

# Gewinnung von „Bleighton“ (Walkerde) im alttertiären Tarras am Fehmarnsund.

Von E. WASMUND, Kiel-Plön.

Mit 1 Karte.

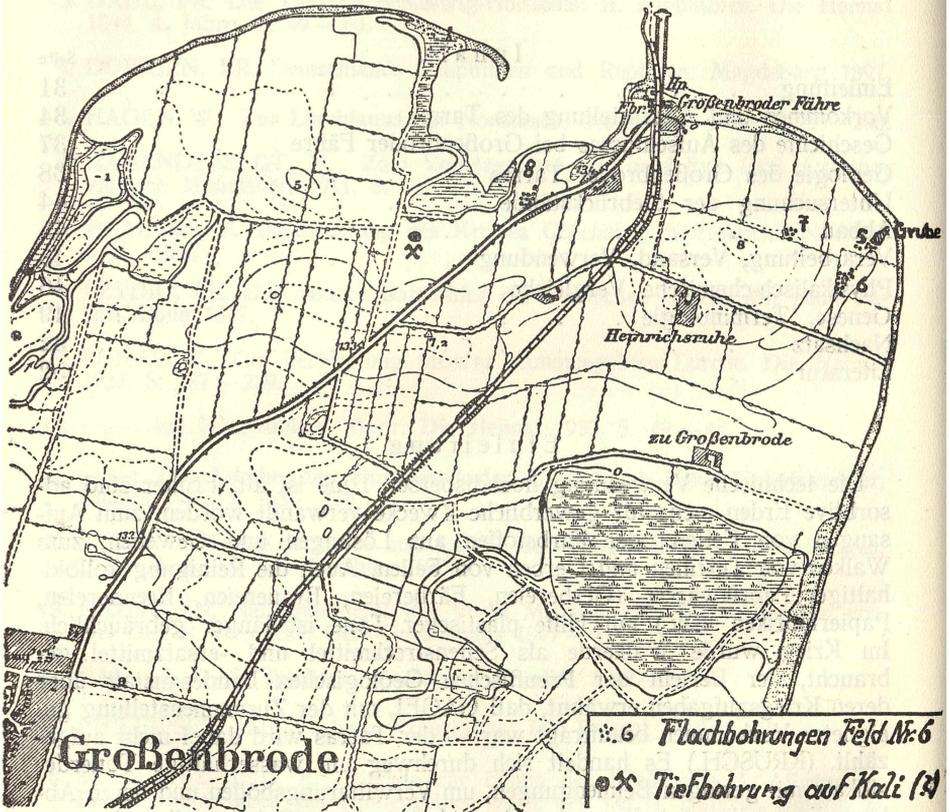
## Inhalt.

	Seite
Einleitung . . . . .	31
Vorkommen und Altersstellung des Tarras . . . . .	34
Geschichte des Aufschlusses bei Großenbroder Fähre . . . . .	37
Geologie des Großenbroder Tarras . . . . .	38
Untersuchung der Siebrückstände . . . . .	44
Abbau . . . . .	45
Verarbeitung, Versand, Verwendung . . . . .	45
Physikalisch-chemische Vergleiche . . . . .	46
Genese, Terminologie . . . . .	49
Nachsatz . . . . .	52
Literatur . . . . .	52

## Einleitung.

Die technische Verwendung hochdisperser Tone ist alt. Früher sind adsorbitive Erden mehr für gewerbliche Zwecke verwandt worden, zum Aufsaugen von Fetten oder Farbstoffen aus Lösungen und Geweben, zum Walken von Textilien und Gerben von Fellen. Auch die Reinigung kolloidhaltiger Fabrikwässer (Gerbereien, Färbereien, Brauereien, Brennereien, Papierfabriken usw.) mit Hilfe plastischer Tone ist länger gebräuchlich. Im Krieg wurde Walkerde als Seifenstreckmittel und -ersatzmittel gebraucht, der Bericht der Preußischen Geologischen Landesanstalt über deren Kriegsaufgaben erwähnt, daß GAGEL mit der Zusammenstellung geeigneter Vorkommen beauftragt war — der Tarras wird dabei nicht aufgezählt. (KRUSCH.) Es handelt sich durchweg um wasserhaltige Tonerdesilikate mit geringen Beimengungen, um Verwitterungsböden und deren Abkömmlinge aller Art. Ihre mineralogische Struktur (Bolmineralien) ist problematisch, meist handelt es sich um amorphe Gele oder Gemenge. Die Namen Walk-, Fuller-, Bleich-, Weißerde hängen mit diesen Eigenschaften zusammen. In den letzten Jahrzehnten ist die Verwendung im Textilgewerbe stark zugunsten einer sich immer stärker entwickelnden industriellen Verwertung zurückgegangen: der Klärung und Bleichung von Ölen, Fetten und Wachsen. Da es sich nur in Einzelfällen um „gebleichte“ Böden oder deren Derivate, immer aber um solche mit „bleichenden“ (auch entfärbenden und entfettenden) Eigenschaften handelt, sprechen wir grundsätzlich nur von „bleichenden Erden“ oder Bleighton. Die Begründung der Notwendigkeit eines geologisch und technisch nicht doppeldeutigen Namens erfolgt später.

# FEHMARN - SUND



Karte des Gebietes nach dem Meßtischblatt.

Nur fündige Bohrungen sind eingetragen.

Adsorptiv wirkende bleichende Erden müssen in erster Linie zwei Eigenschaften besitzen: hohe Bleichkraft und gute Filtration. Beide Eigenschaften sind in erster Linie vom physikalischen Zustand, erst in zweiter Linie von der chemischen Zusammensetzung der Tone abhängig. Als bleichende Erden sind verwendungsfähig Tone, die in Form von Aluminiumhydroxysilikaten Gelcharakter nach der allgemeinen Formel  $\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot m \cdot \text{SiO}_2$  aufweisen. Hydrogele und Hydrosole solcher Art als Hauptprodukte terrestrer Verwitterung haben infolge ihrer starken inneren Oberflächenentwicklung die Fähigkeit, aus Lösungen bestimmte Stoffe durch selektive Adsorption oder Absorption zu entfernen. Es ist also klar, daß die Bleichkraft mit der Höhe des Dispersitätsgrads der Partikel steigt, die Filtrationsfähigkeit aber gleichzeitig sinkt.

Da beide notwendigen technischen Erfordernisse nicht gleichzeitig erfüllt sein können, beruht auf diesem Widerspruch offenbar die verschiedene Verwendung der unterschiedlich wirksamen bisher bekannten natürlichen Vorkommen von bleichenden Erden. Die gleiche Tatsache ist auch die Ursache zu den verschiedenen Aufbereitungsverfahren, die bei einzelnen Vorkommen angewandt werden, wie Glühen, Aufkochen in Säuren, Erhitzen, Filtrieren, Mischen usw. Die chemischen Veredlungsverfahren bezwecken, den erdgeschichtlich durch Einwirkung kohlenensäurehaltigen Wassers begonnenen Hydratisierungsprozeß des Silikatmoleküls fortzusetzen.

Die Weltproduktion an bleichenden Erden lag bis über die Jahrhundertwende in englischer, später zunehmend in amerikanischer Hand. Hier handelt es sich um terrestrisch und marin sedimentierte Verwitterungsrinden tertiärer Landoberflächen, zum geringen Teil um echte Kaoline, in England um jurassische und kretazische Tone. Ähnlich liegt es bei den bedeutenden japanischen Lagerstätten. Deutschland produziert seit 1904 ganz vorwiegend in Niederbayern (bei Landshut und Landau an der unteren Isar und Donau) in den dortigen obermiozänen Weißerden (Verwitterungsrinden des Bayerischen Waldes auf sekundärer Lagerstätte) einen steigenden Anteil, sodaß wir seit dem Kriege autochthon wirtschaften konnten. Geringe Vorkommen in Schlesien und Sachsen, am Rhein, bei Hamburg und an anderen Stellen werden ebenfalls ausgenützt. Die bayerischen bleichenden Erden erreichen im nicht chemisch aktivierten Zustand weder die englischen noch amerikanischen; auch die übrigen deutschen müssen mindestens erhitzt werden. Das bringt aber Nachteile mit sich, Mangel an Säurefreiheit, Koagulation der Tone usw., die in mancher wirtschaftlicher Hinsicht hinderlich sind.

Die neue Ausnutzung des untereoziänen Tarras an der holsteinischen Ostseeküste hat gegen die übrigen deutschen Vorkommen den Vorteil, daß hier ein Ton vorliegt, der keine Aktivierung erfordert. Darüber hinaus sind die Vorräte so groß, daß wir bereits von der Einfuhr zur Ausfuhr bleichender Erde übergegangen sind. Die Nutzung steht noch im Anfang, ihre technische und wirtschaftliche Bedeutung soll durch diese Zeilen eine erste, geologisch orientierte, Darstellung erfahren.

Ich danke der „Vereinigten Bleicherdefabriken A. G. München“ für die freundliche Erlaubnis zur mehrfachen Befahrung der Grube (Sommer und Winter 1932), Herr Betriebsleiter H. HINRICHS im Werk „Großenbroder Fähre“ hat mich in freundlichster Weise unterstützt.

## Vorkommen und Altersstellung des Tarras.

Unter „Tarras“ versteht man auf der Insel Fehmarn ein oberflächlich an der Ostküste unregelmäßig austreichendes Gestein von unverkennbaren Eigenschaften, die GAGEL in mehrfachen Arbeiten bekannt gemacht hat. Es sind grüne und blaugrüne, plastische schmierig-seifige, sehr reine und kalkfreie Tone, praktisch fossilleer, gelegentlich mit Toneisensteingeoden. Die Konsistenz des bergfeuchten Tarras läßt sich am ehesten mit Kitt vergleichen. Die Mächtigkeit ist unbekannt, offenbar aber nicht gering, da Bohrungen darin immer auf Salzwasser stoßen, ist der Tarras auf Fehmarn nie durchsunken. Als Alter nimmt man heute, nach längerer Unsicherheit, auf Grund der petrographischen Vergleiche mit den dänischen und nordhannoverschen Vorkommen und auf Grund der wenigen Fossilien Untereozän an, so GAGEL, v. LINSTOW, WOLFF, EM. KAISER u. a. Es schien nicht immer ganz ausgeschlossen, daß die Serie ins Mitteleozän hineinreicht. Die Lagerungsverhältnisse sind auf Fehmarn wie auch bei den dänischen Vorkommen ungeklärt, in vielen Fällen handelt es sich sicher um glazigen verschleppte Schollen, in fast allen hat das Inlandeis störend eingewirkt. Der Tarras von Fehmarn scheint mir allerdings größtenteils anstehend, GAGEL faßt ihn „nur als riesige, wurzellose Schollen in der Oberen Grundmoräne“ auf“. Auf dem gegenüberliegenden ostholsteinischem Festland war Tarras über Tage bisher nur an einer kleinen Stelle (5 m Ausdehnung am Kliff bei Heiligenhafen, GAGEL 1909; heute 1932 noch weniger) bekannt, ist aber im ganzen Land Wagrien öfter in Bohrungen angetroffen worden. Zu den GAGEL bekannten Stellen sind inzwischen eine Anzahl weitere getreten.

Der neue Aufschluß ist das erste größere Vorkommen von Tarras über Tage auf dem Festland. Es liegt aber Fehmarn so nah wie nur möglich, E der Großenbroder Fähre am Südufer des Fehmarnsundes, genau an der äußersten NE Spitze des holsteinischen Festlandes. Es entspricht ganz dem Tarras auf der Insel, über die Geologie wird im Folgenden ausführlicher berichtet. Hier sei nur gesagt, daß ein innerer Bauzusammenhang des Großenbroder Tarras mit dem auf Fehmarn zu bestehen scheint. An der Altersgleichstellung ist kein Grund zu zweifeln. Ich werde in einer besonderen Arbeit über die Geologie des Fehmarnsundes auf die regionalen Zusammenhänge zurückkommen. Hier wird nur das örtliche Großenbroder Vorkommen im Hinblick auf seine geologische und technische Bedeutung behandelt.

Die Feststellung ist interessant, daß in verschiedenen Becken der alttertiären Nordsee offenbar recht ähnliche Sedimentationsverhältnisse geherrscht haben. Im Pariser Becken beginnt das Untereozän mit plastischen Tönen. Auf englischem und flämischem Boden, also in Küstennähe des alttertiären Nordmeeres, haben die altersgleichen Tone wie an der dänisch-holsteinisch damaligen Ostküste der Ur-Nordsee ähnliche Eigenschaften: Der „London-Clay“ erreicht 200 m Mächtigkeit, ist hochplastisch, führt Septarien, allerdings öfter auch Fossilien. Zäh braungrau, ist er petrographisch dem „Ypernton“ sehr ähnlich, der fossilleer an 100 m mächtig wird. In Dänemark entspricht unser „Tarras“ dem „plastik Ler“, von gleichen grünlich-blauen und grauen Farben; fossilleer, ist er haupt-

sächlich in der Gegend des Kleinen Belt verbreitet. In Deutschland ist Untereozän über Tage bei Hemmoor (Niederelbe, neuerdings z. T. Ober-Paläozän, vgl. GRIPP) aufgeschlossen, die paläontologische und petrographische Übereinstimmung mit dem Tarras und dem plastik Ler steht fest. Daneben haben Tiefbohrungen bei Wöhrden (Dithmarschen), Breetze (bei Lüneburg), Cuxhaven und auch im ostelbischen Ostseegebiet Alttertiär ebenfalls gleicher Beschaffenheit in großer Mächtigkeit angetroffen, und es z. T. bis zur liegenden Kreide durchsunken.

Der Fossilmangel in den alttertiären Tönen der Ur-Nordsee hat große Schwierigkeiten in der stratigraphischen Parallelisierung zur Folge, die durch die glazigenen Störungen und Verschleppungen (Geschiebe, Schollen) nur erhöht werden. Die herrschende allgemein übliche Ansicht stellt vor allem nach GAGEL's zahlreichen Arbeiten den Tarras mit einer Anzahl nordhannoverscher und holsteinischer Grubenaufschlüssen und Bohrungen in das Untereozän. GRIPP hat demgegenüber 1925 abweichende Ansichten geäußert, auf die verwiesen wird, da seine Auffassung der Bohrung Cuxhaven 10 nicht ohne Einfluß auf die Deutung der übrigen Bohrungen sein kann. Restlose Klärung im Einzelnen ist auch jetzt noch nicht möglich. Herr GRIPP teilt mir (frdl. schr. Mitt. 14. 6. 33) darüber mit: „Trotz der vielen und verschiedenartigen Proben aus der Bohrung Cuxhaven ist die Stratigraphie nicht übereinstimmend. Ich glaube, Sie haben recht, wenn Sie den Tarras für älter als Londonton halten.“

Leithorizont ist wegen seines paläontologischen Reichtums der Londonton an der klassischen Lokalität. Mit ihm läßt sich u. a. Hemmoor faunistisch vergleichen. Dann sind die Tone mit Aschenlagen, die in Dänemark, Holstein und an der Niederelbe aufgeschlossen oder erbohrt sind, älter. Unter ihnen liegen z. B. in Cuxhaven grünliche ungeschichtete Tone. Andererseits bilden die Tone mit Kieselgesteinen, wo sie glazigen ungestört erbohrt sind, das Hangende der fossilhaltigen (Krebse, Mollusken) Londontonzone. GRIPP hat sie m. E. mit Recht in das Eozän gestellt.

Der Tarras von Großenbrode ist 1. fossilleer, 2. aschenlos, 3. pyrithaltig. Das entspricht genau den Schichten zwischen dem paläozänen Basalkonglomerat mit den plattigen Tönen und den Tönen mit Aschenlagen. Im Fehmaraner Tarras kommen Aschenlagen vor, aber seltener, wie man nach GAGEL den Eindruck hat. Sie dürften also z. T. jünger, größtenteils gleich alt wie die Großenbroder Tone sein. Beide sind frei von Foraminiferen, während das für die m. E. jüngeren Tone (Schwarzenbeck usw.) nicht gilt, die GAGEL alle für gleichalt, untereozän hält.

Die Angaben GRIPP's über die Bohrung Cuxhaven 10 enthalten den Vermerk: 361 — 396 m = plattige Tone (S. 133). Der Ausdruck „plattig“ könnte etwa in Erinnerung an verfestigte Gesteine falsche Vorstellungen hervorrufen, außerdem ergeben sich Widersprüche. Auf Anfrage erwidert Herr Professor GRIPP folgende Mitteilung, zu deren Wiedergabe er mich freundlich ermächtigt:

„Die Zusammenfassung paßt nicht zu den darüberstehenden Angaben des Bohrprofils. Ich habe meine Originalnotizen nachgesehen und finde darin

- m 361,85 — 364,95 plattiger grauer Ton mit Glimmer  
 346,95 — 366,85 Verrohrschmand  
 366,85 — 369,65 dunkler glimmerterton, z. T. hartes Gestein wie Stücke  
 aus Kerteminde.

Es ist also die Angabe

m 362,05 — 364,90 graugrüner ungeschichteter Ton unrichtig. Ein mir heute nicht mehr erklärlicher Irrtum. Unten habe ich das plattig deswegen erwähnt, weil leichte Spaltbarkeit auffiel und die Schichtflächen voll von zerstreuten Fischresten waren, ähnlich dem Zementstein des Moler.“

Im Bohrprofil Cuxhaven bei GRIPP werden allerdings die Fischreste von dem Horizont über den hier fraglichen Schichten, also den Tonen mit Aschenlagen, erwähnt. Man sieht, daß die oben erwähnten 3 Stufen von 361 — 366 m in dem Bohrprofil (GRIPP 1925) z. T. fehlen. Es würde also richtig lauten, soweit es uns hier angeht:

- 184 — 251,4 m feinsandige Tone mit Kieselgestein usw.  
 251,4 — 320,5 m Londonton, mit Fossilien (violett, grün, braun)  
 !321,75 — 338,60 m graugrüner Ton, ungeschichtet  
 338,60 — 358,10 m dito, mit Aschenlagen  
 358,10 — 361,85 m feingeschichteter („plattiger“) grauer Ton mit Fischresten und Aschenlagen  
 361,85 — 364,95 m plattiger grauer Ton mit Glimmer  
 364,95 — 366,85 m Verrohrschmand  
 366,85 — 369,65 m dunkler glimmerhaltiger Ton  
 !369,65 — 378,60 m ungeschichteter, grünlicher, pyritreicher Ton  
 !378,60 — 394,00 m graue und graugrüne pyritreiche Tone bei 385 m sehr wenig Asche  
 394 — 396 m Basalkonglomerat  
 396 — 585 m Ölhaltige Obersenone Kreide.

Es blieb also für den ostholsteinischen und fehmarnschen Tarras die Möglichkeit, ihn über oder unter die Tone mit Aschenlagen einzugliedern. Da er aber Pyrit und sehr wenig z. T. gar keine Aschen enthält, außerdem keine Foraminiferen usw., scheint die Stellung zwischen alttertiärem Basalkonglomerat und Aschenlagen — Ton richtig. Ich schlage also folgende stratigraphische heuristische Gliederung vor:

- |   |                     |
|---|---------------------|
| a) Tone mit Kieselgestein (Heiligenhafen usw.)  | Eozän               |
| b) Londonton mit Fossilien (Hemmoor z. T. usw.)   | Oberpaläozän        |
| c) Tone mit Aschenlagen (moler)   | Ob. Mittelpaläozän  |
| d) Ungeschichtete, grüngraue, pyrithaltige, fossilfreie<br>Tone (Tarras z. T. plastikler) | Unt. Mittelpaläozän |
| e) Basalkonglomerat (Cuxhaven)  | Unterpaläozän.      |

Dadurch wandert das Heiligenhafener Gestein, das schon „aus dem Turon und Senon kommt“, über das Paläozän aus dem Liegenden des Tarras in sein Hangendes. Andererseits wird der Tarras älter, was mit den fossilfreien LiegehORIZONTEN des Londontones in England, Frankreich und Flandern übereinstimmt. Emil HAUG stellte selbst den Londonton in das Oberpaläozän. GRIPP 1933 stellt den Tarras noch in die gleiche Stufe. Wenn man die heutige Lagerung der gestörten alttertiären Gesteine in Holstein betrachtet, und auch die Berücksichtigung der Störnun-

gen, geringen Transport und damit tektonische Eingliederung der Ausbisse für möglich hält, dann ergibt sich ein relativ einfaches Bild: Vom paläozänen Tarras im Osten, der auch im Untergrund nur im Osten auftritt, folgt nach Westen das Heiligenhafener Eozän, und dann nach W die Stufen des Oligozäns, in Richtung Hamburg das Miozän. KOCH hat ähnliche Anschauungen für Westholstein schon geäußert, in die sich die Alttertiärstratigraphie der holsteinischen Ostseeküste gut einfügt. Näheres Eingehen auf die im Einzelnen natürlich nicht nur als allgemeines SW Einfallen zu deutende Tektonik verspare ich mir auf einen geeigneteren Zeitpunkt, wenn in Aussicht befindliches Tatsachenmaterial vorliegt.

Die Gleichartigkeit des Auftretens dieser hochkolloidalen, mächtigen und fossilarmen Tone läßt auf gemeinsame Faziesbedingungen schließen, über die noch zu sprechen ist. Wir haben ihre Verbreitung deshalb angedeutet, weil die Verbreitung des Alttertiärs dieser Fazies von wirtschaftlicher Bedeutung werden kann. Die Nutzung hängt natürlich auch von verkehrsgeographischen und anderen Faktoren ab, die bei dem Großenbroder Vorkommen besonders günstig sind. Aber im Ganzen muß eine Wirtschaftsplanung sich die bestehenden Möglichkeiten überlegen. Mir ist nicht bekannt, ob in den übrigen nordeuropäischen paläozänen und eozänen Tonen technische Nutzung als bleichende Erde stattfindet; die Möglichkeit ist natürlich auch erst nach Vorlage von genaueren Analysen und experimentellen Fabrikationsversuchen zu entscheiden. Für den dänischen „plastik Ler“ besteht sie offenbar, denn J. ANDERSEN gibt an (S. 209), daß („historisch interessant, nicht mehr benutzt“) „eozäner, plastischer Ton zum Walken von Tuch (Walkton)“ verwandt worden sei, ohne nähere Ortsbezeichnung. Wenn in Dänemark mit Konkurrenz gerechnet werden muß, dann ist nicht nur durch den wirtschaftlichen Anschluß des Werks „Großenbroder Fähre“ an die Bayerischen Bleicherdefabriken die ältere technische Erfahrung von 3 Jahrzehnten ein Vorsprung. Darüber hinaus besitzen wir im noch gänzlich unerschlossenen Tarras auf Fehmarn Vorräte, die mindestens die Selbstversorgung auf immer sichern. Der Großenbroder Bleichton hat in Schleswig-Holstein nur einen Vorgänger, die früher von der Tuchindustrie in Neumünster ausgenutzte Walkerde von Blumenthal unweit des Kaiser-Wilhelmkanal bei Nortorf (Wolff 1925). Es handelt sich um eine Scholle alttertiären (eozänen?) braunroten Tons. Auch in der Nähe von Rendsburg soll von dortigen Chemikern Ton für Versuche zur Walkerdeherstellung gewonnen worden sein, möglicherweise handelt es sich um die gleichen Aufschlüsse, in denen im 18. Jahrhundert der Ton zu den bekannten Rendsburger Fayencen gewonnen wurde (HÜSELER). Näheres war nicht in Erfahrung zu bringen.

#### Geschichte des Aufschlusses bei Großenbroder Fähre.

Das Vorkommen war vor der Erschließung durch die Grube an der festländischen Küste nur an einer Stelle aufgeschlossen: an dem Kliff 1 km E der Fähre über den Sund. Gerade an der Stelle, wo das Kliff in die Lübecker Bucht von W-O nach N-S umbiegt, streicht ein wenige m breites Band Tarras quer zum Sund in See. Dort soll 1929 ein Hambur-

ger Vertreter einer süddeutschen Bleicherdefabrik auf den Tarras und seine Verwendungsfähigkeit aufmerksam geworden sein.

Der Betrieb wurde 1929 aufgenommen vom Besitzer der Feldmark Großenbroder Fähre, die an den Fehmarnsund angrenzt, M. WOHLER † in Hamburg. Zeitweise stellte die Düngerfabrik Rendsburg Versuche zur Herstellung chemisch hoch aktiver (mit HCl gekochter) bleichender Erde an, und vertrieb auch Fertigware. Da aber die Hauptmasse der deutschen Bleicherden-Erzeugung in Niederbayern über einen älteren und geschlossenen Erfahrungsaustausch verfügte, war ein selbständiges neu anfangendes Unternehmen aussichtslos, und 1930 wurde das Ausbeuterecht in dem Gebiet an die „Vereinigte Bleicherdefabriken A. G.“ in München übertragen. Sie gründete das „Werk Großenbroder Fähre“. An der A. G. soll der Shell-Konzern und ein holländischer Margarine-Trust interessiert sein, nach frdl. Mitt. der Firma stellt sie ein „rein deutsches, von irgendwelchen Konzernen absolut unabhängiges Unternehmen“ dar. Die Konzession umfaßt den Nordzipfel der schmalen und niederen Halbinsel, das sich vom Dorf Großenbrode zur Fähre hinzieht. Direkt gegenüber auf der Inselfeite des Sundes ist weder an den Kliffs noch durch die mir bekannten Bohrungen Tarras aufgeschlossen. 1928/29 ließ die Firma Wohler das Gelände abbohren, die Ergebnisse werden unten besprochen. Der Abbau in der übernommenen Grube hat diese schon sehr vergrößert, die seit 1929 laufende Förderung wird in einer kleinen Fabrik an der Fähre verarbeitet. Das hergestellte Produkt führt den Handelsnamen „Tonsil 6“. Das erste Tonsil wurde 1909 in Moosburg (Niederbayern) durch Aktivierung der obermiozänen Weißerde mit HCl hergestellt. Tonsil 6 hat mit den übrigen gleichnamigen Produkten weder Herkunft noch Verarbeitung gemein.

### Geologie des Großenbroder Tarras.

Die Unterlagen für das geologische Verständnis des Vorkommens sind die (wechselseitigen) Verhältnisse im Tagebau und die niedergebrachten Bohrungen. Einige Bohrprotokolle mit Lageplänen standen mir zur Verfügung, darüber hinaus sind mir noch einige tiefere Bohrungen in der Grube und der Nachbarschaft des Mutungsfeldes bekannt, insgesamt 113 Bohrungen. Bei den Bohrungen des Werkes handelt es sich mit relativ wenig Ausnahmen um Flachbohrungen von 2—6 m Teufe. Das tiefste der Bohrlöcher des Werks geht 16 m hinab; in der Grube sollen früher die tiefsten Bohrungen nach Aussage der Arbeiter 18—23 m vorgetrieben worden sein. Heute werden gelegentlich Bohrungen ausgeführt, um der Grube Fingerzeige für den Abbau zu geben.

Die bisher durch die Abbauwände geschaffenen Profile haben recht wirre Lagerungsverhältnisse gezeigt. Im Zusammenhang mit den Bohrungen läßt sich aber ein vorläufiges Bild gewinnen.

An der Oberfläche ist das Tertiär in keiner Weise morphologisch ausgeprägt (vergl. M. Bl.). Die kleine Großenbroder Halbinsel gleicht in ihrem petrographischem Charakter und in den Geländeformen völlig der Grundmoränenebene der Insel Fehmarn, und gehört eigentlich mehr zu dieser wie zum Land Oldenburg, das i. A. flachwellig aus geschichteten

Sanden aufgebaut ist. Die Halbinsel erreicht, wie der Meßtischblatt-Ausschnitt zeigt, SW der Bohrungen 13,3 m höchste Höhe. Von den örtlich zu Schwarzerdebildungen neigenden Böden (Relikte aus der Borealperiode der Postglazialzeit?) abgesehen, wird die Decke von einem geringmächtigen weißlichen oder gelblichen Geschiebemergel gebildet, der durch helle Farbe, außerordentlich hohen Gehalt an Bryozoen, Schreibkreidegeröllen, Flinten ausgezeichnet ist. Kalkgehalt und Farbe deuten auf in der Nähe glazigen aufgearbeitete Kreide. GAGEL hat diese Lokalfazies schon von Fehmarn beschrieben, sie ist auch für die festländische Seite des Fehmarnsundes bis zum Heiligenhafener Kliff hin typisch. Es ist die gleiche Fazies, die MEYN als „Korallenmergel“ bezeichnete. Die Mächtigkeiten schwanken etwa von 0,5 — 3 m, in der Grube betragen sie ca 2 m.

Die Westwand des Grubenprofils steht unter stärkstem Abbau, während die übrigen Seiten stark verrutscht sind und unklaren Aufschluß bieten. Das Profil ist hier derart, daß unter dem tschernosjomartigen schwarzen Boden (A — Horizont) eine helle, humusarme Entkalkungsschicht (B<sub>1</sub>-Horizont) folgt. Die hangenden Teile des weißen dm sind zuweilen von schmalen rostroten Lagen horizontal durchsetzt (B<sub>2</sub>-Horizont), darunter folgt der weiße „Korallenmergel“ (= dm, C-Horizont). WOLFF faßt merkwürdigerweise auf seiner Bodenkarte Schleswig-Holsteins gerade das Großenbroder Gebiet als einzige Ausnahme im ganzen wagrishen-fehmarnschen Schwarzerdegebiet auf und stellt es als braune Walderde dar. Das gilt für den größten Teil der kleinen Halbinsel nicht, der Irrtum geht wahrscheinlich auf die geologische Karte der Herzogtümer von L. MEYN zurück, der das gleich umrissene Gebiet als „Dünensand“ bezeichnet. Der gesamte Abraum betrüge also bis ca. 3 m, wenn nicht noch große Brocken eines dunkelgrauen, kalkreichen harten Tons sich an das hier aufwölbende Tertiär seitlich anlegten. Z. T. schwimmen diese Linsen auch im Liegenden des Geschiebemergels, oder bilden eine Mischzone. Kreide- und Flintbrocken sind in diesen Tönen sehr häufig, Bryozoen so massenhaft, daß sie schon auf Entfernung in die Augen fallen.

Der Tarras selbst steht an der Westwand in sattelförmiger Projektion an. Der fortschreitende Abbau ließ erkennen, daß eine kuppige Aufwölbung vorlag, die zur Grube hin und zum Strand (nach E und N) mit etwa 10° einfällt; das Einfallen ins Gebirge ist noch unbekannt. Die höchste Höhe liegt 3 m unter Flur. Nach oben hellere grüne Farbtöne annehmend, hat die Hauptmasse dunkle olivgrüne und schwarzgrüne Farbe, glänzend-muscheligen Bruch. Im Seewasser zerfällt sie zunächst bröckelig und löst sich dann schnell in feinste Trübe auf. In trockenem Zustand wird Tarras bald steinhart. Stellenweise treten auch dunkelrot-bräunliche Tone auf, z. T. in den grauen Bryozoen eingewalzt. Die rötlichen Varietäten des Tarras sind auch anderswo bekannt, sie scheinen hier selten, denn ich fand sie nur beim ersten Besuch der Grube. Basaltaschen, wie sie in der dänischen Molerformation, in Hemmoor und nach GAGEL auch auf Fehmarn auftreten, fehlen hier, bisher auch Geschiebe. Der Abraum, d. h. Geschiebemergel und graue Tone enthalten nordische Geschiebe; der Tarras ist völlig steinfrei. Auch Geoden sind bisher keine gefunden worden. Trotz Aufmerksamkeit auch seitens der Betriebsführung

und der Arbeiter gelang es bisher nicht, Fossilien zu finden, nach den Erfahrungen auf Fehmarn besteht auch wenig Aussicht.

An der Südwand bestehen die gleichen Verhältnisse, nur fehlen dort die grauen Tone, die diluviale Decke reicht etwas tiefer. Der Tarras hat blau-grünen Ton. Von der Sohle der Grube sind einige Bohrungen niedergebracht worden, deren Protokoll nicht vorliegt. Sie sollen bei Sohlenlage 10 m unter Flur in 18 m und 23 m Teufe den Tarras noch nicht durchsunken haben, der im Liegenden blaue Farbe annimmt, was schon auf Grubensohle sichtbar wird.

Wie schon angedeutet, liegt bei günstigen Wind- und Stromverhältnissen ein 5—6 m breiter Streifen grüner Tarras zu Tage, der unter Seespiegel wegtaucht, und mit der abgebauten Kulmination des Tarras in der Grube (in geringer Entfernung von 20 m) in Verbindung steht. Das Streichen dieses aderartigen Ausbisses ist NE, also in Richtung auf den Klingenberg (Ostküste Fehmarn), wo Tarras ansteht und erbohrt wurde. Bei auflandigen Winden und entsprechendem Strom im Sund ist die Stelle, wie meist, versandet, wie auch am Oststrand der Insel, wo der Tarras durchweg unter Wasser ansteht, (was GAGEL wohl nicht sah), aber meist auch versandet ist. Sehr bezeichnend für die seebaulichen Schwierigkeiten, die der Tarras bietet, ist die Wirkung auf das Kliff bei Großenbrode. An der Stelle, wo der Ausbiß vom Strand unter dem Kliff zur Grube hin durchstreicht, ist in den 3—4 m hohen Diluvialsteilrand eine tiefe und breite Zirkusnische eingebrochen. Der Tarras steht hier in Meeresniveau an, die Brandung durchfeuchtet das an sich standfest, aber äußerst hygroskopische Gestein und bei Tauwetter fließt das Liegende der Diluvialdecke „wie grüne Seife“ aus. Die Folge sind Einbrüche des Geschiebemergels, in dem Grundwasseraustritte sich sammeln, die zu schnellem Küstenrückgang führen.

500 m S der Grube nahe der Grenze zur Feldmark „Heinrichsruh“ tritt der Tarras über Tage aus. Hier liegt er, wie in gleicher Weise bei Katharinenhof auf Fehmarn, in den Koppeln in schweren breiten Schollen. Unter der dünnen Bodendecke tritt er als verwitterter gelber, grau brechender, stark bröckeliger fetter Ton auf. Der verwitterte Tarras enthält hier oberflächlich ausnahmsweise nußgroße braune Flinte. Die Bohrungen darunter haben normales Vorkommen grün-blauer Tone ergeben.

Die Bohrungen im Auszug, insgesamt 113, verteilen sich auf 4 Felder (Nr. 5—8 der Karte), 41 davon sind fündig geworden. Bei der geringen Teufe sagt das nur etwas über die Oberflächenlage des Tarras, nicht immer etwas über seine Existenz oder wirkliche Tiefenlage aus. Die Bohrkarten sind im Maßstab 1 : 300 angefertigt, die Bohrpunkte auf cm genau eingemessen. Bedauerlicherweise steht die Genauigkeit der Vermessung in keinem Verhältnis zur geologischen Befundangabe. I. A. wird nur Mächtigkeit des Abraumes, zuweilen einer Zwischenschicht (verwitterter Ton) und angebohrte oder durchbohrte Mächtigkeit des Tarras angegeben, sodaß wir die Lage der Oberfläche, wo sie in leicht abbauwürdiger Höhe liegt, kennen, und u. U. auf die Lagerungsverhältnisse (anstehend oder Scholle) schließen können.

Das Bohrfeld 5 schließt direkt an die damalige S-Wand (26. 1. 31) der Grube an, es umfaßt 21 Bohrungen. 13 Bohrungen wurden direkt S der Grube angesetzt, in wenigen m Abstand, alle zwischen 2—6 m Teufe, davon wurden 7 fündig. Etwa 100 m SW davon liegt die zweite Gruppe von 8 Bohrungen, von denen zwei fündig sind. Bei der ersten Gruppe S der Grubenwand liegen die Verhältnisse so, daß im Zentrum der Bohrungen der Tarras in 3 benachbarten Bohrlöchern bei 1 m unter Flur erreicht wird und bei 4,5—5 m Mächtigkeit nicht durchsunken wurde. Zur Grube hin fällt die Oberfläche auf 1,5 m unter Flur, ebenso nach NW, bei 3 m und 4,5 m steht er noch an. Die nördlichste und südlichste Bohrung zeigen unter 3 bzw. 4 m Mächtigkeit Materialänderung, einmal als „0,5 m Abraum“, einmal als „1 m braun“ bezeichnet. Es handelt sich offenbar um glazigen verursachte randliche Verunreinigungen, eingewalzte Abschürfungen und dergleichen. Im weiten Umkreis sinkt die Oberfläche noch weiter ab und wird bei 2 m und 2,5 m noch nicht erreicht. Wie in der Grube profilmäßig schon sichtbar, läßt sich auch aus dieser Bohrung auf eine kuppelförmige Aufwölbung schließen. Eine Bohrung traf auf einen Stein, im Übrigen ist das Zentrum der Aufwölbung nicht durchstoßen, die tiefer liegenden Ränder weisen auf glaziale Störungen hin.

Die zweite Gruppe zeigt das gleiche Bild im Kleinen. 2 zentral liegende Bohrungen stoßen nach 1 m Deckschicht auf Tarras, der in 5 m Mächtigkeit nicht durchsunken ist, ringsherum wird er in 2,5—3 m Teufe nicht mehr erreicht. Die Neigungswinkel bei der Kuppe fallen flach mit 5—10° nach allen Seiten ab.

Das Bohrfeld 6 schließt SW an das vorige an, mit 41 Bohrlöchern zwischen 1,5 m—6 m Teufe, von denen 15 fündig wurden. Das Feld erstreckt sich 120 m etwa in NS Richtung. Ein langer schmaler Rücken von Tarras zieht sich in NNE Streichrichtung; bei 9 Bohrungen schwankt die Oberfläche zwischen 3,0—3,8 m unter Flur, nach beiden Seiten taucht die Oberfläche dann rasch auf 4,5—5,3 m Bohrtiefe ab. Es ist auffallend, daß hier die gleiche Streichrichtung wie bei dem Ausbiß von der Grube zum Strand vorliegt, sogar in ungefährer Fortsetzung über die zweite Gruppe Bohrungen des Feldes 5. Aber es muß gesagt werden, daß die übrigen nichtfündigen Bohrungen des Feldes 6 z. T. so flach sind, daß ein sicherer Schluß ausgeschlossen ist. Es handelt sich um das gleiche Feld, in dem der Tarras in verwittertem Zustand gelegentlich durch den Pflug herauf geholt wird, sodaß die häufigen Angaben „brauner Ton“ über „grünem Ton“ sich öfter schon auf Tarras und nicht auf Geschiebemergel beziehen werden. Die erbohrten Mächtigkeiten der bleichenden Erde gehen hier bis 3 m, ohne daß er je durchsunken wurde.

Das Bohrfeld 7 liegt WSW der Grube in Richtung auf die Bahnlinie. Von 14 Bohrungen trafen 4 den Tarras an, alle auf 3,5—4 m unter Flur. Die Fehlbohrungen daneben reichen 5 m bis 7,7 m tief. Auch hier wieder die Erscheinung, daß die fündigen Bohrungen sich zentral häufen, ohne von Fehlbohrungen durchsetzt zu werden, was wieder für kuppige Aufwölbung spricht. Die größte erbohrte Mächtigkeit des Tarras beträgt hier 2,5 m, ohne ihn zu durchsinken. Bei zwei Bohrungen wird darunter

„schwarzblauer Ton“ angegeben, einmal gemischt mit grünem Ton, einmal in 1,5 m Mächtigkeit unter 1 m grünem Ton. Es ist nicht klar, ob es sich um die dunklere Varietät handelt, die wir vom Liegenden der Grube her kennen, oder um den dort auch bekannten schwarzgrauen Bryozoen-ton. Eine Bohrung traf kalkhaltigen Tarras an, was wir örtlich auch von Fehmarn und Dänemark kennen.

Das Bohrfeld 8 liegt etwas entfernt von den übrigen Vorkommen W der Straße und Bahn zum Fährhafen an einem Binnenwasser der Ostsee. Von 36 Bohrungen wurden 13 fündig. Die meisten liegen in den üblichen Tiefen von 1,5 — 7 m, zwei reichen bis 11,5 m und 16,00 m. Die Oberkante der Oberfläche des Tarras schwankt zwischen 3,3 m — 4,2 m, ohne zwanglos erkennbare Leitstreichlinien. Nur die westlichste Bohrung trifft den grünen Ton erst bei 5,5 m an. Da die drei südlichsten Bohrungen unter 4,00 m Oberkante aufweisen, die 4 nördlichsten 3,80 m, und die mittleren alle darunter liegen, so würden die Verbindungslinien aller drei Höhenstufen einander parallel etwa ENE streichen. Die Fehlbohrungen reichen aber, in hartem Diluvialton oder auf Geschieben stecken geblieben, z. T. nicht tief genug um etwas Sicheres auf die Isobathen der Tarrasoberflächen schließen zu können. Die erschlossenen Mächtigkeiten des Tarras betragen, ohne Liegendes erreicht zu haben, um 3 m herum. Die meisten Bohrungen zeigen unter dem Mutterboden erst ca. 1,5 m braunen Ton mit Kalk, dann größere oder geringere Mächtigkeiten kalkfreien braunen Tones an. Es handelt sich offenbar beim Hangenden um Geschiebemergel, beim Liegenden um die Verwitterungsrinde des Tarras. Er ist nicht in die Oberflächberechnung einbezogen. Bei einer Bohrung war der nur angebohrte Tarras oberflächlich mit Kalk und Sand verunreinigt. Die Bohrung, Nr. 111 traf unter 2 m grünem Ton 5,7 m „grüngrauen und schokoladenbraunen Ton mit Kalk“. Da der sonst im Protokoll nie so genannt wird, möchte ich die Schicht als fragliches Oberpaläozän auffassen, da sich auch in der Grube dieselben auch von andern Arten bekannten Farbabweichungen an einer inzwischen abgebauten Stelle der Ostwand fand. Die Bohrung Nr. 110 hat folgendes Profil.

- 0 — 2 m dm
- 2 — 4 m brauner Ton, verwitterter Tarras
- 4 — 14 m grüner Tarras
- 14 — 16 m grau-grüner Ton mit Kalk.

Ich habe nicht den Eindruck, daß das Liegende wieder Diluvium darstellt, wenn es auch nicht ausgeschlossen ist, daß es sich um eine Mischzone handelt.

Sw von diesem Bohrfeld am N Abhang des Kreuzbergs blieb eine 1924 auf Kali (!) angesetzte Bohrung bei 54 m unter Flur im Diluvium stecken, ohne Tarras anzutreffen. Wir kommen an anderer Stelle ausführlicher darauf zurück.

Die geschilderte Tarrasoberfläche wirkt natürlich als Grundwasserstauer im Gebiet, offenbar ist aber das Gestein hier mindestens oberflächlich entsalzt (vgl. Bemerkungen über gelbbraune Verwitterungsrinden), denn die

Brunnen führen keine Sole. Von den Werksbohrungen gibt nur eine auf Feld 8 bei 2,5 m Wasser an. Bei dem geringen Niederschlag des wagrish-fehmarnschen Trockengebiets (Burg auf Fehmarn und Heiligenhafen = 548 mm) fällt auch nicht viel Sickerwasser an. Am Strand treten einige kleine Quellen etwas über Meereshöhe aus. Die Tarrasoberfläche liegt ja durchschnittlich genau in Ostseeneiveau. Wasserlöcher gibt es da und dort, die Himmelswasser halten. Die Knickränder zwischen der Grube und Heinrichsruh sind mit Schilf bestanden, was seltsam aussieht. Der Spiegel des Brunnens des Fährhauses steht auf 2 m, der des Bauernhofs zwischen Bahn und Heinrichsruh auf 3 m unter Flur, beide führen auch im Sommer Wasser. Alle Brunnen und Wasseraustritte liegen außerhalb der Bohrfelder, sodaß man die durchschnittliche Höhe der Tarrasoberfläche wohl für das ganze Gebiet N des Weges von der Straße zum Hof Heinrichsruh als eine in kuppenförmigen Aufwölbungen, vielleicht diese einander parallel NE streichend, schwach auf- und absteigende, aber mehr oder weniger einheitliche Untereozänfläche annehmen kann. Sie wird nach W durch die in der Karte eingezeichnete „Kalibohrung“ begrenzt.

Glaziale Beeinflussung des Tarrasvorkommens liegt zweifellos vor, denn man kann randlich oder oberflächlich eingewalzte Geschiebemergel und den grauen Bryozoon, schließlich auch kleine Geschiebe und Flinte beobachten. Ein vorwiegendes Streichen der Kulminationen in Richtung auf die Hauptmasse des Tarras in Ostfehmarn darf man nach den bisherigen Aufschlüssen annehmen. Es ist hier nicht der Ort, die Gründe für den möglichen Zusammenhang der festländischen und insularen Vorkommen zu erörtern, was wir für eine zweite Arbeit vorbehalten. Die Lagerungsverhältnisse gestatten bei der jetzigen Oberflächenkenntnis zwei technisch bedeutsame Schlußmöglichkeiten: entweder es handelt sich bei dem Großenbroder Vorkommen um Anstehendes, das dann natürlich mit dem Fehmarn-Tarras zusammenhängt. Dann sind die sattelförmigen Aufwölbungen als Restücken zwischen Schürfrillen des Inlandeises zu deuten, und ihre Richtung stimmt mit der des Eisstroms überein. Oder es handelt sich um eine einzige riesige bzw. eine Anzahl nachbarlich verschuppter Schollen, die dann ebenfalls glazigen von Anstehenden in Ostfehmarn her stromfadenartig auseinandergezogen bzw. erodiert sind. Innere Störungen sind allerdings nicht festzustellen, was sich ja auch nicht nur an Gleitflächen oder Harnischen, sondern auch im technischen Verhalten negativ auswirken müßte. Von glazigen-tektonisch beanspruchten Geschiebemergeln ist bekannt, daß ihre bautechnische Standfestigkeit gegenüber ungestörtem dem gleicher petrographischer Zusammensetzung ungleich geringer ist. Erhebliche Stauchungs- und Zerrungsbeanspruchung würde das kolloidale Feingefüge der Tone zu ungunsten der Verwertung verändert haben. Ich neige zu der Auffassung, es handle sich um Anstehendes und zwar an dessen Südgrenze. Mächtigkeiten von 10 — 12 m sind nach den Protokollen vorhanden, die (nicht fixierten) Grubenbohrungen würden sogar Mächtigkeiten um 25 m erschlossen haben. Südlich des Gebiets im wagrishen Kreis Oldenburg wird der Tarras in Bohrungen oft angetroffen, er ist hier sicherlich den Mächtigkeiten nach anstehend, liegt aber erheblich tiefer, was auf eiszeitliche Tektonik schließen läßt.

## Untersuchung des Siebrückstandes.

Proben von Tarras und glazigenen Mischvarietäten von Fehmarn und Großenbrode wurden aufgeköcht und durch Planktongazenetze gesiebt. Die Methode erscheint zur Gewinnung von Mikrofossilien technisch einwandfreier als die durch FRANCKE in die Foraminiferenforschung eingeführte Schlämmung durch relativ grobe und unregelmäßig gewebte Leinwandsäckchen. Das eigentliche Ziel, Suche nach einer Kleinf fauna, wurde nicht erreicht, auch in dieser Hinsicht ist der Tarras praktisch fossilfrei. Das sagt natürlich nichts über die, wenn auch geringe Möglichkeit, in anderen nicht erfaßten Horizontteilen etwas zu finden.

Foraminiferen wurden in keiner Probe, weder von der Insel noch vom Festland, gefunden. Dadurch tritt der Tarras auch in Gegensatz zu dem von GAGEL ebenfalls ins Untereozän gestellten Ton von Schwarzenbeck in Südholstein, der überdies auch lithologisch und in der Farbe sich unterscheidet. FRANCKE hat die darin auftretenden Foraminiferen beschrieben. Lediglich in einer Tarrasprobe von Katharinenhof (auf Fehmarn) fand sich ein Bryozoenbruchstück, das völlig den unten beschriebenen gleicht. Bei den starken Rutschbewegung des Tarras am Steilkliﬀ kann die Form, die aus der Oberkreide stammen wird, sekundär hineingekommen sein.

Sämtliche Proben (mit Ausnahme der oberflächlichen Verwitterungsproben) haben verschwindend geringen Rückstand, was schon aus den Schlämmanalysen hervorgeht. (vgl. S. 47/48.)

Im Tarras von Katharinenhof finden sich relativ häufig Pyritkristalle aller Formen. Ausnahmslos gut abgerundete Quarze erinnern an die terrigene Aufbereitung. Die meisten sind glashell, ein geringer Teil ist stumpf abgeschliffen, ähnlich wie Dünenande. Aschenschlackenreste kommen vor, äußerst selten sind Schwerspatkriställchen, Reste von Fasergips und winzige Kalkkonkretionen. Zum Teil handelt es sich sicher um diagnetische Bildungen.

Der grüne Tarras aus der Großenbroder Grube unterscheidet sich vom Fehmaraner durch das Fehlen der abgerollten hellen Quarze, dafür treten durchwachsene kleine Quarzkristalle auf, sehr spärlich Rutilnadeln, Baryt usw. Der Pyrit ist sehr viel seltener, kommt aber vor. Er ist das einzige Zeichen, das auf organische Reste hindeuten kann, aber zu klein, um etwa als Rückstand von geformten Organismen gelten zu können. Die Reaktion des Rückstandes auf NaCl ist sehr gering.

In der Grube kommt, wie beschrieben, ein grauer „Bryozoenmergel“ vor, dessen reicher Fossilinhalt mit dem freien Auge sichtbar ist. Auch er ist frei von Foraminiferen, die feinstämmigen Formen der Bryozoen gleichen denen der „lockeren Bryozoen-Kreide“ des Danien.

Material aus der „Staubkammer“ der Fabrik in Großenbroder Fähre (vergl. S. 46) ist derart fein zermahlen, daß es nicht nur technisch unbrauchbar ist, sondern unter dem Binokular weder mineralische noch organogene Reste kenntlich sein können.

## Abbau.

Der Abbau erfolgt wie fast ausnahmslos bei Gewinnung bleichender Erden über Tage. Der Abraum erfordert bei den relativ geringen Mächtigkeiten keinen Bagger und wird auf oberer Sohle von Hand gewonnen und abgefahren. Der Tarras selbst kann bei der Zähigkeit des Materials (wie z. B. auch in amerikanischen Fullererdegruben) nur mit dem Spaten gewonnen werden.

Die Schwierigkeiten liegen z. T. in der Rutschgefahr des Abraums auf dem durch Sicker- und Regenwasser durchfeuchteten und zur Rutschflächenbildung neigendem Tarras. An sich ist der kalkreiche Geschiebemergel so standfest, daß er in der Grube bei absitzenden Schollen 1—3 m hohe Erdpyramiden bildet. Nach längeren Regengüssen oder bei Tauwetter geraten immer große Massen ins Rutschen, genau wie am Meereshöhe auch, sodaß die Abraumsohle stark zurückgelegt werden muß. Die zweite Schwierigkeit liegt in der Wasserhaltung, es gelingt nicht, Quellaustritte auf der Tarrasoberfläche als grundwasserstauendem Quellhorizont von der Grube fernzuhalten, sodaß bei Pumpenversagern die Grube schnell versäuft. Außer Trockenzeiten muß die Pumpe dauernd in Betrieb gehalten werden.

Die Grube selbst ist heute (Frühjahr 1933) 100 m lang und 30 m breit, die Längsachse läuft NNE. Bei einer Grubentiefe von ca 10 m liegt die Abbausohle 5 m unter Ostseespiegel, die Abbaustroße auf Meereshöhe. Da die Einfahrt nur ca. 15 m vom Kliff abliegt, ist bei der geschilderten Neigung zu Nischeneinbrüchen über Tarras, „adern“ bei Sturmflut (einer in der Ostsee seltenen Erscheinung) Durchbruchgefahr vorhanden, sodaß Verfüllung des seenahen Teiles der Grube anzuraten ist. Die Einfahrt ist als Bremsberg ausgebildet. Die Loren kippten den Abraum in Löcher und Nischen, die durch die winterliche starke NE-Brandung entstehen; über das Kliff in die Ostsee, wo Brandung und Strom ihn schnell wegräumt. Vom wasserbaulichen Standpunkt bestehen wegen der Fahrrinne im Sund auf die Dauer Bedenken, so daß man den Abraum steigend zur Planierung der Feldmark usw. verfährt. Eine Feldbahn führt zur 1 km entfernten Fabrik.

## Verarbeitung, Versand, Verwendung.

Die Aufbereitung ist bei der Reinheit des Tarras einfach. Saigerung grober Bestandteile ist nicht nötig, die randlich verunreinigten Teile werden auf Halde geschüttet. Vortrocknung des Rohguts wird nicht vorgenommen. Der Ton wird in rotierender Trockentrommel scharf getrocknet. Tonstücke, die nicht genügend trocken sind, werden automatisch ausgeschieden. Ebenso scheiden Beimengungen, die das Endprodukt ungünstig beeinflussen, durch eine mit Feuergasen betriebene Ventilationsanlage aus. Anschließend wird das Trockengut in Kugelmöhlen zu feinstem Mehl gemahlen. 4 Korngrößen werden durchgeseibt. Geeignete Ventilationsanlagen gestatten auch hier die Herstellung eines ganz gleichmäßigen Erzeugnisses, was für die technische Verwendung ausschlaggebend ist. Zusatz von Säure oder irgendwelche andere Aktivierung ist an sich unnötig, für besondere Gebrauchszwecke werden Filterkohle und andere Beimengungen gelegentlich zugesetzt. Anfängliche Schwierig-

keiten mit Verstauben der Maschinen und Werksräume sind überwunden, ebenso die Erzeugung eines technisch unverwendbaren, weil schlecht filtrierenden zu hohen Staubprozentsatzes, der durch die unten folgenden Angaben über die Korngrößenzusammensetzung des Tarras verständlich wird. Mit Fehlfabrikation durch zu großes Erhitzen, das das Konstitutionswasser aus den wasserhaltigen Silikaten austreibt, muß gelegentlich gerechnet werden, das Produkt ist an einer gewissen Schichtung in hellweißliche und dunkelgräuliche Partien kenntlich.

Die Versandsmöglichkeiten sind sehr günstig, weil die Fabrik direkt am Hafen der Sundfähre nach Fehmarn liegt, sie also gleichzeitig Bahnanschluß (nach Lübeck) und direkte Verbindung zur See hat. Rohton wird nicht ausgeführt, lediglich Mahlgut in Säcken. Zu Lande und zur See werden deutsche Firmen beliefert (vor allem Hamburg), Schiffe laden Fracht vor allem nach Holland und Norwegen. Da die abbauwürdigen Vorräte auf Fehmarn selbst meines Erachtens ganz ungleich größer als auf dem Festland sind, ist (vielleicht nach Erbauung des geplanten Dammes über den Sund) bei den brauchbaren Hafenverhältnissen an der Südküste der Insel zu überlegen, in welchem Verhältnis dortige Gewinnungsmöglichkeiten zu den Frachtverhältnissen stehen. Mehr darüber zu sagen, erübrigt sich heute.

Die bei den einfachen Aufbereitungsverfahren von Tonsil 6 im Gegensatz zu den bayerischen bleichende Erden keine Säurereste zu befürchten sind, ist es wegen seiner absolut neutralen Reaktion besonders geeignet zur Entschleimung von Pflanzenölen (Margarinefabrikation) und zur Abscheidung des Säureharzes aus Mineralölen. Der Eisengehalt (nach Angabe des Werks 5%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) muß niedrig gehalten werden, weil durch Aufnahme von Eisen in Form von Eisenseifen durch organogene-minerogene Öle unerwünscht Nachdunklung oder Verfärbung die Folge sein kann.

Die Tagesproduktion des Werkes ist durchschnittlich 15 t täglich.

### Physikalisch-chemische Vergleiche.

Wir haben in der Einleitung gesehen, daß die Wirkungsweise der bleichenden Erden in erster Linie von ihren kolloidalen Eigenschaften abhängt, über die die Schlämmanalyse einen Anhaltspunkt gibt. Wir besitzen keine Analysen von Großenbroder Tarras, hingegen solche von fehmaranischem Tarras, (nach GAGEL 1912), den wir hinlänglich ähnlich annehmen dürfen. Damit stellen wir in Vergleich Schlämmanalysen der drei besten niederbayerischen Weißerden (nach SCHULZ) und schließlich (leider nach anderem Schema) eine dänischer Untereozäntone (plastik Ler vom Kleinen Belt nach E. L. MERTZ).

<sup>1)</sup> Weitere mechanische Analysen von untereozänen Tonen Norddeutschlands gibt GAGEL (1923), von denen allerdings inzwischen der Ton von Jatznick in Pommern durch WARNECK auf Grund der Fossilien ins Mitteloligozän gestellt werden mußte. Zu vergleichen sind, auch in Bezug auf die chemische Zusammensetzung, die Analysen von STREMMER u. AARNIO von Untereozäntonen von Schwarzenbeck (Südholstein), Fünen und von gleichaltem Londonclay.

mm	2—1	1—0,5	0,5—0,2	0,2—0,1	0,1—0,05	0,05—0,01	< 0,01	< 0,002
„Sag“ Obermünchs Dorf, bayrische Weißerde	0,14				1,5	25,9	72,46	
Oberste Schicht. daselbst	5				13,4	38,96	42,46	
„Grubenfrische“ daselbst	6,54				13,16	43,9	36,4	
Weißerde Preissenberg - Eierkann	4,94				9	29,54	57,52	
desgleichen (b. Landshut)	5,9				14,1	41,3	37,86	
Tarras bei Kathrinenhof (Fehmarn)	0,0	0,0	0,3	0,1	18,4	43,6	37,3	
Tarras vom Klingenberg (Fehmarn) Bohrung 12 m Tiefe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	6,4	93,4	
Dänischer Plastik Ler, Kleiner Belt	0,0				0,1		18,0	91,2

(0,2—0,02) (0,02—0,002)—(mm)

Zu dem Ergebnis des Vergleichs ist folgendes hinzuzufügen: Der Tarras vom Küstenkliff bei Kathrinenhof ist ziemlich oberflächlich, im besten Fall einige m unter Erdoberfläche. Wir kennen von Fehmarn dieselben oberflächlichen Verwitterungsrinden des Tarras, wie wir sie vom Großenbroder Gebiet beschrieben. WOLFF beschreibt sie (S. 145) als „zähen, fetten, rötlich-gelben bis grünlich-gelben Ton“. Es ist offensichtlich, daß die hangenden Partien des Tarras ziemlich stark sekundären atmosphärischen und hydrosphärischen (Grundwasser) Einflüssen und Umsetzungen ausgesetzt waren. Wenn Elektrolyse wie z. B. dissozierende Salze in Grundwasser auf ein Dispersoid mit elektrisch geladenen Teilchen zur Entwicklung kommen, bewirken sie Koagulation des Kolloids. So stellen wir fest, daß der oberflächennahe Tarras den niederbayerischen bleichenden Erden in den Prozentsätzen „Staub“ (0,05 — 0,01) und „Feinstes“ (0,01 mm) ziemlich nahe steht, hingegen an eigentlichen „Sand“ (2 — 0,2 mm) im Gegensatz zu den süddeutschen Weißerden kaum etwas enthält. Der Tarras von Klingenberg (Ostküste Fehmarn) hingegen stammt von einer Bohrung (Probe 12 m Teufe), der plastik Ler vom Kleinen Belt ist ebenfalls eine Bohrprobe, beim dortigen Brückenbau gewonnen. Soweit man beide Proben infolge der verschiedenen Schlämmethoden vergleichen kann, stehen sie sich relativ nahe und stehen in Bezug auf Kornfeinheit ziemlich unerreicht an bekannten Tönen da. So erklären sich die technischen Eigenschaften dieser hochkolloidalen Gemenge. Es ist in diesem Zusammenhang interessant, daß man auch in Niederbayern in letzter Zeit immer mehr zur Förderung im Liegenden übergegangen ist, trotz höherer Abraumkosten, da auch dort tieferen Schichten bessere Produkte ergeben. (Prospekt der V.B.F. München.)

Die chemische Analyse ist von untergeordneter Bedeutung, da sie aber über den (i. A. im Sinne der Hydrosilikat-Gelstruktur) günstigen  $\text{SiO}_2$  Gehalt in seinem Verhältnis zu dem unerwünschten Tonerdegehalt und den übrigen technisch meist ungünstigen ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  färbend) Bestandteilen Auf-

		$\text{Si O}_2$	$\text{Al}_2 \text{O}_3$	$\text{Fe}_2 \text{O}_3$	$\text{Mg O}$	$\text{Ca O}$	Glühverlust		
	Tarras Großenbrode „Tonsil 6“	72,5	13,0	5,0	1,5	0,8 (0,5 Klingenberg) (Tarras Fehmann nach Gagel 1935)	7,2	Werksanalyse	
	Tarras Großenbrode anstehend, aus der Grube	57,5	18,8	9,6	4,4	—	6,7	Chemisches Institut Kiel	
	Tarras Großenbrode verwitterte Oberfläche Bohrfeld 6	57,2	17,2	13,6	1,4	1,8	7,5		
Alttertiär	Schwarzenbeck	51—63	11,7-16,3	5,5—6,3	1,6—2,2	1,1—4,2	4,4—7,8	nach Aarnio, Stremme und Gagel 1923	
	Londonton	33,0	17,3	8,5	1,6	1,3	7,2		
	Fünen	35,4	17,3	11,1	2,1	6,1	11,0		
„Bleichende Erden“ = Fuller-Erden	Decatur? Georgia (USA)	72,0	10,7	7,1	4,3	3,3	—	nach Eckart und Wirz Müller	
	Hutfield (England)	59,4	11,8	6,3	2,1	6,2	—		
	Kambara (Japan)	70,9	15,8	2,9	2,4	1,8	5,8		
	Landau	Niederbayern	62,7	20,1	6,0	2,0	2,0		7,0
	Landshut		61,1	19,7	6,9	3,5	2,2		6,9
	Mainburg		58,2	21,6	7,5	3,9	2,1		7,0
	Hamburger Fullerde	39,1	25,4	11,4	2,9	4,2	13,6		
	Rheinische Fullerde	56,3	24,6	5,1	1,8	3,8	8,2		
	Custer, S. Dakota	71,3	14,3	2,5	1,2	0,3	—		nach Kausch
Pfirsching (Bayern)	70,3	13,3	2,2	0,4	0,9	6,5	nach von Amann		

schluß gibt, gebe ich eine kurze Vergleichstabelle. Sie kann aus der angegebenen Literatur noch sehr vervollständigt werden, auch sind die Zahlen der Kürze halber i. A. auf eine Dezimale aufgerundet. Von den englischen, amerikanischen und japanischen Fullererden sind nur die Spitzenleistungen in Bezug auf hohen Kieselsäure- und niedrigen Tonerdegehalt wiedergegeben, von den bayerischen ebenfalls nur die besten der einzelnen Fundorte. Zum Vergleich stehen außerdem noch eine geologisch nicht gleichalterige hamburgische und eine rheinische Walkerde, sowie drei ebenfalls alttertiäre, aber technisch nicht genutzte Tone. Davon gehören allerdings der Londonclay und der finische plastik Ler einer roten lateritischen Varietät an, von den chemisch sicher ähnlicheren petrographisch gleichen Tönen war keine Analyse zugänglich. Beim Vergleich muß man sich natürlich der Ungleichwertigkeit der analytischen Methoden bewußt bleiben, die Zahlen sind nur roh vergleichbar.

Es ergibt sich als Hauptresultat, daß in Bezug auf den  $\text{SiO}_2$  Gehalt „Tonsil 6“ am besten dasteht, in Bezug auf  $\text{Al}_2\text{O}_3$  wird es von amerikanischen und englischen nur schwach untertroffen. Der Kalkgehalt ist nur bei einem amerikanischen Vorkommen so gering, der Eisengehalt ist nur bei einem niederbayerischen, einem amerikanischen und einem japanischen Fundort kleiner. Die Analysen des anstehenden Tarras lauten allerdings erheblich anders. Herr Prof. MUMM ließ sie freundlicherweise durch Herrn stud. chem. REIFF und Fräulein stud. chem. RÖSSIG im Chemischen Institut der Universität Kiel ausführen. Es ist nicht zu beurteilen, in wie weit die vom Werk angegebene Analyse geschönt ist, denn auf Erhitzung und Entstäubung des Tonsils allein lassen sich die Unterschiede nicht zurückführen. Qualitativ waren im unverwitterten Tarras noch „etwas organische Substanz und Spuren von Titan und Schwefel“ nachzuweisen. Die Farbe des Rohtones an sich, in Großenbrode relativ einheitlich grün bis blaugrün, ist bei den verschiedenen bleichenden Erden ebenso unterschiedlich wie technisch belanglos. Es ist verwunderlich, wie wenig sich der gelbrot verwitterte vom frischen blaugrünen Tarras chemisch unterscheidet, selbst im Eisenoxydgehalt. Viele der hier nicht angeführten amerikanischen, japanischen und auch bayerischen Analysen stehen den mitgeteilten relativ schlechten hamburgischen oder rheinischen (ähnlich schlesische, sächsische bleichende Erden) nahe; bei den allermeisten liegt der Silikatgehalt bei 50—60%, erst die „Aktivierung“ erreicht eine weitere Verschiebung des Verhältnisses  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$  zugunsten des Kieselsäuresols. So wird es verständlich, daß der Tarras zu den wenigen bleichenden Erden gehört, die keiner chemischen „Veredlung“ bedürfen.

### Genese, Terminologie.

Der Tarras ist wie alle bleichenden Erden ein hydratometamorphes Zeretzungsprodukt. Die Walkerden unterscheiden sich von Tarras im engeren Sinne durch die Beimengungen von Kalk, Magnesium, Alkalien zu dem Tonerde-Hydrosilikat als Gerüst. Sie stammen i. A. von pyroxen- und amphibolartigen Gesteinen (Bolmineralien), etwa Augit, Gabbro, Diorit, Diabas, Basalt. Wenn sie auch selber zum geringsten Teil Bleicherden

sind, schon weil es sich meist um Gesteine auf sekundärer, oft mariner Lagerstätte handelt, so steht offenbar ihr Entstehungsprozeß meist mit Kaolinisierung, Beauxitierung usw. in Zusammenhang. SCHULZ hat beispielsweise für die niederbayerischen obermiozänen, sekundär terrestrisch sedimentierten Weißerden der Donauesenke direkten Zusammenhang mit primären Kaolinlagerstätten auf dem Bayerischen Wald nachgewiesen. Gewisse fettige, brüchige Flammtoner verschiedener Farben, die in dünnen Linsen der obermiozänen Nagelfluh Oberbayerns eingeschaltet sind (WASMUND 1929), möchte ich für fluviatil und limnisch eingelagerte Erden der gleichzeitigen tertiären alpinen Verwitterungslandoberfläche halten.

Die Frage ist nun die der Herkunft des Tarras. GAGEL (1912) hat die Untermiozänone als „Umlegungsprodukte tropischer Verwitterungsböden“ wegen der gelegentlich darin auftretenden „roten, bzw. hochroten Tone, deren Herkunft von eingeschwemmter Lateritsubstanz höchst wahrscheinlich bzw. unverkennbar ist“ gedeutet. Das Ursprungsgebiet wird nicht genannt, „woher es kommt, daß sie trotz ihrer marinen Ablagerung größtenteils so kalkarm sind, ist mir noch ein ungelöstes Rätsel.“

Zwei Erklärungsmöglichkeiten scheinen vorzuliegen. Das Muttergestein müssen wir auf dem seit dem Paläozoikum größtenteils festländischen fennoskandischen Schild suchen. Als nächstes Gebiet kommt Schonen in Betracht, das ja auch im Mesozoikum mehrfach Transgressionen erlebte. Dort kennen wir aber durch die ganze Trias und den Jura bis in die Kreide hinein mehrfache und tiefgehende Kaolinisierung auf Granitgneis, von den vielen Fundorten werden heute zwei abgebaut. (GRÖNWALL.) Schon die paläozäne Transgression hat viele senone Kreide (die mit Kaolinlagerstätten verknüpft ist) zerstört, wie aus dem Gehalt an gerollten Feuersteinen hervorgeht. Nun haben während der Bildung des alttertiären Tarras auf Schonen Basaltausbrüche stattgefunden, die Aschenlagen im Tarras auf Fehmarn und anderswo stehen damit in Zusammenhang. Die Basaltschlote überragen heute die Landoberfläche und ihre Tuffe liegen in Schonen direkt auf Grundgebirge. Daraus schließt VOIGT, „daß die Kreide in Schonen schon während der Festlandszeit des Tertiärs stellenweise denudiert gewesen sein muß.“

Die Denudation hat sich natürlich ebenso auf die Kaoline, also die Zersetzungsprodukte des Grundgebirges, wie auf die Basalte und basaltischen Tuffe selbst erstreckt, die ja in Zwischenlagen weit verfliegen im westlichen Baltikum vorkommen. Der Tarras mit seinem hohen Gehalt an wässriger Kieselsäure und seiner Tonerdebeimischung, kann und wird aus beiden Gesteinen stammen, aus dem Kaolin und den Basalten und ihren Abkömmlingen. Er schlug sich aus einem ursprünglichen Kieselsäuresol nieder, das aus der am Festland zur Kaolinbildung führenden Verwitterung stammt, der gelöste Solzustand wurde im Meer durch die Elektrolyse in Gelzustand übergeführt. Die Tonerdebeimengung ist marine tonige Trübe, wie sie die Flüsse herbeiführten. Der geringe Kalkgehalt wird bei der Natur des Muttergesteins und Ursprungslandes durchaus verständlich. Schon bei den kretazischen Verwitterungsvorgängen ist

ja Kieselsäure in gleicher Form ins Meer gelangt, WETZEL und andere führen die Feuersteinbildung darauf zurück. Wir kommen so zu einer Vorstellung, die der von SCHULZ über die Entstehung der niederbayerischen Weißerden sehr ähnlich ist, nämlich einen genetischen „Zusammenhang von Kaolinisierung, Verkieselung und Weißerdebildung“. Nur ein Unterschied besteht, Basalte können wir außer dem Kaolin durch die stratigraphischen Zusammenhänge ebenfalls als Muttergestein ansehen; ihre ganze Verbreitung ist nicht mehr bekannt, aber der mineralogische, chemische Zusammenhang sehr eng. Nicht nur in Nordamerika, auch bei uns im Westerwald liegen echte ausgebeutete Walkerde-Lagerstätten auf Basalt als Muttergestein.

Damit kommen wir zum Schluß auf die Frage der exakten Benennung der basische Farbstoffe adsorbierenden Hydrosilikate. Der Name Walkerde, wäre auch geologisch eindeutig, (DANNER-TIETZE gebrauchen ihn z. B. in dieser Form), aber die Technik hat ihn verlassen. Das englische Sprachgebiet sagt zwar nach wie vor Fullererde, bei uns spricht man aber jetzt in der Praxis und technologischen Literatur nur von „Bleicherde“. Die Geologie versteht aber darunter eindeutig durch erdgeschichtliche Vorgänge „gebleichte“ Erden, also etwa Kaoline (zu dem die bleichenden Erden ihrem chemisch-physikalischen Zustand nach nicht zählen), oder Podsol (= graue oder weißliche Wald- und Heideböden). Es sind die von Humusstoffen und fällenden Salzen ausgelaugten Böden der ariden Waldgebiete. WÜST hat beispielsweise die mitteldeutschen Kaoline und Bleicherden als fremdklimatische alttertiäre Verwitterungsprodukte in Richtung Grauerde (nach RAMANN, = Podsol) dargestellt. Das sind nun die Aluminium-Hydrosilikate, zu denen der Tarras gehört, keineswegs immer. Es sind „bleichende“ Erden, oder besser Tone (mit Hinblick auf geringen Tonerdegehalt), die unter Umständen mit der Bildung „gebleichter“ Erden in genetischem Zusammenhang stehen können, und selten selber gebleicht sind, meist doch in starken Farben auftreten. Echte Bleicherden im pesologisch-geologischen Sinne können aus Mangel an Adsorptivstoffen gar nicht bleichen, worauf es technisch ankommt. Die Verwirrung der Begriffe ist wohl dadurch gesteigert worden, daß die niederbayerischen „bleichenden Erden“ als deutsche Hauptvorkommen dort „Weißerde“ genannt werden und tatsächlich diese bleiche Farbe besitzen. Es ist aber nötig, bleichende Erden im technologischen Sinn von „Bleicherden“ im geologisch-gebleichten Sinn scharf zu unterscheiden. Die Notwendigkeit eindeutiger Terminologie wird am klarsten bei der Frage nach der Entstehung, die noch mancher Untersuchung bedarf, und deren Aufhellung auf die Anwendung der bleichenden Erden und die Erschließung bauwürdiger Lagerstätten rückwirken wird. Es ist eine nebensächliche Frage zweckmäßiger Konvention, ob man die technologisch zur Entfettung und Entfärbung verwendbaren limnischen und marinen Sedimente terrigener Abkunft nun einheitlich Bleichtone, Walkerde oder -tone oder bleichende Erde nennt. Notwendig ist nur, daß Wissenschaft und Technik in der Namengebung einheitlich vorgehen, um sich gegenseitig verständlich zu bleiben. Das ist erste Voraussetzung gemeinsamer und gemeinnützlicher Arbeit.

## Nachsatz.

W. WETZEL veröffentlicht nach Abschluß dieser Arbeit in „Steinbruch und Sandgrube“ einen Artikel, der sich um das Großenbroder Tarrasvorkommen gruppiert.

Eine nachträglich stützende oder kritische Neubearbeitung eines Stoffes kann wertvoll sein. Deshalb habe ich Herrn Prof. WETZEL sofort Mitteilung von dieser Arbeit gemacht, nachdem die Werksleitung mich davon unterrichtet hatte, daß sie Herrn W. das Betreten der Grube wegen meiner schon vor W.'s Besuch in Gang befindlichen Untersuchung und aus anderen Gründen nicht gestattet habe. Herr W. muß also schreiben: „über die Verarbeitung dieses Rohstoffes zu technischen Bleichmitteln wird nichts bekanntgegeben . . .“ (mit anschließenden unrichtigen Vermutungen) und schließt in Hinblick auf die noch bestehende Einfuhr fremder Fullererde ins Reich mit dem Wunsch: „so verdienen deutsche Vorkommen, die etwa als Ersatz in Frage kommen können, genauere Prüfung und Bekanntmachung“. Ich bedaure, angesichts meiner eignen lückenhaften Unterlagen mich diesem Wunsch auch jetzt noch anschließen zu müssen. Ich glaube aber doch, daß solche Äußerungen zu „akademisch“ sind, wenn man selber keine Untersuchungen macht, aber weiß, daß andere damit schon begonnen haben, und keine Unterlagen hat, aber weiß, daß sie in andern Händen sind. Hat man von den Bemühungen Anderer Kenntnis und kann warten, so sollte man deren guten Willen bis zur Veröffentlichung ernst nehmen, wozu ich CLOOS 1926 zitiere: „Ich möchte fragen, wie man, dies Verfahren weiter ausgebaut, in Zukunft für die solide Verarbeitung und Drucklegung eines gesammelten Beobachtungsmaterials Zeit und Ruhe finden soll? Doch sind uns in diesem Falle keine wertvollen Ergebnisse vorweggenommen.“

## Literaturverzeichnis.

- ANDRESEN, J. Technisch verwendbare Stein- und Erdarten. — In: Übers. üb. d. Geol. v. Dänemark. Danm. Geol. Unders. 5, 4, 1928.
- AMMON, L. v., Die Malgersdorfer Weißerde. — Geognost. Jahresh. 13, 1900.
- DAMMER, B. u. TIETZE, O., Die nutzbaren Mineralien. 2, Stuttgart 1928.
- DIENEMANN, W. u. BURRE, O., Die nutzbaren Gesteine Deutschlands und ihre Lagerstätten. 1, Stuttgart 1928.
- CLOOS, H., Zur Kritik der Granittektonik. Cbl. Min. B, S. 487, 1926.
- ECKART, O. u. WIRZMÜLLER, A., Die Bleicherde. 2. Aufl. Braunschweig 1929.
- FRANCKE, A., Die Foraminiferen des Untereozäntons der Ziegelei Schwarzenbeck. — Jb. Preuß. Geol. Landesanst. 32, 1911.
- GAGEL, C., Geologische Notizen von der Insel Fehmarn und aus Wagrien.  
— I, Jb. Preuß. Geol. Landesanst. 26, 2, 1905.  
— II, ebenda 29, Teil 2, 1908.  
— III, ebenda 32, Teil 2, 1912.  
— Die chemische Beschaffenheit und Unterscheidungsmöglichkeit der Untereozäntone und der mitteloligocänen Septarientone. — Ebenda 43, 1923.

GRIPP, R., Über das Alttertiär von Hemmoor, ein Beitrag zur Stratigraphie Nordwest-Deutschlands. — 17. Jahresber. Niedersächs. Geol. Ver. (Hauthal-Festschr.), 1925.

— Geologie von Hamburg. Hamburg 1933.

GRÖNWALL, K. A., Nordöstra Skanes Kaolin och Kritbildningar samt deras praktiska användning. — Svensk. Geol. Undrs. Ser. C., 261, 1915.

HÜSELER, K., Geschichte der schleswig-holsteinischen Fayence-Manufakturen im 18. Jahrhundert. — Veröff. Schlesw.-Holstein. Univ. Ges. 23, Schr. Balt. Komm. Kiel, 16, Breslau 1929.

KAUSCH, O., Das Kieselsäuregel und die Bleicherden. — Berlin 1927.

KRUSCH, P., Die Kriegsaufgaben der Geologischen Landesanstalt. — Jahrb. Preuß. Geol. Landesanst. für 1919, 40, 1922.

MERTZ, E. L., Physikalische Eigenschaften von einigen dänischen Tonen. — Danm. Geol. Unders. 5, 4, 1928.

RAVN, J. P., Om det saakaldte plastiske Lers Alder. Dansk Geol. Foren. 2, 12, 1906.

REIS, Einzelheiten über Gesteinsarten, Schichtung und Aufbau des Niederbayerischen Tertiärs. — Geognost. Jh. 31—32, 1918/19.

SCHULZ, H., Morphologie und randliche Bedeckung des Bayerischen Waldes in ihren Beziehungen zum Vorland. — N. Jahrb. Min. usw. Beil. Bd. 54, B, 1926.

STREMME u. AARNIO, Die Bestimmung des Gehaltes anorganischer Kolloide in zersetzten Gesteinen und deren tonigen Umlagerungsprodukten. — Z. f. prakt. Geol. 19, 1911.

VOIGT, E., Die Lithogenese der Flach- und Tiefwassersedimente des jüngeren Oberkeidemeeres. — Jahrb. Hallescher Verb. z. Erforsch. mitteldtsch. Bodensch. 8, n. F., 1929.

WASMUND, E., Obermiozäne Entstehungs- u. diluviale Entwicklungsgeschichte des Tischberg-Härtlings am Starnberger See. — Jahrb. Geol. Bundesanst. 79, Wien 1929.

— Zur Geologie des Fehmarnsundes. Im Druck.

WETZEL, W., Ältere und neuere Vorstellungen vom Kreidemeer usw. — Schr. Natw. Ver. Schlesw.-Holst. 18, 1, 1927.

WOLFF, W., Erdgeschichte u. Bodenaufbau Schleswig-Holsteins. Hamburg 1922. — Die Bodenbildungen Schleswig-Holsteins und ihr Verhältnis zu den geologischen Bodenarten. — Jahrb. Preuß. Geol. L. A. 51, 1930.

WÜST, E., Die Entstehung der Kaolinerden der Gegend von Halle a. S., Z. f. prakt. Geol. 15, 1907.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein](#)

Jahr/Year: 1933-34

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Wasmund Erich

Artikel/Article: [Gewinnung von „Bleichton“ \(Walkerde\) im alttertiären Tarras am Fehmarnsund. 31-53](#)