltigen Klei- oder Tideschichten angetroffen. Diese alten, tiefeingeschnittenen Bachläufe im Gelände zu finden, ist, selbst wenn man die ungefähre Lage kennt, schwierig, denn sie haben nur eine sehr geringe Breitenausdehnung.

Nun noch kurz eine Betrachtung über die Gefällsverhältnisse des vermuteten alten Laufes von Bohrung 34 bis zur Bohrung 1000

¹⁾ Die Pollenanalyse ermöglicht uns die Ausbreitung der einzelnen Bäume in längst vergangenen Zeitabschnitten zu bestimmen.

im Bohrprofil VI westlich der Weser. Die Entfernung der beiden Bohrpunkte beträgt rund 6000 m, so daß ein Gefälle von ca. 1,2 m auf 6000—7000 m Bachlauf bestanden hätte. Das entspräche ungefähr einem Gefälle von 5 pro ‰.

Die durchbohrten Schichten der Bohrung 34 sind folgendermaßen einzuordnen: Die untersten Schichten des Gerinnes werden mindestens der Senkungsstufe II angehören. Während der folgenden Hebungs- und Senkungszeiten 2 und 3 resp. III und IV hat sich dieser Bachlauf stetig in dieser Bohrung erhalten. Noch heute haben wir in dem Entwässerungszug zum Aschwarder Siel diesen Abfluß vor uns.

Wir kommen zu den westlichen Bohrungen 31, 32, 33 und 34. Von Bohrung 32—42 sind die Moorschichten über dem sandigen Untergrund durchgehend erhalten geblieben. In Bohrung 32 und 33 entwickelt sich über dem Niederungsmoor Waldtorf, der in Bohrung 32 von — 4,25 bis — 4,35 m u. N. N. durch eine Kleischicht überdeckt wird, wodurch sich die nachfolgende Senkung anzeigt (Senkung III). An Stelle von Waldtorf treten verwitterte Humusschichten mit Baumwurzeln durchwachsen und schließlich Schilftorflagen. Bis — 3,10 m u. N. N. finden wir derbe Holzreste und schließlich von — 3,10 bis — 2,0 m u. N. N. schilfdurchwachsenen Klei, Anzeichen dafür, daß der Brackwassereinfluß mit fortschreitender Senkung stärker wird. Der Waldtorf in Bohrung 33 von — 2,89 bis — 3,69 m u. N. N. wird durch eine 15 cm starke Kleischicht überdeckt. Die geringe Mächtigkeit dieser Ablagerung der Senkung III wird mit dem späteren Zusammensinken der Torfschichten zusammenhängen, deren ursprüngliche Oberkante bedeutend höher anzusetzen ist. Eine neue Landhebung, die Hebungzeit 3, setzt ein und baut die weiteren Schichten auf. Es entwickelt sich schilfdurchwachsenes Niederungsmoor, darüber Schilftorf. Durch das ganze Profil bis auf Bohrung 34 ist die Ausbildung der Schilftorfzone deutlich zu verfolgen. Im Westen des Profils wurde sie in Bohrung 32 und 31 durch die Weser zerstört und fortgeführt. In Bohrung 32 zeigt die untere Grenze des Graswuchses bei — 2,00 m u. N. N. die einsetzende Hebung 3 an. Der Aufbau der Schilftorf- und Moorschichten der Hebung ist wechselvoll, eine häufige Einlagerung von Kleischichten zeigt das Ringen zwischen den Ablagerungen des Wassers und den humosen Torfbildungen des Landes. In einzelnen Bohrpunkten erkennen wir Waldtorf, der auf den Ufern der durch die Gegend fließenden Gewässer entstanden ist. Am Geestrand entwickeln sich die Moorschichten zum Hochmoor. Das Randmoor reicht von der Geest westwärts bis zur Bohrung 40. Von Bohrung 36—39 ist die in der Senkung IV abgelagerte Kleidecke nur gering. Ihre Mächtigkeit ist von Bohrung 36 bis Bohrung 31 in der Nähe der Weser bedeutend größer; besonders tief führen die Ablagerungen der Senkung IV in der Bohrung 34 hinunter. Auch Bohrung 33 hat mächtige Kleilagen in der jüngsten Senkungsstufe aufgebaut. Hier zeigen die kalkhaltigen Schichten von

— 1,69 bis — 1,28 m u. N. N. zum mindesten die Nähe eines Gewässers an. Die Geländeoberkante erhebt sich in den Bohrungen 34, 42 und 33 weit über die mittlere Höhenlage des Profils und liegt hier etwa + 1,00 m ü. N. N. Westlich und östlich dieser Erhebung erkennen wir den völlig ebenen Charakter der Marschoberfläche.

4. Die Ergebnisse der verlängerten Braker Bohrreihen V und VI.

Die Verlängerung der Braker Bohrprofile V und VI, in den Bohrlochreihen von Aschwarden nach Meyenburg und von Rechtebe nach Uthlede verlaufend, sollen noch einmal kurz zusammengefaßt werden. Im verlängerten Bohrprofil V, Aschwarden-Meyenburg, wurde ein tief eingeschnittenes Nebenflußbett von der Vegesacker Geest festgestellt, das durchgehend mindestens von der Senkungszeit II bis zur jüngsten Senkungsstufe IV bestanden haben muß. Von diesem Flußlauf hat Schütte westlich der Weser alte Läufe aus der Senkungszeit II und noch ältere Betten erbohrt und auf Grund dieser Bohrungen diesen Bachlauf in dem Schichtenaufbau östlich der Weser vorausgesagt. Weitere Wasserläufe der Senkungszeit II weist die Profilbohrung nicht auf. Das Vordringen der Flutwelle im Verlauf der Senkung II wird infolgedessen von der vorgeschichtlichen Weser im Flußbett dieses Nebenflusses in dieses Gebiet erfolgt sein. Ueber den Sanden sind in den Moorschichten, die sich z. T. in ihren ältesten Lagen schon in der Hebung 1 bilden, erhebliche Zerstörungen festgestellt worden. Von Bohrung 42 bis 38 breiten sich in der Senkung II Tonablagerungen über den erhalten gebliebenen Moorresten aus. Von Bohrung 39 bis zur östlichen Geestkante erhielt sich der Waldtorf; diese Moore wurden noch nicht überschlickt. Auch in den Bereich der Bohrungen 33 bis 31 ist die Flutwelle der Gezeiten im Anfang der Senkung II noch nicht gedungen. Die sandige Untergrundschwelle westlich von Bohrung 34 liegt so hoch, daß die Bodenschichten der Bohrung 33 bis 31 während der Senkung II dem Einfluß des Wassers der Gezeiten bis auf einzelne Sturmfluten entzogen blieben.

Hebungsstufe 2 ist durchgängig nicht stark entwickelt. Ganz klare Ausbildung der Hebungshorizonte zeigen die Bohrungen 32 und 33. In der folgenden Senkungszeit III läßt sich ein Gewässer aus den Bohrergebnissen der Bohrungen 38 und 37 erkennen. Dieser Bach verlandet in der Hebungsstufe 3. Das Bachbett der Bohrung 34 baut sich dagegen bis in die heutige Zeit weiter auf.

Die Hebungsstufe 3 weist sehr starke Schilftorfentwicklung auf. Nach Westen zur Weser wurde sie zerstört; hier lagerte sich eine mächtige Kleidecke während der Senkung IV ab, die nach Osten bis zur Bohrung 39 reicht. Am Geestrand entwickelt sich Hochmoor.

Im Profil Rechtebe-Uthlede wurde kein Bachlauf der Senkungszeit II festgestellt. Aus diesem Ergebnis ist ersichtlich, daß die im Sandstedter Profil erfolgten Einbrüche der Senkungszeit II mit ihren Prielen nicht bis in die Bohrlinie Rechtebe-Uthlede vorgedrungen sind.

Die Senkungsstufe II hat auch in diesem Profil von Bohrung 18 nach Westen Moorzerstörungen verursacht. Die Bodenschichten der Hebung 2 sind kaum entwickelt. Sie werden durch die Tiden der Senkung III z. T. zerstört sein. Ebenso wie in der Senkung II finden wir im Verlauf dieser Senkung keine Gerinne im Aufbau der Schichten. Der starke Abfall der Schilftorflagen der Hebung 3 zur Weser ist auffallend. Die ständigen Ueberflutungen des ganzen Profils von dem in der Senkungszeit III umgesprungenen Lauf der Weser hat hier eine lagunenartige Landschaft, ganz mit Schilfwuchs bedeckt, entstehen lassen.

In der Senkungszeit IV sinkt das Land so weit ab, daß sich die Kleiablagerungen bis fast zur Geest (Bohrung 18) ablageren.

Zur weiteren Klärung des geologischen Aufbaus der Osterstader Marsch wurden u. a. weiter 3 durchgehende Profilreihen in westöstlicher Richtung gebohrt, und zwar zwischen der Sandstedter und Rechteber Bohreihe der Bodenschnitt Offenwarden-Uthleder Berg, bestehend aus den Bohrungen 303 bis 312, nördlich vom Sandstedter Profil die Bohrung Rechtenfleth-Driftsethe, mit den Bohrungen 180 bis 189 und Bohrung 202 und schließlich das nördlichste Bohrprofil Neuenlande-Reepen, z. T. am alten Freesenweg verlaufend, mit einem Aufschluß durch das Dreptetal.

Um die Bildungsverhältnisse dieses Nebenflusses der Weser gründlich kennenzulernen, wurden weitere Dreptebohrungen oberhalb dieser Bohreihe durch das Flußtal des Baches gelegt. Die Ergebnisse der Bohrungen sollen später erörtert werden.

IV. Auswertung der Bohrungen in der nördlichen Osterstader Marsch und im Dreptetal.

1. Offenwarden-Uthleder Berg (Blatt 5).

Die Oberflächengestaltung des durchbohrten Geländes ist besonders charakteristisch für die einzelnen Formationen. Im Westen erhebt sich die „hohe Marsch“ bis auf + 0,2 m ü. N. N.; am tiefsten liegt das Gelände bei Bohrung 308, — 0,65 m u. N. N. In Bohrung 306 beginnt schon das Hochmoor; seine Oberfläche liegt hier noch auf — 0,5 m u. N. N., steigt dann bis zur Bohrung 305 auf + 0,75 m ü. N. N., bis Bohrung 307 auf + 1,25 m ü. N. N. und erreicht in Bohrung 303 die Höhe von + 3,10 m ü. N. N.

Alle Bohrungen erreichen den sandigen Untergrund. In Bohrung 308 liegt derselbe bei rund — 12 m u. N. N., in den westlichen Bohrungen 309—312 finden wir ihn etwa — 10,0 m u. N. N., in der gleichen Tiefe in Bohrung 306. Dann steigt er in den Bohrungen 305 und 307 auf annähernd — 9,0 m u. N. N. und erreicht schließlich in Bohrung 304 die Höhe von — 7,25 m u. N. N., um dann bis — 0,15 m u. N. N. in Bohrung 303a anzusteigen. Die tiefe Lage in der Bohrung 308 ist darauf zurückzuführen, daß wir hier ein altes Flußbett durchbohrt haben, das von — 2,44 bis — 11,95 m u. N. N. reicht. Starke Tideschichtung, sandiger, sehr kalkhaltiger Klei baut die gesamten Schichten dieser Bohrung auf.

Der sandige Untergrund trägt noch heute eine ziemlich zusammenhängende Moordecke. In Bohrung 311 sind es geringe Waldtorfschichten von — 9,65 bis — 9,95 m u. N. N., in der Bohrung 310 von — 10,40 bis — 9,90 m u. N. N. ebenfalls, darüber bis — 9,70 m u. N. N. Niederungsmoor; in Bohrung 309 von — 8,55 bis — 9,85 m u. N. N. schilfdurchwachsenes Niederungsmoor, von — 8,15 bis — 8,55 m u. N. N. darüber lagernder Waldtorf und dann bis — 7,80 m u. N. N. schilfdurchwachsener Humus. Bohrung 306 weist von — 8,90 bis — 10,0 m u. N. N. Niederungsmoor auf, darauf

folgt bis — 8,75 m u. N. N. eine entkalkte Kleilage, darüber Schilftorf und Humusschichten bis — 7,90 m u. N. N. Bohrung 305 zeigt nur geringe Niederungsmoorreste von — 9,20 bis — 9,25 m u. N. N. Dagegen sind in Bohrung 307 von — 8,96 bis — 9,26 m u. N. N. Waldtorf, darüber bis — 8,06 m u. N. N. Niederungsmoor mit Schilfwuchs und von — 7,76 bis — 8,06 m u. N. N. Niederungsmoor mit Holz- und Schilfwuchs und schließlich bis — 7,56 m u. N. N. Humusschichten durchbohrt worden. Bohrung 304 zeigt von — 7,25 bis — 4,95 m u. N. N. mächtige Waldtorfschichten, z. T. mit Heidekraut, in den oberen Lagen mit senkrechten Schilfwurzeln durchwachsen; darüber lagerte sich von — 4,65 bis — 4,95 m u. N. N. Humus mit Holzresten ab. Wir kommen zur Bohrung 303 a, welche von + 0,20 m ü. N. N. bis — 0,15 m u. N. N. geringe Waldtorfschichten aufweist; diese gehen dann nach oben in Hochmoor über.

In den Bohrungen 308 und 312 sind sämtliche Moorschichten durch den aus den Kleisedimenten erkennbaren Bachlauf zerstört und fortgeführt worden. Auch die geringe Mächtigkeit der Moorschicht unter der Bohrung 305 wird auf Erosion zurückzuführen sein.

Hier stößt ein Priel in die Randmoore bis fast an die Geest vor; von — 6,95 bis — 8,05 m u. N. N. kommen sandige, kalkhaltige Kleischichten zur Ablagerung. Die darunter liegenden entkalkten und schwach kalkhaltigen, humosen Schichten lassen nur auf die Nähe eines Flußbettes schließen. Im Verlaufe der Senkung II hat sich dieses Bett auch zeitweise bis zur Bohrung 307 ausgedehnt, was aus den kalkhaltigen Schichten dieser Bohrung von — 6,56 bis — 7,46 m u. N. N. ersichtlich ist. Die Einschlüsse von Holzwurzeln und senkrechten Schilfwurzeln deuten aber darauf hin, daß es sich hier im wesentlichen um Uferschichten gehandelt hat.

Sehr tief einschneidend ist das Bett der II. Senkungsstufe in Bohrung 308. Hier sind sandige, kalkhaltige „Tideschichten“ zur Ablagerung gekommen. Westlich in Bohrung 309 ist aus dem wechselvollen Aufbau der Ablagerungen der Verlauf der Senkung abzulesen. Zeitweise hat sich von — 8,55 bis — 8,15 m u. N. N. Waldtorf auf den darunter liegenden Niederungsmoorschichten bilden können (Hebung). In der Senkung II erreichen aber die Gezeiten allmählich die Höhe des Waldes und bringen ihn zum Absterben. Von — 7,80 bis — 8,15 m u. N. N. bauen sich Humusschichten auf, die von senkrechten Schilfwurzeln durchwachsen sind (Beginn der Senkung); schließlich laufen die Wasser so hoch auf, daß regelrecht nur noch Kleischichten zur Ablagerung kommen. In diesen finden sich allerdings noch Einschlüsse von Holz und Holzwurzeln.

Die Schichten der Senkungsstufe II in Bohrung 310 und 311 sind in Verbindung mit dem Bachlauf in Bohrung 312 zu betrachten. Von hier aus erfolgt die Ueberschlickung der beiden Bohrprofile. Die Bodenschichten sind als Uferschichten dieses Gerinnes aufzu-

fassen. In Bohrung 311 erkennen wir von — 8,45 bis — 7,80 m u. N. N. Wechsellagen von Moor und dünnen Kleischichten, mit Schilfwuchs durchwachsen. Etwas höher liegen diese Schichten in der Bohrung 310, wo die Moorschichten bis — 7,60 m u. N. N. reichen. Darüber erkennen wir Schilftorf, der langsam in Waldtorf übergeht, Anzeichen dafür, daß durch Landhebung hier nunmehr der Wald gedeihen kann. Im ganzen Profil sind im übrigen wenig regelrechte Hebungsmarken erhalten geblieben. Das mag damit zusammenhängen, daß drei Wasserläufe im Profil bestanden haben, von denen aus immer Zerstörungen der Moorschichten erfolgt sind. Eine klare Abgrenzung der Hebungshorizonte in diesen Bohrungen ist schwierig. In Bohrung 312 sind die Horizonte von — 4,4 bis — 5,4 m u. N. N. und etwas tiefer als ungefähre Horizonte der Hebung 2 zu betrachten. Einmal deuten die etwas humosen Einlagerungen in diesen Schichten selbst darauf hin, dann erkennen wir an den Holzresten von — 4,65 bis — 6,0 m u. N. N., eingelagert in die humosen Kleischichten der Bohrung 311, Anzeichen dafür, daß hier Landhebungen erfolgt sein können.

In der Hebungszeit 2 werden weiterhin in Bohrung 309 und 308 Wasserläufe bestanden haben, in Bohrung 309 von — 5,55 bis — 6,75 m u. N. N. erkenntlich. Eine Abgrenzung des Hebungshorizontes 2 in Bohrung 308 kann nur angedeutet werden. In den Schichten von — 5,0 bis — 6,0 m u. N. N. wurden zahlreiche senkrechte Schilfwurzeln festgestellt; diese Schichten werden während der Hebung entstanden sein. Ähnlich ist Bohrung 305, wo ebenfalls ein Bett der Hebungsstufe 2 etwa in den Schichten von — 6,20 bis — 6,95 m u. N. N. zu erkennen ist. Die entsprechenden Uferschichten bilden sich in den holzdurchwurzelten, humosen Kleischichten der Bohrung 307 von — 5,66 bis — 4,86 m u. N. N. Hier finden sich in den oberen Lagen u. a. sogar noch Eichenreste.

Auch in der Senkung III haben noch verschiedene Wasserläufe im Bodenschnitt bestanden. Bohrung 307 zeigt von — 2,96 bis — 4,86 m u. N. N. den entsprechenden Schichtenaufbau. Die benachbarte Bohrung 305 besteht bis — 2,75 m u. N. N. aus kalkhaltigen, sandigen Kleischichten, auch Bohrung 308 hat durchgehend bis — 2,45 m u. N. N. sandige, stark kalkhaltige Kleiablagerungen. Ähnlich entwickeln sich die Bodenablagerungen der Bohrung 312, wo ein tief durchgehendes Bett seit der Senkung II bestanden hat. Hier erhält sich der Lauf auch durch die nunmehr folgende Hebung 3, die durchgehend im ganzen Profil die alten Flußläufe zur Verlandung bringt und weiträumig eine Decke von Schilftorf und Niederungsmoor, an einzelnen Stellen auch Waldtorf, zur Entwicklung bringt. Die Waldtorfschichten entwickeln sich nach der Geest zu von Bohrung 306 bis 304.

Die Kleiablagerungen der Senkung IV sind von Bohrung 311 bis 308 zu erkennen. Von dort bis zur Geest entwickelt sich das

Hochmoor. Im Verlauf der Senkung IV besteht nur in Bohrung 312 ein Bett, das in den oberen Lagen von + 1,65 bis + 2,10 m ü. N. N. dann auch zur Verlandung kommt.

2. Rechtenfleth-Driftsethe (Blatt 6).

Dieser Bodenschnitt beginnt etwas südlich von Rechtenfleth und verläuft in gerader Linie auf die Geesthöhe von Driftsethe zu. Die heutige Geländeoberfläche verläuft annähernd parallel zu der Oberfläche des sandigen Untergrundes, den die Bohrungen infolge der Verwendung des schwedischen Moorkammerbohrers überall erreichen. Der Sand wurde in Bohrung 182 bei — 12,80 m u. N. N., östlich in Bohrung 202 bei — 10,73 m u. N. N. erbohrt, während nach Westen in Bohrung 188 die Sandschichten bei — 9,55 m u. N. N. lagen. Charakteristisch steigt dann unter Bohrung 189 der Sand bis — 6,91 m u. N. N. an, eine Erscheinung, die auch im südlich folgenden Bodenschnitt Sandstedt-Weißer Berg in der Nähe des heutigen Weserstromes festgestellt wurde. Es mag sich hier um dünenartige Erhebungen handeln, die sich an alten, zur damaligen Weser abfließenden Nebenflußbetten hinzogen.

Ob die geringen, sandigen Schichten unter der Moordecke, die bei einzelnen Bohrungen zu Tage gefördert wurden, in diesem Bodenschnitt schon der Senkung I zuzurechnen sind, vermag ich ohne pollenanalytische Untersuchungsergebnisse nicht zu entscheiden. Die Moore sind bedeutend schwächer entwickelt als im südlichen Sandstedter Profil. Sie werden hier in stärkerem Maße zerstört und fortgeschwemmt worden sein. Leider wurden wegen der dadurch gering scheinenden Entwicklung der Schichten bisher noch keine Bohrproben aus diesen Tiefenlagen pollenanalytisch untersucht.

Die Moorproben des Sandstedter Profils ergaben in den tieferen Lagen bereits ein boreales Alter der Moore. Das Alter des erbohrten Materials dieser Moore kann, mit allen Vorbehalten, als boreal geschätzt werden. Es ist möglich, daß diese Moore schon der Hebungsstufe 1 angehören. In den Bohrungen 183 bis 202 fand sich eine fast zusammenhängende Moordecke; in Bohrung 181 hat zwar der alte Lauf der Senkung II diese Moore aufgearbeitet. Noch gröbere Zerstörungen dieser Moordecke ergaben westwärts Bohrung 184 und Bohrung 186. Unter den Bohrungen 187 und 188 sind Moorschichten in geringer Mächtigkeit erhalten geblieben.

Senkungszeit II zeigt kalkhaltige, z. T. sandige Kleischichten in großer Mächtigkeit. Die Gezeiten erreichen im Verlauf dieser Senkung die Mooregebiete des Weserurstromtales, dringen in den bestehenden Flußläufen tief ins Land hinein, zerstören die Moore und brechen neue Rinnen prielartig in die Landschaft ein. Ich habe gelegentlich einer gemeinsam mit Herrn Dr. h. c. H. Schütte, Oldenburg, am Jadebusen ausgeführten Bohrreise auf dem Außengroden bei Sehestedt

diese Zerstörungen von Hochmoor durch die Flutwelle der Gezeiten studieren können. Diese Anschauung brachte mir eine kleine Vorstellung von den Kräften, die sich bei der Zerstörung einer moorbedeckten Landschaft auswirken.

Wir betrachten den Aufbau der Bohrungen 183, 182, 180 und 181, wo wir von — 7,40 bis — 11,10 m u. N. N., von — 6,95 bis — 12,05 m u. N. N., bzw. von — 7,81 bis — 10,31 m u. N. N. und von — 7,65 bis — 11,10 m u. N. N. Tonschichten der Senkung II, z. T. stark kalkhaltig und sandig, vorfanden, die das Gerinne des durch das Profil pendelnden Wasserlaufes, der damals in diese Landschaft einbricht, teilweise durchtäufte oder seine Nähe erkennen ließen. Die Bohrung 182 durchfuhr von — 8,0 bis — 10,5 m u. N. N. die eigentlichen sandigen, stark kalkhaltigen Ablagerungen des alten Bettes; der Kalkgehalt der Tonschichten reichte von — 7,2 bis — 11,85 m u. N. N. Auch in Bohrung 181 wurde von — 9,85 bis — 10,7 m u. N. N. ein alter Lauf angeschnitten; hier fanden sich bis — 8,35 m u. N. N. hinauf feinhumose, kalkhaltige Kleischichten. Im übrigen zeigen die hauptsächlich schilfdurchwachsenen, kalkhaltigen Kleischichten Uferbildungen des durch das Profil pendelnden Gewässers an. Bohrung 184 weist in seinem ganzen Aufbau auf ein stark durchströmtes Bett der Senkung II hin, das vielfach mit kalkhaltigen, regelrechten Sandlagen durchsetzt ist, während Bohrung 185 in der ausklingenden Senkungszeit ein vorrückendes Flußbett erkennen läßt, und Bohrung 186 einen im Anfang der Senkung durch diese Bohrung gehenden Wasserlauf anzeigt. Die folgende Bohrung 187 hat stets nur Uferschichten des unweit durchfließenden Gewässers getroffen; ein häufiger Wechsel zwischen kalkhaltigen und entkalkten Kleischichten und Schilftorflagen kennzeichnet diese Bohrung. Die schilfdurchwachsenen Kleischichten der Bohrung 188 reichen nur bis — 8,85 m u. N. N., dann entwickelt sich bis — 8,55 m u. N. N. braunes Moor mit Schilfwuchs — versumpfte Uferschichten, deren ursprüngliche Lage sicher bedeutend höher anzusetzen ist. Das dann folgende Schilftorflager bildet den Uebergang zur Hebungsstufe 2, deren Bodenbildungen in fast durchgehender Entwicklung in der Bohrung erhalten geblieben sind. Ihre Höhenlage, etwa — 7,00 m u. N. N., ist auf Sackung und Zusammenpressung, besonders der humosen Schilf- und Moorschichten, zurückzuführen. Nur über der dünenartigen Erhebung des Untergrundes der Bohrung 189 finden sich annähernd die ursprünglichen Horizonte der Entwicklungszeit.

Die stark entwickelte Hebungsstufe dieser Bohrung reicht von — 6,85 bis — 5,11 m u. N. N. Eine dünne Schilftorflage bis — 5,06 m u. N. N. leitet zur Senkung III über. Den Aufbau dieser Hebungsstufe können wir nur im Zusammenhang mit den Schichten der 2. Hebung in Bohrung 188 betrachten. Den Beginn dieser Hebung verlege ich in den Horizont — 7,75 m u. N. N., denn der Fazieswechsel, der sich in der Entstehung der Waldtorfschichten von

— 7,75 bis — 6,90 m u. N. N. kundtut, deutet hier das Einsetzen der Hebungsstufe 2 an. Die folgende Ueberschlickung des Waldtorfs in dieser Hebung erfolgt einerseits infolge Zusammensackens der humosen Torfschichten im Liegenden¹⁾, andererseits wird sich während der Hebung ein Priel aus der Senkungszeit II einen anderen, kürzeren Abflußweg gesucht haben und hat von seinem Bett aus die Waldschichten zeitweise überflutet und die Bodenschichten erhöht. Die weitere Entwicklung des Waldes wurde durch diese Ueberflutungen nicht gestört, der Waldwuchs hat sich auch noch erhalten, als ein Priel, wie aus den Tideschichten von — 6,25 bis — 5,75 m u. N. N. ersichtlich, zeitweise in die Bodenschichten der Bohrung eintritt. Es folgt allerdings eine baldige Verlandung infolge einer erneuten Verlegung des Bachlaufes. Die Tideschichten reichen nur bis — 5,75 m u. N. N. und bei — 5,25 m u. N. N. verschwindet auch noch der Kalkgehalt der Kleischichten.

In der Bohrung 189, im Aufbau des Hebungshorizontes, ist der Einfluß dieses Baches zu verfolgen. In den schilfdurchwachsenen Moorschichten haben sich dünne Tonadern zwischen den Moorschichten abgelagert. Diese sind wahrscheinlich jünger, als die im Hangenden²⁾ aufgebauten Moorschichten und stellen Ablagerungen dar, welche während einer Sturmflut zwischen den aufgeschwommenen, oberen Moorlagen und den stehengebliebenen Moorschichten im Liegenden abgelagert wurden. Die Kleilage von — 5,51 bis — 5,36 m u. N. N. unter den holzdurchwurzelten Moorschichten wird bei einer Sturmflut von dem Bachlauf der Hebung 2 in Bohrung 188 über den Moorschichten der Bohrung 189 abgelagert sein. Die Abgrenzung zwischen Hebung 2 und Senkung III in Bohrung 188 ist schwierig. Aus dem stark entwickelten Holzhorizont bis — 4,35 m u. N. N. könnte man hier auf den oberen Horizont der Hebung schließen. Ebenso einleuchtend wäre es jedoch, diese mit starkem Holzwuchs durchsetzten Schichten der beginnenden Senkung III zuzuordnen, denn die Verhältnisse werden im Anfang der einsetzenden Senkung dieselben gewesen sein, wie in den Zeiten der ausklingenden Hebung 2. Dieselben nicht ganz sicheren Verhältnisse findet man bei der Abgrenzung der Hebungsstufe 2 in Bohrung 187 vor. Ob die Bodenschichten der Hebung 2 hier bis — 5,0 m u. N. N. hinaufreichen oder schon bei — 7,10 m u. N. N. in Ablagerungen der Senkung III übergehen, ist nicht mit Sicherheit festzustellen. Die Eichenreste in den Humusschichten von — 5,0 bis — 5,50 m u. N. N. könnten den Schluß auf eine bis hierher reichende Hebungsstufe rechtfertigen. Mir erscheint allerdings eine teilweise Zerstörung der hangenden Hebungs-schichten wahrscheinlicher. Bei — 7,1 m u. N. N. liegt dann der

¹⁾ Liegendes, d. h. die normalerweise unter einer bestimmten Schicht liegende ältere Schicht.

²⁾ Hangendes, die über einer bestimmten Schicht gelagerte Schicht. Das Hangende ist bei ungestörter Lagerung jünger als das Liegende.

Uebergang zur Senkungsstufe III. Ganz zerstört und fortgeführt wurden die Hebungsmarken in Bohrung 186. Die entkalkte Kleischicht von $-8,05$ bis $-7,45$ m u. N. N. wird das Liegende dieses fortgeschwemmten Horizontes gewesen sein. Vermutlich sind die feinsandigen Kleischichten von $-7,45$ bis $-5,20$ m u. N. N. Ablagerungen auf dem Ufer eines hier durch das Profil fließenden Gewässers, das die Hebungsschichten zerstört und fortgeschwemmt hat. Von Bohrung 185 bis Bohrung 181 haben sich dagegen die Schichten der Hebung durchgehend, auch in annähernd gleicher Höhenlage, erhalten. Bohrung 185 von $-7,33$ bis $-6,58$ m u. N. N. Schilftorf über schilfdurchwurzelterm Moor, Bohrung 184 von $-7,2$ bis $-6,55$ m u. N. N. Moorschichten mit Schilfwuchs, Bohrung 183 von $-7,40$ bis $-6,90$ m u. N. N. dasselbe, von $-7,00$ bis $-7,02$ m u. N. N. war allerdings eine dünne Kleilage eingeschaltet. Weiter ergab Bohrung 182 von $-6,95$ bis $-6,40$ m u. N. N. Schilftorf, Bohrung 180 von $-7,81$ bis $-6,56$ m u. N. N. schilfdurchwurzelterm Moor und endlich Bohrung 181 von $-7,65$ bis $-6,05$ m u. N. N. schilfdurchwachsenes Moor und darüber kräftige Entwicklung von Schilftorfschichten. In Bohrung 202 fehlt eine eigentliche Hebungsstufe; von $-6,03$ bis $-5,23$ m u. N. N. wird dafür ein kleines Gewässer hier in der Hebungszeit bestanden haben, das auch in der folgenden Senkungszeit III in den darüber abgelagerten Schichten erkenntlich ist. In der Senkungszeit III haben sich im ganzen Profil keine eigentlichen Wasserläufe entwickeln können; nur am Ost- und Westrand der Bohrreihe, hier in der Nähe der Geest, dort in der Nähe der Weser, sind alte Gerinne zu erkennen. Von $-5,23$ bis $-3,73$ m u. N. N. in Bohrung 202 ist das Flußbett eines in der Nähe der Geest pendelnden Gewässers erkenntlich, und im Westen bricht von $-5,11$ bis $-0,76$ m u. N. N. das Bett der Weser in den Schichten-aufbau der Bohrreihe ein.

Dieser Vorgang wird ursächlich mit dem Umschwenken der Weser aus dem alten Bett der Senkung II ins heutige Flußbett zusammenhängen. Nach Schütte ist diese Verlegung des Laufes im Beginn der Senkungszeit III vor sich gegangen. Die vielen eingebrochenen Priele haben durch Landzerstörung während der Senkungsstufe II das Bett der heutigen Weser vorbereitet. Im Verlaufe der Senkung III dringt das verschwenkte Bett der Weser bis in die Schichten des Profils vor. Wir erkennen in Bohrung 188 von $-4,20$ bis $-2,75$ m u. N. N. die kalkhaltigen Tideschichten dieses Bettes, von $-2,75$ bis $-1,95$ m u. N. N. erfolgt dann ein zeitweises Zurückgehen und Verlanden des Strombettes; dann ist aber erneut bis zur Höhe von $-1,05$ m u. N. N. das Bett wieder zu erkennen.

Wenn man die oberen Horizonte der Senkungsstufe III festlegen will, kommt man zu einer sehr bewegten Gestaltung der damaligen Geländeoberfläche. Es muß dabei berücksichtigt werden,

daß die außerordentlich starken Sackungen und Zusammenpressungen der humosen Bodenschichten diese Höhenunterschiede verursacht haben. Wir bezeichnen im folgenden die Grenze der Hebung 3 und dadurch auch die untere Grenze der Senkungsstufe IV. In Bohrung 189 liegt die Hebungsstufe 3 von — 0,76 bis — 0,51 m u. N. N. Wir durchbohrten hier entkalkte, rasendurchwachsene Kleischichten. Denselben Boden trafen wir von — 1,05 bis — 0,5 m u. N. N. in Bohrung 188 an. Beide Bohrungen weisen weder Moor- noch Schilftorfbildungen auf. Diese entwickeln sich erst in größerer Entfernung vom Weserströme, hier aber in außerordentlicher Stärke. So wurden in Bohrung 187 von — 2,10 bis — 0,65 m u. N. N. Moorlagen erbohrt, die über Schilftorf lagern und von dünnen Kleilagen unterbrochen wurden, von — 2,10 bis — 2,15 und von — 1,65 bis — 1,75 m u. N. N.

Aehnlich ist der Aufbau der Hebungsstufe in Bohrung 186. Von — 3,30 bis — 1,70 m u. N. N. reichen die Schichten, Moor über Schilftorf, die häufig von verschiedenen dünnen Kleilagen unterbrochen werden. Wir haben oben von dem Absetzen von Kleischichten während einzelner Sturmfluten zwischen den jüngeren, vom Wasser abgehobenen Moorschichten und den stehengebliebenen, unteren Moorlagen gesprochen. Derartige Bildungsvorgänge werden sich in diesen Moorschichten häufiger eingestellt haben. Außerordentlich tiefgründige Moorlagen haben sich in den nun folgenden Bohrprofilen entwickelt: Es weisen Bohrung 185 von — 4,33 bis — 1,78 m u. N. N., Bohrung 184 von — 4,4 bis — 1,0 m u. N. N., Bohrung 183 von — 4,75 bis — 1,55 m u. N. N., Bohrung 182 von — 4,60 bis — 1,55 m u. N. N., Bohrung 180 von — 4,21 bis — 2,61 m u. N. N. Bodenbildungen der Hebungsstufe 3 auf. In Bohrung 181 liegt die Oberfläche der Senkungsstufe III bedeutend höher. Der Baumschlick der Senkungsstufe III hat sich hier ständig behaupten können und hochliegende Uferschichten gebildet. Die Hebungsstufe 3 entwickelt sich hier von — 1,9 bis — 0,58 m u. N. N. Sie besteht aus feinen Moorschichten, die sehr häufig mit dünnen Kleilagen wechseln. Darüber fanden sich brauner Humus und Schilftorf und in den höchsten Lagen Moor mit Holzresten. In der Bohrung 202, in der Nähe der Geest, liegt die Hebungsstufe 3 von — 1,83 bis — 0,45 m u. N. N. Bis — 0,78 m u. N. N. entwickelte sich hier reiner Schilftorf, darüber folgen Moorschichten des Randmoores der Geest. Ueber der Kleilage, die von — 0,45 bis — 0,43 m u. N. N. reicht, bauen sich diese Moorschichten bis zur Geländeoberfläche auf. Sie sind in der Senkung IV entstanden. Bohrung 181 zeigt über einer dünnen Kleilage von — 0,58 bis — 0,55 m u. N. N. Humusschichten, die bis — 0,25 m u. N. N. reichen. Sehr tief reichen die Moorschichten der jüngsten Senkungszeit in Bohrung 180. Charakteristisch ist in dieser Bohrung der außerordentlich starke Wechsel der Klei- und Moorschichten von — 1,83 bis — 0,71 m u. N. N. Bis — 0,51 m

u. N. N. folgen dann Moorschichten, über denen sich eine dünne Knickschicht bis zur Geländeoberfläche entwickelt. Bohrung 182 und 183 zeigen eine rasendurchwachsene Kleidecke aus der Senkungszeit IV; diese hat in Bohrung 184 eine geringere Mächtigkeit, um dann bis zur Bohrung 186 wieder erheblich stärker zu werden. Von Bohrung 184 bis zur Weser finden wir in allen Ablagerungen der jüngsten Senkung kalkhaltige, z. T. feinsandige Kleischichten, die erkennen lassen, daß in der Senkung IV eine Reihe prielartiger Einbrüche hier vorgedrungen sind. Zum Teil werden diese Priele mit Deichbrüchen der geschichtlichen Zeit zusammenhängen. Jedenfalls geben sie ein lebhaftes Bild der Kampfgeschichte des Landes mit dem Wasser. Durch seine Bauten hat der Mensch die Gewalt des Wassers zu brechen verstanden. Ohne den Deich würde im Verlaufe der noch heute anhaltenden Senkung die weite Marsch ein Opfer des Meeres werden. Heute liegt die Mittelhochwasserlinie bereits auf + 1,6 m ü. N. N. Hieraus ist klar ersichtlich, daß ohne Deich das ganze Gebiet zweimal täglich unter Wasser gesetzt würde.

3. Neuenlande-Reepen (Blatt 7).

Der Bodenschnitt verläuft an einer alten Straße, dem sogenannten Freesenweg (Visbeck 1798), der nördlich von Neuenlande nach Reepen-Schwegen führt und von dort weiter nach Bramstedt. Die Bohrungen 148 bis 156 bilden die eigentliche Bohrreihe. Drei weitere Bohrungen, die Bohrung auf der Gantenschen Wurt in Neuenlande, die benachbarte Trinkwasserbohrung auf dem Schulhof in Neuenlande, sowie die Bohrung 158 auf dem Westost-Helmer südöstlich von Neuenlande, der zur Drepte führt, wurden mit in die Profilvereihe aufgenommen. Die Ausbildung der Moorschichten über den sandigen Untergrundschichten ist auffallend unbedeutend. Nur einzelne Bohrungen zeigen geringe Moorreste, in den meisten Bohrungen wurde das Moor durch die Gezeiten in der Senkungszeit II zerstört. Moorreste finden wir in der Bohrung 155 von — 11,70 bis — 12,0 m u. N. N. und in Bohrung 151 von — 11,70 bis — 12,10 m u. N. N. In Bohrung 154 durchbohrten wir von — 11,32 bis — 11,92 m u. N. N. Humusschichten und schließlich ergab Bohrung 148 von — 10,80 bis — 11,75 m u. N. N. z. T. tonige Humuslagen, über denen sich Waldtorfschichten aufbauten. Die sich über den Sand- bzw. Moorschichten ablagernden Tone sind durchweg stark kalkhaltig und zum großen Teil feinsandig und in Tideschichtung abgelagert. Daraus ist erkenntlich, daß hier Bachläufe mit starken Gezeitenströmungen bestanden haben müssen. Das am tiefsten einschneidende Gerinne, welches in den Bohrungen vorgefunden wurde, ist der Bachlauf, der in Bohrung 157 von — 8,52 bis — 13,87 m u. N. N. durchbohrt wurde. Die südöstlich hiervon gelegene Bohrung 158 erfaßt ebenfalls ein altes Bett der Senkungszeit II (I ?) von — 7,70 bis — 12,0 m u. N. N. Benachbart

mit Bohrung 157 liegt die Wasserbohrung auf dem Neuenlander Schulhof, deren Bohrniederschrift ich dem Herrn Lehrer Schneider aus Neuenlande verdanke. Hier reichen die Schlickschichten etwa bis — 16,40 m u. N. N., also noch bedeutend tiefer. Aus den Aufzeichnungen war allerdings nicht ersichtlich, ob es sich um sandige, kalkhaltige Schichten handelte, aus denen man auf einen alten Wasserlauf schließen könnte.

Bohrung 157a. (Brunnenbohrung zur Erlangung von Trinkwasser auf dem Schulhof in Neuenlande.) Die Geländeoberfläche dieser Bohrung wurde mit + 0,60 m ü. N. N. festgelegt. Unter Berücksichtigung dieser auf N. N. bezogenen Höhe lautet das mir von Herrn Lehrer Schneider zur Verfügung gestellte Bohrprotokoll folgendermaßen:

+ 0,60 m	Schlick
— 5,40 m	Darg
— 7,40 m	Schlick
— 16,40 m	heller scharfer Sand
— 18,40 m	grober Kies
— 19,40 m	Kiessand und Kies mit groben Steinen
— 22,40 m	heller toniger Sand
— 22,60 m	grauer Ton
— 24,40 m	sandiger Ton
— 26,40 m	grauer toniger Sand
— 28,40 m	heller kiesiger Sand
— 37,40 m	grauer feiner Sand mit Tonstreifen
— 42,90 m	scharfer Sand mit Kies
— 43,90 m	Mergel
— 44,00 m	heller scharfer Sand
— 49,40 m	scharfer Kiessand.
— 57,40 m	

Die Schichtenfolge bis — 16,40 m u. N. N. in dieser Bohrung gehört ohne Frage der Alluvialstufe¹⁾ an. Das Material der darunter lagernden Sand- und Kies-, Ton- und Mergelschichten habe ich leider bisher noch nicht zu Gesicht bekommen.

¹⁾ Alluvialstufe = jüngste Ablagerung der Quartärformation (Gegenwart).

Eine Entscheidung darüber, ob die oberen Sande ab — 16,40 m u. N. N. der Senkungsstufe I angehören, kann vorläufig nicht getroffen werden.

Nordwestlich von Bohrung 157 und 157 a liegt die Bohrung 156, in welcher von — 6,45 bis — 11,75 m u. N. N. sandige, kalkhaltige Schichten eines zeitweiligen Wasserlaufes erbohrt wurden. Endlich zeigt die Bohrung 155 mit ihren kalkhaltigen, z. T. sandigen Kleischichten von — 8,10 bis — 11,70 m u. N. N. an, daß hier ein von Nordwest nach Südost einbrechendes Gewässer im Verlaufe der Senkung II bestanden haben muß. Die Bodenschichten der Bohrung 154 von — 8,52 bis — 11,32 m u. N. N. sind nur zum Teil kalkhaltig und haben den Charakter von Uferbildungen (Schilfwuchs, nach oben auch Holzreste). Oestlich von dieser Bohrung bis zur Bohrung 148 finden sich dann aber wieder kalkhaltige Tonschichten und zwar in Bohrung 153 von — 7,65 bis — 12,25 m u. N. N., in Bohrung 152 von — 7,35 bis — 12,10 m u. N. N., mit Zwischenlagen von entkalkten Schichten und Moor von — 8,50 bis — 8,05 m u. N. N. und schließlich in Bohrung 151 von — 7,40 bis — 11,0 m u. N. N., von — 7,75 bis — 8,70 m u. N. N. und von — 10,0 bis — 10,10 m u. N. N. kurz durch entkalkte Klei- und Moorschichten, bezw. entkalkte Kleilagungen unterbrochen, so daß man zeitweise alte Bachläufe auch in diesen Bohrungen erkennen kann. Die Bohrung 148 am Rande der Geest hat von — 10,8 bis — 4,85 m u. N. N. hinauf sandige, kalkhaltige Kleischichten, deren Aufbau bedeutend höher hinaufreicht als die bisher besprochenen Ablagerungen. Diese Schichten wurden während der Hebung 2 aufgebaut, während die tieferen Lagen der Bohrung 148 Schichten eines Flußbettes in der Senkung II darstellen.

Zusammenfassend kann folgendes festgestellt werden: Es handelt sich durchgängig um alte Priele der Senkungsstufe II. Wir trafen im Westen des Profils einen besonders tiefeingeschnittenen, alten Wasserlauf, der von Südost nach Nordwest verlief. Hier ist der Haupteinbruch der Transgression in der Senkung II erfolgt; auf Grund der östlichen Bohrungen 153 bis 148 darf ein weiteres altes Bett vermutet werden, das seinen Verlauf in westöstlicher Richtung hatte, etwa von Bohrung 157 zur Bohrung 148.

Anschließend an die Senkungsstufe II tritt eine weiträumige Vermoorung des gesamten Bodenschnittes ein, so daß bis auf Bohrung 148 alle Wasserläufe verlanden und aus dem Profil verschwinden. In Bohrung 148 erhält sich bis — 4,85 m u. N. N. ein Flußlauf, der auch in der folgenden Hebungszeit 2 und anschließend bis in die Senkungszeit III hier geflossen ist.

In der Bohrung 151 liegen oberhalb des Horizontes — 8,70 m u. N. N. Moor- und Humusschichten, die in dieser Bohrung das Verlanden des alten Priels der Senkung II erstmalig anzeigen. Es folgen bald allerdings wieder entkalkte, humose Kleiablagerungen bis — 7,40 m

u. N. N., von denen die obersten 35 cm sogar geringen Kalkgehalt aufweisen. Dann stellen sich neue Verlandungserscheinungen ein, zunächst Moor, dann toniger Humus und darüber nochmals entkalkter Klei mit Schilfwuchs. Dann entwickelt sich Schilftorf, der in höheren Lagen in Moostorf übergeht. Die folgende Bohrung 152 zeigt nur geringe Moorschichten, welche sich von — 7,10 bis — 7,35 m u. N. N. erhalten haben. Es folgen humose Kleischichten mit Schilfwuchs der Senkung III. Ein Teil der Moorschichten wurde hier zerstört. Bohrung 153 hat dagegen einen besonders starken Hebungs-horizont. Von — 5,40 bis — 7,35 m u. N. N., fast 2 m mächtig, wurden diese Schichten erbohrt. Der Aufbau dieser Moorschichten zeigt einen folgerichtigen Wechsel der ökologischen Verhältnisse. Bis — 6,85 m u. N. N. haben wir schilfdurchwurzelttes Moor, oberhalb stellen sich Holzreste ein, die im Horizont von — 5,85 bis — 6,05 m u. N. N. besonders stark hervortreten. Von — 5,40 bis — 5,85 m u. N. N. liegt dann wieder Schilftorf.

Gerade in dieser Bohrung ist eine Entwicklung des abnehmenden und zunehmenden Einflusses des Brackwassers aus den Faziesfolgen ersichtlich. Die zu oberst liegende Schilftorflage leitet langsam die nächste Senkung III ein.

Wir kommen zur Bohrung 154, die von — 8,52 bis — 6,67 m u. N. N. ihre Moorschichten aufbaut. Bis — 7,92 m u. N. N. erkennen wir schilfdurchwurzelttes Moor, dann lagert sich bis — 7,02 m u. N. N. toniger Schilftorf ab, der von braunen mit Holz durchwurzeltten Moorschichten abgelöst wird. Auch Bohrung 158 zeigt über den Ablagerungen der Senkungsstufe II schilfdurchwachsene Moorschichten, die nach oben hin langsam in holzdurchwurzelttes Moor übergehen. Oberhalb von — 6,60 m u. N. N. setzt die folgende Senkungsstufe III ein. Die Moorschichten der Bohrung 155 reichen von — 8,10 bis — 7,45 m u. N. N., von einer dünnen Kleilage bei — 7,75 m u. N. N. durch-zogen. Die Moorschichten der Bohrung 157 liegen sehr tief. Sie sind von — 7,27 bis — 8,52 m u. N. N. in der Bohrung angetroffen worden. Der schilfdurchwachsene Torf liegt von — 8,52 bis — 7,77 m u. N. N. Dann bedeckt eine dünne Kleilage die liegenden Moore, die sich aber bald kräftig weiterentwickeln und nun Holzreste und Holzwurzeln einschließen, ein Zeichen, daß sich hier die Grundwasser-verhältnisse grundlegend geändert haben. In der westlichsten Bohrung 157 finden wir über dem Priel der Senkung II von — 6,45 bis — 6,15 m u. N. N. zunächst entkalkte Kleischichten mit Rasen und Schilfwuchs. Darauf entwickeln sich Moorschichten, die von einer 20 cm starken humosen Kleilage überdeckt werden, in welcher ein ständiger Wechsel von dünnen Klei- und Humusschichten zu beobachten war. Darüber lagern sich die schilfdurchwachsenen Klei-schichten der folgenden Senkung III ab.

Diese Senkungsstufe zeigt in den meisten Bohrungen einen wechsellvollen Kampf zwischen Land- und Wasserbildungen, der sich

im Aufbau der Bodenschichten widerspiegelt. Wasserläufe haben nur in Bohrung 157 und 155 in der Senkungszeit III und im Anfang der Senkung in der Bohrung 148 bestanden. Es tritt eine weit-räumige Vermoorung ein. Schilftorf, stark humose Klei- und Humus-schichten bauen den Boden weiter auf. Dazwischen, in einzelnen Bohrungen immer wiederkehrend, dünne Kleilagen, die anzeigen, daß aus nahen Gewässern eine häufige Ueberflutung des Landes erfolgte.

In der folgenden Hebung 3 entwickeln sich vom Geestrand bis zur Bohrung 155 mächtige Schilftorflager. Kennzeichnend ist die Ausbildung dieser Hebungsstufe in Bohrung 158. Hier entwickelt sich über dem Schilftorf von — 3,30 bis — 3,75 m u. N. N. eine ziemlich bedeutende Waldtorfschicht. Ihre außerordentlich tiefe Lage ist nur durch ein erhebliches Zusammensacken der humosen Bodenschichten der Bohrung 158 zu erklären. In Bohrung 157 finden wir das Bett eines Flusses, das sich durch diese Hebungsstufe hindurch erhält.

Die Ablagerungen der folgenden Senkung IV zeigen erhebliche Schwankungen in der Mächtigkeit der abgelagerten Schichten. In Bohrung 156, 157, 155 und 158 finden wir kalkhaltige Kleischichten, die alte Priele andeuten. Die Tiefe des Bettes in Bohrung 158 ist auffallend. Die Mächtigkeit der hier abgelagerten Schichten führt eine sehr starke Zusammenpressung der darunter lagernden humosen und moorigen Schichten herbei (siehe oben). Bemerkenswert ist das Vorhandensein von Muschelresten und Muschelgrus im Aufbau der kalkhaltigen Schichten dieser Bohrung.

Nach Osten zum Geestrand nimmt die Stärke der abgelagerten Kleischichten allmählich ab.

Die Ueberschlickung der Hebungsstufe 3 erfolgt hier in der Senkung IV bis zum Geestrand; die Gewalt der neu einsetzenden Senkung IV ist daran erkenntlich. Ohne Eingriff des Menschen hätte weiträumig das ganze Gebiet wieder ein Opfer des Meeres werden müssen. Selbst die Höhenlage der Wurt in Bohrung 157 von + 1,43 m ü. N. N. würde für einen gesicherten Wohnsitz heute nicht mehr ausreichen. Der Mensch bändigt durch seine Deichbauten die Gewalt der Wassermassen. Die Höhenlage des Landes ist so tief, daß heute bei jedem mittleren Hochwasser das gesamte Land fast 1,5 m hoch überflutet würde, wenn die Deiche nicht vorhanden wären.

Die Bohrerergebnisse wurden anschließend durch Bohrungen in dem Nebenflußtal der Drepte, eines Zuflusses der Weser, ergänzt. Die einzelnen Stufen der Bodenbildungen liegen dort in einer gewissen Schutzlage und sind nicht derart den Zerstörungen der im Laufe der Senkungszeiten höher und höher auflaufenden Gezeitenwellen ausgesetzt, wie in dem breiten Urstromtal der Weser.

4. Kurz zusammengefaßtes Ergebnis der Bohrungen Drepte I, II und III.

Drei Bohrlochreihen aus den Bohrungen 99 bis 101, 104 bis 111 und 112 bis 123 bestehend, lassen erkennen, daß in dem Flußtal der Drepte erstmalig in der Senkungsstufe III Kleischichten abgelagert wurden. Dieses waren die ersten tonigen Ablagerungen, die durch die Gezeitenwelle bis in dieses Gebiet vorgetragen wurden. Die den sandigen Untergrund bedeckenden Moor- und Waldtorfschichten wurden überschlickt. Die Höhenlage der Geestschichten des Untergrundes entzog vorher das Dreptetal dem Einfluß der Gezeiten. Anders liegen die Verhältnisse in der Bohrreihe Drepte IV.

5. Bohrreihe Drepte IV (Blatt 8).

Drepte IV besteht aus den Bohrungen 124—137, sowie den Bohrungen 174—179. Es muß im Zusammenhang mit der Bohrlochreihe Rechtenfleth-Driftsethe betrachtet werden. Auf diese Weise entsteht ein Bodenschnitt östlich der Weser von Rechtenfleth bis zur Geest bei Langendammsmoor. Hier liegt an dem nördlich des Dreptetales auftauchenden Geestrücken Bohrung 127. Zwischen dem Königsmoor im Norden und dem Dreptetal bildet dieser diluviale Zug von Nordwesten bei Schwegen nach Südosten zum Hahnenberg verlaufend, eine flache Erhebung, auf deren festen Untergrund die alte Heerstraße, der „Freesenweg“, nach Bramstedt führte. Der sandige Untergrund fällt zum Lauf der Drepte steil ab. In einer Tiefe von — 10,05 m u. N. N. trieben die kalkhaltigen Kleischichten der Bohrung 132 zu, ohne daß die Sandschichten erreicht waren. In Bohrung 133 erreichte man in einer Tiefe von — 9,07 m u. N. N. diese Schichten, die von mächtigen, walddurchwurzelten Moorschichten überlagert waren. Die Geest steigt dann steil bis zur Bohrung 128 und 127 an. In Bohrung 129 wurde bei — 2,70 m u. N. N. und in Bohrung 126 bei — 2,32 m u. N. N. der Sand erreicht; in Bohrung 128 bedeckte nur Moor in 20 cm Stärke das Diluvium. Auf dem linken Drepteufer, nach Rechtenfleth zu, stehen nur einzelne Bohrungen, die so tief hinuntergehen, daß sie den Sanduntergrund erreichen. So Bohrung 136, welche bis — 11,55 m u. N. N. zu diesen Bodenschichten hinuntersinkt und Bohrung 174, welche bis — 12,0 m u. N. N. hinunterführt. Das tiefe Flußbett der Bohrung 132 reicht von — 2,55 m u. N. N. bis — 10,05 m u. N. N. und besteht durchgängig aus sandigen, sehr kalkreichen Schichten, die ein altes Flußbett anzeigen. Dieser Wasserlauf hat in der Senkungszeit II, in der darauf folgenden Hebungszeit 2 und in der Senkung III bestanden. Bohrung 136 zeigt uns zwei übereinanderliegende Betten. Das Bett der Senkung II reicht von — 8,65 bis — 10,80 m u. N. N. Darunter liegen Moorschichten bis — 11,55 m u. N. N. Von — 8,65 bis — 6,90 m u. N. N. erkennen wir in den walddurchwurzelten Moorschichten die Bodenschichten der 2. Hebung. Darüber liegt das Bett der folgenden Senkungsstufe III, welches sich von — 3,10 bis — 6,90 m u. N. N. entwickelt hat. In höheren Schichten verlandet dieses Flußbett. Von — 3,10

bis — 2,65 m u. N. N. finden sich noch sandige, aber schon entkalkte Kleischichten; dann stellt sich Schilfwuchs ein, und von — 2,45 bis — 1,45 m u. N. N. erbohrten wir die Schilftorfzone der Hebung 3. Die Moorschichten von — 1,45 m bis — 1,10 m u. N. N. gehören der Senkungsstufe IV an, während die dann folgende 95 cm starke Sandschicht künstlich aufgefahren wurde. Der Mensch, in seiner Entwässerungsnot, besandete das außerordentlich tief gelegene Moor, um auf diese Art und Weise das Land bewirtschaften zu können.

Wir kommen zur Bohrung 174. Die festen Waldtorfschichten von — 11,70 bis — 11,10 m u. N. N. dürften vermutlich in der Hebungstufe I entstanden sein. Sie lagern über sandigen Schichten, die vielleicht der Senkungsstufe I angehören.

Ueber dem Waldmoor sind von — 10,9 bis — 6,6 m u. N. N. stark kalkhaltige, sandige Kleischichten vorgefunden worden. Der Kalkgehalt geht noch bis — 11,10 m u. N. N. In diesen Lagen wurden jedoch humose, feinsandige Kleischichten mit Schilfwurzeleinschlüssen erbohrt. Im übrigen weist der Aufbau der Schichten auf ein altes Flußbett der Senkung II hin. Ein weiteres Zeichen ist der Muschelgrus von — 7,55 bis — 7,30 m u. N. N., der in sehr festen Schichten vorgefunden wurde, und der darauf hindeutet, daß am Ende der Senkung II die Salzfauna aus dem Wattgebiet des Meeres bis hierher angeschwemmt wurde. Bis — 6,60 m u. N. N. lagern darüber feinsandige Schichten, deren Gehalt an Schilfwurzeln erste Anzeichen dafür sind, daß Verlandungserscheinungen als Folgen der einsetzenden Hebung 2 eintreten. Ueber dem Bett der Senkung II entwickeln sich von — 6,50 bis — 4,0 m u. N. N. reine Schilftorfschichten. Darüber lagern bis — 2,56 m u. N. N. Waldtorfschichten, und dann folgt eine dünne Ueberschlickung mit Klei, die sich in den langsam zum Hochmoor entwickelnden Schichten häufig wiederholt. Eine Abgrenzung zwischen der Hebungstufe 2 und der nachfolgenden Senkung III ist verhältnismäßig schwierig. Auf Grund der dünnen Kleilage von — 5,15 bis — 5,17 m u. N. N. möchte ich die Hebungstufe bis annähernd zu dieser Tiefenlage ansetzen. Die Schilftorfschichten bis — 4,0 m u. N. N. gehören der Senkungsstufe III an. Ursprünglich werden sie bedeutend höher hinaufgereicht haben, da diese humosen Schichten starken Sackungen unterworfen sind. Die Waldtorfschichten von — 4,0 bis — 2,56 m u. N. N. entstehen in der Hebungzeit 3. Der weitere Aufbau der Schichten zeigt die langsame Entwicklung zum Hochmoor. Die eingelagerten Kleischichten sind wahrscheinlich jünger als die Moorschichten im Hangenden, denn sie sind nachträglich durch Aufschwimmen des Moores bei einzelnen Sturmfluten zur Ablagerung gekommen, z. T. haben auch die aus den kalkhaltigen Schichten erkennbaren Einbrüche der Senkung IV Anteil an der Zerstörung des Moores gehabt. Auch aus dem Aufbau dieser Schichten ist die Kampfgeschichte zwischen Moorschichten und Kleiablagerungen erkenntlich. Der Aufbau der übrigen Bohrungen ist aus Blatt 8 zu ersehen.

Wir kommen mit der Deutung des Bodenschnitts am besten weiter, wenn wir nunmehr die Bohrreihe 180 bis 202 des Querprofils Rechtenfleth-Driftsethe hinzuziehen. Die gegenseitige Lage der Bohrungen ist aus dem Lageplan (siehe Blatt 1) ersichtlich, ebenfalls ist daraus zu erkennen, daß die Bohrungen 184 bis 189 die westliche Fortsetzung des Drepteprofiles bis zur heutigen Weser bilden. Der Aufbau dieser Bodenschichten wurde bereits oben beschrieben. Zusammenfassend kann folgendes Ergebnis festgestellt werden: In der Senkung II erkennen wir von Bohrung 186 ab in östlicher Richtung bis zur Bohrung 132 im Dreptetal immer alte Flußläufe dieser Senkungszeit. In Bohrung 132 konnte aus dem Bohrergebnis nicht entnommen werden, ob tiefeingeschnittene Betten der Hebung 1 und evtl. der Senkung I vorhanden sind. Das durchgehende Bett von — 2,55 bis — 10,05 m u. N. N. ist ein Anzeichen dafür, daß hier auch noch ein Bett aus den älteren Stufen vorhanden sein kann. Die Bodenschichten der Senkungsstufen II und III sowie der Hebung 2 wurden durch die Bohrung erschlossen. Die ungefähre Begrenzung der Höhenlage dieses Bettes der Hebung 2 ist etwa von — 4,30 bis — 5,20 m u. N. N. anzusetzen, während von — 4,30 bis — 2,55 m u. N. N. das Bett der Senkung III bestanden hat. Am Ende der Senkung II greift der Bachlauf nach Westen auf die Bohrungen 131 und 124 über, während in der Senkung III westlich die Bohrung 131, östlich die Bohrung 133 in den Einflußbereich des Flußbettes gelangen.

Westlich von Bohrung 136 bis zur Bohrung 187 verlanden in der Senkungszeit III alle Wasserläufe. In diesem Bereich bauen weite, immer wieder überflutete Schlicksümpfe und Moore die humosen Schichten in eigenartigem Wechsel auf. Nur in der Nähe der heutigen Weser fließen in der Senkungszeit III alte Gerinne in Bohrung 188 von — 4,2 bis — 2,75 m u. N. N. und in Bohrung 189 von — 5,06 bis — 2,11 m u. N. N., aus ihren sandigen, kalkhaltigen Kleiablagerungen erkenntlich. Diese gehören dem vordringenden Bett der Weser an, welches im Anfang der Senkung III in den heutigen Lauf der Weser umschwenkte.

Auch in der Hebungsstufe 3 und Senkungsstufe IV ist in beiden Bohrungen der Weserlauf zu erkennen. Während der Senkung IV haben auch östlich in Bohrung 187 und 186 prielartige Gerinne bestanden.

6. Bohrreihe Drepte V (Blatt 9).

Hierzu wurden die Bohrungen 140—147 sowie die Bohrungen 165 und 172 zusammengefaßt. Sie durchfahren noch einmal das Dreptetal, im Osten bei Neuenlandermoor auf der Geest beginnend, und das davor abgelagerte Alluvium der Marschniederung. Der Sanduntergrund der Marsch wurde im Westen des Profils in Bohrung 165 bei — 12,93 m u. N. N. erbohrt; auch die Bohrung 140 erreicht bei — 12,02 m u. N. N.

diese Bodenschicht. Im Dreptetal selbst wurden in Bohrung 146 bei — 11,71 m u. N. N. Sandschichten erreicht, und auch die nächste Bohrung 141 erreicht diese bei — 11,65 m u. N. N. Von hier aus steigt die Geest außerordentlich steil an, während der Verlauf unter den Alluvionen fast eben mit geringer Steigung bis zum Böschungsfuß der Geest durch diese Bohrungen festgestellt wurde. Den Anstieg zur Geesthöhe zeigen die Bohrungen 144 und 143.

Bohrung 142 liegt in einer vermoorten Mulde, bereits hinter der oberen Böschungskante der Geest; daher liegen hier die Sandschichten bis — 2,35 m u. N. N.

In der bis — 11,65 m u. N. N. hinuntergehenden Bohrung 141 finden wir bis — 10,05 m u. N. N. Moorschichten mit Holzwuchs, eine 40 cm starke Humusschicht mit Schilfwuchs von — 10,25 bis — 10,65 m u. N. N. läßt den Uebergang zur Senkung II erkennen. Von — 10,05 bis — 9,55 m u. N. N. lagern die Schichten eines alten Flußbettes, das in dieser Höhenlage aber schon wieder verlandet, denn es folgen entkalkte Kleischichten mit Schilfwuchs und Rasen. Auch in der Bohrung 146 erkennt man über den Moorschichten, die bis — 10,51 m u. N. N. reichen, ein Bett der Senkung II, das bis — 6,56 m u. N. N. hinaufreicht. Doch sind von — 7,06 bis — 7,61 m u. N. N. sowie von — 8,36 bis — 8,51 m u. N. N. und von — 9,61 bis — 9,71 m u. N. N. Wechsellagen von Moor- und Kleischichten erbohrt worden, welche zeitweise Verlandungserscheinungen anzeigen. Das tiefgehende Bett der Drepte der Senkungsstufe II, durchgehend mit kalkhaltigen Kleischichten wurde nicht angetroffen; es wird aber in der Nähe liegen. Die Bohrung 140 zeigt von — 12,02 bis — 10,67 m u. N. N. Moorschichten mit Holzwuchs und wenigen Schilffresten. Auch in den darauf folgenden entkalkten Kleischichten bis — 10,37 m u. N. N. wurde Holzwuchs festgestellt, während bis — 9,77 m u. N. N. mit Holzwurzeln und senkrechten Schilfwurzeln durchwachsene, kalkhaltige Kleischichten lagern, über denen aber schon wieder bis — 9,67 m u. N. N. eine entkalkte Kleilage erbohrt wurde. Nur von — 9,07 bis — 9,67 m u. N. N. fanden sich sandige, kalkhaltige Kleischichten, die ein altes Bett anzeigen, das oberhalb bis — 8,47 m u. N. N. schon wieder verlandet; dennoch sind von — 8,47 bis — 7,52 m u. N. N. sandige, entkalkte Kleilagen zur Ablagerung gekommen. Darüber entwickeln sich Moorschichten der Hebung 2.

In der Senkungsstufe II haben hier nur zeitweise geringfügige Wasserläufe bestanden. Ein mächtiges Bett der Senkungsstufe II zeigt dann die westliche Bohrung 165. Hier erkennt man aus den Schichten von — 7,83 bis — 12,93 m u. N. N. durchgehend einen alten Lauf der Senkung II, in dem stark kalkhaltige, sandige Kleilagen zur Ablagerung kommen. Die folgende Hebungsstufe 2 bilden braune Moorschichten mit Schilffresten von — 7,83 bis — 6,78 m u. N. N.

In Bohrung 146 und 141 ist in der Hebungsstufe 2 der Entwicklungsgang verwickelter. In Bohrung 141 finden wir von — 7,70 m

u. N. N. aufwärts sandige Kleischichten, die sich bis — 4,00 m u. N. N. abgelagert haben. Diese Schichten werden in ihren höheren Lagen während der Hebungsstufe 2 zur Ablagerung gekommen sein. In der Bohrung 146 bilden sich als Uferschichten die Moor- und Schilftorflagen von — 5,91 bis — 4,81 m u. N. N. und in Bohrung 147 die noch etwas höher liegenden Schilftorfschichten von — 5,40 bis — 4,40 m u. N. N. In den Wechsellagen von Klei- und Schilftorf von — 4,40 bis — 4,00 m u. N. N. ist der Umschwung zur Senkungsstufe III deutlich ersichtlich.

Im Verlaufe der folgenden Senkung III ist das Bett der Drepte in Bohrung 145 zu erkennen. Von — 2,08 bis — 5,48 m u. N. N. finden sich in dieser Bohrung geschichtete, sehr kalkreiche Kleiablagerungen. Die darüber lagernden, entkalkten Kleischichten bis — 0,73 m u. N. N. zeigen wieder die Verlandung des Bettes an. Es setzt die Hebung 3 ein, welche über den Kleilagen Moor- und Schilftorfschichten zur Entwicklung bringt.

In den Bohrungen, in denen wir die Uferschichten des Bachlaufes der Bohrung 145 antreffen, stellt sich der Schilftorf bedeutend eher ein als in Bohrung 145 über dem eigentlichen Bett. In Bohrung 141 liegt der Schilftorf von — 1,70 bis — 1,40 m u. N. N., in Bohrung 146 von — 1,81 bis — 1,61 m u. N. N.; darüber lagert stark toniger Humus. In den tieferen Lagen finden sich in Bohrung 147 geringe Einlagerungen von Kleischichten. Der Schilftorf reicht von — 2,50 bis — 0,30 m u. N. N. Auf dem anderen Ufer der Drepte in Bohrung 144 zeigt sich eine ganz eindeutige Entwicklung. Die im Verlauf der Senkung III aufgebauten, entkalkten Kleischichten bis — 1,66 m u. N. N. werden oberhalb dieses Horizontes bis — 0,26 m u. N. N. von einem mächtigen Schilftorflager überwuchert, welches sich auch östlich zur Geest hin in Bohrung 143 von — 0,95 bis — 0,15 m u. N. N. und in Bohrung 142 von — 0,95 m u. N. N. bis + 0,15 m ü. N. N. entwickelt. Die Senkungsstufe III westlich der Drepte zeigt viel Schilftorf- und Moorentwicklung, in ihrer Gesamtheit einen sehr einheitlichen Bau. Es sind zwar von — 6,77 bis — 5,61 m u. N. N. in Bohrung 140 geringe, mit Schilfwuchs durchwachsene Kleischichten erbohrt worden. Dieses dürften Aufschlickungen des Flußbettes in Bohrung 141 sein. Oberhalb von — 5,67 m u. N. N. tritt dann starke Vermoorung ein, häufig von Kleischichten durchbrochen. Ein stetiger, erbitterter Kampf zwischen Moorbildungen und Kleiablagerungen hat hier geherrscht, der sich bis — 4,32 m u. N. N. im Aufbau des Bodens widerspiegelt. Oberhalb dieser Höhenlage entwickeln sich dann mächtige Moore bis zur Oberfläche des Geländes. Ebenso bestätigt die im Westen gelegene Bohrung 165 diesen Entwicklungscharakter des Landes während der Hebungsstufe 2 und der Senkungsstufe III: von — 7,74 bis — 6,78 m u. N. N. durchbohrten wir Schilftorf, dann kommt bis — 6,33 m u. N. N. entkalkter Klei mit Schilfwurzelstöcken zur Ablagerung. Nun beginnt wieder die Kampfzone zwischen

Wasser und Moorablagerung bis zum Horizont von — 5,23 m u. N. N., darüber baut sich dann braunes Moor mit Holzwurzeln auf, das bis zum Horizont — 3,51 m u. N. N. vorgefunden wurde. In dieser Bohrung wurden durch das darüberliegende Bett der Senkungsstufe IV sicher Moorstufen zerstört. Von — 1,23 bis — 2,83 m u. N. N. finden sich regelrechte Tideschichten und sehr sandige Kleilagen mit starkem Kalkgehalt, die einen Wasserlauf anzeigen; der Kalkgehalt reicht bis — 3,33 m u. N. N. Weitere Priele finden sich in der Senkung IV in Bohrung 170 von — 1,05 bis — 2,65 m u. N. N., in Bohrung 169 von — 0,75 bis — 1,35 m u. N. N., in Bohrung 168 von — 0,70 bis — 1,95 m u. N. N., in Bohrung 166 von — 0,70 bis — 2,10 m u. N. N. und schließlich in Bohrung 167 von — 0,60 bis — 4,10 m u. N. N. Es ist hieraus ersichtlich, daß sich gerade in der letzten Senkungsstufe in dieser Gegend ein starkes Vordringen der immer höher auflaufenden Fluten zeigte, bis dann der Mensch mit seinem Deichbau die Angriffskraft des Wassers brach und die Fluten besänftigte. Zum Teil sind diese eingebrochenen Priele jedoch Zeugen von Katastrophen der geschichtlichen Zeit, die einsetzten, wenn das Wasser bei Sturmfluten den Deich zerstörte und mit furchtbarer Gewalt den Menschen mit seinen Herden vernichtete. Im Tal der Drepte bis zur Bohrung 140 bestehen die Bodenschichten der Senkung IV im wesentlichen aus stark zersetztem Moor und tonigem Humus. Nur in Bohrung 146 und 141 wurden am Bachlauf geringe Kleischichten abgelagert.

V. Ueberblick über den Aufbau der Schichten des gesamten Arbeitsgebietes und die Entwicklung der Hydrographie.

Der sandige Untergrund unter den Alluvionen der Osterstader Marsch hat von Süden nach Norden eine deutlich erkennbare Neigung. Die zahlreichen Bohrungen ergaben eine Abdachung dieser Schichten, einen gleichmäßigen Abfall zum Meere. In der südlichen Marsch wurde der Sand zwar in sehr verschiedener Höhenlage angetroffen. In der Bohrung 67 wurde bis — 8,5 m u. N. N. gebohrt, während die nahe Bohrung 68 den Sand schon bei reichlich — 3,5 m u. N. N. erreichte. Dieses bewegte Bild entsteht dadurch, daß Bohrung 67 in einem gelegentlich eines Deichbruches entstandenen Kolk hinuntergeht, der jetzt mit Moor ausgefüllt ist. Die Spur dieses Deichbruches erkennt man noch heute; eine Brake, ein mit Schilfrohr bestandener kleiner See hinter dem Deich, zeigt den Ort der ehemaligen Katastrophe an. Allgemein liegt die alte Geestoberfläche unter dem Alluvium hier bei — 5,0 bis — 6,0 m u. N. N.

Die Untergrundschichten im nördlicheren Gebiet sind gleichförmiger aufgebaut. Einzelne Bohrschnitte, so der Bodenschnitt Rechtebe-Uthlede, zeigen einen tischförmigen ebenen Untergrund. Auffällig ist der Anstieg der Sandmassen im Westen, in der Nähe des heutigen Weserbettes. Dies ist in den Profilen Rechtenfleth-Driftsethe, Sandstedt-Weißer Berg und auch im Süden, im Aschwarder Profil, deutlich zu erkennen. Die Neigung des Untergrundes nach

Norden ergibt sich zahlenmäßig aus der Betrachtung der einzelnen Querprofile. So liegt bei Neuenlande der Sand bei etwa $-12,0$ m u. N. N., bei Rechtenfleth bei $-11,0$, bei Sandstedt desgleichen, bei Offenwarden bei $-10,0$, bei Rechtebe-Uthlede bei $-9,0$ m u. N. N. und schließlich im Aschwarder Profil bei $-8,0$ m u. N. N. Im Süden der Marsch hatten wir eine mittlere Höhe von $-6,0$ m u. N. N. oben festgestellt.

Es liegt also ein verhältnismäßig gleichförmiger Bau dieser Untergrundschichten vor. Nur vereinzelte, durch Erosion tiefer eingeschnittene Betten wurden bei den zahlreichen Bohrungen angetroffen. Ob von ihnen schon einige bis in die Senkungsstufe I reichen, läßt sich bei dem geringen Material, das die Bohrungen aus diesen Tiefen heraufbrachten, nicht entscheiden. Ganz allgemein liegt die alte Geestoberfläche in diesem Gebiet höher als der Horizont, bis zu dem die höchsten Sturmfluten der Senkungszeit I aufgelaufen sind. Diese Wasserläufe würden daher in ihrem Bett nur sandige Schichten abgelagert haben, jeglicher Klei- und Kalkgehalt müßte fehlen. Man kann also die Senkung I nur in den sandigen Untergrundschichten erbohren, wie dies im Westen der Weser in den Braker Bohrprofilen durch die Wasserstraßendirektion Bremen erfolgt ist. Da dem Verfasser schweres Bohrgerät nicht zur Verfügung stand, war es ihm mit Handbohrungen nicht möglich, diese Schichten zu durchtäufen.

Im Verlaufe der Senkungszeit II sank das Land soweit ab, daß sich das M. H. W. bis $-6,0$ m u. N. N. am Ende dieser Senkungszeit hob. Dadurch kam das gesamte Arbeitsgebiet in den Bereich der höher und höher auflaufenden Gezeiten. Wir finden daher bis zum Meyenburger-Aschwarder Profil Ablagerungen dieser Senkungsstufe. In den nördlichen Bohrprofilen richteten die Gezeitenwellen besonders starke Zerstörungen in den bestehenden Mooren über den Untergrundschichten an. Nach Süden wurde der Einfluß geringer. Schon im Sandstedter Profil erhält sich in der Nähe der Geest ein ziemlich mächtiges Niederungsmoor. Moorzerstörungen haben sich aber noch viel weiter nach Süden bis in die Aschwarder Bucht ausgewirkt.

Wir haben bei der Besprechung des verlängerten Profils V den Bachlauf von der hohen Vegesacker Geest, dessen Schichten in Bohrung 34 durchtäuft wurden, bereits besprochen und seinen vermutlichen Lauf zum Bohrprofil VI westlich der heutigen Weser beschrieben.

Es folgt nördlich das Bohrprofil Rechtebe-Uthlede. Hier wurde kein altes Gerinne erbohrt. Aber bereits im nächsten Profil, Offenwarden-Uthleder Berg, trafen wir auf drei tief eingeschnittene Rinnen in Bohrung 312 bis $-10,2$, in Bohrung 308 bis $-11,95$ und schließlich in Bohrung 305 bis $-9,25$ m u. N. N. Das folgende Profil, Sandstedt-Weißer Berg, hatte in der Senkungsstufe II verschiedene alte Wasserläufe, in Bohrung 191 bis $-8,75$, in Bohrung 2 bis $-7,20$, in Bohrung 192 bis $-10,28$, in Bohrung 194 bis $-10,87$ und in Bohrung 197 bis $-8,75$ m u. N. N. hinunterreichend. Auch in den nördlicheren Profilen wollen wir kurz diese Zahlen festlegen. Im Profil Rechtenfleth-Driftsethe trafen wir in der Bohrung 186 bei $-11,6$, in Bohrung 185 bei $-11,08$, in Bohrung 184 bei $-11,55$, in Bohrung 183 bei $-10,08$, in Bohrung 182 bei $-11,85$, in Bohrung 180 bei $-9,51$, in Bohrung 181 bei $-10,70$ und in Bohrung 174 bei $-11,10$ m u. N. N. die Sohlen der Wasserläufe aus der Senkungszeit II an. Auf Grund dieser Ergebnisse haben wir im Lageplan zusammenhängend den Verlauf des Hauptprieles von Bohrung 174 über Bohrung 184 nach Bohrung 194 und schließlich zur Bohrung 305 eingetragen. Nebenspriele haben zeitweise in westöstlicher Richtung durch das Rechtenflether Profil bis zur Bohrung 186 gependelt und sind darüber hinaus bis zur Bohrung 192 und 191 vorgedrungen (Lageplan Blatt 1). Die nördlichen Profile Drepte V, Drepte VII und das Querprofil der Bohrungen Neuenlande-Reepen ergaben weitere Betten der Senkungsstufe II in den Bohrungen 165, 159, 158, 157, 155 und 156. Unter Berücksichtigung der Tiefenlage der Sohlen dieser Wasserläufe muß der Verlauf des Hauptprieles nach Norden folgendermaßen gewesen

sein: Von Bohrung 174 über Bohrung 165 nach Bohrung 159 zur Bohrung 157. Die Sohle in Bohrung 157 liegt — 13,87 m u. N. N. Wahrscheinlich liegt der tiefste Punkt dieses Gerinnes in der Bohrung 157a auf dem benachbarten Schulhof in Neuenlande, wo die Schlickschichten bis etwa — 16,4 m u. N. N. hinunterreichen.

Neben diesem Hauptpriel hat aber zur Bohrung 155 abzweigend ein Gerinne im Dreptetal bestanden, das über Bohrung 154 bis zur Bohrung 151 verlief. In Bohrung 148 wird der weitere Verlauf durch die Geestnase bei Schwegen in die nordsüdliche Richtung umgeleitet. Es muß dem Lauf der heutigen Drepte über Bohrung 141 und 132 gefolgt sein und wird dann über Bohrung 136, 181 und 180 wahrscheinlich die Verbindung mit dem Nord-Südlauf gefunden haben, so daß hier inselförmig eine ganze Scholle von den Gerinnen der Senkungsstufe II umflossen wurde. Ob von Bohrung 148 weiter in nördlicher Richtung am Geestrand ein Bett in der Senkung II bestanden hat, kann der Bearbeiter nicht entscheiden, da ihm hier keine Bohrergebnisse zur Verfügung stehen.

Hebung 2. Der Senkungsstufe II folgt eine Landhebung, die den weiteren Aufbau ganz maßgebend beeinflusst. Die zahlreichen Priele, die in die moorbedeckte Landschaft vorgedrungen waren, verlanden durchgehend, und es entstehen neue Abflußrinnen, die auf kürzerem Wege die Entwässerung herbeiführen. Dieser neue Entwässerungszug liegt eigentümlicherweise dicht am Geestrand. Im westlichen Profil bis zur heutigen Weser kommen alle bisherigen Betten zur Verlandung. Eine Ausnahme bilden die beiden Bohrungen 308 und 312 im Profil Offenwarden-Uthleder Berg. In der Nähe der heutigen Weser erhält sich das Bett des Gerinnes in Bohrung 312 auch in der Hebungstufe 2, ebenfalls zeigen die Schichten der Bohrung 308 und der benachbarten Bohrung 309 ein Bett dieser Stufe an; schließlich erhält sich auch in Bohrung 305 von — 5,50 bis — 6,45 m u. N. N. ein Wasserlauf in dieser Hebungszeit. Ueber den Weg dieser Wasserzüge der beiden westlichen Bohrungen 312 und 309 kann wenig Bestimmtes ausgesagt werden. Wahrscheinlich kreuzen diese Wasserläufe, in nordwestlicher Richtung verlaufend, das Gebiet des heutigen Weserstromes. Zuverlässigere Angaben lassen sich auf Grund der Bohrergebnisse über den am Geestrand verlaufenden Bach der Hebungszeit 2 machen. Hier fließt in Bohrung 305 über den Ablagerungen der Senkungsstufe II ein Lauf, der sich wahrscheinlich ein neues Bett nach Bohrung 197 und 198 im Bohrprofil VII bahnt und dann östlich der Bohrung 202 zu Bohrung 132 weiterführt, um über Bohrung 141 und 148 dann nach Norden seinen weiteren Verlauf zu suchen. Ueber diesen weiteren Verlauf des Baches müssen außerhalb unseres Arbeitsgebietes noch Untersuchungen angestellt werden.

Senkung III. Die folgende Senkungszeit III bringt in den Entwicklungsgang des Gebietes keine einschneidenden Aenderungen. Der Hauptentwässerungszug liegt am Geestrand, während der Lagunencharakter des Marschlandes andauert. Von Westen rückt die Weser, die bei Beginn der Senkung in ihr heutiges Bett umspringt, zeitweise bis in den westlichen Teil des Schichtenaufbaues des Landes vor. In Bohrung 23, Bohrung 314 und 312 zeigen sich bereits Ablagerungen eines Laufes der Senkung III (vorrückendes Weserbett). Im Sandstedter Profil ist kein Lauf festzustellen; das ist erklärlich, die Deichlinie wurde im Jahre 1703 (Steilen 1928) bedeutend zurückverlegt, so daß die damals abgelagerten Kleischichten heute wieder im Weserbett liegen. Aber schon wieder im nächsten nach Norden folgenden Profil finden sich in den Bohrungen 188 und 189 alte Gerinne, die bedeutende Bodenschichten der Senkungszeit III aufgebaut haben. Von Bohrung 308 über Bohrung 191 kann ein Bett in dieser Senkungszeit bestanden haben.

Wir kommen zu dem Lauf in der Nähe des Geestrandes. Bohrung 305 und Bohrung 307 im Profil Offenwarden lassen Gerinne der Senkungszeit III aus

ihrem Schichtenaufbau erkennen. Nördlich im Sandstedter Profil fanden sich in den Bohrungen 199, 198 und 16 die Betten dieser Senkungsstufe. Der weitere Verlauf nach Norden führt über die Bohrungen 202 und 136 und von hier aus zur Bohrung 145, um dann im Tal der Drepte bis Bohrung 148 weiter zu verlaufen. Wahrscheinlich ist auch dieser Lauf in nördlicher Richtung zu verfolgen.

Hebung 3. Schon während der Senkungszeit III trat eine weitgehende Vermoorung des ganzen Geländes ein. Es ist schon verschiedentlich auf die starken Wechsellagen von Moor und Kleischichten im Aufbau der Profile hingewiesen worden. In der Hebungsstufe 3 tritt weiträumig ein klar erkennbarer Fazieswechsel ein, und es entstehen im wesentlichen sehr mächtige Schilftorf- und Moorlagen, die fast alle bisherigen Wasserläufe zur Verlandung bringen. Nur im Norden, in der Nähe der Weser, finden sich Anzeichen für Wasserläufe dieser Hebungszeit und zwar in den Bohrungen 157, 159 und 167. Sonst herrscht gleichförmig eine Landschaft mit üppigstem Schilfwuchs.

Senkung IV. In der Senkungszeit IV folgen eine ganze Reihe, z. T. sehr flacher Einbrüche in die Kleischichten, die sich über dem Hebungshorizont 3 ausgebreitet haben. Besonders im Norden, in den Bohrungen 156, 155 und 157 und hauptsächlich in Bohrung 158 und 165 ließen sich derartige Priele nachweisen. Das südliche Profil Drepte V durchtäuft eine ganze Reihe von Gerinnen der Senkungszeit IV. Dann folgt Bohrung 173, Bohrung 186 und 7, so daß diese Einbrüche wahrscheinlich bis in das Profil Sandstedt-Weißer Berg vorgedrungen sind.

VI. Geologische Schlußbetrachtung.

Die im Abschnitt V dargestellte Entwicklung der Hydrographie erbrachte Ergebnisse über den Verlauf der Gewässer in den einzelnen Senkungs- und Hebungszeiten.

Die bedeutendsten Einbrüche in das Arbeitsgebiet wurden durch eine Reihe neuer Priele, die im Verlauf der Senkung II in die Landschaft einbrechen, im Aufbau der Bodenschichten erkannt und ihr Verlauf im Gelände nachgewiesen. Die so vordringenden Wasserläufe geben dem Land eine neue Gestalt und bewirken so eingreifende Veränderungen der Geländeoberflächen durch Bildung neuer Wasserflächen und prielartiger Vorstöße in das, mit starken Moorschichten bedeckte Gebiet, daß sich in dieser Senkungszeit bereits Verhältnisse vorbereiten, welche die Verlegung des vorgeschichtlichen Weserbettes zur Folge haben. Im Anfang der folgenden Senkung III springt die vorgeschichtliche Weser in das heutige Weserbett um.

Die Senkungszeit III wurde besonders durch den lagunenartigen Wesenszug der Landschaft gekennzeichnet. 2 Weserläufe haben in dieser Zeit bestanden, von denen der ältere langsam zu verlanden beginnt. Die Wassermassen haben daher eine ausreichende Möglichkeit der Ausbreitung, selbst bei höheren Wasserständen. Hierdurch findet der Lagunencharakter der Landschaft seine Begründung.

Trotz fortschreitender Erhöhung der M. H. W.- und H. H. W.-Stände fehlt der Flutwelle der Gezeiten die gewaltige Stoßkraft, die sie in der Senkung II entwickeln konnte, wodurch damals erhebliche Landzerstörungen verursacht wurden. Es entstehen nur unbedeutende Abflüsse in der Nähe der Geest, auch diese bilden sich nur, weil die stark entwickelten Moorschichten im Untergrunde zusammensinken. Die in der Nähe der Weser festgestellten Läufe sind dem Vorrücken des Bettes dieses Stromes zuzuschreiben.

Senkung IV bringt wieder einen erheblichen Anstieg der höchsten Hochwasser und Mittelhochwasserstände. In der nördlichen Marsch würde heute das Gelände durch die Gezeiten täglich 2mal etwa 1,5 m hoch überflutet werden. Nur der Deich verhindert das Einströmen der Gezeiten.

Die weitgehenden Folgen eines solchen ständigen Angriffs der Wassermassen lassen sich nur annähernd ermessen. Die Gewalt der höheren Fluten und Sturmfluten würde, wie in der Senkung II, neue Wasserläufe und Priele in das Land einbrechen und die Moore ausräumen. Es soll nicht verkannt werden, daß das Land ohne Deiche um ein gewisses Maß höher aufgeschlickt worden wäre, aber die Zerstörungen würden bei weitem überwiegen und infolge fehlenden Bodens würde sich hier der erweiterte Jadebusen gebildet haben.

Heute finden sich in dem unter Deichschutz liegenden Land nur einige Einbrüche in dem Schichtenaufbau der Senkung IV. Diese sind durch Deichbrüche entstanden. Ihre Ausdehnung ist gering, ihre Bedeutung nicht entscheidend.

Der Mensch hat in die Entwicklung der Verhältnisse eingegriffen. Sein Wirken wird zu einem geologischen Faktor. Der heroische Kampf ganzer Geschlechterfolgen, der mit vielen Niederlagen und großen Verlusten, mit dem Untergang vieler unbekannter Kämpfer verknüpft ist und bezahlt wurde, hat in seinen letzten Auswirkungen einen Erfolg von größter Bedeutung errungen. Ohne diese jahrhundertelange Kampfgeschichte des Menschen mit dem „blanken Hans“ wäre es denkbar, daß die Osterstader Marsch im Verlauf der jüngsten Senkung zu einem Teil des Jadebusens geworden wäre, der etwa bis nach Sandstedt-Offenwarden, vielleicht sogar bis Farge gereicht hätte. Das Meer wäre wieder einmal mit einer gewaltigen Transgression landeinwärts vorgedrungen und hätte höher gelegene Gebiete in seinen Einflußbereich gezwungen, so daß die Marschgebiete sich vielleicht oberhalb von Bremen, unter Umständen sogar bis nach Verden, ausgedehnt haben würden.

VII. Die heutigen Entwässerungsverhältnisse der Osterstader Marsch.

Zwischen Bedeichung und Entwässerung der Marschen besteht eine abhängige Beziehung. Gleichzeitig mit der Geschichte der Deiche entsteht die Geschichte der künstlichen Entwässerung des Landes.

Bei dem Bau der Deiche wird man zunächst das Durchdeichen der Hauptabflüsse von der Geest nicht gewagt haben (Drepte, Lune usw.). Aus den Höhenverhältnissen des Landes in dem Mündungsgebiet der Drepte ist ersichtlich, daß noch heute eine tiefe Mulde in das Land einschneidet. Beiderseits begleiten Deiche den Lauf des Baches.

Kleinere Abflüsse dagegen hat man schon früh mit Sielen durch den Deich hindurch abgeleitet. Bei Wurfleth wurde ein ausgehöhlter Baumstamm gefunden, der aus der Zeit zu stammen scheint, in der man noch keine Sielöcher zu bauen verstand (Steilen 1928).

Ein schachbrettartig bis zum Siel angeordnetes Grabennetz sammelt das Wasser, und das Siel führt es dem Strome zu. Täglich zweimal erfolgt in der Regel ein Abfluß des überschüssigen Wassers in die Weser. Wenn das Niedrigwasser des Flusses soweit abgefallen ist, daß es tiefer liegt als das Stauziel des Binnenwasserstandes, öffnet der Ueberdruck dieses inneren Wasserstandes die Sieltore, so daß das Wasser in den Strom abfließt. In dem weiteren Verlauf der Ebbe senkt sich der Wasserstand der Weser noch weiter bis zum Niedrigwasser, so daß sich der innere Ueberdruck noch erhöht, wodurch ein beschleunigtes Abfließen der Wassermassen erzielt wird. Der Binnenwasserstand des zu entwässernden Landes fällt hierdurch mehr und mehr ab. Im Strome läuft später der Wasserstand durch die einsetzende Flut langsam wieder auf und wächst schließlich so weit, daß ein Zurückströmen des Wassers durch das Siel in das Binnendeichland erfolgt. Dabei schließen sich wieder die Sieltore, und der Entwässerungsvorgang ist beendet.

Diese Art der Entwässerung herrscht in der ganzen Marsch vor. Regelmäßig durchziehen die Wasserzüge das weite, grüne Land. Vor hunderten von Jahren hat man diese Zuggräben und Flethe angelegt. Die Technik der ganzen Anlage blieb bis in die heutige Zeit die gleiche. Noch heute bestehen eine ganze Reihe von Sielachten, welche z. T. große, z. T. kleinere Gebiete zusammenfassen und entwässern. Im Süden liegt zunächst die Rekumer Sielacht, dann das Gebiet der Rader und Aschwarder Sielacht. Nach Norden folgen viele kleine Achten, die Rechteber, die Wersaber, die Offenwarder und Sandstedter Sielacht. Ein Moorgebiet am Rande der Geest wird durch die Indiekkielacht entwässert. Der Indiekkanal ist beiderseits bedeicht und führt das Wasser zum Indiekkiel, etwas oberhalb von Sandstedt, ab. Nördlich von Sandstedt folgen dann die Rechtenflether, Neuenlander und Bütteler Sielacht, und aus dem Hinterlande entwässert die Drepte in einem beiderseits bedeichten Lauf ein großes Einzugsgebiet zum Drepter Siel.

Die Marschen waren bis vor kurzer Zeit immer ein reiches Land. Trotz aller Zerstörungen und Verheerungen die das Wasser anrichtete, wurden aus dem wertvollen Boden hohe Erträge herausgewirtschaftet. Fortschritte mancher Art und wertvolle Erfahrungen, im Laufe der Jahrhunderte gesammelt, wußte man beim Bau der Sielöcher und Entwässerungsanlagen zu benutzen. Dennoch wurden die Entwässerungsverhältnisse schlechter und schlechter. Die Ursache ist mannigfaltig. Einmal liegt sie in dem Zusammensinken des Landes, denn die Moore erleiden ganz gewaltige Höhenverluste durch die Entwässerung, außerdem durch Inkohlung der humosen Stoffe. Neben diesen Erscheinungen spielt die Küstensenkung eine sehr bedeutende Rolle. Jahrhundertlang wurde sie nicht erkannt. Sie war bis vor kurzer Zeit noch eine umstrittene Frage. Mit den Mitteln eines natürlichen Wasserabflusses ist die Ent-

wässerungsfrage in vielen Fällen nicht mehr zu lösen. Besonders in den tiefliegenden Gebieten der Osterstader Marsch, so in der weiten Aschwarder Moorbucht und in den Gebieten, wo der Aufbau der Bodenschichten durch mächtige Moore erfolgt, werden die Schwierigkeiten immer unüberwindlicher. Dort muß mit künstlicher Wasserhebung durch Pumpwerke ein neuer Weg eingeschlagen werden. Die vorgeschlagenen Entwürfe der Stader Regierung, welche von Hern Kreisbaumeister Kleffmann in Wesermünde aufgestellt wurden, sehen die Verwendung von Pumpwerken vor.

Die Veränderungen der Wasserstände der Weser, welche durch die Weserkorrektur herbeigeführt wurden, haben sich im allgemeinen in einem Sinken des gewöhnlichen Niedrigwassers des Flusses ausgewirkt. Für die Entwässerung sind dies sehr günstige Folgen. Die Absenkung der Vorflut, des N.W.-Spiegels der Weser, betrug bei dem Rekumer Siel 81 cm und ermäßigte sich bis Sandstedt (Indieksiel) auf 17 cm (Kleffmann 1931). Diese Wasserstände kommen allerdings nicht überall zur Auswirkung, da die Entwässerung der südlichen Osterstader Marsch in den östlichen Weserarm erfolgt, der einen hohen Schlickfall infolge der von Norden und Süden zusammentreffenden Gezeitenströme hat. Dadurch fällt hier das N. W. nicht so tief wie in der Hauptrinne des Stromes ab. Durch Messung der Abflüsse der einzelnen Siel konnte der Verfasser nachweisen, daß die Annahmen Kleffmanns für die Absenkung des N. W. zu gering waren¹⁾.

Die Schäden stellen sich aber trotz dieser Absenkung der N.W.-Stände durch Windwirkung der häufigen N.W.-Stürme ein. Diese treiben das Wasser in die Mündungsbucht der Weser und stauen den Abfluß vollkommen auf, so daß die N.W.-Stände nicht so weit abfallen, daß sich die Sieltore öffnen können. Die natürliche Entwässerung wird zeitweise so vollkommen unterbunden. Häufig treten diese Stürme gerade in der Zeit der Heuernte auf und verursachen so hohe Sommerhochwasserstände, die sich im Binnenlande aufstauen, daß in vielen Jahren die Bergung der Ernte unmöglich wurde, und der Ertrag verlorenging.

VIII. Zusammenfassung und Ausblick.

Für die Sicherstellung der Ernährung Deutschlands können die hochwertigen Marschböden an der Nordseeküste in viel weitgehendem Maße als bisher herangezogen werden. Die Ertragsfähigkeit so zu steigern, wie es die natürlichen Bodenverhältnisse zulassen, ist heute Aufgabe und Ziel einer planmäßigen Rohstoffwirtschaft. Wolle und Faserstoffe hat die Marsch früher in weit größerem Maße erzeugt als heute. Der Rückgang der Schafhaltung ist auf die Verschlechterung der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse zurückzuführen. Was bei einer guten Regelung der Wasserwirtschaft erreicht werden kann, zeigen die Erfolge des benachbarten Holland (Frost, Berlin 1930). Hier wurden durch eine vorbildliche Regelung der Wasserwirtschaft die Marschböden zu dem wertvollsten, landwirtschaftlich genutzten Land gemacht.

¹⁾ Die Ergebnisse der Messungen sind bei der Wasserstraßendirektion Bremen niedergelegt. Eine Veröffentlichung würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten.

Wie verbesserungsbedürftig die Verhältnisse in Deutschland waren, geht aus der Herr'schen Arbeit hervor (Berlin 1927). Nach der politischen Umstellung von 1933 sind in vielversprechender Planmäßigkeit neue Wege eingeschlagen worden. Der freiwillige Arbeitsdienst und der Einsatz von Notstandsarbeiten haben durch Entwässerungsarbeiten, auch in der Marsch, begonnen, eine Verbesserung der Vorflutverhältnisse unseres Vaterlandes durchzuführen, wodurch vielen Händen wieder Arbeit gegeben werden konnte.

Zur Lösung der Entwässerungsfrage der Marsch sind besondere Wege erforderlich, die vorher einer umfassenden Planung bedürfen. Mit dem natürlichen Abfluß durch die bestehenden Siele ist die erforderliche Beherrschung der Verhältnisse nicht zu erreichen. Die Wasserwirtschaft der Marschen ist im Rahmen der Landesplanung zu erörtern, um die Aufgabe in umfassender Arbeit in ihrer ganzen Größe zu erfassen. Teillösungen, in kleinen Genossenschaften, können den Erfolg nicht immer sichern, denn dann werden die Entwürfe oft durch den Eigennutz und die Kurzsichtigkeit einzelner Besitzer vereitelt.

Die Durchführung einer künstlichen Entwässerung mittels Pumpwerke durch zahlreiche kleine Sielachten, wie sie in der Osterstader Marsch bestehen, wird teurer und kostspieliger als bei einer Zusammenfassung dieser Entwässerungsgenossenschaften zu einem großen, leistungsfähigen Verband¹⁾. Die Schwierigkeiten einer umfassenden Lösung der Frage verkennt der Bearbeiter nicht²⁾.

Besonders wird man bei dieser Planung dem Aufbau des Bodens und der Gestaltung seiner Oberfläche Rechnung tragen müssen. Dabei ist es möglich, die Gegensätze, die zwischen der hochliegenden Marsch und der Entwässerung der Moore bestehen, häufig auszugleichen, indem man den natürlichen Gefällsverhältnissen des Landes folgt und die Wasser im Tieflgebiet sammelt, um sie in die bestehenden bedeckten Abflüsse des Indiekkanals oder der Drepte durch Pumpwerke abzugeben. Im einzelnen ist dieser Vorschlag noch eingehend vorher zu untersuchen.

Solche Pumpwerke werden die Belange der entwässerungsbedürftigen Moore ohne Schädigung der hohen Marsch besser erfüllen, als Pumpwerke für kleinere Sielachten hinter dem Deich. Sie haben nicht den Ausfall an Betriebszeit während der Hochwasserstände der Weser und erreichen infolgedessen bedeutend längere Pumpzeiten. Dadurch werden die Pumpleistungen in der Zeiteinheit geringere. Man kann kleinere Pumpen verwenden; diese sind billiger in der Anschaffung, außerdem ermäßigen sich die Aufwendungen für den

¹⁾ Dieser Verband ist nicht so aufzufassen, daß nur Großpumpwerke zu errichten wären. Es ist Sache der Planung, die gegebenen örtlichen Verhältnisse weitgehendst zu berücksichtigen, um zu einer Klärung der Frage Großpumpwerk oder Unterteilung der zu verwendenden Aggregate zu kommen.

²⁾ Sie werden im neuen Reich überwunden werden können.

Betrieb. Diese Anlagen in den Tiefgebieten der Moore arbeiten dann gegebenenfalls mit einem leistungsfähigen Großpumpwerk am Deich zusammen. Dieses setzt in den Zeiten ein, wo der Außenwasserstand der Weser nicht genügend abfällt, um einen natürlichen Abfluß zu gestatten. Eine abschließende Untersuchung über diese Planung war im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich. Dennoch kann auf Grund der bisherigen Untersuchungsergebnisse festgestellt werden, daß die Entwässerung der Marsch durch Pumpwerke wirtschaftlich durchführbar ist.

Die Osterstader Marsch gehört zu den Gebieten, die außerordentlich dünn bevölkert sind. Werden die natürlichen Schätze des Bodens dieses Landes durch planvolle, wasserwirtschaftliche Maßnahmen gehoben, so wird nicht nur eine Stärkung der deutschen Volkswirtschaft durch höhere Erträge des Bodens erreicht, sondern es werden für die bessere Nutzung des Bodens neue Arbeitskräfte erforderlich: neue Siedlungsmöglichkeit für Deutschland:

„Und so verbringt, umrungen von Gefahr,
Hier Kindheit, Mann und Greis sein tüchtig Jahr.
Solch ein Gewimmel möcht' ich sehn,
Auf freiem Grund, mit freiem Volke stehn!“

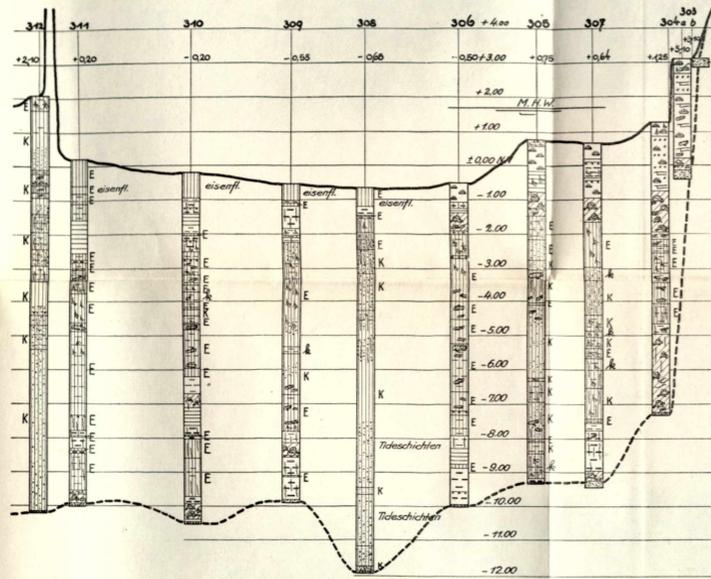
IX. Literatur.

- Visbeck, J. G.: Die Niederweser und Osterstade. Hannover 1798.
- Appelkamp: Die landwirtschaftlichen Verhältnisse im Amte Hagen. In Mitt. d. Prov. Landw. Vereins Bremervörde. Stade 1880.
- Allmers, H.: Aus der Vorzeit des Amtes Hagen. In Mitt. d. Prv. L.V. wie oben.
- Dammermanns: Uebersicht über die Moorkolonien des Amtes Hagen. In Mitt. d. Prv. L.V. wie oben.
- Franzius, L.: Die Korrektion der Unterweser. Bremen 1888.
- Hugenberg, A.: Innere Kolonisation im Nordwesten Deutschlands. Straßburg 1891, Verl. Trübner.
- Bekker, F.: Geschichte des ehemaligen Gerichts und heutigen Kirchspiels Neuenkirchen. Blumenthal 1900, Verl. Seubert.
- Schriefer, H.: Hagen und Stotel, Geschichte der beiden Häuser und Aemter. Geestemünde 1901, Verl. d. Nordsee-Ztg.
- Plettke, F.: Heimatkunde d. Reg.-Bez. Stade. Bremen 1909, Verl. Schünemann.
- Liezewski: Die Wasserwirtschaft in der Weichsel- und Nogatniederung, insbesondere im Elbinger Deichverband. Zentr.-Bl. d. Bauvw. 1923, Nr. 29/30.
- Köppen, W. und Wegener, A.: Die Klimate der geologischen Vorzeit. Berlin 1924.
- Stille, H.: Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin 1924.

- Bertram, H. G. Ph.: Neuere Grundsätze für Schöpfwerksbauten mit besonderer Berücksichtigung ihrer Entwicklung im Weichseldelta. Berlin 1925.
- Stremme, H.: Grundzüge der praktischen Bodenkunde. Berlin 1926.
- Herr: Die Entwicklung des landwirtschaftlichen Meliorationswesens in und nach dem Kriege. „In Ber. über Landwirtschaft, herausgeg. v. Reichsministerium f. Ernährung u. Landwirtschaft“, Berlin 1927.
- Schütte, H.: „Krustenbewegung an der deutschen Nordseeküste“. Stuttgart 1927, Aus d. Heimat, Heft 11.
- Kleffmann: „Allgemeiner Plan zur Entwässerung der südlichen Osterstader Marsch mittels künstlicher Wasserhebung“. Wesermünder Neueste Nachrichten 1928.
- Köhne, W.: Grundwasserkunde. Stuttgart 1928.
- Steilen, D.: Die Niederweser. Bielefeld und Leipzig 1928.
- Scharf, W.: Die geologischen Grundlagen des Küstenschutzes an der deutschen Nordseeküste. Schriften d. V. f. Naturkunde a. d. Unterweser 1929 (Bremerhaven).
- Weißner, H. A. J.: Der Nachweis jüngster tektonischer Bodenbewegung im Rheinland und Westfalen. Dissertation Köln 1929.
- Wildvang, D.: Der Boden Ostfrieslands. Aurich 1929, Verl. A. H. F. Dunkmann.
- Bülow, K. v.: Alluvium. Berlin 1930.
- Debokulag: Der gegenwärtige Stand des landwirtschaftlichen Meliorationswesens. Berlin 1930.
- Frost, J.: Die holländische Landwirtschaft, ein Muster moderner Rationalisierung. Berlin 1930.
- Scharf, W.: Die Faziesgebiete von Watt und Marsch der Nordsee. Berlin 1930.
- Dienemann, W., Scharf, W.: Zur Frage der neuzeitlichen Küstensenkung an der deutschen Nordseeküste. Berlin 1931.
- Schütte, H.: Der Aufbau des Weser-Jade-Alluviums. Schriften d. V. f. Naturkunde a. d. Unterweser 1931 (Bremerhaven).
- Schulze-Pillot: „Neuzeitliche Schöpfwerks-Pumpanlagen“. Kulturt. Zeitschr. d. deutsch. Kulturt. Ges., Breslau 1931.
- Weber, C. A.: „Sumpfwiesen und ihre zeitgemäße landwirtschaftliche Verbesserung nebst Ausblicken auf die nicht versumpften Wiesen und Weiden“. Deutsch. Landw. Ges., Berlin 1931.
- Schütte, H.: „Der geologische Aufbau des Jever- und Harlingerlandes und die erste Marschbesiedlung“. Oldenburg 1933. Jahrb. d. V. f. Landesgeschichte u. Altertumskunde.
- 

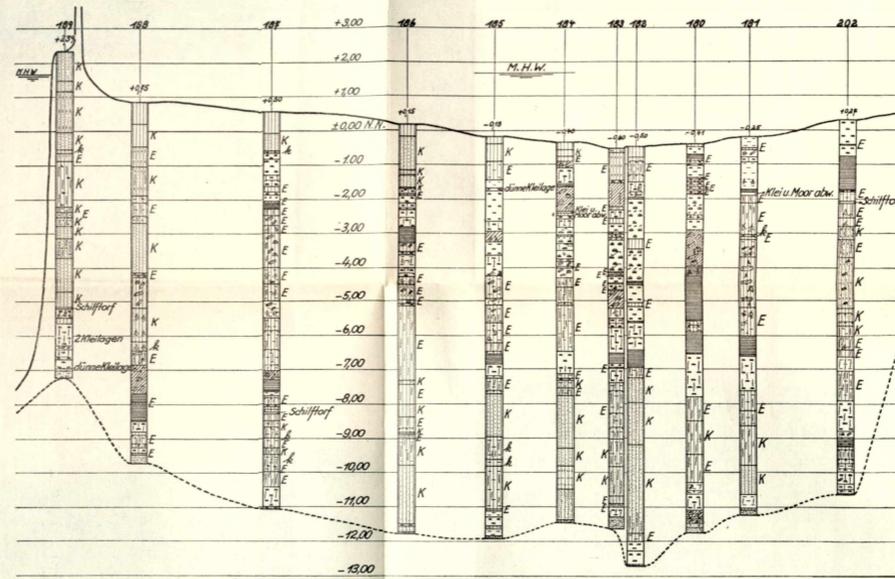
Blatt 5.

Bohrreihe Offenwarden-Uthleder Berg.
Bohrung 303 a, b; 304-312.



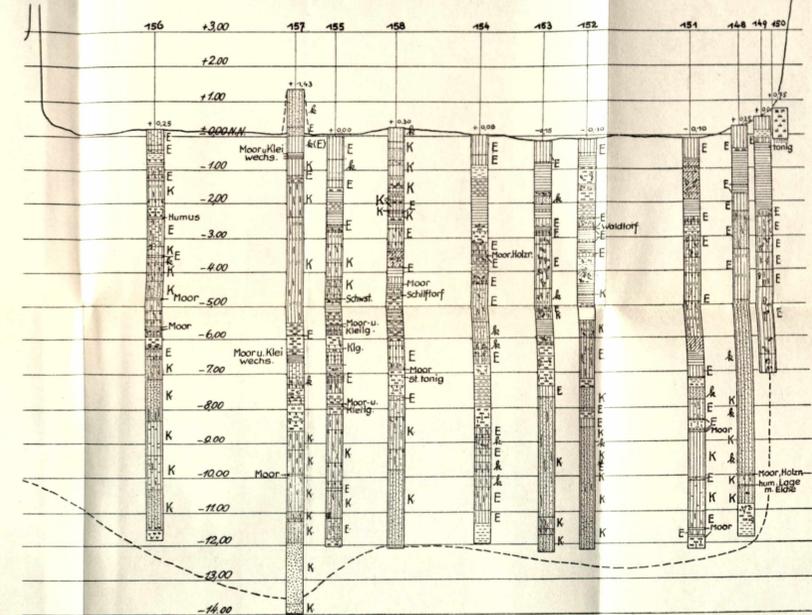
Blatt 6.

Bohrreihe Rechtenfleth-Driftsethe.
Bohrung 180-189, 202.



Blatt 7.

Bohrreihe Neuenlande-Reepen.
Bohrung 148-158.



Zeichenerklärung:

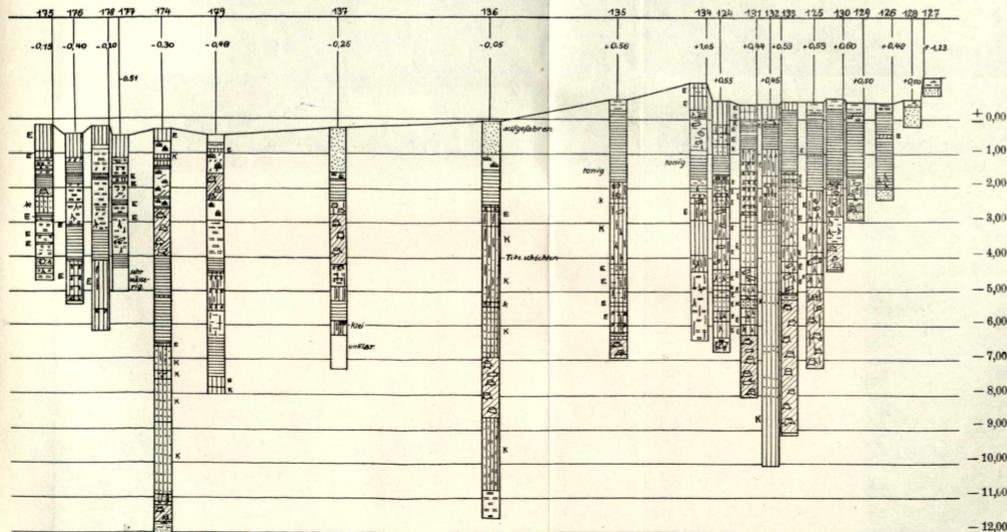
- Rasen (abgestorben)
- Baumstümpfe
- Sarnet
- Holzurzeln
- Schilfwurzelsücke
- Halmoor
- Zwischenmoor
- Flachmoor
- Waldtorf
- dertes Holz
- Heidetorf
- Moßgrastorf
- Schiffwurzeln
- Schifftorf
- Torfmoor
- Torfmoor mit Humus

Maßstäbe:



Blatt 8.

Bohrreihe Drepte IV.
Bohrung 124-137; 174-179.



Blatt 9.

Bohrreihe Drepte V.
Bohrung 140-147; 165-172.

