

Schriften  
aus dem Mineralogisch-Petrographischen Institut der  
Universität Kiel.

Herausgegeben von Professor Dr. J. Leonhardt.

---

---

Heft 3

---

---

Beiheft zur Zeitschrift für Geschiebeforschung und  
Flachlandsgeologie Band 12,  
im Auftrage der Gesellschaft für Geschiebeforschung heraus-  
gegeben von Dr. K. Hucke in Frankfurt a. d. O.

# Die Kies- und Tonlagerstätten

zwischen Westensee und Eider

von

Robert Kühn und Kurt Lamcke.

KIEL 1936.

---

Kommissionsverlag der Buchhandlung P. Toeche in Kiel.  
Druck von Paul Priesnitz, Kiel-Gaarden.  
Ausgegeben am 1. Oktober 1936.

Teil einer von der Philosophischen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel angenommenen Preisarbeit.

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Geleitwort (von J. Leonhardt) . . . . .	5
Einleitung . . . . .	7
I. Zur Geologischen Position der Lagerstätten.	
A) Vorbemerkungen zur Moränenlandschaft . . . . .	9
B) Das Gebiet zwischen Westensee und Eider. (Bisherige Anschauungen und neue Beobachtungen auf Grund von Geschiebezählungen) . . . . .	13
II. Die Lagerstätten des betrachteten Gebietes.	
A) Kieslagerstätten.	
1. Die Verteilung der Kieslagerstätten . . . . .	23
2. Petrographische Untersuchungen an einzelnen Lagerstätten . . . . .	24
3. Einige Bemerkungen zur Verwendung der Sande und Kiese . . . . .	28
B) Tonlagerstätten.	
1. Allgemeines . . . . .	30
2. Mineralogisch-petrographische Untersuchungen und Bemerkungen zur Verwendung von	
a) Geschiebemergel und Geschiebelehm . . . . .	30
b) Bänderton . . . . .	31
c) Walkerde . . . . .	32
III. Uebersicht über die Kies- und Tongruben (Tab. 7)	37
Zusammenfassung . . . . .	44
Schriftenverzeichnis . . . . .	45

## Geleitwort.

Für die Nordmark sind Kalk, Ton und Kies Bodenschätze von überragender Bedeutung. Eine umfassende Sichtungsaktion und einheitliche petrographisch-mineralogische Bearbeitung stellen eine Aufgabe dar, deren Durchführung schon seit längerem geplant ist. Dabei wird eine Abweichung von den Zielsetzungen früherer ähnlicher Arbeiten im norddeutschen Flachlande bewußt vollzogen, indem einer möglichst vollständigen Erfassung der nutzbaren Vorkommen wesentlich mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden soll als bisher. Es erscheint mehr als zweckmäßig, die dem freien Spiel praktischer Erfordernisse entsprungene Aufschluß- und Abbautätigkeit im Untersuchungsgebiet (auch historisch gesehen) nutzbar zu machen für die Klärung der mehr theoretischen Fragen. Umgekehrt bedarf die Erwartung fördernder Rückwirkung in entgegengesetzter Richtung keiner besonderen Begründung.

Bei der Art, wie die Lösung der Aufgabe gedacht ist, kommt intensive Geländearbeit ebenso zu ihrem Recht wie laboratoriumsmäßige Behandlung der Materialsproben nach geeigneten mineralogischen Methoden. Auskünfte und Beratung durch Industrie, Verwaltungsstellen und dergleichen werden so weit als möglich mit verarbeitet.

Die ganze Arbeit muß nach Teilgebieten in Etappen durchgeführt werden. Den Anfang bildet die vorliegende Untersuchung von R. K ü h n und K. L a m c k e über die erschlossenen Kies- und Tonvorkommen in den Jungmoränenzügen zwischen Westensee und Eider. Dadurch, daß die Veröffentlichung zugleich als Beiheft der „Zeitschrift für Geschiebeforschung und Flachlandsgeologie“ erscheint, kommt sinnfällig zum Ausdruck, daß die Berührung mit geologischen Fragestellungen nicht vernachlässigt werden soll. Die Untersuchungen sollen auf die ganze Provinz ausgedehnt werden. Wir hoffen, dem ersten Schritt bald den zweiten und die weiteren folgen lassen zu können!

Kiel,  
Mineralogisch-petrographisches Institut der Universität.

J. L e o n h a r d t.

## Einleitung.

Wenn man von Lagerstätten spricht, so denkt man zunächst an Erze, Salze, Kohlen und Erdöl. In dieser Hinsicht ist unsere engere Heimat sehr arm an Bodenschätzen. Verstehen wir aber unter Lagerstätten Anhäufungen allen wirtschaftlich nutzbaren Materials der Erdrinde, so fallen hierunter auch die Ablagerungen des Diluviums: Kiese, Sande und Tone; diese stellen für Schleswig-Holstein sowie das übrige Norddeutschland sehr wertvolle Bodenschätze dar. Auch ein großer Teil des Bedarfs an Bau- und Pflastersteinen wird in Schleswig-Holstein aus diesen lockeren Anhäufungen gedeckt.

Es ist notwendig, daß das im Thema genannte Gebiet „zwischen Westensee und Eider“ genauer abgegrenzt wird. Wir wollen unter dem Gebiet zwischen Westensee und Eider dasjenige verstehen, das zwischen dem Westensee und dem Eiderabschnitt, der sich von Schmalstede bis zu ihrer Mündung in den Westensee erstreckt, gelegen ist. Es soll durch folgende Grenzen genauer festgelegt werden: Im Norden die Eisenbahnlinie Kiel — Rendsburg, im Osten die Eisenbahnlinie Kiel — Neumünster, im Westen im Süden die Verbindung der Orte Klein-Nordsee — Westensee — Blocksdorf — Langwedel — Schmalstede (vgl. Karte S. 47). Die Grenze des Jungmoränengebietes verläuft in Schleswig-Holstein etwa in der Linie Schleswig — Rendsburg — Einfeld — Tarbeck bei Bornhöved — Borstel bei Sülfeld — Wohldorf — Ohlstedt — Meiendorf — Rausdorf — Breitenfelde südlich von Mölln (8, 10). Parallel diesem Grenzverlauf schließt sich nach Süden ein breiter Sandergürtel an. Außerdem kommen noch einige kleinere Sandergebiete innerhalb der Jungmoränenlandschaft vor. Das behandelte Gebiet gehört lediglich der letzteren an.

Die vorliegende Arbeit verfolgt den Zweck, einen Anfang zu machen mit der Feststellung der in unserer Provinz bekannten und noch zu erschließenden Kies- und Tonlagerstätten, sowie ihre Verwendungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Hierzu sollen vor allem moderne petrographische Untersuchungsmethoden, z. B. röntgenographische, mit herangezogen werden. Dies erscheint gerade jetzt besonders lohnend, da infolge der starken Zunahme der Bautätigkeit viele alte Lagerstätten wieder ausgebeutet und neue abgebaut werden. So erfordern insbesondere auch die schon in Angriff genommenen und noch geplanten Straßebauten gewaltige Mengen von Kies- und Gesteinsmaterial.

Naturgemäß ändern sich die Aufschlüsse schnell und neue kommen hinzu. Während zur Feststellung der alten Kiesgruben und Ziegeleien die Meßtischblätter (Blatt 360, 361, 425, 426,

495, 496) herangezogen werden konnten, wurden zur Ermittlung der neu erschlossenen Vorkommen auf Vorschlag von Herrn Prof. Dr. J. Leonhardt Fragebogen an die Bürgermeister der einzelnen Gemeinden des behandelten Gebietes verschickt, in denen um Aufzählung der zu ihrem Bezirk gehörigen Ton- und Kiesgruben sowie um nähere Angaben über diese gebeten wurde\*). Dies Verfahren erwies sich als sehr zweckmäßig zur Erlangung eines vorläufigen Ueberblicks über die gesamten Lagerstätten, zumal da die Arbeit in verhältnismäßig kurzer Zeit durchgeführt werden mußte. Es wurde auf diese Art und Weise die größte Anzahl der vorhandenen Ton- und Kiesgruben festgestellt. Im Gelände wurden außer diesen noch einige weitere ermittelt und die in den Fragebogen enthaltenen Angaben ergänzt. Trotzdem kann natürlich hier und da ein Aufschluß übersehen worden sein.

## I. Zur geologischen Position der Lagerstätten.

### A) Vorbemerkungen zur Moränenlandschaft.

Sieht man sich im Gelände unseres Jungdiluviums nach den Kies- und Tongruben um, so scheinen sie völlig ungesetzmäßig verteilt zu sein. Kiessand für Bauzwecke ist fast überall in genügender Menge anzutreffen. Hingegen hochwertiges Material für besondere Verwendung ist nur auf bestimmte Vorkommen beschränkt. Ebenso finden sich Ton- und Blockanreicherungen nur an einzelnen Stellen. Die Beurteilung der geologischen Position sowie der Entstehung und des Umfanges der Lagerstätten setzt voraus, daß man Einblick nimmt in die Vorgänge während des Diluviums sowohl in zeitlicher, als auch in örtlicher Hinsicht.

Das behandelte Gebiet verdankt seine obersten Aufschüttungen und Oberflächenformen der letzten oder Weichselvereisung. Wie weit frühere Vereisungen und vielleicht auch ältere Formationen das Bild mit beeinflussen, ist im einzelnen noch nicht geklärt. So mag z. B. für unser Gebiet das „Kieler Massiv“, ein Rest der Pompeckischen Schwelle, von Bedeutung sein.

Zur genaueren Feststellung der einzelnen Phasen der Vereisungen und ihrer Ausdehnung sind die Endmoränen aufzusuchen. Aus diesem Grunde ist auf die Moränenlandschaft kurz einzugehen. Die Endmoränen sind kuppige bis wallartige Höhenzüge, die am Gletscherrande gebildet wurden, so daß sie nun bestimmte Stillstandslagen des ehemaligen Inlandesees markieren. GOTTSCHKE suchte nur Endmoränen bei Blockpackungen in der Annahme, daß das grobe Gesteinsmaterial sofort am Eisrande liegen bliebe und nicht weiter verfrachtet würde. Dann bemerkte STRUCK schon 1902 (28), daß die Endmoränen nicht immer Blockpackungen enthalten müssen. Nach ihm bestehen die Endmoränen in gleicher Weise aus der unausgewaschenen Grundmoräne wie aus den verschiedenen aus der letzteren hervorgegangenen Ausschlämmprodukten (Kiesen, Sanden, Tonen), und zwar wiederum aus jedem der einzelnen Ausschlämmprodukte allein für sich oder aus einer Verknüpfung mehrerer dieser verschiedenen Anteile. Die Angabe der Endmoränenstaffeln auf STRUCKS Karte macht einen schematischen Eindruck, worauf WETZEL (38) hinweist. Nach WETZEL sind viele der Staffeln wahrscheinlich nur als durch kurzfristige Oscillationen hervorgebrachte Stauchmoränen aufzufassen.

Morphologische Merkmale waren schon von WAHNSCHAFTE (35) behandelt worden. Er stellte den Typus der Grundmoränenlandschaft auf und trennte ihn von dem der Endmoränenlandschaft. Später hatte GRIPP (8) mit Hilfe großzügiger Anwendung morphologischer Betrachtungen auf die Feststellung der äußersten Grenze der letzten Vereisung Erfolg. GRIPP und TODTMANN (11, 9) studierten das einigermassen dieselben Verhältnisse wie

\*) Für freundlich erteilte Auskünfte sei allen Beteiligten auch an dieser Stelle bestens gedankt.

das norddeutsche Vereisungsgebiet aufweisende vergletscherte Spitzbergen. Da die dort gemachten Beobachtungen über die Ablagerungen und das Verhalten der Gletscher ganz frische Formen betreffen, können sie für die Deutung des Jungdiluviums Anwendung finden. Während man bisher der Ansicht war, daß die großen Endmoränen zu einem längere Zeit bestehenden Eisrand, die kleineren zu einem kurzen Stillstand des Eises gehören, zeigte sich, daß der Eisrand innerhalb kurzer (nicht geologischer) Zeiträume um einige Kilometer schwanken kann und dann schon bei den verschiedenen relativ kurzen Haltepunkten große Endmoränen bildet. Klimaschwankungen und dergleichen wirken sich darin aus. Der Mechanismus des Gletscherfließens im kleinen wie im großen, die Bildung von Gletscherzungen, die Verschiedenartigkeit in der Dynamik des Materialtransportes, die Unterschiedlichkeit der Gletschermorphologie beim Vorücken gegenüber den Rückzugsphasen sind Faktoren, die die Vorgänge weitgehend modifizieren. Auch die Bedeutung der „Stauchendmoräne“ kommt durch die GRIPPSCHHE Betrachtungsweise erst genügend zur Geltung. Man würde also darauf zu achten haben, ob ein Endmoränenzug einem und demselben Vorstoß des gesamten Eisrandes angehört, oder ob er auf zeitlich verschiedene lokale Vorstöße zu verteilen ist. Eine ursprünglich am Eisrande vorhandene Moräne kann nachträglich durch starke Schmelzwässer wieder abgetragen worden sein. Bei den in Eisrandnähe herrschenden Verhältnissen sei noch kurz auf Zusammenhänge hingewiesen, die für unsere lagerstättenkundliche Fragestellung von Bedeutung sind. So kann einerseits bei sandig-kiesigem Moränenschutt Toteis zurückbleiben und sich später die „Kieskessellandschaft“ ausbilden, während andererseits bei mehr tonigem Material der endgültige Schmelzprozeß zur Ausbildung der „kuppigen Grundmoränenlandschaft“ führt.

Nach GRIPP und TODTMANN unterscheiden sich Endmoränen- und Grundmoränenlandschaft dadurch, daß die aufgestauchten Endmoränen zwar auch kuppigen, aber mehr über größere Erstreckung parallel dem Eisrande zusammenhängenden wall- und rückenartigen oder bastionähnlichen Charakter aufweisen, der zwar stellenweise durch die abfließenden Schmelzwässer gestört ist, während die kuppige Grundmoränenlandschaft diesen zusammenhängenden Charakter nicht hat. Auch dürfte im allgemeinen die Endmoränenlandschaft wegen der Aufstauchung größere Höhen besitzen. In den Stauchendmoränen ist im allgemeinen eine Stauchung des Materials erkennbar. Sie braucht jedoch nicht immer vorhanden zu sein, nämlich dann nicht, wenn das Eis auf die vorgelagerte Moräne einen gleichmäßigen Druck ausgeübt und diese als Ganzes verschoben hat. Für die typische kuppige Grundmoränenlandschaft fehlt die Stauchung als wesentliches Merkmal. Die Beobachtungen an rezenten Gletschern haben sich als sehr fruchtbringend erwiesen für die Unterscheidungsmöglichkeiten der Grundmoränenlandschaft gegenüber der Endmoränenlandschaft. Wegen der Schwierigkeiten

in der Beurteilung der Materialverteilung wandte STRUCK morphologische Erfahrungen mit Erfolg zur Feststellung von Endmoränenstadien an (29, 30, 31). EGGERS (5) bemerkt, daß STRUCK in der Deutung der Oberflächenformen zu keiner Klarheit gekommen sei, indem er den Unterschied zwischen Grund- und Endmoränenlandschaft leugnete. U. E. besteht bei STRUCK sehr wohl Klarheit. Auch er sieht einen Unterschied zwischen den mit den Ausdrücken kuppige Grundmoränenlandschaft und Endmoränenlandschaft (im engeren Sinne) bezeichneten Landschaften. Er setzt sich jedoch nachdrücklichst auf Grund seiner Erkenntnisse dafür ein, daß beide Landschaftstypen als Spielarten einer und derselben Landschaft, nämlich der Endmoränenlandschaft (im weiteren Sinne) zu gelten haben. Er hat insofern Recht, als es sich bei beiden Typen um — wenn auch im einzelnen genetisch verschiedene — Bildungen in der Nähe des Eisrandes handelt. EGGERS weist auf die im einzelnen recht verschiedenartige Ausbildungsweise der Endmoränenlandschaft hin (Wallform, Steilhänge, Kuppenanhäufungen usw.). Im Gegensatz dazu besteht bei der Grundmoränenlandschaft regellose Verteilung von Hoch und Tief usw.

Was die zeitliche und räumliche Gliederung der letzten Vereisung betrifft, so wollen wir den Gedankengängen WOLDSTEDTS (40) folgen. WOLDSTEDT unterscheidet folgende drei Phasen der letzten Eiszeit: 1. das Brandenburger, 2. das Frankfurter (= Posener) und 3. das Pommersche Stadium. Das älteste, das Brandenburger Stadium, verläuft in der Grenze der letzten Vereisung, also in Schleswig-Holstein in der Äußeren Baltischen Moräne, die sich durch nicht sehr typische Endmoränen, aber besonders im Westen durch anschließende große Sander auszeichnet. Das Frankfurter Stadium verläuft im Osten bis zur Südspitze des Plauer Sees in Mecklenburg, nördlich des vorherigen Stadiums, ab hier in weiterer nordwestlicher Erstreckung vereinigt es sich mit der Endmoränenstafel des Brandenburger Stadiums. Es wird für möglich gehalten, daß in Schleswig-Holstein und Jütland das Brandenburger Stadium noch unter dem Frankfurter herauskommt. Das Pommersche Stadium entspricht der als Endmoräne besonders typisch entwickelten Inneren Baltischen Moräne und besitzt aber im Westen gegenüber der östlichen Erstreckung merkwürdig wenig Sander. Ein weiteres Rückzugsstadium der Pommerschen Phase wird durch die Endmoränenstafel, die sich in der Gegend des Plöner Sees von dem Maximalstand des Pommerschen Stadiums abzweigt und nahe an den schleswig-holsteinischen Förden entlangzieht, bezeichnet. Sie wird als Fortsetzung der dänischen Endmoränenzüge E (Beltvorstoß) angesehen. Eine noch spätere Rückzugsphase, die dänische Moräne F (Langelandvorstoß), ist von WOLDSTEDT in Deutschland nicht weiter verfolgt worden. BEURLIN (1) gibt eine eingehende Darstellung des Eisrückzuges, wobei er in den östlichen Teilen der einzelnen Phasen gegenüber WOLDSTEDT einen etwas abweichenden Verlauf annimmt.

Brandenburger und Frankfurter Stadium gehören eng zusammen (Frankfurter Stadium nur Rückzugsstadium der Brandenburger Rاندlage). Die Zurückverlegung des Eisrandes erfolgte ziemlich gleichmäßig zonar, aber im Osten früher als im Westen: Im Westen bleibt der Eisrand die ganze Zeit über feststehend. Hieraus wird auf eine bessere Ernährung der westlichen Eiszunge und danach mit KUMMEROW (17) auf einen ostwestlich gerichteten, den Baltischen Eisstrom geschlossen. Die Pommersche Phase ist ein nach einem weitgehenden Zurückschmelzen des Eises erfolgter schwächerer Vorstoß, der, die weiteren Rückzugsstadien der Frankfurter Phase überdeckend, diese nicht mehr erkennen läßt. Er verläuft im Westen in nur geringer Entfernung östlich der vorigen Rاندlagen und bleibt in Pommern und Ostpreußen wesentlich hinter diesen zurück. Bei dem darauf erfolgten Abschmelzen der Pommerschen Phase infolge Nachlassens des Baltischen Eisstroms mußte naturgemäß zuerst im Stürngbiet der Vergletscherung, das im Westen lag, der Abbau erfolgen. Das Eis schmolz daher von Westen nach Osten zurück. Als die Pommersche Rاندlage in Ostdeutschland anfang abzuschmelzen, waren das südwestliche Ostseegebiet und Schleswig-Holstein schon eisfrei. Die von WOLDSTEDT gezeichnete, nördlich von Preetz abzweigende und zum Beltvorstoß E gehörende Staffel wird als Grenze der Pommerschen Phase (= Beltvorstoß) angegeben. Allerdings ist ab hier die von WOLDSTEDT als Grenze der Pommerschen Rاندlage angesehene südliche Abzweigung der Inneren Baltischen Moräne ganz unberücksichtigt geblieben. Der Langelandvorstoß trifft auch auf die Schleswig-Holsteinische Küste in der Hohwachter Bucht und schließt das östliche Wagrien mit ein.

Wir fassen die Vorstöße der Weichselvereisung, soweit sie Schleswig-Holstein erreicht haben, und die übrigen Eiszeiten in folgender Tabelle zusammen:

Weichseleiszeit	F E D C	Langelandvorstoß Pommersche Phase (Beltvorstoß) Frankfurter Stadium Brandenburger Stadium
Wartheeiszeit(?)	B	
Saaleeiszeit		
Elstereiszeit	A	

Tab. 1.

## B) Das Gebiet zwischen Westensee und Eider. (Bisherige Anschauungen und neue Beobachtungen auf Grund von Geschiebezählungen).

Zur Beurteilung der geologischen Position der nutzbaren Ablagerungen im Westensee-Eidergebiet ist es erforderlich, zu bestehenden Anschauungen über den Verlauf der Moränenstaffeln Stellung zu nehmen. Es wird sich dabei zeigen, daß wir hierbei in mehreren Punkten zu anderen Vorstellungen kommen als die früheren Autoren (vgl. z. B. die Ergebnisse unserer Geschiebezählungen in Tab. 3).

Die von STRUCK (29) in dem betrachteten Gebiet angegebenen Endmoränenstaffeln verlaufen folgendermaßen:

1. Groß-Flintbek, nach NW umbiegend über Sprengre auf den Westensee zu. — 2. Schulenhof, westlicher Eidertalrand, Molfsee, Voorde, Schierensee zum Westensee. — 3. Hornheimer Riegel. Er löst sich nach STRUCK jenseits des Drachen- und Schulensees in folgende drei Staffeln auf: 4. Die südliche: Westlich vom Schulensee beginnend, in paralleler Erstreckung zur zweiten Staffel bis zum Kleinen Schierensee, von der letzteren durch den Rammsee, Molfsee, Kleinen und Großen Schierensee getrennt. — 5. Die mittlere: Zwischen Eider und dem Vorderen und Hinteren Russee, Ihlsee und Hansdorfer See bis in die Nähe des Westensees. — 6. Die nördliche: Über Russee, Schönwohld, Langereihe.

Der Hornheimer Riegel hat eine eingehende Behandlung durch W. WETZEL (38) erfahren. Nach ihm stellt er eine Stauchendmoräne dar, die mindestens zweimal, höchstwahrscheinlich dreimal gestaucht ist. Auf die Lage der Stauchungsachsen brauchen wir hier nicht weiter einzugehen. Der Hornheimer Riegel, nach der herrschenden Meinung zur Inneren Baltischen Moräne, also Pommerschen Phase gehörig, wird nach WETZEL besonders wegen des Fehlens ausgedehnter charakteristischer Schmelzwasserablagerungen an der Außenzone als nicht von einer Eisrاندlage größerer Dauer gebildet anzusehen sein.

Später (32) ändert STRUCK seine alten Angaben folgendermaßen ab: Der Hornheimer Riegel schließt sich unmittelbar östlich den Staffeln 5 und 6 an und setzt sich in diesen fort. Die Staffeln 5 und 6 vereinigen sich wieder etwas östlich von Schönwohld. Die übrigen werden jetzt ganz anders angesehen und dahin zusammengefaßt, daß sich eine Endmoränenstaffel ergibt, deren Verlauf dem nördlichen der Staffel 4, dem südlichen der Staffel 2 und dem westlichen der Staffel 1 entspricht, also durch die Angabe „Groß-Flintbek nach NW umbiegend über Voorde—Rumohr am NO-Ufer des Kleinen und Großen Schierensees (über Annenthal) entlang zum Westensee“ bezeichnet ist. Außerdem führt er jetzt in dem früher nicht behandelten westlich anschließenden Gebiet die sich morphologisch sehr stark hervorhebenden Endmoränen an: Eine Endmoränenstaffel in sehr breiter Ausdehnung überschreitet in der Gegend von Reesdorf—Schmalstede die Eider, biegt hier nach NW um und

erstreckt sich in dieser Richtung weiter über Blumenthal zum Westensee und an dessen Südufer entlang. Der Hornheimer Riegel gehört nach STRUCK im Gegensatz zu WETZEL doch zu einer bedeutenden Randlage. Er weist auf seine Forschungsergebnisse (29) hin: Der Hornheimer Riegel hat außer als Stauch- auch als Aufschüttungsmoräne zu gelten. Ihm fehlen weder Blockpackungen noch Erosionstäler, in denen die Wässer das Material für große Schmelzwasserablagerungen entführen konnten. Sämtliche Staffeln rechnet STRUCK zur Inneren Baltischen Moräne (= nördliche Hauptendmoräne), die der Pommerschen Phase ihre Entstehung verdankt, wobei der Hornheimer Riegel und seine Fortsetzungen zu einer nördlichen bzw. östlichen Staffel der Inneren Baltischen Moräne, die Moränenzüge Gr.-Flintbek — Voorde — Rumohr — Annenthal und Reesdorf — Schmalstede — Blumenthal — südliches Westenseeufers beide zu einer südlichen bzw. westlichen Staffel gehören. Letztere wird auch als Hauptstaffel der Inneren Baltischen Moräne bezeichnet. In unserem Gebiet stimmen die Angaben der Moränenstaffeln STRUCKS und WOLDSTEDTS (40), soweit es WOLDSTEDTS Karte erkennen läßt, überein, weichen im übrigen Verlauf aber nicht unerheblich voneinander ab. Dann setzt sich STRUCK mit den Gegensätzen zwischen der Äußeren und der Inneren Baltischen Moräne, die nach WOLDSTEDT bestehen sollen, auseinander. WOLDSTEDT führt an, daß bei der Äußeren Moräne die Ausbildung der Wälle nicht so großartig in Erscheinung trete wie bei der Inneren, dafür weist aber die Äußere große Sander auf, die Innere kaum. Die Landschaftsgestaltung vor und hinter der Inneren Baltischen Moräne zeigt daher im Vergleich zur Äußeren nur geringe Unterschiede. Nach WOLDSTEDT hat die Äußere Baltische Moräne wegen der großen Sander und etwas verwaschenerer Ausbildung lange Zeit hindurch eine wichtige Randlage dargestellt, während die Innere Baltische nur ein verhältnismäßig kurzes Stillstandsstadium abgrenzt. Die geringen Unterschiede vor und hinter der Inneren Baltischen Moräne und ihre ausgeprägteren Wallformen sollen außer dem Fehlen der Sander auch auf letzteres hindeuten, indem nur kräftige Stauchungen die Wälle schufen, aber dann infolge baldigen Eisrückzuges keine ergiebige Schmelzwassertätigkeit wirksam wurde. Demgegenüber zeigt STRUCK, daß der wesentliche Unterschied in der Ausbildungsweise beider Moränen keine allgemeine Gültigkeit hat. Er tritt nur stellenweise ganz augenfällig in Erscheinung, wie z. B. zwischen der oberen Eider und der südlichen Umgebung des Westensees. Die großartige Sanderentwicklung fehlt allerdings bei der Inneren Baltischen Moräne, doch gibt es auch hier wieder Ausnahmen: Am westlichen Ende der Schlei, der Flensburger Förde und besonders der Apenrader Bucht tritt die Innere Baltische Moräne direkt an den Sander heran, ja, hat sogar die Äußere Baltische Moräne an den eben bezeichneten Stellen überfahren, was bei der Annahme eines verhältnismäßig kurzen Stillstandsstadiums kaum möglich sein dürfte. Hierdurch wird schon die Annahme WOLDSTEDTS von

einer verschiedenen langen Dauer beider Eisrandlagen erschüttert. Außerdem hält STRUCK die morphologisch sehr oft großartigere Ausbildung der Inneren Baltischen Moräne doch für ein Anzeichen, das für eine längere Entstehungszeit spricht. Der einzige bestehende Gegensatz liegt noch in der unterschiedlichen Sanderausbildung. Auf diesbezügliche und z. T. den Ansichten WOLDSTEDTS widersprechende Erwägungen brauchen wir hier nicht weiter einzugehen.

STRUCK (33) hält die Äußere Baltische Moräne vornehmlich für eine Bildung der Brandenburger Phase. Dieses hat insofern etwas für sich, als nach schon oben Erwähntem die Frankfurter Phase nur als kurzes Rückzugsstadium der Brandenburgischen Phase aufzufassen ist.

WOLDSTEDT (42), der den Verlauf der Endmoränenstaffeln den Angaben STRUCKS angleicht, läßt die Frage offen, ob die äußersten Jungendmoränen (Äußere Baltische Moräne) in Schleswig-Holstein dem Brandenburger oder dem nächst jüngeren Stadium angehören. Doch angesichts der großen Sander des Frankfurter Stadiums im übrigen Norddeutschland wird für möglich gehalten, daß diesem die Äußere Baltische Moräne entspricht und unter ihm das Brandenburger Stadium vielleicht stellenweise noch herauskommt. EGGERS (5) gibt kurz folgendes Bild: Er gibt die ursprünglich von STRUCK angeführten Staffeln Nr. 5 und 6 an, die sich aber nicht wieder vereinigen, und von denen die fünfte sich an den Hornheimer Riegel anlehnt. Außerdem führt er eine südlich dem zwischen Schulensee und Westensee sich erstreckenden Eiderabschnitt parallel verlaufende Staffel an, läßt hingegen die Staffel Gr.-Flintbek—Voorde—Rumohr—Annenthal weg. Die südliche bzw. westliche Staffel der Inneren Baltischen Moräne nach STRUCK nimmt bei ihm anscheinend einen etwas nördlicheren Verlauf über Spreng—Blumenthal zum Westensee (Blumenthalmoräne). Dann bleibt eine kleine Rinne vom Westensee in südlicher Erstreckung zum Nordufer des Pohlsees offen. Ein weiteres Endmoränengebiet (Westseeendmoräne) erstreckt sich dann, in breiter Ausdehnung vom Orte Westensee in etwa nordsüdlicher Richtung zum Brahmsee. Die stratigraphische Zuordnung erfolgt ohne eingehende Begründung dahin, daß die Äußere Baltische Moräne (bei ihm auch Stadium von Dannewerk genannt) die Brandenburger Phase, die Blumenthal- und Westenseemoräne das Frankfurter Stadium (bei ihm auch Stadium von Hütten) darstellen. Die übrigen von ihm aufgeführten Staffeln bis auf den Hornheimer Riegel machen weniger wichtige Randlagen aus. Der Hornheimer Riegel dann bleibt der Pommerschen Phase (auch Stadium von Schnaap) vorbehalten, deren weitere Abgrenzung gegen die vorherigen Stadien etwa dem heutigen Verlaufe der Fördenufer und Ostseeküste entspricht.

Nach Erörterung dieser verschiedenen Ansichten über die Erstreckung der Eisrandlagen und ihrer stratigraphischen Zuordnung in unserem Gebiet kann wohl behauptet wer-

den, daß allein auf Grund einer morphologischen Betrachtungsweise keine endgültige stratigraphische Eingliederung möglich sein dürfte. Deshalb hielten wir es für zweckmäßig, ein Verfahren, das zur Gliederung der Eisrandlagen zuerst von den dänischen Geologen entwickelt worden ist, mit zur Klärung heranzuziehen: Die Geschiebezahlungs-methode. Besonders V. MADSEN und USSING (seit 1897) sowie MILTHERS haben hiermit in Dänemark Vorbildliches geleistet. Später haben sich in Deutschland besonders HESEMANN, SIMON, RICHTER und MÜNNICH (20, 21) um diese Methode verdient gemacht.

Die Eisströme der verschiedenen Eiszeiten sind aus verschiedenen Richtungen gekommen. Mit den verschiedenen Wegen und Richtungen, die das Eis nahm, ergaben sich teilweise seine verschiedenartig gelegenen, aber auch petrographisch verschiedenen zusammengesetzten Randlagen. Bei der Bestandsaufnahme in der Geschiefbeforschung, wobei die Geschiebe mit den in Skandinavien und im Baltikum anstehenden Gesteinen verglichen wurden, stellte sich die zu erwartende unterschiedliche Geschiefbeführung der verschiedenen Eiszeiten und Phasen angehörenden Moränen heraus. Homochrome Geschiebe, d. h. solche, die nur in derselben Phase des Eiszeitalters von ihrer Heimat zur Fundstelle gelangt sind, wurden bisher nicht gefunden. Daher waren zunächst die charakteristischen Geschiefbegemeinschaften in stratigraphisch gesicherten Schichten festzustellen, dann konnten diese Ergebnisse zur Altersbestimmung bisher stratigraphisch unsicherer Ablagerungen angewandt werden. WOLDSTEDT (41) weist mit Recht nachdrücklich darauf hin, daß charakteristische Geschiefbegemeinschaften zunächst nur in anstehender, unverwitterter Grundmoräne gesicherten Alters festgestellt werden können, denn der Einfluß der Verwitterung auf den Geschiebestand ist erheblich. Bei einer statistischen Methode muß natürlich erst ein genügend umfangreiches Material vorliegen. Wir waren uns von vornherein darüber klar, daß nur die Geschiebezahlungs-methode in Frage kommen könnte, die obigen Bedingungen am besten genügt. Dieses scheint uns die auf V. MADSEN und USSING zurückgehende Geschiebezahlungs-methode der Dänischen Geologischen Landesanstalt (beschrieben z. B. in 20) zu sein. Die Ergebnisse zahlreicher Zählungen nach dieser Methode finden sich bei MÜNNICH (20). Dadurch, daß die Probe (im allgemeinen 10 kg Geschiebemergel) aus dem unverwitterten Geschiebemergel entnommen wird, besteht keine Gefahr, daß durch Verwitterung verursachte Fehler die Ergebnisse fälschen. Nach den Methoden von MILTHERS und HESEMANN werden im Gelände freiliegende Geschiebe ausgezählt. Das Resultat des Auf-sammelns und Zählens von Geschieben, die in Kiesgruben bereits aufgehäuft sind oder von den Aeckern als Lesesteine zusammengetragen wurden, kann leicht fehlerhaft sein, da hierbei häufig eine vorherige Auslese getroffen sein wird. So ist es wahrscheinlich, daß z. B. die großen Geschiebe aus den Aeckern

zuerst, also bereits bei der Urbarmachung des Ackers, entfernt wurden (für Bauzwecke). Ebenso ist es möglich, daß die Kalke bereits größtenteils der Verwitterung anheimgefallen sind. In den Kiesgruben wird sehr häufig das Material durch die Arbeiter schon grob gesondert, indem etwa die Feuersteine und Kalke aussortiert werden. Sind gar mehrere Moränenhorizonte aufgeschlossen, so wird das Ergebnis natürlich völlig illusorisch. Dies soll nach WOLDSTEDT (41) bei den meisten von MILTHERS in Norddeutschland ausgeführten Zählungen der Fall gewesen sein. Alle diese Fehler werden bei der Methode der Dänischen Geologischen Landesanstalt vermieden. Ganz wesentlich erscheint die Entnahme der Proben aus dem unverwitterten Geschiebemergel, wenn man bedenkt, daß dieser die euglaziale Bildung ist, die fast noch so daliegt, wie sie der Gletscher aufschüttete und mit anderen Schuttmassen schützend bedeckte. Alle anderen diluvialen Ablagerungen sind schon Aussonderungen aus dem Geschiebemergel, wie z. B. die fluvioglazialen Bildungen, und zeigen daher nicht mehr die ursprüngliche charakteristische Zusammensetzung des Gletscherschuttetes.

Ein Erfolg kann auch den Methoden, die den Geschiebemergel mit Hilfe der Schweremineralien charakterisieren, vorausgesagt werden. Doch ist die Methode für diese speziellen Zwecke der Stratigraphie noch nicht genügend ausgearbeitet.

Die HESEMANN'SCHEN Geschiebezahlungs-zahlen lassen besonders gut erkennen, aus welcher Richtung das Eis bei der Aufschüttung gekommen ist. Auf die Feststellung der Strömungsrichtung des Eises kam es uns nicht so sehr an. Deshalb wurde auch die RICHTERSCHE Methode (24) der Geschiebelängsachsenmessung nicht verwendet.

SIMON (27) konnte mit Hilfe der HESEMANN'SCHEN Methode die morphologisch von GRIPP zwischen Hamburg und Travemünde festgestellten einzelnen Randlagen nicht alle unterscheiden, sondern nur eine Zweiteilung des Jungmoränengebietes nachweisen.

Unsere Zählungsergebnisse zeigt Tab. 2. Die Orte, an denen die Proben entnommen wurden, sind in der Tabelle mit Nummern gekennzeichnet, die den Nummern der Kreuze in Abb. 2 entsprechen. Die Farbe der ausgezählten Mergel wurde nach der Ostwaldschen Farbbezeichnung angegeben. Wir haben uns dem bisherigen Brauch angeschlossen, obwohl die Farbe als Kriterium nicht in allen Fällen zuverlässig ist. 3gc und 3ig bezeichnen schon im Anfangsstadium der Verwitterung begriffene Mergel. Unsere Proben gaben ausnahmslos eine starke Reaktion mit HCl.

Auf Grund der Zählungen ergibt sich folgendes Bild: Die Westenseemoräne und die offenbar zu ihr gehörende vom Westensee über Blumenthal nach Sprengende Moräne sind durch die Geschiebezahlungen Nr. 6 und 7 untersucht. Der Flintkoeffizient, Feuerstein; Kristallin, ist gegenüber denen der

übrigen Zählungen sehr hoch. Dieser auffallend hohe Wert paßt sehr gut zu den von MÜNNICH angeführten Werten für die Moräne D. Im allgemeinen sind die MÜNNICHSCHE Werten aus Pommern etwas kleiner, doch bewegen sich die bei ihm angegebenen Werte der Zählungen in Dänemark, das unserem Gebiet näher liegt, in derselben Größenordnung wie die unsrigen. Es hat sich nach MÜNNICH gezeigt, daß von allen dänischen Moränen die Moräne D die höchsten Flintkoeffizienten hat, und die nordostdeutschen Flintkoeffizienten hinter den dänischen weit zurückbleiben. Da sich also ein Größerwerden der Flintkoeffizienten von Osten nach Westen ergeben hat, so müssen unsere Flintkoeffizienten, da sie einem noch weiter westlichen Material zukommen, noch etwas höher sein als die dänischen, was in der Tat der Fall ist. Vergleicht man noch die übrigen Prozentzahlen mit den bisher bekannten Werten für die Moräne D, insbesondere mit denen der in nächster Nähe gelegenen dänischen Fundpunkte, so erscheint die Zuordnung zur Frankfurter Phase D hinreichend gerechtfertigt. In Dänemark geht die Moräne D auf einen NO—SW gerichteten Eisstrom zurück, während hier noch eine mehr ost-westliche Richtung, der Baltische Eisstrom, geherrscht hat. In dem Aufschluß der Dünge-mergelgrube in Blocksdorf (Tab. 7, Nr. 61) konnten sehr schöne Stauchungen beobachtet werden, deren Stauchungsachse etwa nordsüdlich verläuft, so daß also das Eis von Osten gestaucht haben muß. Aus der Zählung Nr. 8, Schmalstede, ergeben sich Werte, die gut mit denen für die Moräne C bisher bekanntgegebenen vergleichbar sind. Sämtliche Werte passen auf die in Dänemark gefundenen, auch der Flintkoeffizient stimmt gut mit dem des entsprechenden Horizonts des Brodtener Ufers überein. Demnach wäre die Westensee- und Blumenthalmoräne als äußerste Randlage der Frankfurter Phase aufzufassen, was sich auch mit der Annahme EGGERS' deckt. Also die südlichste Randlage (Äußere Baltische Endmoräne) würde dann lediglich der Brandenburger Phase zukommen. Weiterhin spricht die Zählung für die Annahme des nördlicheren Verlaufes der Blumenthalmoräne über Blumenthal—Spreng zum Eidertal hin, wie er von EGGERS angegeben worden ist, da die Zählung gerade in der Gegend ausgeführt wurde, durch die STRUCK noch die Blumenthalmoräne legte. In den von EGGERS als weniger wichtige Randlagen bezeichneten Höhenzügen bzw. von STRUCK als zur nördlichen bzw. östlichen Staffel der Inneren Baltischen Moräne gehörenden Endmoränenzügen führten wir verschiedene Zählungen aus. Die ermittelten Werte weichen ganz auffallend von denen für die Moräne D gefundenen ab. Insbesondere sind die Prozentzahlen für Kristallin erheblich größer als bei D und ferner sind die für Feuerstein in demselben Maß geringer. Ein Vergleich unserer Zählungen Nr. 1 bis 5 mit den MÜNNICHSCHE Werten zeigt eine sehr gute Uebereinstimmung mit den E-Werten. Die Feststellung MÜNNICHS, daß in der Moräne E von Westen nach Osten eine Abnahme kristalliner und Kreide-Geschiebe und eine Zunahme paläozoischer Kalke vorhanden ist, eine Erscheinung, die darauf hindeutet, daß der überwiegende

Geschiebezählungen

Nummer	Ort	Farbe des Mergels nach Ostwald	Gewicht d. Probe in kg	Zahl d. Geschiebe	Gew. d. Geschiebe in g	Kristallin %	Paläozoische Kalke %	Paläozoische Schiefer %	Sandstein %	Kreide %	Feuerstein %	Kristallin: Sedimente	Kristallin: Paläoz. Kalke	Kristallin: Paläoz. Schiefer	Feuerstein: Kristallin	Unbestimmbar, z. T. Tertiar %	Alter der Moräne	Bemerkungen
1	Hornheimer Riegel (Tab. 7, Nr. 29)	3ge	10	295	370	53,5	10,5	3,1	3,1	12,5	16,3	1,78	5,1	17,55	0,90	1,0	E	Mefischbl. 361
2	Melsdorf (Tab. 7, Nr. 5)	3ge	10	226	345	35,8	18,2	3,6	9,7	11,9	20,8	0,83	1,98	10,13	0,58	—	E	" 361
3	Russee (Tab. 7, Nr. 21)	3ec	10	352	355	41,0	12,2	2,5	4,5	15,4	23,3	1,14	3,35	16,00	0,57	1,1	E	" 361
4	Mielkendorf (Tab. 7, Nr. 38)	3ec	10	319	382	27,3	17,2	3,8	3,1	25,4	23,2	0,55	1,58	7,25	0,85	—	E	" 426
5	Schierensee (Tab. 7, Nr. 52)	3gc	10	475	617	43,1	15,2	3,8	6,1	10,9	19,8	1,16	2,85	11,39	0,46	1,1	E	" 425
6	Scheidekrug (Tab. 7, Nr. 64)	3ec	10	175	165	21,1	16,6	5,1	5,7	16,6	33,2	0,46	1,21	4,11	1,57	1,7	D	" 425
7	Blocksdorf (Tab. 7, Nr. 61)	2ca	10	452	529	16,6	9,3	1,6	4,9	30,5	36,9	0,36	1,79	10,71	2,23	0,2	D	" 425
8	Schmalstede (Tab. 7, Nr. 78)	3gc	14	523	690	46,4	15,1	4,4	3,3	11,8	18,2	1,31	3,08	10,57	0,89	0,8	C	" 496
9	Sirande	3ec	13	517	860	37,7	13,4	2,1	4,8	14,3	26,7	1,12	2,82	17,70	0,71	1,0	E	" 305

Tab. 2.

Teil der paläozoischen Kalkgesteine aus der östlichen Ostsee stammt, bestätigt sich durch unsere Zählungen aufs beste. EGGERS' äußerste Randlage der Pommerschen Phase, die etwa mit dem heutigen Verlaufe der Ostseeküste und Fördenufer im Gebiet der Kieler Förde zusammenfällt, ist also entweder eine unbedeutende Randlage der Pommerschen Phase oder gehört der nächstjüngeren Phase, dem Langelandvorstoß F an. Die Zählung 9 von Strande weist aber eindeutig auf Moräne E hin. EGGERS' äußerste Randlage der Pommerschen Phase ist jedenfalls im Kieler Fördengebiet danach als ein weniger wichtiges Rückzugsstadium der Pommerschen Phase anzusehen.

Das Ergebnis unserer Zählungen wird in Tab. 3 den bisherigen Auffassungen gegenübergestellt.

Die in der Tab. 3 gezeigte Zuordnung paßt sich gut in einen größeren Rahmen ein: Es bestätigt sich die Vermutung WOLDSTEDTS, daß die Brandenburger Phase noch stellenweise unter der Frankfurter herauskommt. EGGERS ordnete die Frankfurter Phase auch schon wie wir der Westensee- und Blumenthalmoräne zu. Wegen der Annahme der Zugehörigkeit sowohl der südlichen bzw. westlichen als auch der nördlichen bzw. östlichen Staffel der Inneren Baltischen Moräne zu einer und derselben Phase mußte er sich jedoch mit der Annahme „weniger wichtiger Randlagen“ behelfen. Morphologisch treten diese Randlagen deutlich hervor: Abb. 1 zeigt einen Blick vom Tamberg nach N auf die beiden nördlichsten Staffeln.

Den Hornheimer Riegel riß EGGERS aus dem Verbande eines einheitlichen Endmoränenzuges heraus, indem er ihm schon die nächst jüngere Phase gegenüber den sich in ihm fortsetzenden Staffeln zuwies. Dieses Herausreißen aus dem Staffelverbande ist nicht gerechtfertigt. In Uebereinstimmung steht hiermit auch die Angabe WETZELS, daß in dem im Untergrunde des Hornheimer Riegels gelegenen „Kieler Massiv“ ein Widerlager bei der Aufstauchung vorhanden war; eben deshalb hebt sich der Hornheimer Riegel so besonders deutlich als Stauchendmoräne hervor. Der Hornheimer Riegel findet direkt in den von EGGERS als weniger wichtig angesehenen Randlagen seine Fortsetzung, wie morphologisch besonders deutlich bei der Staffel 5 zu sehen ist. Den morphologischen Betrachtungen legten wir (nach dem Vorgang von GRIPP und WASMUND; 8, 37) farbig angelegte Höhenschichtenkarten zugrunde. Auf diesen Karten heben sich die auf Abb. 2 gezeichneten Endmoränen deutlich heraus.

Das von Osten bis NO vordringende Eis stauchte die Westenseemoräne auf, die sich nach NW — durch die Emkendorfer Rinne unterbrochen — fortsetzt, und schob dann in einer zweiten Lage die Blumenthalmoräne zusammen. Zwischen diesen beiden Moränen erstreckt sich ein niedriges Gebiet vom Westensee über Deutsch-Nienhof zum Pohlsee. Die Schmelzwässer dürften teils durch die Pohlsee-Brahmsee-Rinne, teils durch die Eiderrinne abgeflossen sein. An die Blumenthal-Moräne wurde während der folgenden Pommerschen Phase die



Abb. 1. Blick vom Tamberg bei Mielkendorf nach N über die morphologisch deutlich hervortretenden Staffeln 5 und 6. Im Vordergrund die Eider.

	Struck	Woldstedt	Eggers	Folgerungen aus unseren Geschiebezählungen
Eisrückzug				
Pommersche Phase E	Bildung der Inneren Baltischen Moräne mindestens ebenso lange wie C + D.	Bildung der Inneren Baltischen Moräne.	Erstreckung etwa bis Horn- heimer Riegel, Fördenrand und zur heutig. Ostseeküste.	Nördl. bezw. östl. Staffeln der Inneren Baltischen Moräne (also auch Horn- heimer Riegel).
Eisrückzug: lang?			Nördl. bezw. östl. Staffel (mehrere Züge) der inneren Baltischen Moräne mit Ausnahme des Hornheimer Riegels weniger wichtige Rückzugsstaffeln.	
Frankfurter Phase D	Nicht länger als E; Bildung der Äußerer Baltischen Moräne	Länger als E; Bildung der Äußerer Baltischen Moräne	Südl. bezw. westl. Staffel (=Hauptstaffel) der Inneren Baltischen Moräne.	Südl. bezw. westl. Staffel (Hauptstaffel) der Inneren Baltischen Moräne.
Eisrückzug: kurz	wahrscheinlich besonders während C.	wahrscheinlich besonders während D.		
Brandenburger Phase C			Äußere Baltische Moräne.	Äußere Baltische Moräne.

Tab. 3.

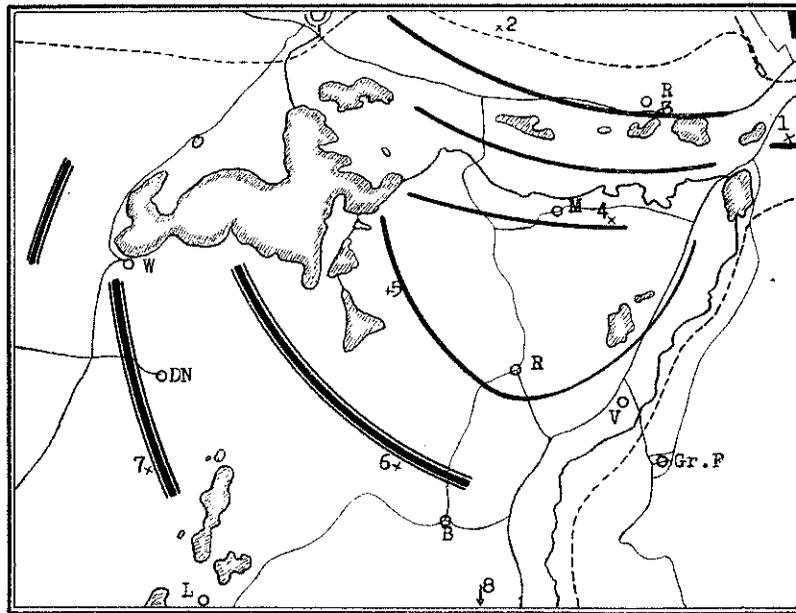


Abb. 2. Schematische Skizze des Verlaufs der Endmoränenstafeln im Westenseegebiet.

Staffel Schulenhof—Molfsee—Voorde—Rumohr — dann nordwestlich umbiegend nördlich am Großen und Kleinen Schierensee zum Westensee verlaufend — dicht angelagert. Die Staffel Schulenhof—Mielkendorf, von WETZEL als dritte Staffel des Hornheimer Riegels vermutet, hebt sich morphologisch klar hervor. In der Kiesgrube Nr. 40 sind in dem frischen Aufschluß der Ostseite — allerdings nicht sehr deutliche — Stauchungen von Norden her erkennbar, und zwar erscheint der grobe Kies in den Geschiebemergel hineingestaucht.

## II. Die Lagerstätten des betrachteten Gebietes.

### A) Kieslagerstätten.

#### 1. Die Verteilung der Kieslagerstätten.

Die große Zahl der in Tab. 7 aufgeführten Aufschlüsse wurde in eine Karte eingetragen (Seite 47). Vergleicht man diese Karte mit der von uns oben beschriebenen Anordnung der Moränenstafeln, so sieht man, daß die Kiesgruben fast nur auf die Endmoränenzüge beschränkt sind, ja letztere treten durch die scharfe Häufung der die Kiesgruben bezeichnenden Punkte prägnant hervor. Nach diesem ist in unserem Gebiet bei dem Aufsuchen neuer Kiesgruben vornehmlich in den Endmoränenstafeln zu schürfen. Wir stimmen in dieser Beziehung mit den Ansichten der Praktiker überein (26). Schon EGGERS gibt an, daß in diesem Gebiet das Material der Endmoräne vorwiegend sandig-kiesig sei. Die Entwässerung ist in unserem Gebiet besonders stark. Die Vorschüttungen der Gletscher wurden immer weitgehend ausgewaschen (Abfluß der Schmelzwässer durch Eiderrinne, Pohlsee-Brahmsee- und Emkendorfer Rinne).

Schmelzwässer flossen, vielleicht vom Westensee über den Kleinen und Großen Schierensee kommend, zwischen der Blumenthalmoräne und der nördlich später sich anlegenden Staffel über den Sprenger Busch und Sprenge in die Eiderrinne ab. Hier haben wir daher eine Blockbestreuung und Blockpackung, die praktisch ausgebeutet wird (Tab. 7, Nr. 69, 70). Entsprechendes scheint bei der Blumenthalmoräne bei Grevenkrug vorzuliegen (Tab. 7, Nr. 77). Die Schmelzwässer stauten sich teilweise vor der Westensee- und Blumenthalmoräne und führten zur Bildung des Westensees, der als Endmoränenstausee (33) anzusehen ist. Besonders fein geschichtete Sande in der Emkendorfer Rinne (Tab. 7, Nr. 44) lassen auf ruhigere Ablagerungen infolge zeitweiser Aufstauung schließen.

Die zeitweilige langsame Entwässerung der nördlichen Staffeln zur Eiderrinne führte dazu, daß auch in der Gegend von Hassee ziemlich feine Schmelzwassersande abgesetzt wurden. Nach der Endmoräne, also in Richtung Russee, nimmt die Feinheit der Sande ab, ihr Lehmgehalt zu.

Mit Voraussagen bezüglich der Einzelheiten der Kieslagerstätten möchten wir vorsichtig sein. Wie wir gesehen haben, lassen sich Gesetzmäßigkeiten in bezug auf die Lage der Aufschlüsse nur im großen angeben. Selbst bei der einzelnen Lagerstätte muß man in der Bewertung der Ausdehnung auf Grund theoretischer Ueberlegungen allein Vorsicht walten lassen. Man muß beachten, was GAGEL (s. bei 32) schreibt: „Die Fülle der natürlichen Erscheinungen läßt sich nicht in ein enges, aus verhältnismäßig geringen Erfahrungen abstrahiertes Schema zwingen, besonders, wenn dieses Schema gleichzeitig zwei ganz

heterogenen Bedürfnissen: Der wissenschaftlichen Erkenntnis und der Darstellung praktisch-wirtschaftlich bedeutungsvoller Ablagerungen dienen soll — es besteht kein naturnotwendiger Zusammenhang zwischen glazialen Randbildungen und den Bedürfnissen des praktischen Lebens in bezug auf Kies- und Steinablagerungen —, diese beiden Objekte können zusammenfallen, brauchen und müssen es aber nicht notwendig, und ein Schema, das beiden Hinsichten genügen soll, muß naturgemäß in vielen Fällen versagen und zu Konflikten führen.“

## 2. Petrographische Untersuchungen an einzelnen Lagerstätten.

In ihrer Bedeutung für die Praxis steht heute die Feststellung der Korngrößen und des Mischungsverhältnisses der einzelnen Körnungen weitaus an erster Stelle. So ist z. B. durch die Untersuchungen von GRAF (7) erwiesen, daß die Korngrößenzusammensetzung des Mörtels und des Betons für deren Festigkeit von größter Bedeutung ist.

Die Einteilung nach den Korngrößen, die heute in der Praxis allgemein üblich ist, zeigt folgende Tabelle:

Rückstand auf dem Sieb	mit mm Lochdurchmesser	—	1	7	30
Durchgang durch das Sieb		2	7	30	70
		Feinsand	Grobsand	Feinkies	Grobkies
		Sand		Kies	
		Kiessand			
Korngröße in mm		0 bis 1	1 bis 7	7 bis 30	30 bis 70

Tab. 4.

Allgemein stellt man folgende Anforderungen an Sand:

Die Sande dürfen nicht aus in Verwitterung begriffenen Gesteinen bestehen, nicht glimmerhaltig sein und keine organischen Verunreinigungen enthalten. Der Gehalt an Abschlämmbarem, d. h. an lehmigen, tonigen, erdigen und ähnlichen Stoffen darf für Mauersande nicht über 3 % und für Putzsande nicht über 1 % betragen. Der Gehalt an Körnung 0,5—1 mm soll etwa 20 % betragen (2).

Sande, die diesen Bedingungen entsprechen, finden sich in den meisten der in Tab. 7 angeführten Aufschlüsse.

Für spezielle Verwendungsarten, z. B. Kalksandsteinfabrikation, Formsand, Glassand, Füllmaterial hinter Betonmauern, Sand als Schottermaterial, Betonkies, stellt man darüber hinaus

im einzelnen noch besondere Anforderungen, die nicht eigens besprochen zu werden brauchen.

Eine Untersuchung von Sand und Kies auf ihre Eignung als Mörtelmaterial, eine Verwendung, die für unser Gebiet von Bedeutung ist, kann sich auf petrographische und einfache chemische Prüfungen beschränken.

Auf Grund zahlreicher Versuche hat GRAF eine Siebregel entwickelt, die heute überall benutzt wird. Hiernach soll das für die Verwendung zu hochwertigen Beton- und Eisenbetonkonstruktionen erforderliche Zuschlagsgemisch von Sand und Kies ungefähr die Zusammensetzung haben, die Abb. 3 zeigt.

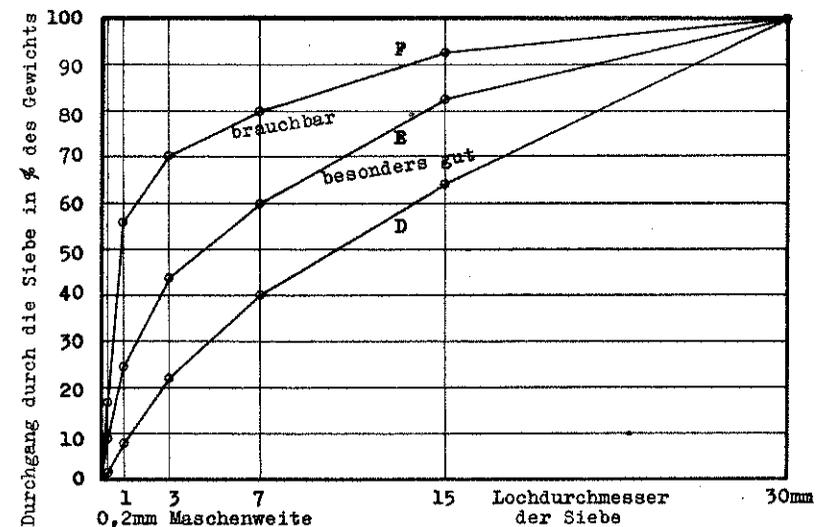


Abb. 3. Siebkurven für gesamte Zuschläge bei Eisenbeton.

Die Körnung des Gemisches aus Sand und Kies oder Splitt soll zwischen den Linien D und F der Abb. 3 liegen.

In der Regel genügt es, den Anteil des Feinsandes und des Grobsandes festzustellen. Der Sand soll mindestens 20 % und höchstens 70 % Feinsand enthalten. Im Gemisch aus Sand und Kies, Splitt oder Steinschlag sollen mindestens 40 % und höchstens 80 % Sand sein (Abb. 3).

Um einige Beispiele für die Zusammensetzung des Kieses der Aufschlüsse unseres Gebietes zu geben, führten wir mehrere Korngrößenanalysen aus (Tab. 5). Abb. 4 und 5 zeigen die Siebkurven für 2 Profile (Tab. 5 und 7, Nr. 21 und Nr. 22). In Abb. 4 z. B. gibt die Kurve I die Zusammensetzung des Liegenden an, II die der darüber liegenden 30 cm mächtigen Schicht, III die des 150 cm mächtigen Hangenden. Beim Abbau werden die drei Schichten natürlich gemischt. Die Korngrößen können in den einzelnen Schichten stark wechseln.

Folgende petrographische Einzelheiten mögen für einige der Fraktionen erwähnt werden. Bei der obersten in Tab. 5 erwähn-

## Korngrößentabelle (Korngrößen in ‰)

Ort	Rückstand auf den Sieben mit Lochdurchmesser in mm					... mit Maschenweite in mm		Bemerkungen
	30 Kies	15	7	3	1	0,2 S a n d	0	
Molfsee Nr. 54.	—	12,4	10,3	15,4	24,0	32,1	5,8	
Molfsee Nr. 55.	—	5,5	8,4	11,9	22,8	42,0	9,4	
Mielkendorf Nr. 38.	—	4,8	8,9	12,4	18,2	46,0	9,7	
Mielkendorf Nr. 40.	—	10,9	12,2	18,2	26,9	28,4	3,4	Westseite der Grube
Mielkendorf Nr. 40.	—	8,1	8,1	13,5	21,7	45,1	3,5	Ostseite der Grube
Russee Nr. 15.	—	5,8	5,4	10,7	26,3	40,8	11,0	
Russee Nr. 25.	—	8,7	10,6	16,4	22,7	35,4	6,2	
Russee Nr. 21.	21,1	9,3	8,2	8,9	19,3	30,2	3,0	Hangende Schicht 150 cm
Russee Nr. 21.	—	0,5	1,6	2,4	5,2	85,3	5,0	Mittlere Schicht 30 cm
Russee Nr. 21.	11,4	10,6	13,9	18,9	17,2	22,5	5,5	Liegende Schicht „rostig“
Russee Nr. 22.	—	0,7	1,9	4,8	17,8	62,0	12,8	Hangende Schicht 30 cm
Russee Nr. 22.	—	3,5	6,3	17,3	35,0	32,7	5,2	Mittlere Schicht 35 cm
Russee Nr. 22.	—	1,0	1,3	11,1	11,6	60,2	14,8	Liegende Schicht 35 cm
Russee Nr. 17.	—	7,0	16,2	18,8	18,4	30,2	9,4	
		> 1mm Lochdurchmesser	1—0,2 mm Maschenweite		0,2—0,088 mm Maschenweite	< 0,088		
Hassee Nr. 27. Kalksandsteinfabrik		0,1	40,0	50,0	9,9			

Tab. 5.

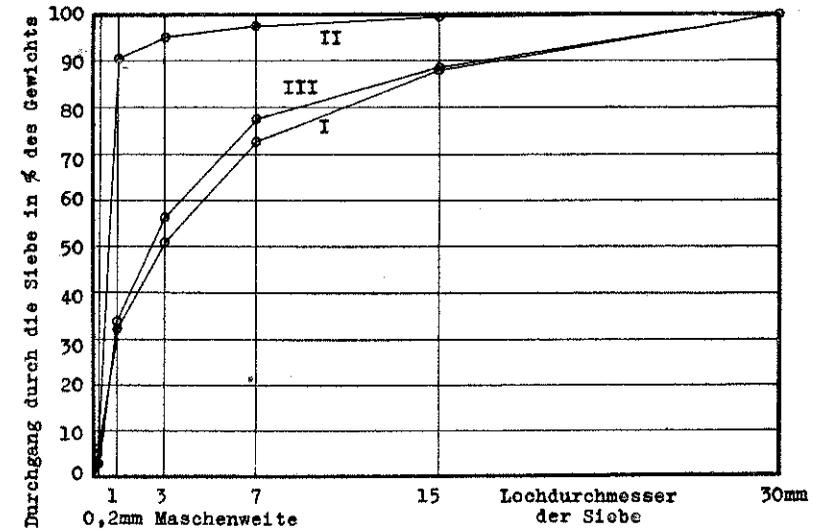


Abb. 4. Siebkurven für die Kiesgrube Nr. 21, Russee. (Profil s. Tab. 5).

ten hangenden Schicht der Kiesgrube Russee Nr. 22 zeigt sich, daß in der 1. Fraktion 36,4 % Kristalline Gesteine, 27,2 % Kalke, 18,2 % Sandsteine und 17,0 % Feuersteine enthalten sind. Isolierte Mineralien treten in größerer Zahl zuerst in der 3. Fraktion (3—7 mm Lochdurchmesser) auf, und zwar 13 % Quarze. In der 4. Fraktion treten neben den Quarzindividuen, deren Zahl auf 42 % gestiegen ist, Feldspate auf (18 %). Dabei ist die Zahl der kristallinen Gesteine auf 15 % zurückgegangen. In der 5. und 6. Fraktion überwiegt der Quarz in hohem Maße mit bis zu über 90 %. In diesen Fraktionen finden sich auch in geringer Zahl Kriställchen von Augit, Hornblende, Magnetit,

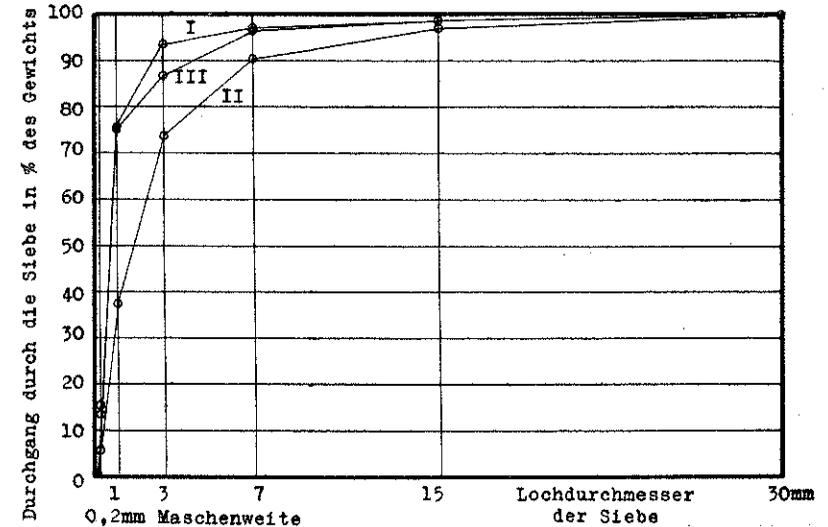


Abb. 5. Siebkurven für die Kiesgrube Nr. 22, Russee. (Profil s. Tab. 5).

Titanit, Zirkon usw. Ein ähnliches Bild zeigen die meisten unserer jungdiluvialen Kiese.

An der Rendsburger Chaussee liegen zwei Kalksandsteinfabriken, die ihr Material aus Gruben unmittelbar neben den Fabrikationsräumen beziehen. Kalksandsteinsande sollen nicht zu grobes Korn haben, 2—3 mm werden als Höchstgrenze angegeben. Eine Korngrößenanalyse des auf große Erstreckung gleichmäßige Körnung aufweisenden Sandes aus dem Aufschluß der Kalksandsteinfabrik (von Möller) an der Rendsburger Chaussee zeigt Tab. 5 (unten).

### 3. Einige Bemerkungen zur Verwendung der Sande und Kiese.

Wie oben schon angedeutet, würde eine eingehende Besprechung der Verwendungsarten an dieser Stelle zu weit führen. Einige Bemerkungen bezüglich der Verwendung der Sande und Kiese als **Betonzuschläge** dürften aber doch am Platze sein, denn diese ist eine der wichtigsten. Das aus dem Anstehenden gewonnene Kiesmaterial ist zunächst für die Verwendung als Zuschlag für hochwertigen Beton noch nicht brauchbar. durch Mischung muß erst ein günstiges Korngrößenverhältnis erreicht werden: die kleinen Korngrößen von 0 bis 1 mm\*) sind zu reichlich, die mittleren von 1 bis 3 und 3 bis 7 mm\*) zu gering und die über 7 mm praktisch überhaupt nicht vertreten. Man muß daher Material anderer Korngrößen zumischen, um die geeignete Zusammensetzung zu erhalten. Man könnte ja auch die zu großen Mengen von 0 bis 1 mm absieben, um dann wiederum nach Zufügen der praktisch fehlenden Korngrößen über 7 mm in Form von Splitt die geeignete Zusammensetzung zu erzielen. Man würde aber dann in der Praxis hierbei einen großen in diesem Maße gar nicht aufzubrauchenden Abraum bekommen. Ueberhaupt wäre dies viel zu umständlich in der Ausführung, weil noch weitere Schwierigkeiten hinzukommen. In unserem Moränengebiet wechseln in einer und derselben Kiesgrube nämlich in ganz geringen Abständen, ja in den Schichten von 1 bis 2 m Mächtigkeit die Korngrößen außerordentlich stark, so daß schon zwei verschiedene Wagenladungen aus derselben Grube grundverschiedene Korngrößenzusammensetzung aufweisen können. Die Praxis muß sich nach der Wirtschaftlichkeit richten. Diese erfordert möglichst wenig Umladungen. Ein Aussieben der im Uebermaß vorhandenen Korngrößen ist unwirtschaftlich. Es muß daher notgedrungen bei fast jeder Wagenladung die Korngrößenzusammensetzung geprüft, und immer die nach den Siebkurven berechnete Menge groben Materials hinzugefügt werden. Dauernd die Korngrößenzusammensetzung zu prüfen, ist natürlich bei großen Bauten sehr zeitraubend. Unsere Siebkurven haben deshalb auch nur eine begrenzte lokale Bedeutung. Die Kornzusammensetzung wechselt so sehr, daß es nicht möglich ist, das Material auch nur einiger weniger Kiesgruben Korngrößenmäßig allgemein zu definieren. In Kreisen der Bauunternehmer

\*) Lochdurchmesser bzw. Maschenweite der Siebe.

werden daher folgende Vorschläge gemacht: Die Kieslieferanten werden verpflichtet, schon in der Grube weitgehende Aushebungen nach Korngrößen vorzunehmen. Dann könnten die Baufirmen sich die einzelnen Korngrößen gesondert kaufen und auch mischen in dem Verhältnis, wie es für den beabsichtigten Zweck notwendig ist. Naturgemäß sträuben sich die Kiesgrubenbesitzer dagegen, weil sie dann zuviel feines Material zurückbehalten, das sie schwer absetzen können, da dieses in so großem Maße für Mauersand, Putzsand usw. nicht verlangt wird. Andererseits sind die Baufirmen gern bereit, einen höheren Preis für wirklich einwandfreien Kies bzw. ganz bestimmte Korngrößen zu zahlen.

Art, Güte und Mächtigkeit können nur durch umfangreiche Schürfungen festgestellt werden. Bohrungen genügen hierzu nicht, auch wenn die Bohrlöcher sehr dicht liegen. Nach den in den Schürflöchern genommenen Einblicken in die Lagerstätte läßt sich dann erst die etwaige Wirtschaftlichkeit des geplanten Unternehmens berechnen. Selbst sorgfältige Schürfungen und Berechnungen schließen nicht jedes Risiko in einem Sand- und Kiesunternehmen aus. Es können immer noch erhebliche Nester nicht abbauwürdigen Materials auftreten, die bei Schürfungen nicht festgestellt werden konnten.

Ueber die abgebauten Mengen in dem behandelten Gebiet gibt Tabelle 7 (Seite 37) Auskunft.

Nun ein kurzes Wort zur Verwertung von **Blockanreicherungen**. Die Blockpackungen, also Anhäufungen von großen Geschieben, finden sich nur in den Endmoränen. GOTTSCHKE gab im Jahre 1897 auf seiner Karte und in seiner Arbeit ein genaues Verzeichnis der bekannten Punkte mit Bestreuung und Blockpackung, von denen heute natürlich schon viele ausgebeutet sind. Eigentliche ungeschichtete Blocklager finden sich in Schleswig-Holstein überhaupt nur vereinzelt und sind selten mehr als 2 m mächtig. Auch führen sie in der Regel nicht derartig große Geschiebe wie in den östlichen Provinzen. Bei der Art der Entstehung solcher Blockpackungen und Kieslager ist es erklärlich, daß sie in ihrer Zusammensetzung und Ausdehnung sehr großen Schwankungen unterworfen sind, so daß bei Beurteilung derartiger Lager große Vorsicht und eingehende Untersuchungen nötig werden.

Die Blockpackungen stellen das einzige einheimische Material an größeren natürlich vorkommenden Steinen dar. Sie werden daher zur Verwendung als Baumaterial gern ausgebeutet. So braucht man die größeren Blöcke für Fundamente von Häusern. Mit den kopfgroßen, unbehauenen Blöcken bepflastert man vielfach die Landwege. Große Mengen der Blöcke, auch die als Lesesteine von den Aeckern gesammelten und an Straßenrändern aufgehäuften, werden zu Straßenschottermaterial und zu Splitt zerschlagen. Man kann aber hierfür nicht alle Gesteine brauchen (19). Die Feuersteine sind wegen ihrer Sprödigkeit für den Wegebau sehr ungeeignet. Stark zersetzte

Gneise, mürbe Kalke und schiefrige Sandsteine sind auch kaum brauchbar. Gut sind die am meisten vorkommenden verschiedenartigen Granite und Porphyre. Die selteneren Diorite und Diabase erschweren wegen ihres dichten und schwer bearbeitbaren Gefüges die Verwendung zu Kleinpflaster und ähnlichen Zwecken. Sie werden daher besser in Steinbrechmaschinen zu Splitt verarbeitet. Große Mengen von Splitt werden schließlich im Betonbau gebraucht, um die ungünstigen Körnungen der Kiese zu verbessern.

Lager größeren Kiesel mit einzelnen größeren Blöcken gibt es auch in der Grundmoränenlandschaft. Häufiger sind Lager von geschichtetem Kies und Sand mit größeren Blöcken, aus denen letztere durch Aussieben von Kies und Sand gewonnen werden.

## B) Tonlagerstätten.

### 1. Allgemeines.

Eigentliche Tonlagerstätten kommen in unserem Gebiet nur wenige vor. Im weitesten Sinne des Wortes wären allerdings auch Geschiebemergel und Geschiebelehm hinzuzurechnen. Davon abgesehen verdienen als bemerkenswerte Vorkommen in unserem Gebiet die beiden folgenden Tonlager besondere Beachtung: Bändertone von Winterbek und Walkerde von Scheidekrug.

### 2. Mineralogisch-petrographische Untersuchungen und Bemerkungen zur Verwendung von

#### a) Geschiebemergel und Geschiebelehm.

Der Geschiebemergel ist das am wenigsten entmischte Primärmaterial, das es gibt: Es fehlt in ihm innerhalb der Skala von den größten Findlingen bis zum feinsten Staub hin keine Korngröße, und auch an mineralischen Gemengteilen ist er sehr reichhaltig. Er ist ein mit Sand, Kies und Gröberem durchsetzter tonig-kalkiger Lehm. Je tonreicher die vom Eise berührten vordiluvialen Schichten waren, um so mehr toniges Material hat auch die Grundmoräne aufgenommen, und um so eher ist sie als Rohstoff für keramische Waren zu verarbeiten. Je mehr tertiäre Sande vom Eise überschritten wurden, desto sandiger ist die Grundmoräne, wie es besonders in Nordwestdeutschland der Fall ist. Da das norddeutsche Inlandeis schon aus Skandinavien viel kalkiges Material mitbrachte und die im Ostseegebiete anstehenden Kreidekalke vielfach in sich aufarbeitete, ist die Grundmoräne ursprünglich stets kalkhaltig. Besonders kalkhaltiger Mergel dient auch heute noch stellenweise als Düngemittel (s. in Tab. 7, Nr. 5 und 61). Der Wert des Geschiebemergels als Ziegelrohmaterial ist herabgesetzt, wenn der Kalk in größeren Körnern vorhanden ist. Daher bevorzugt man seine obersten Lagen, den Geschiebelehm, der durch den Einfluß der Verwitterung entkalkt ist. Meist hebt

sich die verwitterte Geschiebelehmzone gegen den Geschiebemergel als gelbliche bis bräunliche Zone hervor. Die Mächtigkeit der Entkalkungszone wechselt. Sie hängt stark von den jeweiligen klimatischen Verhältnissen ab. Man kann im Jungdiluvium mit 1—3 m rechnen, während im Altdiluvium größere Werte erreicht werden; doch ist sie noch von besonderen örtlichen Verhältnissen abhängig.

Die Bedeutung der Ziegeleien, die Geschiebelehm als Rohmaterial benutzen, ist immer geringer geworden. Die meisten derartigen Ziegeleien haben ihren Betrieb wegen Unwirtschaftlichkeit einstellen müssen. Einmal sind die aus Lehm hergestellten Ziegel nicht so hochwertig wie diejenigen, bei denen marine Tone als Ausgangsmaterial verwendet werden. So wurde eine früher zwischen Ruhleben und Pohlsee gelegene Ziegelei schon 1850 stillgelegt (13). Dann aber nahm seit dem Jahre 1898 die Kalksandsteinherstellung in Deutschland wie im Auslande einen starken Aufschwung und drängte die Ziegelherstellung weitgehend zurück, vor allen Dingen in Norddeutschland, wo das Brennen teuer ist, und das Rohmaterial häufig erst geschlämmt oder mechanisch vorbereitet werden muß.

#### b) Bändertone.

Es kommt vor, daß die Schmelzwässer sich ihren Abfluß zeitweise selbst verschütten. Sie stauen sich dann zwischen dem Eisrand und den Stauchendmoränen zu Teichen und Seen auf, die zuweilen, wenn der Gletscher ein erhebliches Stück zurückgewichen ist, eine ziemliche Größe erreichen können, indem sie das vom Gletscher hinterlassene Zungenbecken ausfüllen. In dem ruhigen Wasser solcher Stauseen setzen sich dann feine Sande und besonders in dem ruhigsten Teil Tone ab. Sie sind das feinste Schlämmprodukt der Grundmoräne. Diese Sande und Tone werden nach der Art ihres Auftretens als Becken- bzw. Talsande und Taltone oder wegen ihrer feinen Bänderung, besonders in den oberen Schichten, als Bändersande und Bändertone bezeichnet. Die Bänderung entstand nach bekannten glazialpetrographischen Ansichten durch einen regelmäßigen Wechsel in den Absatzbedingungen: bei stärkerer Wasserführung, also wohl besonders im Frühjahr und Sommer, hatten die Schmelzwasserzuflüsse größere Transportkraft und brachten mehr sandige Teile mit, während im Winter bei geringerer Wassermenge mehr tonige Teilchen abgelagert wurden. Man kann daher diese Bänder als eine Art Jahresringe ansehen. Die helleren Lagen sind sandiger, die dunkleren toniger. Gerade durch diese Mischung kommt oft die geeignete Beschaffenheit der an und für sich meist ziemlich fetten Tonmergel für die Ziegelherstellung zustande. Unter den Bedingungen ihrer Entstehung war der Faktor der chemischen Verwitterung fast völlig ausgeschaltet. Daher sind sie reines Gesteinsmehl ohne Kolloidgehalt. Kolloidtone sind meist im Meere abgesetzt. Da Kolloide eine leichte Verschiebbarkeit der Teilchen vermitteln, sind kolloidreiche Tone leicht formbar, schwinden aber beim Bren-

nen sehr und sind daher ohne weiteres für die Ziegelherstellung nicht so geeignet wie die periglazialen Bändertone. Letztere stellen daher neben Meerestonen ein wertvolles Ziegelmaterial dar.

Es schien uns zweckmäßig, die Mineralführung des Winterbeker Bändertons einer röntgenographischen Untersuchung zu unterwerfen. Gearbeitet wurde mit der Debye-Scherrer-Methode. Die Aufnahmen wurden an ungeschlämtem Ton dieses Vorkommens, einmal aus den hellen, einmal aus den dunklen Lagen, gemacht. Hinsichtlich des Linienablaufs stimmen beide Aufnahmen vollkommen überein. Der größte Teil der sehr zahlreichen Linien des Diagramms läßt sich auf Kalkspat,  $\beta$ -Christobalit, Feldspat und wahrscheinlich auch Quarz beziehen. Wie weit sich an der Zusammensetzung eigentliche Tonminerale beteiligen, könnte erst nach gesonderter röntgenographischer Behandlung der einzelnen Schlämfraktionen entschieden werden. Die Dinge auf diesem durchaus gangbaren Wege weiter zu verfolgen, hätte den Rahmen der vorliegenden Arbeit überschritten. Aber schon die Röntgenuntersuchung des ungeschlämten Materials läßt Schlüsse zu, die über die mit Hilfe anderer Methoden (38) gemachten Beobachtungen hinausgehen. Bekanntlich kann man in Röntgenaufnahmen (Pulverdiagrammen) auch Korngrößenvergleiche anstellen. Es zeigt sich nun, daß in den helleren Lagen des Bändertons eine einheitlichere Korngröße herrschend ist; nur der Christobalit erscheint ein wenig gröber als der Kalzit. In den dunkleren Lagen entfernen sich die Korngrößen von der mittleren Gleichmäßigkeit einerseits nach kleinerem, andererseits nach größerem Korn hin. Z. B. tritt der erwähnte Unterschied zwischen Christobalit und Kalzit jetzt viel stärker hervor, auch bei den anderen beteiligten Mineralien sind Korngrößenverschiebungen vorhanden.

Der Bändertone des Hornheimer Riegels wird schon seit vielen Jahrzehnten westlich der Hamburger Chaussee abgebaut und auch heute noch in der Winterbeker Ziegelei zur Ziegelherstellung verwendet.

Beim Erhitzen erhält man in der ersten Brandstufe bei Anwesenheit von Eisenoxyd rote Ziegel, in der zweiten infolge chemischer Vereinigung des Eisens mit Silikaten helle. Brandstufe 4 liefert dann die bekannten harten gelben Ziegel.

### c) Walkerde.

Bei Scheidekrug kommt eine Tonscholle eozänen (?) Alters vor (43, 39). Es handelt sich um einen braunroten Ton, der noch bis etwa 1921 nach Neumünster gefahren wurde und in den dortigen Tuchfabriken als Walkerde diente. Heute findet kein Abbau mehr statt, obwohl noch große Mengen des Materials vorhanden sind.

Walkerde besitzt in hohem Maße die Fähigkeit, Fette aufzusaugen und basische Farbstoffe aus deren Lösung zu adsorbieren, eine Eigenschaft, die auf der kolloiden Natur dieser Erde beruht. Die chemische Zusammensetzung hat wohl höchstens

einen sehr geringen Einfluß auf die angeführte Fähigkeit. Die Walkerde wird als Umwandlungsprodukt von hornblende- und augithaltigen Gesteinen, namentlich von Gabbro, Diorit, Diabas und Basalt angesehen (3).

Ursprünglich diente die Walkerde hauptsächlich zum Walken von Geweben. Diese Verwendungsart hat aber heute kaum noch Bedeutung, da man jetzt meist andere rationellere Methoden anwendet. In beschränktem Maße findet sie noch hier und da Verwendung zum Entfetten von Fellen. Die heutige Bedeutung der Walkerde beruht auf der schon erwähnten Fähigkeit, basische Farbstoffe aus wässrigen und öligen Lösungen zu adsorbieren. Demgemäß wird sie jetzt vorwiegend zur Herstellung von Pigmenten für den Tapetendruck und besonders zum Klären und Bleichen von Erdöl und Speiseölen, Fetten und Wachsen verwendet (z. B. in den Harburger Margarinewerken).

Als „Bleichton“ — zum Reinigen von Oel — findet ein anderer alttertiärer Ton Schleswig-Holsteins, der von WASMUND (36) genauer untersuchte und von ihm ins untere Mittelpaleozän, von WETZEL (39) ins Eozän gestellte Tarras, der bei der Großenbroder Fähre am Fehmarnsund abgebaut wird und außer in Fehmarn auch im Untergrund von Kiel, sowie in ganz Wagrien bei Bohrungen hier und da angetroffen wird, seit 1929 Verwendung. Eine größere Scholle des Tarras war vor einiger Zeit in Voßbrook aufgeschlossen.

Die nähere mineralogische Untersuchung der Walkerde von Scheidekrug, wie der Tone überhaupt, würde bei Anwendung optischer Methoden infolge der erdigen und feinkristallinen Ausbildung des Materials große Schwierigkeiten bieten. Bei unter  $2\mu$  liegenden Korngrößen ist keine optische Methode zur Identifizierung der Tonminerale mehr anwendbar. Deshalb wurde zur Untersuchung der kristallinen Bestandteile die röntgenographische Methode, und zwar die Debye-Scherrer-Methode, benutzt. Da die in den Tönen auftretenden Mineralien niedrig symmetrisch sind, sind ihre Röntgendiagramme reich an Linien. Außerdem treten eine Reihe von Verbindungen auf, die strukturell nahe verwandt sind, und deren Pulverdiagramme daher eine große Ähnlichkeit zeigen. Ferner kann eine Linienverbreiterung auftreten, nämlich dann, wenn die Kristalle in dem Gemenge kleiner sind als etwa  $50 \mu\mu$ . Hierbei wird auch aus bekannten Gründen die diffuse Strahlung zunehmen.

Es wurden Aufnahmen von der Walkerde von Scheidekrug und zum Vergleich Aufnahmen von dem nach WETZEL (39) mit der Walkerde sehr verwandten schon erwähnten Tarras von Fehmarn hergestellt. Beide Tone wurden zunächst im Kühnschen Schlämmsylinder geschlämmt. Hierbei zeigte sich schon qualitativ, daß die Walkerde sehr viel reicher an feinsten Teilchen ist als der Tarras. Aus den Abschlammungen (je viermal 10 min. und einmal 5 min.) wurden nach dem Abfiltrieren und Trocknen bei Zimmertemperatur durch Pressen 1,2 mm dicker

zylindrischer Stäbchen in einer Messingform Pulverpräparate hergestellt. Bei der Aufnahme wurde mit Cu-K-Strahlung gearbeitet; die Durchmesser der verwendeten Kameras waren 76,2, 74,36 und 114,46 mm. Bei der Auswertung der Diagramme wurden zunächst die Standardaufnahmen der wichtigsten Tonminerale von NAGELSCHMIDT (22) herangezogen. Da durch

I Walkerde von Scheidekrug		II Tarras von Fehmarn		III Montmorillonit von Unterrupsroth	
d <sub>hkl</sub>	Int.	d <sub>hkl</sub>	Int.	d <sub>hkl</sub>	Int.
?		?		?	
4,20	s. sch.	4,15	s. sch.	4,28	m.
4,06	s. sch.	3,95	s. sch.		
3,18	m.	3,16	st.		
2,76	s. sch.	2,82	s. sch.	2,94	sch.
2,46	m.	2,47	m.	2,49	st.
2,37	s. sch.	2,37	s. sch.		
2,20	s. sch.	2,19	s. sch.		
2,07	sch.	2,06	s. sch.		
1,93	sch.	1,93	sch.		
1,85	s. sch.	1,84	sch.		
1,70	s. sch.				
1,62	m.	1,62	m.	1,66	m.
1,512	st.	1,512	m.		
1,466	s. st.	1,474	s. st.	1,483	s. st.
		1,426	sch.		
1,405	s. sch.	1,396	s. sch.		
1,353	st.	1,354	st.		
1,321	s. sch.	1,323	sch.		
1,273	m.	1,277	st.	1,283	st.
1,238	m.	1,238	st.	1,239	st.
1,211	s. sch.	1,220	s. sch.		
1,184	m.	1,184	m.		
1,170	m.	1,167	m.		
1,140	s. sch.	1,139	s. sch.		
1,108	s. sch.	1,108	s. sch.	1,116	s. sch.
1,073	m.	1,068	sch.		
1,055	s. sch.	1,055	s. sch.		
1,038	sch.	1,042	sch.		
1,008	sch.	1,007	sch.	1,019	s. sch.
0,984	sch.	0,983	sch.		
		0,968	s. sch.	0,971	sch.
0,957	sch.	0,955	s. sch.		
0,913	sch.	0,912	sch.		
0,899	sch.	0,896	s. sch.		
0,885	s. sch.	0,873	sch.	0,863	sch.
		0,852	s. sch.	0,848	sch.
0,818	s. sch.	0,809	sch.		

? = Eine wahrscheinlich vorhandene Linie ist wegen der Schwärzung des Primärflecks nicht eindeutig feststellbar.

Tab. 6.

Beim Ausmessen der Debye-Photogramme und dem Schätzen der Intensitäten kann es vorkommen, daß bei Pulvergemischen die subjektiven Ablesefehler (ungenaueres Einstellen auf Intensitätsmaximum usw.) stärker in Erscheinung treten als bei der Auswertung des linienärmeren Photogramms der Vergleichssubstanz. Nimmt man noch mögliche Unterschiede in Korngröße und Kornform hinzu, so werden die geringfügigen Abweichungen der Montmorillonitlinien in I und II gegenüber III verständlich.

Vergleich mit letzteren jedoch keine volle Klarheit erzielt werden konnte, sahen wir uns veranlaßt, zur Ergänzung selbst einige Röntgenaufnahmen von Tonmineralien herzustellen. Hierfür stand uns geeignetes Material aus der Sammlung des Mineralogisch-Petrographischen Instituts der Universität Kiel zur Verfügung. Es zeigte sich, daß sowohl bei der Walkerde von Scheidekrug als auch beim Tarras der Hauptbestandteil Montmorillonit ist. Wie Tab. 6 zeigt, stimmen die Diagramme beider Tone fast vollkommen überein, auch in den Linien, die von Beimengungen herrühren. Als Vergleichsmaterial wurde für Montmorillonit das Vorkommen von Unterrupsroth (Rhön) gewählt. Dort tritt das Mineral in Form von Adern und als Ausfüllung mandelartiger Hohlräume in Phonolit auf (vgl. HEIDE 12). Das Mineral war gelegentlich einer Exkursion von Herrn Prof. Dr. J. LEONHARDT gesammelt worden und lag in analysenreiner Form (lufttrocken, für chemische Untersuchungen vorbereitet) in großer Menge vor. Wegen der schon erwähnten unterschiedlichen Angaben im Linienablauf beim Montmorillonit, sowie der hohen Bedeutung, die dem Montmorillonit für Tonuntersuchungen zukommt, erscheint ein etwas näheres Eingehen auf unsere diesbezüglichen Beobachtungen gerechtfertigt. Das ist auch der Grund, weshalb wir in Tab. 6 nur die am reinen Montmorillonit gemachten Beobachtungen den Mineralgemischen der Walkerde von Scheidekrug und des Fehmarn-tarras gegenübergestellt und auf Wiedergabe der SiO<sub>2</sub>-Diagramme von  $\beta$ -Christobalit und  $\beta$ -Quarz verzichtet haben. Diese letzten beiden Mineralkomponenten sind in unseren beiden Tönen mit Sicherheit röntgenographisch erkannt. Da über ihren Linienablauf in der Pulveraufnahme keine Meinungsverschiedenheiten bestehen, genügt wohl der kurze Hinweis, daß in Tab. 6 der Rest von Linien, der nach Absonderung des Montmorillonitdiagramms verbleibt, auf die erwähnten beiden SiO<sub>2</sub>-Komponenten zu verteilen ist.

Bezüglich des Pulverdiagramms von Montmorillonit möchten wir folgendes anführen: Unser Montmorillonitdiagramm stimmt mit dem von anderen Autoren, z. B. dem von KERR (16) beobachteten, überein; es stimmt aber sehr schlecht überein mit dem von NAGELSCHMIDT (22, S. 133, Tab. VI) gerade für das Vorkommen von Unterrupsroth, das uns ja als Standardmaterial dient, angegebenen. Wenn auch gerade bei Montmorillonit noch nicht völlig übersehbare Schwankungen des Röntgenbildes vorliegen, so sind doch bei NAGELSCHMIDT verhältnismäßig viele überschüssige Linien vorhanden, die auf beigemengtes Fremdmaterial deuten könnten. Diese Vermutung gewinnt durch die Tatsache an Wahrscheinlichkeit, daß fast sämtliche Linien im Diagramm NAGELSCHMIDTS, die in unserem Montmorillonitdiagramm nicht auftreten, auf Kalkspat hinweisen, dessen Anwesenheit auch ohne weiteres erklärlich ist, da dieser in Unterrupsroth mit Montmorillonit vergesellschaftet ist. Die Interferenz bei 3,03 Å ist von NAGELSCHMIDT als sehr stark angegeben, während sie in unserem Diagramm überhaupt nicht

auftritt. Diese Linie ist mit großer Wahrscheinlichkeit als die Interferenz des Kalkspatrhomboiders  $r(20\bar{2}2) = (200)$  anzusehen. Als Kaolinlinie (3, . . Å) wird sie nicht angesprochen werden können, da diese von sämtlichen Autoren als sehr schwach bezeichnet ist. Wie erwähnt, zeigen unsere d-Werte eine gute Uebereinstimmung mit denen von KERR. Auch die beiden schon bei KERR angeführten Linien ( $d = 1,116$  bzw.  $1,019$  Å), die NAGELSCHMIDT in seiner Zusammenstellung aus unbekanntem Gründen ausläßt, treten in unserem Diagramm auf. Von den beiden von uns noch beobachteten d-Werten ( $0,863$  und  $0,848$  Å) ist der erstere schon bei HOFMANN, ENDELL und WILM (14) zu finden. Im Gebiet großer Glanzwinkel finden wir statt der beiden KERRSCHEN Werte  $4,05$  und  $4,49$  nur eine Linie bei  $4,28$  Å. Hierin befinden wir uns gerade bezüglich des Vorkommens von Unterrupsroth in Uebereinstimmung mit HEIDE (12), auch mit NAGELSCHMIDT und schließlich auch mit HOFMANN, ENDELL, WILM.

Daß andere Tonminerale nicht zu beobachten sind, steht in Uebereinstimmung mit bekannten Vorstellungen über die paragenetischen Verhältnisse von Nakrit und Dickit (ROSS und KERR 25, NOLL 23). Halloysit, der sich nach MEHMEL (18) über  $50^\circ$  in Metahalloysit umwandelt, ist nicht beobachtet.

Montmorillonit ist als Gemengteil von Bentoniten und Fullererden schon verschiedentlich nachgewiesen (14, 15). Die Pulveraufnahme des allerfeinsten Schlammprodukts der Walkerde, das sich erst nach ca. 6 Wochen abgesetzt hatte, zeigt fast nur sehr schwache verwaschene Montmorillonitlinien; es ist offenbar noch viel feine und kolloidale Substanz, die röntgenographisch nicht erfaßbar und auf Montmorillonit zu beziehen ist, in der Walkerde enthalten.

Die untersuchte Walkerde und der Tarras ähneln sich in ihrer petrographischen Beschaffenheit so sehr, daß anzunehmen ist, es handle sich bei beiden Vorkommen um dieselbe Ablagerung.

Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß die Aehnlichkeit der beiden Tone von Scheidekrug und Fehmarn sich auch auf das Bleich- und Klärvermögen erstreckt. Deshalb könnte ein Versuch zur Feststellung der Eignung der Walkerde als Bleichton Erfolg versprechen. Auch wäre die Verwendungsmöglichkeit der Walkerde für Farbenfabriken, die gemahlene Tone z. B. als Füllmasse gebrauchen und z. T. sogar aus dem Auslande einführen, in Erwägung zu ziehen.

### III. Uebersicht über die Kies- und Tongruben.

Nach dem Stande vom Februar 1936.

Tab. 7.

Nr.	Lage	In Betrieb seit	Jährlich gewonnene Menge des Materials	Verwendung des Materials	Bemerkungen
1	Ranzel, Krähenholz	1924	50—100 cbm	Kies für Wegebau	Lehm 1,5 m, Kies mit Geröllen, ungeschichtet 2 m, feiner gesch. Kies und Sand
2	Ranzel, Buschberg	1920	2000 cbm	Wegebau (Kies und Steine)	Lehm 1,5 m, lehmiger ungeschichteter Kies mit großen Geröllen. Stellenweise Blockpackung
3	Schönwohld, Kiesschacht	1902	Wird sehr wenig ausgebeutet	Wegekies und Mauersand	Horizontal geschichtete Kiese und grobe Sande
4	Melsdorf, Karkkamp			Wurde früher zur Herstellung von Lehmziehlen benutzt	Die Lehmgrube (Geschiebelehm) ist ausgebeutet
5	Melsdorf			Düngemergel	Wird nicht mehr ausgebeutet. Z. T. sandiger Geschiebemergel
6	Schönwohld, am Sehberg	1902		Nur alte Kieswaschrückstände werden als Mauersand verwendet	Stellenweise Blockpackung. Ziemlich zugewachsen
7	Schwartenbock		Wie 3	Betonkies, Wegebau	Geschiebelehm mit sehr großen Blöcken, ungeschichteter Kies mit Geschieben, teilweise Blockpackung
8	Schwartenbock		Wie 3	Jetzt nur Mauersand, früher auch Wegebauaterial	Fast ausgebeutet. Nur noch Sand aufgeschlossen
9	Wiltshap	Etwa 1924	Wie 3	Straßenbau	Lehmiger Kies 1 m, ungeschichteter Kies mit vielen großen Geschieben
10	Ziegelei Schiefe Horn.Tongrube				Die Ziegelei besteht nicht mehr. Geschiebelehm, scheint noch nicht ganz ausgebeutet zu sein
11	Russee, am Bahnhof	Etwa 1924	Tägl. 150 cbm	Mauersand	Grober ungeschichteter Sand
12	Am Friedhof Russee	1933		Betonkies, Mauersand	Fast ausgebeutet

Nr.	Lage	In Betrieb seit	Jährlich gewonnene Menge des Materials	Verwendung des Materials	Bemerkungen	
13	Am Brahmberg	1933	Täglich 150 cbm	Betonkies, Mauersand	Geschichteter Kiessand 8 m, sandige Tonbank 0,5 m. Kiessand. Wenig Gerölle	
14	Am Ihlkater Weg	1933		Wie 13	Abbau ruht zur Zeit. Weitgehend ausgebeutet. Teilweise Geschiebelehmdecke	
15	Westl. von 14	1933		Wie 13	Geschichteter Kiessand mit wenig Geröllen. Korngrößen Tab. 5	
16	Westl. von 15	1933		Wie 13	Mittelgrober geschichteter Kies. Tonbank wie in 13	
17	Westl. von 16	1933		Betonkies, Mauersand, Straßenbau	Sehr wechselndes Material. Sande und Kiese. Geschichtet. Stellenweise Tonbank wie 13. Korngrößen Tab. 5	
18	Unmittelbar süd-westl. von 17			z. T. Betonkies	Wie 17	
19	Am Weg Russee-Bahnhof, Russee	1936		Straßenbau	Undeutlich geschichteter lehmiger feiner Kies	
20	Am Hintere Russee	1935		Mauersand, Straßenbau	Geschichtete Sande und Kiese. Kreuzschichtung	
21	Ander Dorfstraße Russee nördl. Höhe 27			Bauten und Straßenbau	Grober Sand 4,5 m. Geschiebemergel 2,50—1,50 m. Korngrößen Tab. 5	
22	Westl. Grube am Vorderen Russee	1934		Mauersand, Betondeckenkies	Wie 20. Korngrößen und Profil. Tab. 5	
23	Oestl. Grube am Vorderen Russee	1934		Wie 22	Wie 20. Korngrößen und Profil. Tab. 5	
24	Dorfstraße am Vorderen Russee			Wenig	Mauersand	Geschichtete Sande 5 m. Geschiebemergel
25	Dorfstraße am Vorderen Russee	etwa 1906		Wenig	Für Bauten und Straßen	Geschichtete Lagen (z. T. lehmig) von Sand 10 m, Schicht mit vielen Geröllen 0,10 m, Geschiebelehm und Mergel

Nr.	Lage	In Betrieb seit	Jährlich gewonnene Menge des Materials	Verwendung des Materials	Bemerkungen
26	Dorfstraße am Vorderen Russee	etwa 1924	Wie 25	Wie 25	Fast ausgebeutet
27	Kalksandsteinfabrik von Möller, Hassee			Kalksandsteinfabrikation	Geschichtete feine Sande. Körnungen s. Tab. 5
28	Ziegelei Winterbek			Ziegelsteinfabrikation	Bändertone
29	Tonberg Hornheimer Riegel				Aufschluß 2c in Lit. (38) Geschiebelehm u. Mergel, Kies. Anscheinend kein Abbau mehr
30	Bossee, am Weg Brux-Trent-rade			Wegebau	Ackererde. Geschiebelehm 0,80 m. Grober Kies mit viel Geröllen, zum Liegenden feiner werdend. Geschichteter Sand
31	Bossee, am Wege Bossee-Schön-hagen	kürzlich wieder aufgemacht		Für Bauten und Wege	Feiner Kies und Sand mit feinen Toneinlagerungen. An einer Stelle Blockpackung geringer Ausdehnung
32	Marutendorf	sehr alter Aufschluß		Mauersand, Wegebau	
33	Am Wege Annenhof-Hohenhude	1882	250 Fuder	Für Bauten und Straßen	Sand und Kies. Undeutl. Schichtung
34	Steinfurth, Dorfstraße				Kein Abbau
35	Steinfurth, Moorkamp				Kein Abbau
36	Steinfurth, am Wege nach Schön-wold	1878	360 Fuder	Für Bauten und Straßen	
37	Blockshagen				Kein Abbau
38	Mielkendorf, Dorfstraße	1935	ca. 2000 cbm	Betonkies, Mauersand, Wegebau	Geschiebelehm 1,5 m. Geschiebemergel 1,5 m. Grober Sand und Kies 2,5 m. Geschichteter feiner Sand. Korngr. s. Tab. 5
39	Mielkendorf, Dorfstraße			Wegebau	Nicht im Abbau. Geschiebemergeldecke. Lehmiger Kies

Nr.	Lage	In Betrieb seit	Jährlich gewonnene Menge des Materials	Verwendung des Materials	Bemerkungen
40	Mielkendorf, Osterfeld	1933	1935: 3000 cbm	Wegebau	Geschiebemergel 0,60—1,40 m, anscheinend gestaucht. Stauchungsachse OW. Grober und feiner Kies und Sand mit Kreuzschichtung. Lehmiger Kies u. Sand. Korngr. s. Tab. 5
41	Mielkendorf, Osterfeld				Größtenteils zugewachsen
42	Schulenhof				Anlage von Fischteichen in alter ausgebeuteter Tongrube. (Geschiebelehm)
43	Städtische Kiesgrube Buschberg			Für Bauten und Straßenschotter	Geschichtete Sande und Kiese mit vielen Geröllen
44	Am Wege Westensee n. Bossee		Wenig	Mauer- und Putzsand. Gelegentl. Stubensand	Sehr feine horizontal geschichtete Sande
45	Westensee			Wegebau	Sandiger Lehm 0,60 m. Ungeschicht. feiner Sand 0,8 m. Grober Kies mit Geröllen (ca. 0,20 m)
46	Westensee, Annenthal Höhe 67,4	Sehr langer Zeit		Wegebau, Straßenschotter	Sehr grober lehmiger Kies mit vielen Geschieben
47	Wrohe		Wenig	Bausand und Wegebau	Ungeschichteter grober Kies mit zahlreichen Geschieben
48	Wrohe, am Wege nach Hohenhude	1896	80 Fuder	Wie 47	Ziemlich zugewachsen
49	Wrohe, am Wege nach Schierensee	1890	120 Fuder	Wie 47	Geschiebelehm mit Blöcken 1 m. Heller Kies und Sand mit Geröllen 2,5 m
50	Lustiger Bruder		Wenig	Düngemergel	Aufschluß fast ganz zugewachsen. Geschiebemergel mit großen Blöcken
51	Westensören, im Gehege Bollhusen				Sehr gutes Steinmaterial

Nr.	Lage	In Betrieb seit	Jährlich gewonnene Menge des Materials	Verwendung des Materials	Bemerkungen
52	Am Gr. Schierensee	1908			Nicht mehr in Betrieb, da das Material zu lehmig. Sehr wirre Lagerung von gestauchtem Geschiebelehm und Sanden. Teilweise Blockpakung
53	Molfsee, am Wulfsbergweg	1933	500 cbm	Wegebau	Weitgehend zugewachsen. Ziemlich grobes Material
54	Molfsee Hamb. Chaussee	1935	2000 cbm	Bausand und besonders Betonkies	Moderner Abbau Korngr. s. Tab. 5
55	Molfsee, am Rammsee	1934	3000 cbm	Wie 55	Feiner und grober Kies. Korngr. s. Tab. 5
56	Deutsch Nienhof, Krähenberg	Alte Grube	Wenig	Wegebau	Lehmige ungeschichtete Sande und Kies, z. T. mit Blöcken
57	Östl. Chaus. Westensee-Gr. Vollst.	Alte Grube	Wenig		Feiner Kies mit teilweise groben Geröllen. Sand
58	Deutsch Nienhof	Alte Grube	Wenig	Mauersand	Geschiebelehm bis 1,5 m, Sand. Wenige größere Geschiebe
59	Rumohr	1900	300—400 Fuder	Mauersand, Wegebau	Guter Kies
60	Voorde, nahe Hamb. Chaussee				Sehr grober Kies mit großen Blöcken
61	Blocksdorf, nordöstl. v. Blocksberg			Düngemergel	Sehr kalkreicher Geschiebemergel mit Stauchungen. Ungeschichteter Kies u. Sand mit groben Geröllen 4 m, stark sandiger Lehm 0,15—0,60 m, brauner sandiger Lehm 0,10 m (gestaucht), sandiger Lehm 0,65—1,00 m, unverwitterter Geschiebemergel 0,60 m, Schmelzwassersand
62	Blocksdorf, südl. vom Dorf			Mauersand, Wegebau	Schicht mit kleineren Geröllen, horizontal geschichtete feinere Sande m. dünnen Lehmabändern
63	Enkendorf, am Pohlsee			Wie 63	Geschiebelehm 0,20 m, horizontal gesch. Kiese mit großen Geröllen

Nr.	Lage	In Betrieb seit	Jährlich gewonnene Menge des Materials	Verwendung des Materials	Bemerkungen
64	Scheidekrug		Wenig	Düngemergel	Geschiebemergel
65	Scheidekrug			Bis vor etwa 50 Jahren Ziegelei. Bis 1921 Walkerde	Geschiebelehm (Ziegelei). Außerdem alltertiäre braunrote Tonscholle, östlich mehr graublau. (Walkerde)
66	Blumenthal am Weg Bl.-Scheidekrug	1925	500 cbm	Wegebau	Ziemlich zugewachsen
67	Blumenthal nordwestl. vom Dorf. westl. Aufschluß	1904	1000 cbm	Für Bauten und Straßen	
68	dgl., östl. Aufschluß				Blockpackung
69	Sprengung im Busch				Mehrere Schürfungen. Blockbestreuung und große Blockpackungen. Von der Hamburger Chaussee bis hier Abbau geplant
70	Sprengung am Weg zum Busch	Sommer 1954 Wiederaufn. d. Abb.		Straßenschotter, Splitt	Ausgedehnte Blockpackungen. Verarbeitung mit Steinbrechmaschine
71	Sprengung b. Rothenhahn	1925	1000 cbm	Wegebau, Mauersand	Lagen von grobem und feinem Sand
72	Langwedel, b. d. Wassermühle	ca. 1950		Mauersand	Wie 71
73	Langwedel	1925	200 cbm	Wegebau	Grober Kies, teilweise Blockpackung
74	dgl. östl. Grube	1900			Reich an groß. Blöcken
75	Grevenkrug, a. d. Hamb. Chaussee	ca. 1915	Wenig	Wegebau	Ziemlich zugewachsen
76	dgl., östl. der Hamb. Chaussee	ca. 1915	Wenig	Wegebau	
77	Grevenkrug			Wegebau (Splitt)	Lehmiger Sand 1 m, grober Kies 0,50 m. Sehr viele große Blöcke. In der Nähe Blockbestreuung

Nr.	Lage	In Betrieb seit	Jährlich gewonnene Menge des Materials	Verwendung des Materials	Bemerkungen
78	Schmalstede		Wenig	Zum Aufsetzen von Oefen, Lehmziegen	Geschiebelehm. Geschiebemergel
79	dgl., nord-östl. v. Dorf, westl. Grube	1913		Wegebau	Sehr grober lehmiger Kies mit groß. Blöcken
80	dgl. mittlere Grube	1913		Wegebau, Mauersand	Wie 79
81	dgl., östl. Grube	1913	Wenig	Mauersand, Wegebau	Wie 79
82	Schmalstede, südl. vom Dorf		Wenig	Mauersand	Grober ungesch. Sand

Eine rohe Ueberschlagsschätzung der jährlich gewonnenen Baustoffmenge an Sand und Kies auf Grund vorliegender Tabelle führt auf mindestens ca. 65 000 cbm. Der Wert läßt sich wegen der unterschiedlichen Güte der abgebauten Massen nur ungenau, ca. um 100 000 RM. jährlich, angeben. Doch zeigen diese kurzen Angaben schon, was für eine große wirtschaftliche Bedeutung den Lagerstätten zukommt, zumal wenn man die verhältnismäßige Kleinheit des betrachteten Gebietes bedenkt.

Für das rege Interesse, stete Anregungen und Hilfsbereitschaft bei der Durchführung dieser Arbeit möchten wir unserem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. J. Leonhardt, auch an dieser Stelle unseren Dank sagen.

## Zusammenfassung.

Zur Feststellung der geologischen Position der Kies- und Tonlagerstätten zwischen Westensee und Eider sollen die Endmoränen aufgesucht und stratigraphisch eingeordnet werden. Nach einer Darstellung der bisherigen voneinander abweichenden Anschauungen über Verlauf und Stratigraphie der Moränenstaffeln in dem betrachteten Gebiet wird besonders auf Grund von Geschiebezählungen, die nach der Methode der Dänischen Geologischen Landesanstalt ausgeführt wurden, eine neue Einteilung und Zuordnung zu den Phasen der letzten Vereisung gegeben.

Einige Kiesvorkommen werden petrographisch untersucht, insbesondere auf ihre Eignung als hochwertiges Betonmaterial geprüft (Siebkurven nach GRAF).

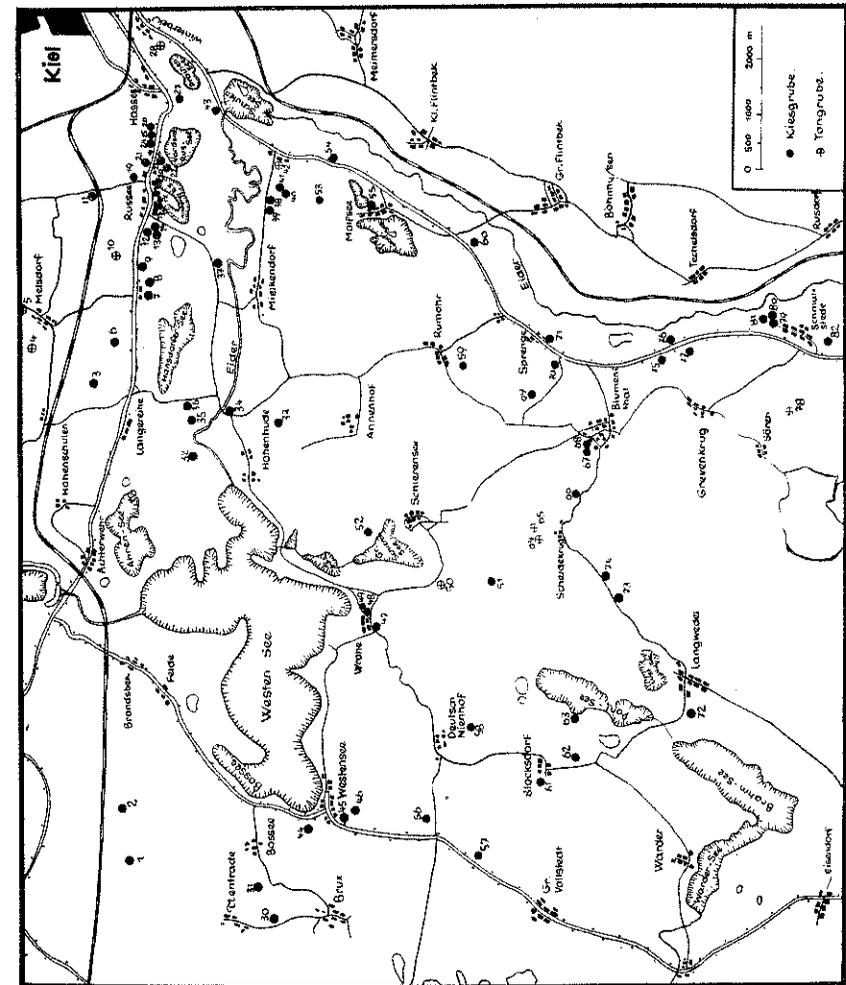
Nach Bemerkungen über Geschiebemergel, Geschiebelehm und ihre Verwendung wird eine röntgenographische Untersuchung zweier Tonvorkommen (Bänderton und Walkerde) mitgeteilt. Es wurden vergleichsweise Röntgenaufnahmen von Montmorillonit (Unterrupsroth) und von Tarras (Fehmarn) gemacht. Auf die Verwendungsmöglichkeit der Walkerde wird hingewiesen.

In Tabelle 7 (S. 37) werden Daten über den Abbau sowie Bemerkungen über das aufgeschlossene Profil jedes einzelnen der praktisch genutzten Aufschlüsse des betrachteten Gebiets zusammengestellt. Hieran schließt sich eine Abschätzung der jährlich abgebauten Sand- und Kiesmengen.

## Schriftenverzeichnis.

1. BEURLIN, K.: Der Rückzug des diluvialen Inlandeises aus Norddeutschland. Zschr. f. Gletscherkunde Bd. 21, Heft 1—3, 1933.
2. BURCHARTZ, H.: Mauer- und Putzsande. Tonindustrie-Zeitung, 1932, S. 520.
3. DAMMER-TIETZE: Die nutzbaren Mineralien. Stuttgart 1928.
4. DIENEMANN und BURRE: Die nutzbaren Gesteine Deutschlands und ihre Lagerstätten mit Ausnahme der Kohlen, Erze und Salze. 1. Bd. Stuttgart 1928.
5. EGGERS, W.: Die Oberflächenformen der jungeiszeitlichen Landschaft im südlichen Schleswig und nördlichen Holstein, Veröffentlichungen d. Schlesw.-Holst. Univ.-Ges. Nr. 42. Breslau 1934.
6. GOTTSCHKE, C.: Die Erdmoränen und das marine Diluvium Schleswig-Holsteins. Mitt. d. Geogr. Gesellsch. in Hamburg, 13. 1897.
7. GRAF, O.: Entwurf und Berechnung von Eisenbetonbauten. Herausgeg. vom Deutschen Betonverein. 1. Bd. Stuttgart 1926.
8. GRIPP, K.: Ueber die äußerste Grenze der letzten Vereisung in Nordwest-Deutschland. Mitt. d. Geogr. Ges. in Hamburg, 36. 1924.
9. —: Glaziologische und geologische Ergebnisse der Hamburgischen Spitzbergen-Expedition 1927. Abh. d. Naturw. Vereins zu Hamburg 1929.
10. —: Geologie von Hamburg und Umgebung. Hamburg 1933.
11. GRIPP, K. und TODTMANN, E.: Die Endmoräne des Green Bay Gletschers auf Spitzbergen. Mitt. d. Geograph. Ges. in Hambg. 37. 1926.
12. HEIDE, F.: Beiträge zur Petrographie der Rhön. Chemie der Erde 1928, Bd. 3, S. 91.
13. Heimatbuch des Kreises Rendsburg. Rendsburg 1922.
14. HOFMANN, U., K. ENDELL und D. WILM: Kristallstruktur und Quellung von Montmorillonit (das Tonmineral der Bentonittone). Zeitschr. f. Krist. 86, 1933, S. 340.
15. —: Röntgenographische und kolloidchemische Untersuchungen an Ton. Zeitschr. f. angew. Chemie 1934, S. 539.
16. KERR, P. F.: Montmorillonite or Smectite constituents of Fuller Earth and Bentonite. American Mineralogist 17, 1932, p. 192.
17. KUMMEROW, E.: Zur Frage der Bewegungsrichtung des nordischen Inlandeises. Geol. Rundschau. Bd. 23, 1932.
18. MEHMEL, M.: Ueber die Struktur von Halloysit und Metahalloysit. Zschr. f. Krist. Bd. 90. 1935.
19. MOLDENHAUER, E.: Nutzung der Blockpackungen im norddeutschen Flachlande zu Straßenbauten. Zschr. d. D. Geol. Ges. Bd. 87. 1935.
20. MÜNNICH, G.: Stromlinien nordischer Diluvialgletscher auf Grund quantitativer Geschiebeforschung. Die Naturwissenschaften 1935. Heft 41.
21. —: Quantitative Geschiebepprofile aus Dänemark und Norddeutschland mit besonderer Berücksichtigung Vorpommerns. Abh. aus dem Geol.-Pal. Inst. d. Univ. Greifswald. 15. 1936.

22. NAGELSCHMIDT, G.: Röntgenographische Untersuchungen an Tonen. Zschr. f. Krist. Bd. 87, 1934.
23. NOLL, W.: Mineralneubildung im System  $Al_2O_3-SiO_2-H_2O$ . N. Jahrb. f. Min. BB. 70, Abt. A, 1936, S. 65.
24. RICHTER, K.: Gefüge und Zusammensetzung des Norddeutschen Jungmoränengebietes. Abh. a. d. Geol.-Pal. Inst. d. Univ. Greifswald, XI. Greifswald 1933.
25. ROSS, C. S. and P. F. KERR: The Kaolin Minerals. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. 165 E, 151, 1931.
26. SCHULZE, F.: Sand- und Kiesvorkommen in Schleswig-Holstein und deren Abbau. Tonindustrie-Zeitung. 1930, S. 789.
27. SIMON, W. G.: Geschiebezählungen und Endmoränenlagen in Holstein. Zschr. d. D. Geol. Ges. Bd. 87, 1935.
28. STRUCK, R.: Der Verlauf der nördlichen und südlichen Hauptendmoräne in der weiteren Umgebung Lübecks. Mitt. d. Geogr. Ges. in Lübeck. Heft 16. 1902.
29. —: Der baltische Höhenrücken in Holstein. Ebendasselbst 1904. Heft 18.
30. Uebersicht der geologischen Verhältnisse Schleswig-Holsteins. Festschrift zur Begrüßung des 17. Deutschen Geographentages. Lübeck 1909.
31. —: Die Lübeckische Mulde und ihre Beziehungen zur nördlichen Hauptendmoräne. Mitt. d. Geogr. Ges. und des Naturhist. Museums in Lübeck, 1924. 2. Reihe, Heft 29.
32. —: Die Innere Baltische Moräne und andere Eisrandlagen in Schleswig-Holstein. Ebendasselbst 1931. 2. Reihe, Heft 34.
33. —: Die Oberflächenformen Schleswig-Holsteins und ihre Entstehung. Lübeck 1932.
34. TRÜMPENER, E.: Sand und Kies. Berlin 1930.
35. WAHNSCHAFFE, F.: Zur Frage der Oberflächengestaltung im Gebiete der baltischen Seenplatte. Jahrb. d. Königl. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1887. Berlin 1888.
36. WASMUND, E.: Gewinnung von „Bleichton“ (Walkerde) im alttertiären Tarras am Fehmarnsund. Schr. d. Naturwiss. Vereins f. Schlesw.-Holst. Bd. 20, 1933.
37. —: Diluviale Formengeschichte Ostholsteins. Z. d. Deutschen Geol. Ges. Bd. 86, 1934, Heft 3.
38. WETZEL, W.: Geologischer Führer durch Schleswig-Holstein. Berlin 1929.
39. —: Geologische Bemerkungen über die natürlichen Rohstoffe der technischen Bleichungs- und Absorptionsprozesse. Steinbruch und Sandgrube. 32. Jahrg. Nr. 4, 1933.
40. WOLDSTEDT, P.: Das Eiszeitalter. Stuttgart 1929.
41. —: Ueber den stratigraphischen Wert von Geschiebeuntersuchungen in Norddeutschland. Zschr. d. D. Geol. Ges. Bd. 87, 1935.
42. —: Erläuterungen zur Geologisch-morphologischen Uebersichtskarte des norddeutschen Vereisungsgebietes. (Mit Karte.) Herausgeg. v. d. Preuß. Geol. Landesanst. Berlin 1935.
43. WOLFF, W.: Erdgeschichte und Bodenaufbau Schleswig-Holsteins Hamburg 1922.



Kies- und Tongruben des Westensegebietes.