Ber. Naturhist. Ges., 107, Hannover 1963

Die Diatomeen der Kieselgur von Hützel im Luhetal (Eem-Interglazial)

Von LEOPOLD BENDA, Hannover*)

Bei der Untersuchung der Diatomeen-Flora eines Profils aus der eemzeitlichen Kieselgur von Hützel konnten 160 Formen (117 Arten) unterschieden werden. Der ökologisch bzw. klimatisch bedingte Wechsel im Massenvorkommen bestimmter Plankton-Formen gestattet eine Untergliederung des ca. 10 m mächtigen Profils in 6 Abschnitte. Nach den ökologischen Ansprüchen der gefundenen Formen handelt es sich um reine Süßwasserablagerungen eines alkalischen, eutrophen, tiefen Seebeckens. Vergleiche mit den bereits untersuchten Kieselgur-Vorkommen von Oberohe (Holstein-Intergl.) und Schwindebeck (Eem-Intergl.) ergaben, daß etwa die gleichen Bildungsbedingungen geherrscht haben.

Zahlreiche nordische Formen wurden festgestellt. Diese haben in den Interglazialen in Mitteleuropa weite Verbreitung. Sie können jedoch nicht als Leitformen für bestimmte Interglaziale verwendet werden, da viele von ihnen auch rezent aus den Gewässern N-Deutschlands als Glazialrelikte bekannt sind.

Bereits im Pleistozän entspricht die Diatomeen-Flora im großen und ganzen der rezenten Flora unseres Raumes. Eine sichere Datierung eines quartären Sedimentes allein auf Grund der gefundenen Diatomeen ist nicht möglich, da ausgesprochene Leitfossilien i.e.S. fehlen. Im Zusammenhang mit anderen Untersuchungen (z. B. Pollenanalysen!) geben die fossilen Diatomeen-Floren wertvolle Hinweise, die sich vor allem auf die Bildungsbedingungen und den Bildungsraum eines Sedimentes beziehen. Der Wert von Diatomeenuntersuchungen in quartären Sedimenten liegt also besonders in ihrer faziellen Aussagekraft.

1. Einleitung 22

2. Die Diatomeenführung des Interglazials 33
   a) Verteilung der Diatomeen im Profil 33
   b) Ökologische Schlußfolgerungen 34
   c) Glazialrelikte 37

3. Tabellarische Übersicht über die gefundenen Formen 39

4. Bemerkungen zur Möglichkeit der stratigraphischen Gliederung des Pleistozäns mit Hilfe der Diatomeen 44

5. Schrifttum 46

*) Dr. LEOPOLD BENDA, Dipl.-Geol., Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, 3 Hannover, Wiesenstraße 1.

1. Einleitung

Die interglazialen Kieselgur-Vorkommen der Lüneburger Heide sind bereits im letzten Jahrhundert Gegenstand zahlreicher geologischer Untersuchungen gewesen. Im Mittelpunkt des Interesses standen zunächst die Diatomeen, deren Schalen die Kieselgur aufbauen. Schon EHRENBERG, der Vater der stratigraphischen Mikropaläontologie, untersuchte Proben der Gur und beschrieb insgesamt 34 Diatomeen-Arten (EHRENBERG 1854).

Intensivere Untersuchungen der fossilen Diatomeen-Flora wurden aber erst von BÜNTE (1901) und HEIDEN (1925) durchgeführt. In diesen beiden Arbeiten wurden zahlreiche Arten beschrieben, die auch aus anderen quartären Ablagerungen und rezent aus Norddeutschland bekannt sind. Bemerkenswerte Wechsel der Diatomeen-Zusammensetzung in den einzelnen Profilen bzw. Gruben wurden jedoch nicht festgestellt. Daraus schloß DEWALL (1928), daß während der Bildung der Gur keine klimatischen Veränderungen erfolgt sind. Dieses Ergebnis ist durchaus verständlich, wenn man bedenkt, daß zwar praktisch alle Vorkommen untersucht wurden, jedoch aus jedem Abbau nur jeweils einige Proben entnommen wurden, die sich meist durch verschiedene Färbung (Weiße Gur, Grüne Gur etc.) unterschieden.

Erst HUSTEDT (1954) untersuchte ein vollständiges Profil aus dem bekannten Kieselgur-Vorkommen von Oberohe. Es ergab sich ein charakteristischer Wechsel der Diatomeen-Flora (vor allem bestimmter Plankton-Arten) im Profil, der ökologisch bzw. klimatisch bedingt ist.

Dieses Ergebnis ließ es nützlich und interessant erscheinen, weitere Kieselgur-Vorkommen durch Entnahme vollständiger Profile zu untersuchen, um damit einen größeren Überblick über die Verteilung der Formen in den einzelnen Vorkommen zu gewinnen und eventuelle Parallelen in der floristischen Entwicklung aufzuzeigen.

Die Kieselgur-Vorkommen der Lüneburger Heide sind nun allerdings nicht alle gleichen Alters. Die nördlichen Vorkommen im Luhetal (Bispingen, Hützel, Schwindebeck etc.) werden schon seit langem in das Eem-Interglazial gestellt. Dagegen war das Alter der Lager in der südlichen Heide (Oberohe, Neuohe, Wiechel) lange umstritten, ihnen wurde aber allgemein ein höheres Alter zugeschrieben. Nach pollenanalytischen Untersuchungen und den Lagerungsverhältnissen wurden schließlich diese Vorkommen vom „Oberohe-Typ" in eine Warmzeit zwischen Drenthe- und Warthe-Vereisung, also in ein Interglazial innerhalb der Saale-Vereisung i.w.S., gestellt (v. d. BRELIE 1955). Nach einer neueren Arbeit von HALLIK (1960) scheinen sie jedoch noch höheren Alters zu sein, da die auf Grund pollenanalytischer Untersuchungen gewonnenen Erkenntnisse über die Vegetationsentwicklung während der Kieselgur-Bildung recht gut mit denen des Interglazials von Hamburg-Hummelsbüttel übereinstimmen. Dieses Vorkommen soll jedoch nach den Unter-

suchungen HALLIK's eine sichere Bildung des Holstein-Interglazials (Elster-Saale-Interglazial) darstellen. Auch ergaben sich gute Übereinstimmungen der Pollendiagramme mit sicheren Holstein-Interglazialen aus Polen.

Somit ist ein Vergleich der Diatomeen-Führung des vermutlich holsteinzeitlichen Vorkommens von Oberohe mit derjenigen eines sicher eemzeitlichen Interglazials besonders interessant, da über die stratigraphische Verteilung der Diatomeen im limnischen Pleistozän noch recht wenig bekannt ist.

Für die Untersuchungen wurde das Kieselgur-Vorkommen von Hützel (Luhetal) ausgewählt. Hier erreicht die Kieselgur eine Mächtigkeit von über 10 m. Das eemzeitliche Alter (Saale/Weichsel-Interglazial) dieses Vorkommens ist auch durch neuere pollenanalytische Untersuchungen gesichert (HALLIK 1957).

Die profilmäßige Entnahme der Proben erfolgte im Herbst 1961 in der Kieselgur-Grube der Firma Grünzweig & Hartmann in Hützel. Die über 10 m mächtige Gur wird hier von weichselzeitlichen Sanden (Luheterasse) überlagert. Insgesamt wurden 40 Proben im Abstand von jeweils etwa 0,25 m entnommen. Die Probennahme im unteren Profilabschnitt der Kieselgur – Basis bis 4,25 m – erfolgte an der „Ostwand" (Nordostwand) der Grube, aus dem höheren Teil des Profils – 4,50 bis 10,0 m – wurden die Proben aus der „Nordwand" (Nordwestwand) genommen.

Während der Zusammenstellung der vorliegenden Ergebnisse erschien eine weitere Bearbeitung eines eemzeitlichen Kieselgur-Vorkommens im Luhetal, des Lagers von Schwindebeck (BEHRE 1962). Durch diese Arbeit sind nunmehr Vergleiche bezüglich der Diatomeen-Flora zwischen drei genauer untersuchten pleistozänen Kieselgur-Vorkommen der Lüneburger Heide möglich.

2. Die Diatomeenführung des Interglazials

a) Verteilung der Diatomeen im Profil

Eine Übersicht über alle gefundenen Formen geben die Tabellen. Hierbei wurden die untersuchten Schichten je nach dem Vorherrschen bestimmter Plankton-Formen zu größeren Profilabschnitten zusammengefaßt (analog zu Oberohe, HUSTEDT 1954). Dadurch ergibt sich eine zwanglose und natürliche Untergliederung des Profils, da der Wechsel der planktonischen Massenformen durch ökologische Veränderungen im Seebecken zu erklären ist.

Insgesamt wurden 160 Formen beobachtet, die sich auf 117 Arten (24 Gattungen) verteilen.

Auf Grund des Vorherrschens bestimmter Plankton-Diatomeen läßt sich die Kieselgur von Hützel wie folgt untergliedern:

Profilabschnitt (vom Hangd. zum Liegd.)	Massenform	sehr häufige Formen
0,00– 0,60 m	–	*Stephanodiscus astraea* *Steph. astraea* v. *minutula* *Melosira ambigua*
0,60– 1,10 m	*Melosira granulata*	*Stephanodiscus astraea* *Melosira ambigua*
1,10– 3,10 m	*Melosira granulata* *Melosira ambigua*	*Stephanodiscus astraea*
3,10– 4,60 m	*Stephanodiscus astraea*	*Melosira granulata* *Synedra ulna* *Steph. astraea* v. *minutula* *Cyclotella compta*
4,60– 6,90 m	*Stephanodiscus astraea* v. *minutula*	*Stephanodiscus astraea* *Synedra ulna* *Cyclotella compta* *Melosira ambigua*
6,90–10,00 m	*Synedra ulna*	*Steph. astraea* v. *minutula* *Cyclotella compta* *Melosira ambigua* (i. ob. Teil)

An häufigen Formen sind außerdem in der unteren Hälfte des Profils *Cyclotella kützingiana, Opephora martyi* und *Navicula scutelloides,* im oberen Teil *Cyclotella compta* zu erwähnen.

In dem obersten Profilabschnitt (0,00–0,60 m) sind keine ausgesprochenen Massenformen vertreten. Im übrigen Teil der Gur von Hützel herrschen jedoch einige typische Plankton-Formen vor, die – wie schon erwähnt – eine deutliche Gliederung des Profils zulassen.

Bemerkenswert ist der Diatomeenreichtum des untersten Abschnittes (6,90–10,00 m). Hier dominiert *Synedra ulna,* welche besonders im Litoral, aber auch als Plankton-Form auftritt. Dieser Abschnitt ist bei weitem der artenreichste, es wurden 126 Formen gefunden.

Das Vorherrschen der Plankton-Formen im gesamten Profil von Hützel deutet auf eine uferferne Sedimentation in einem tieferen Seebecken hin. Lediglich der unterste Abschnitt könnte in etwas ufernäherer Lage gebildet worden sein. Zwar herrschen auch hier quantitativ zahlreiche planktonische Formen vor, neben ihnen wurden aber viele Litoral-Formen beobachtet, die z. T. auf diesen untersten Abschnitt beschränkt bleiben (best. Arten von *Cymbella, Gomphonema, Navicula* u. a.).

b) Ökologische Schlußfolgerungen

Die Kieselgur von Hützel wurde in einem reinen Süßwassersee abgelagert. Es fanden sich keine marinen Formen oder solche, die Ansprüche auf einen erhöhten Salzgehalt stellen. Vielmehr ist die überwiegende Zahl der gefundenen Formen, unter ihnen auch alle Massenformen, als oligohalob-indifferent zu bezeichnen.

Halophile Formen (d. h. Süßwasserformen, bei denen eine gewisse Erhöhung des Salzgehaltes stimulierend wirken kann) wurden nur vier gefunden: *Anomoeoneis sphaerophora, Fragilaria capucina* v. *lanceolata, Nitzschia frustulum* und *Navicula cincta.* Sie kommen aber nur in einigen Proben und auch da nur vereinzelt vor und nehmen keinen Einfluß auf den Gesamtcharakter der Flora. Halophobe, d. h. ausgesprochen salzfeindliche Formen, sind etwas häufiger. Aber auch sie fanden sich meist nur in einzelnen Exemplaren. Lediglich *Cocconeis diminuta, Navicula cocconeiformis* und *Tabellaria fenestrata* (ev. auch *Navicula lacustris*?) finden sich über größere Profilabschnitte hinweg in einzelnen Exemplaren.

Bezüglich weiterer ökologischer Aussagen wurden die pH-Spektra für die einzelnen Profilabschnitte ermittelt. Es ergibt sich folgendes Bild:

Arten-Anteil in %	Liegd. 10,0–6,9 m	6,9–4,6 m	Profilabschnitt 4,6–3,1 m	3,1–1,1 m	1,1–0,6 m	Hangd. 0,6–0,0 m
acidophil	1,6%	1,3%	3,5%	1,6%	2,4%	1,7%
indifferent	16,0	11,9	14,3	12,5	9,5	15,0
alkaliphil	57,6	57,8	55,5	56,2	57,2	55,0
alkalibiont	19,2	22,4	21,3	23,4	28,5	25,0
unbek. pH-Bereich	5,6	6,6	5,4	6,3	2,4	3,3
	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Acidobionte Formen (Lebensbereich im Bereich unter pH 7 [1]) fehlen im gesamten Profil. Die acidophilen Formen (Vorkommen um pH 7, mit vorwiegender Verbreitung bei pH ‹ 7) sind sowohl bezüglich ihrer Artenzahl als auch im Hinblick auf ihre geringe Verbreitung im Profil für ökologische Aussagen zu vernachlässigen.

Unter den indifferenten Formen (gleichmäßige Verbreitung um pH 7) ist in quantitativer Hinsicht lediglich *Cyclotella kützingiana* bemerkenswert.

Die Hauptmasse der Formen ist alkaliphil und alkalibiont. Geht dies schon aus ihrem prozentualen Anteil an der Gesamtflora hervor, so wird ihre dominierende Stellung noch deutlicher, wenn man berücksichtigt, daß zu ihnen alle im Profil auftretenden Massenformen gehören. Eine quantitative Erfassung nach der Individuenzahl würde das Bild noch wesentlich zu Gunsten dieser Formen verschieben.

Zu den alkaliphilen Formen (Vorkommen um pH 7, mit vorwiegender Verbreitung bei pH › 7) gehören u. a. die Massenformen *Melosira ambigua, Melosira granulata* und *Synedra ulna* (pH-indifferent bis alkaliphil), außerdem als sehr häufige bis häufige Formen *Cyclotella compta* und *Opephora martyi.*

Als alkalibiont (Verbreitung bei pH › 7) sind *Stephanodiscus astraea* und *Steph. astraea* v. *minutula,* die besonders im unteren Teil der Gur Massenformen darstellen, anzusprechen. Hierher gehört auch *Navicula scutelloides.*

[1]) Definitionen nach HUSTEDT (1937–1939).

Die verschiedenen Gruppen sind, wie die Übersicht zeigt, in den einzelnen Profilabschnitten zahlenmäßig recht konstant und zeigen keine größere Wechsel, wie dies z. B. in der Gur von Schwindebeck (BEHRE 1962) der Fall ist (dort überwiegen im unteren Teil indifferente, im mittleren Teil alkalibionte Formen). Die Masse der gefundenen Formen wird demnach von alkaliphilen und alkalibionten, daneben von indifferenten Elementen gebildet.

Auf Grund dieses Befundes muß sich die Kieselgur von Hützel in einem eutrophen, alkalischen See gebildet haben. Die vorherrschenden Planktonten *M. granulata, M. ambigua* und *Steph. astraea* treten auch heute in den tieferen eutrophen Seen Norddeutschlands häufig als Massenformen auf (HUSTEDT 1947, 1950). Dagegen fehlt – ähnlich wie in der Kieselgur von Oberohe und Schwindebeck – *Melosira islandica* ssp. *helvetica,* welche das primitivere, oligotrophe Stadium unserer norddeutschen Seen charakterisiert. Auch fehlen andere Vertreter stärker oligotropher Seen, wie z. B. die Eunotien, völlig.

Nach den Untersuchungen HUSTEDT's (1937/39, 1947, 1950 u. a.) kommen für ökologische Differenzierungen besonders die *Melosira*-Arten in Betracht. Die höchsten Eutrophie-Stufen werden hierbei von *Melosira ambigua* angezeigt. *Melosira granulata* dagegen lebt zwar optimal auch in deutlich eutrophen Seen, ihr maximales Auftreten liegt jedoch außerhalb der höchsten Eutrophiegrade im Hochsommer und Herbst. Ihrem Massenauftreten geht – verbunden mit höherem P- und N-Standard – ein häufiges Auftreten von *Synedra*- und *Nitzschia*-Arten voraus.

Stephanodiscus astraea dagegen ist in vielen Sedimenten norddeutscher Seen als Massenform vertreten und für feinere ökologische Aussagen ungeeignet.

In dem Profil der Kieselgur von Hützel weisen die Basisschichten (10,0–6,9 m) die geringsten Trophiegrade auf. Sieht man von *St. astraea* und *St. astraea* v. *minutula* als ökologisch nicht näher faßbare Massenformen ab, so treten zum Hangenden hin unter den sehr häufigen Plankton-Formen zunächst *M. ambigua* (6,9–4,6 m), später *M. granulata* (4,6–3,1 m) stärker hervor. In diesem Wechsel könnte sich zunächst eine Erwärmung (oder stärkere Zufuhr organischer Sinkstoffe), dann eine leichte Abkühlung (Abfall des Trophiegrades) andeuten. Doch ist dieser Wechsel nicht allzu deutlich, da er durch das Massenauftreten von *St. astraea* und *St. astraea* v. *minutula* überdeckt wird.

Das Temperatur-Maximum während der Sedimentbildung dürfte jedoch im „mittleren Abschnitt" (3,1–1,1 m) der Kieselgur liegen, wo neben *M. granulata* auch *M. ambigua* als Massenform auftritt. Höher im Profil ist wieder mit einem Abfall der Temperatur (*M. granulata*-Maximum) zu rechnen.

Diese klimatische Entwicklung ist durch vegetationsgeschichtliche (vor allem pollenanalytische) Untersuchungen aus zahlreichen Interglazial-Vorkommen bekannt. Sie entspricht ja völlig den üblichen Vorstellungen vom Verlauf der Temperaturkurve in einem Interglazial.

Jedoch erfolgt der Wechsel der Diatomeenflora nicht so deutlich wie jener der Landvegetation. Dies hat seine Ursache in der Tatsache, daß die Verbreitung der Diatomeen in erster Linie vom Chemismus des Gewässers abhängig ist, während die Temperatur von erheblich geringerem Einfluß ist, jedoch einen der entscheidenden Faktoren für die Ausbreitung z. B. der Baumvegetation darstellt (siehe HUSTEDT 1954 u. a.).

Dieser Umstand bedingt, daß die Wechsel in der Diatomeenführung eines Sedimentes nur in großen Zügen mit den Veränderungen des Waldbildes, welches auf Grund pollenanalytischer Untersuchungen gewonnen werden kann, zu parallelisieren sind (vgl. SELLE 1954, BEHRE 1962).

In Oberohe ist der Wechsel der *Melosira-Arten* durch ihr Vorherrschen im gesamten Profil wesentlich deutlicher. Die ökologischen bzw. klimatischen Veränderungen sind deshalb auch klarer ersichtlich.

Bei der eemzeitlichen Kieselgur von Schwindebeck konnte BEHRE (1962) ein basales oligotrophes Stadium während der Sedimentation unterscheiden (*Cyclotella*-See), welches in Oberohe und Hützel fehlt.

Vergleicht man nun die Entwicklung der drei näher untersuchten alten Seebecken der Lüneburger Heide, so ist festzustellen, daß trotz gewisser Unterschiede im Vorherrschen bestimmter Massenformen und dem Auftreten einzelner Arten die Diatomeenführung recht einheitlich ist und zu ähnlichen Schlußfolgerungen führt. Es handelt sich um uferferne Ablagerungen in reinen Süßwasserbecken. Die interglazialen Seen haben während der größten Zeit der Kieselgur-Sedimentation eutrophen Charakter und entsprechen in der Tiefenlage den größeren norddeutschen Seen. Die vorherrschenden Massenformen lassen eine deutliche Zunahme der Eutrophie während der Gurbildung erkennen, die gegen Ende des Interglazials wieder etwas abfällt. Zahlreiche Aufwuchsformen unter den Diatomeen (*Cocconeis, Epithemia* u. a.) deuten auf eine reich entwickelte phanerogame Ufervegetation hin.

c) Glazialrelikte

Unter Glazial- bzw. Diluvialrelikten werden Formen von sehr verschiedenen ökologischen Charakteren verstanden, die heute ihr Entwicklungsoptimum in subarktischen oder alpinen Gewässern zeigen („nordische" bzw. „boreoalpine" Diatomeen). Unter dem Einfluß der Vergletscherung sind sie im Pleistozän nach Mitteleuropa vorgedrungen und haben sich nach dem Rückzug des Eises bis in wärmere Klimate, größtenteils bis heute, erhalten (HUSTEDT 1948 u. a.).

In der Kieselgur von Hützel fanden sich folgende 17 nordische Formen:

Achnanthes marginulata
Cyclotella kützingiana
Cymbella ehrenbergii
Fragilaria construens v. *venter*
Fragilaria virescens
Gomphonema longiceps v. *subclavata*
Navicula bacillum v. *gregoryana*
Navicula bacillum

Navicula cocconeiformis
Navicula constans
Navicula lacustris
Navicula oblonga
Navicula pseudoscutiformis
Navicula tuscula
Navicula tuscula f. *minor*
Navicula tuscula f. *obtusa*
Nitzschia denticula

Viele dieser Formen sind regelmäßig über das ganze Profil verteilt, jedoch immer nur in einzelnen Exemplaren vertreten. Lediglich *Cyclotella kützingiana* erreicht in den unteren zwei Dritteln des Profils größere Häufigkeit.

Die Anwesenheit nordischer Diatomeen wird von HUSTEDT (1954) als das wichtigste Merkmal interglazialer Sedimente angesehen.

Die Anzahl der in Hützel gefundenen Formen ist bemerkenswert, doch muß betont werden, daß sie alle auch rezent aus Mitteleuropa bekannt sind. Zahlreiche nordische Formen fanden sich auch in Oberohe und Schwindebeck. Während aber in Hützel und Schwindebeck etwa die gleichen boreoalpinen Arten vorkommen, wurden aus Oberohe von HUSTEDT (1954) mehrere, meist neue Formen beschrieben, die in den genannten eemzeitlichen Vorkommen bisher nicht beobachtet wurden.

Es handelt sich um die neuen Arten *Navicula acceptata, Nav. constans, Nav. interglazialis, Nav. oberohensis, Cymbellonitzschia diluviana, Achnanthes lauenburgiana* und *Achnanthes woldstedti.*

Zwei von ihnen, nämlich *Achnanthes lauenburgiana* und *Nav. constans* (v. *symmetrica* HUST.) wurden auch in Schwindebeck gefunden (BEHRE 1962), *Nav. constans* auch in Hützel. Es ist jedoch wahrscheinlich, daß sich auch noch andere dieser Formen in den eemzeitlichen Kieselgurlagern des Luhetals finden, denn diese nordischen Formen sind allgemein nur vereinzelt in der Gur verstreut, so daß ihre Beobachtung bei der Analyse vom Zufall abhängt (HUSTEDT 1954).

In Oberohe sind besonders zahlreiche nordische Diatomeen in der obersten Gurschicht vertreten. Diese Tatsache wird von HUSTEDT auf einen einschneidenden Klimawechsel im Zusammenhang mit dem sich nähernden Eisrand zurückgeführt. Eine solche hangende Schicht fehlt jedoch anscheinend in Hützel bzw. Schwindebeck.

Jedenfalls ist ihr Vorkommen keinesfalls auf das Holstein-Interglazial (Oberohe) beschränkt. Die meisten dieser Formen sind nämlich inzwischen auch aus anderen Gebieten bekannt. So fanden sich *Achn. lauenburgiana, Nav. acceptata* und *Cymbellonitzschia diluviana* rezent u. a. im Schaalsee-Gebiet (siehe HUSTEDT 1954), die beiden letztgenannten Formen auch fossil in dem vermutlichen Eem-Interglazial von Randsfjord/Fünen (FOGED 1960 a).

Ebenfalls rezent nachgewiesen sind *Nav. constans* und *Nav. interglazialis* aus N-Norwegen, Finnland, Schweden, Island und Grönland, *Nav. interglazialis* kommt auch fossil in den interglazialen Ablagerungen von Fünen und Randsfjord vor (vgl. u. a. FOGED 1954, 1958, 1960).

3. Übersicht über die in der Kieselgur von Hützel gefundenen Formen und ihre Verbreitung im Profil*)

	Tiefe unter Oberkante des Profils in m					
	10,0 –6,9	6,9 –4,6	4,6 –3,1	3,1 –1,1	1,1 –0,6	0,6 –0,0
Achnanthes BORY						
1. *clevei* GRUN.	+	+				+
2. — v. *rostrata* HUST.	s	+		+		+
3. *lanceolata* BRÉB.				s		+
4. — v. *elliptica* CL.	+	+		+	+	+
5. *marginulata* GRUN.	s					
6. *minutissima* KÜTZ. v. *cryptocephala* GRUN.				s		
7. *pergalli* BRUN et HÉR.						+
Amphora EHR.						
8. *ovalis* KÜTZ.	+	+	+	+	+	+
9. — v. *pediculus* KÜTZ.	s		s			
10. *perpusilla* GRUN.	+	+		+		+
11. *veneta* KÜTZ.				s		
Anomoeoneis PFITZER						
12. *sphaerophora* (KÜTZ.) PFITZ.					+	
Caloneis CLEVE						
13. *silicula* (EHR.) CL.	s			+		
14. — v. *tumida* HUST.		s				
Campylodiscus EHR.						
15. *noricus* EHR.					+	
16. — v. *hibernica* (EHR.) GRUN.	+					
Cocconeis EHR.						
17. *diminuta* PANT.	+	+		+	+	+
18. *disculus* SCHUM.	s					
19. *pediculus* EHR.				+		+
20. *placentula* EHR.	+	+	+	+	+	
21. — v. *euglypta* (EHR.) CL.	+	+	+	+	+	+
22. *thumensis* A. MAY.	s					
Cyclotella KÜTZ.						
23. *compta* (EHR.) KÜTZ.	sh	sh	sh	h	h	h
24. *kützingiana* THWAIT.	h	h	h	+	s	+
25. — v. *planetophora* FRICKE	s		s			
26. — v. *radiosa* FRICKE	+	+				+

*) Bei den Mengenangaben (subjektive Schätzungen) wurden folgende üblichen Bezeichnungen verwendet: m = massenhaft, sh = sehr häufig, h = häufig, + = vorkommend, s = selten.

	Tiefe unter Oberkante des Profils in m					
	10,0 –6,9	6,9 –4,6	4,6 –3,1	3,1 –1,1	1,1 –0,6	0,6 –0,0
Cymatopleura W. SM.						
27. *elliptica* (BRÉB.) W.SM.	s			+		
28. – v. *hibernica* (W.SM.) HUST.	s	s			+	+
29. – v. *nobilis* (HANTZSCH) HUST.		+				
30. *solea* (BRÉB.) W.SM.	+	+		+		
31. – v. *apiculata* (W.SM.) RALFS	+	+	+			+
Cymbella AG.						
32. *affinis* KÜTZ.	+	+		+		
33. *aspera* (EHR.) CL.	+		+			
34. *austriaca* GRUN.		s				
35. *cistula* (HEMPR.) GRUN.	+	+		+	+	+
36. – v. *maculata* (KÜTZ) VH.	+	+		+		
37. *cymbiformis* (KÜTZ.) HUST.	+	+	+			+
38. *ehrenbergii* KÜTZ.	+	+	+	+	+	+
39. *helvetica* KÜTZ.	+	+	+	+	+	+
40. – cf. v. *compacta* HUST.	s		s			
41. *lanceolata* (EHR.) VH.	+	+		+		+
42. *prostrata* (BERK.) CL.	+	+		+		+
43. *sinuata* GREG.						s
44. *tumida* (BRÉB.) VH.	s					
45. – v. *borealis* GRUN.	s					
46. *tumidula* GRUN.	s					
47. *turgida* (GREG.) CL.	+	+	+	s	+	+
48. cf. *turgidula* GRUN.						s
49. ventricosa KÜTZ.	+					
Diploneis EHR.						
50. *elliptica* (KÜTZ.) CL.	+	+	+	+	+	+
51. *ovalis* (HILSE) CL.	+	s	+		+	
Epithemia BRÉB.						
52. *sorex* KÜTZ.	+	+	+	+	+	+
53. – v. *gracilis* FRICKE	s					
54. *turgida* (EHR.) KÜTZ.	+	+	+	+	+	+
55. *zebra* (EHR.) KÜTZ.	+	+	+	+		+
56. – v. *intermedia* FRICKE	+	+	+	+		+
57. – v. *porcellus* (KÜTZ.) GRUN.	s	+	+	+	+	+
58. – v. *saxonica* (KÜTZ.) GRUN.	+	+	+	+	+	+
Fragilaria LYNGBYE						
59. *brevistriata* GRUN.	s					
60. *capucina* DESM.	+					
61. – v. *lanceolata* GRUN.	s					

	Tiefe unter Oberkante des Profils in m					
	10,0 –6,9	6,9 –4,6	4,6 –3,1	3,1 –1,1	1,1 –0,6	0,6 –0,0
62. *construens* (EHR.) GRUN.	+	+	+	+	+	+
63. — v. *binodis* (EHR.) GRUN.	+	+		+	+	+
64. — v. *triundulata* REICH.	s					
65. — v. *venter* (EHR.) GRUN.	+	+	+	+	+	+
66. *intermedia* GRUN.	+					
67. *pinnata* EHR.			+			
68. *virescens* RALFS						+
Gomphonema AG.						
69. *acuminatum EHR.*	+	+	+	+	+	+
70. — f. *brebissoni* (KÜTZ.) CL.	+		s			
71. — f. *coronata* (EHR.) W.SM.	s		s			
72. — f. *trigonocephala* (EHR.) GRUN.		s				
73. *angustatum* (KÜTZ.) RABH.					+	
74. *augur* EHR.			s			
75. *constrictum* EHR.	+					
76. — v. *capitata* (EHR.) CL.	+	+	+	+	+	+
77. *intricatum* KÜTZ.	s			+		
78. *lanceolatum* EHR.	+					
79. *longiceps* EHR. v. *subclavata* GRUN.		s				
80. *olivaceum* (LYNGB.) KÜTZ.	s					
81. — v. *calcarea* CL.	s					
82. *sphaerophorum* EHR.		s				
Gyrosigma HASS.						
83. *acuminatum* (KÜTZ.) RABH.	+					
84. *attenuatum* (KÜTZ.) RABH.		+				
Melosira AG.						
85. *ambigua* (GRUN.) O.MÜLL.	+	sh	h	m	sh	sh
86. *arenaria* MOORE		s				s
87. *granulata* (EHR.) RALFS	s	s	sh	m	m	h
88. — v. *angustissima* O.MÜLL.	s	s	s	+	s	s
89. *italica* (EHR.) KÜTZ.				+	+	+
Navicula BORY						
90. *anglica* RALFS	+	+	+	+	+	
91. *bacillum* EHR.	+	+	+	+	+	+
92. — v. *gregoryana* GRUN.	+	s		+	+	+
93. *cari* EHR.	s		s			
94. *cincta* (EHR.) KÜTZ.	s					
95. *cocconeiformis* GREG.	+	+		s		
96. *constans* HUST.				s		
97. costulata GRUN.	s	s				
98. *cuspidata* KÜTZ.	+	+				+
99. *dicephala* (EHR.) W.SM.	s	s				
100. *exigua* (GREG.) O.MÜLL.			s			
101. *gastrum* EHR.	+	+	+			

	Tiefe unter Oberkante des Profils in m					
	10,0 –6,9	6,9 –4,6	4,6 –3,1	3,1 –1,1	1,1 –0,6	0,6 –0,0
102. *gracilis* EHR.	+	+		+		+
103. *graciloides* A.MAY.	+	+				
104. *hasta* PANT.	s			s		
105. *hungarica* GRUN. v. lüneburgensis GRUN.	+					
106. *jentzschii* GRUN.	s		s			
107. *lacustris* GREG.	+	+				
108. *lanceolata* (AG.) KÜTZ.	+					
109. *minima* GRUN.	s					
110. *minuscula* GRUN.	s					
111. *oblonga* KÜTZ.	+	s				
112. cf. *occulta* KRASSKE	s					
113. *placentula* (EHR.) GRUN.	+	+	+	+		+
114. – f. *latiuscula* (GRUN.) MEIST.	+	+	+	+		+
115. – f. *rostrata* A.MAY.	+	+	+	+		
116. *pseudoscutiformis* HUST.						s
117. *pupula* KÜTZ.	s					
118. – v. *capitata* HUST.	s					
119. – v. *rectangularis* (GREG.) GRUN.	s					
120. *pusilla* W.SM.	+					
121. *radiosa* KÜTZ.	+	+	+	+	+	+
122. *reinhardtii* GRUN.	+					
123. *scutelloides* W.SM.	h	h	+	+		+
124. *tuscula* (EHR.) GRUN.	+	+	+	+	+	+
125. – f. *minor* HUST.	s					
126. – f. *obtusa* HUST.				s		
Neidium PFITZER						
127. *dubium* (EHR.) CL.						+
128. *iridis* (EHR.) CL.				+		
Nitzschia HASSALL						
129. *amphibia* GRUN.			+			
130. *denticula* GRUN.	s					
131. *fonticola* GRUN.	s					
132. *frustulum* KÜTZ.	s	s			+	
133. *heufleriana* GRUN.		s				
134. *palaea* (KÜTZ.) W.SM.	+					
Opephora PETIT						
135. *martyi* HÉR.	h	h	+	+	+	+
Pinnularia EHR.						
136. *braunii* (GRUN.) CL.	+					
137. *dactylus* EHR.	s					
138. *maior* KÜTZ.	+					
139. *microstauron* (EHR.) CL.	s			s		
140. *nobilis* EHR.			s			

	Tiefe unter Oberkante des Profils in m					
	10,0 –6,9	6,9 –4,6	4,6 –3,1	3,1 –1,1	1,1 –0,6	0,6 –0,0
141. *viridis* (NITZSCH) EHR.	+					
Stauroneis EHR.						
142. *phoenicenteron* EHR.	s					+
Stephanodiscus EHR.						
143. *astraea* (EHR.) GRUN.	+	h	m	sh	sh	sh
144. – v. *minutula* (KÜTZ.) GRUN.	sh	m	sh	+	+	sh
Synedra EHR.						
145. *acus* KÜTZ. v. *radians* (KÜTZ.) HUST.	s					
146. *amphicephala* KÜTZ.	+	+				+
147. *capitata* EHR.	+					
148. *parasitica* W.SM.	+			+		
149. *rumpens* KÜTZ.		s	s			
150. – v. *fragilarioides* GRUN.	s		s			
151. – v. *meneghiniana* GRUN.	s					
152. *ulna* (NITZSCH) EHR.	m	sh	h	+	+	+
153. – v. *aequalis* (KÜTZ.) HUST.	+		s			
154. – v. *amphirhynchus* (EHR.) GRUN.	+		+			
155. – v. *danica* (KÜTZ.) GRUN.	+					
156. – v. *spathulifera* GRUN.	+	s				
157. *vaucheriae* KÜTZ.	s	s		+	+	
158. – v. *capitellata* GRUN.			s			
Tabellaria EHR.						
159. *fenestrata* (LYNGB.) KÜTZ.		+	+	+	+	+
160. *flocculosa* (ROTH.) KÜTZ.	+					
Formen insgesamt	126	76	57	64	42	60

4. Bemerkungen zur Möglichkeit der stratigraphischen Gliederung des Pleistozäns mit Hilfe der Diatomeen

Im Zusammenhang mit der Untersuchung fossiler quartärer Diatomeenfloren erhebt sich immer wieder die Frage, ob eine Datierung einer Ablagerung auf Grund der beobachteten Diatomeen möglich ist.

Bereits im vorigen Jahrhundert sind P.T. CLEVE & JENTZSCH (1882) dieser Frage nachgegangen. Sie untersuchten zahlreiche pleistozäne und holozäne Abalgerungen Norddeutschlands und kamen zu dem Schluß, daß die Diatomeen-Flora des Pleistozäns im wesentlichen mit der rezenten übereinstimmt.

In den letzten Jahren sind im limnischen Pleistozän besonders die nordischen Diatomeen in den Blickpunkt des Interesses gerückt. Nach HUSTEDT (1957) können sie in fossilen Sedimenten Norddeutschlands als Leitformen bei der Datierung herangezogen werden.

Wie die nun vorliegenden Untersuchungen von drei interglazialen Kieselgur-Vorkommen aus der Lüneburger Heide zeigen, ist die Masse der gefundenen Formen auch heute noch in den Gewässern unseres Raumes verbreitet. In allen Vorkommen fanden sich zahlreiche nordische Diatomeen, jedoch sind sie in quantitativer Hinsicht sehr gering vertreten und kommen meist nur sehr zerstreut und vereinzelt im Profil vor. Schichten mit ausgesprochen borealem Charakter, wie z. B. die hangendste Schicht des Interglazials von Oberohe, in denen nordische Formen zahlenmäßig stärker in den Vordergrund treten, gehören zu den Seltenheiten.

Diese nordischen Diatomeen sind aber keineswegs als Leitfossilien im paläontologischen Sinne zu betrachten, denn ihr Vorkommen ist nicht auf bestimmte stratigraphische Horizonte beschränkt. Fast alle sind sowohl aus verschieden alten Interglazialen als auch rezent aus subarktischen Gebieten bekannt. Viele Formen kommen vereinzelt auch in unseren norddeutschen Gewässern vor.

So führt HUSTEDT (1950) z. B. aus dem Schaalsee-Gebiet und anderen Binnengewässern (Garrenseerinne, Pinnsee) zahlreiche nordische Formen an. Sie dürfen als Glazialrelikte aufgefaßt werden, die in den Interglazialen eingewandert sind und sich im Postglazial – sofern sie die ihnen zusagenden ökologischen Bedingungen vorfanden – auch in unseren Breiten zu behaupten vermochten. Bezüglich ihrer ökologischen Ansprüche ist besonders wichtig, daß diese subarktischen Formen vorherrschend acidophilen bis acidobionten Charakter haben. Der Chemismus ist hierbei, wie überhaupt bei allen Diatomeen, von ausschlaggebenderer Bedeutung als die Temperatur.

Natürlich erlaubt ein zahlenmäßig stärkeres oder regelmäßigeres Auftreten nordischer Formen in einem Sediment gewisse Rückschlüsse auf ein pleistozänes (interglaziales oder interstadiales) Alter.[2]) Aber erwiesen ist beispielsweise ein interglaziales Alter nur in Fällen, wo im obersten Teil eines Profils eine besondere Häufung nordischer Formen auftritt. Damit wird

[2]) So werden z. B. die im Interglazial von Lundeborg und Knarreborg (SE-Fünen) regelmäßig auftretenden Formen N a v i c u l a h a s t a und N a v. i n t e r g l a z i a l i s von FOGED (1954) als Charakterformen von interglazialen Süßwasser-Sedimenten N-Europas bezeichnet.

ein einschneidender Klimawechsel angedeutet, der nur durch das Herannahen einer neuen Eiszeit bedingt sein kann (Interglazial von Oberohe, HUSTEDT 1954; Eem-Interglazial von Randsfjord/Ostjütland, FOGED 1960 a). Über das Alter des Interglazials können aber auch dann keine Angaben gemacht werden.

Neben den Interglazialen kommen boreoalpine Formen besonders zahlreich auch im Spätglazial vor. Sie sind nach SIMONSEN (1957) hier als Indikatoren für vergleichsweise milde Klimate anzusehen und erreichen im Bölling- und Alleröd-Interstadial maximale Beträge. In der jüngeren Dryas nimmt ihre Zahl dann schnell ab. Auf Grund dieses Befundes ist nach DAHM (1956, 1959, 1961) eine Unterscheidung von Spät- und Postglazial prinzipiell möglich.

Besonders erwähnenswert sind die Arten *Cyclotella antiqua, Cyclotella distinguenda* und *Gomphocymbella ancyli,* welche von HUSTEDT (1948) als Leitformen spätglazialer Ablagerungen angesehen werden. Sie treten jedoch alle auch rezent auf, allerdings ist ihr Vorkommen nach HUSTEDT auf subarktische Gewässer *(Cyclotella antiqua)* und den alpinen-subalpinen Bereich *(Cycl. distinguenda* u. *Gomphocymb. ancyli)* beschränkt. *Gomphocymb. ancyli* wurde später von HUSTEDT (1950) auch rezent im Schaalsee gefunden.

Wie die rezente Verbreitung zeigt, ist der Begriff „Leitform" nicht ganz glücklich gewählt, denn diese Formen sind ja nicht auf das Spätglazial beschränkt (allenfalls in unserem Gebiet). Ihr Auftreten in jenem Zeitabschnitt (wie auch das stärkere Vorkommen boreoalpiner Formen überhaupt) zeigt nur, daß im norddeutschen Raum im Spätglazial ein ähnliches Klima (und ähnliche ökologische Bedingungen) wie im heutigen Verbreitungsgebiet der Formen geherrscht hat.

Der Vollständigkeit halber sei auch kurz auf die marinen Ablagerungen des Quartärs eingegangen. Im marinen Pleistozän zeigt die Diatomeenvegetation nach den zahlreichen Untersuchungen BROCKMANN's (Zusammenfassung der Ergebnisse bei BROCKMANN 1940) nur geringfügige Unterschiede zu jener der Gegenwart. Auch hier werden gewisse „Charakterformen" unterschieden, so z. B. im marinen Eem der Nordsee die Formen *Stephanopyxis turris, Endictya oceanica, Biddulphia pulchella, Terpsinoe americana* und *Cocconeis debesi* (vgl. auch KÖNIG 1953, v. d. BRELIE 1959). Es handelt sich um wärmeliebendere Formen, die im Nordsee-Holozän fehlen, aber in anderen Gebieten noch rezent auftreten. Andere Formen wiederum, die aus dem brackisch-marinen Raum der holozänen Nordsee bekannt sind, fehlen im Pleistozän *(Aulacodiscus argus).* Das Holstein-Interglazial zeigt nur geringe Unterschiede zum Eem. Nach den Untersuchungen BROCKMANN's fehlt bisher *Triceratium favus.*

In holozänen Ablagerungen sind sowohl im marinen als auch im limnisch-fluviatilen Bereich keine Unterschiede der Diatomeenführung zu der rezenten Flora vorhanden. So kommt BROCKMANN (1940, S. 171) zu dem Schluß: „Die Süßwasserflora ist grundsätzlich vom Boreal bis zur Gegenwart unverändert geblieben. Wo sich in den verschiedenen

Altersstufen eines Lagers Verschiedenheiten in den Diatomeengesellschaften zeigen, sind diese als Anzeichen rein örtlich wechselnder Umweltbedingungen zu betrachten und höchstens in Verbindung mit der Pollenanalyse und zur Stützung ihrer Ergebnisse geochronologisch zu verwerten."

Für die Salzwasserflora liegen die Verhältnisse ähnlich. Zwar lassen sich unter Berücksichtigung der ökologischen Verhältnisse ebenfalls „Charakterformen" z. B. für bestimmte Transgressionen und die einzelnen Stadien der postglazialen Ostsee-Entwicklung unterscheiden (vgl. CLEVE-EULER 1944, MÜLDER etc. 1957 u. v. a.) und ermöglichen damit Alterseinstufungen. Auch hier ist aber die Bezeichnung „Leit-" oder „Charakterform" nicht ganz exakt, da die meisten Arten auch in älteren und jüngeren Ablagerungen vorkommen. Nur der Gesamtcharakter einer Flora kann Anhaltspunkte für eine altersmäßige Einstufung geben (BROCKMANN 1954).

Insgesamt zeigt sich also, daß nach den bisherigen Unterlagen die Diatomeen nur in begrenztem Umfang zur Datierung quartärer Sedimente herangezogen werden können. Eine sichere Altersbestimmung allein mit Diatomeen wird in den meisten Fällen nicht gelingen. In Verbindung mit geeigneteren Methoden, wie z. B. der Pollenanalyse, können Diatomeen-Untersuchungen aber eine wertvolle Ergänzung darstellen. Sie ermöglichen vor allem fazielle Aussagen. Die Diatomeen-Vergesellschaftung in einem Sediment gewährt wesentliche Rückschlüsse auf die Bildungsbedingungen und den Bildungsraum einer Ablagerung.[3])

5. Schrifttum

BEHRE, K.-E.: Pollen- und diatomeenanalytische Untersuchungen an letztinterglazialen Kieselgurlagern der Lüneburger Heide (Schwindebeck und Grevenhof im oberen Luhetal). – Flora, **152**, S. 325–370, 8 Abb., 6 Tab., 3 Taf., Jena 1962.

BRELIE. G.v.d.: Die pollenstratigraphische Gliederung des Pleistozäns in Nordwestdeutschland. 2. Die Pollenstratigraphie im jüngeren Pleistozän. – Eiszeitalt. u. Gegenwart, **6**, S. 25–38, 5 Abb., Öhringen/Württ. 1955.

– – Watt-Ablagerungen des Eem-Meeres im Raum von Norderney. – Z. deutsch. geol. Ges., **111**, S. 1–7, 1 Abb., Stuttgart 1959.

BROCKMANN, C.: Diatomeen als Leitfossilien in Küstenablagerungen. – Westküste, **2**, 2/3, S. 150–181, 9 Abb., Kiel 1940.

– – Die Diatomeen in den Ablagerungen der ostpreußischen Haffe. – Meyniana, **3**, 95 S., 10 Taf., 6 Abb., 5 Tab., Kiel 1954.

BÜNTE, W.: Die Diatomeenschichten von Lüneburg, Lauenburg, Boizenburg und Wendisch-Wehningen. – Inaug.-Diss. Rostock, Güstrow 1901.

CLEVE, P.T. & JENTZSCH, A.: Über einige diluviale und alluviale Diatomeenschichten Norddeutschlands. – Schr. phys.-ökon. Ges., **22**, 1881, S. 129–170, Königsberg 1882.

CLEVE-EULER, A.: Die Diatomeen als quartärgeologische Indikatoren. – Geol. Fören. Förh., **66**, 3, S. 383–410, Stockholm 1944.

DAHM, H.-D.: Diatomeenuntersuchungen zur Geschichte der westlichen Ostsee. – Meyniana, **5**, S. 7–50, 8 Taf., 11 Abb., 2 Tab., Kiel 1956.

– – Diatomeen aus spätglazialen Ablagerungen der Eichholz-Niederung bei Heiligenhafen (Holstein). – Z. deutsch. geol. Ges., **111**, 1, S. 8–12, 1 Abb., Hannover 1959.

– – Die Diatomeen aus der spätglazialen Gyttja von Klein-Linden. – In: DAHM, H.-D., GUENTHER, E.W. u. a., Eine spätglaziale Schichtfolge aus der Grube Fernie bei Gießen-Klein-Linden. – Notizbl. hess. L.-A. Bodenforsch., **89**, S. 342–346, 1 Tab., Wiesbaden 1961.

DEWALL, H.W. v.: Geologisch-Biologische Studie über die Kieselgurlager der Lüneburger Heide. – Jb. preuß. geol. L.-A. **1928**, S. 641–684, 4 Abb., 4 Taf., Berlin 1928.

EHRENBERG, G.C.: Mikrogeologie. – Text: 28+374 S., Atlas: 31 S., 41 Taf., Leipzig 1854.

FOGED, N.: En interglacial diatoméjordafleijring i Üst-Fyn. – Medd. dansk geol. For., **12**, 5, S. 541–547, Kopenhagen 1954.

[3]) Zu ähnlichen Ergebnissen kommt v. d. BRELIE (1959). Auch er stellt fest, daß seit dem älteren Pleistozän keine wesentlichen Veränderungen in der Zusammensetzung der Diatomeen-Flora feststellbar sind.

– – The Diatoms in the Basalt Area and Adjoining Areas of Archean Rock in West Greenland. – Medd. om Grønland, **156,** 4, Kopenhagen 1958.

– – Diatoméflorean i en interglacial kiselgur aflejring ved Rands fjord i Østjylland. – Medd. dansk geol. Foren., **14,** 3, S. 197–205, Abb., Kopenhagen 1960 (a).

– – Observation of the Freshwater Diatom Flora in the Neighbourhood of Tromsø in North Norway. – Acta Borealia, A. Scientia, **16,** 39 S., 1 Taf., 13 Abb., Tromsø 1960 (b).

HALLIK, R.: Material zur Vegetationsentwicklung während der Eem-Warmzeit in Nordwestdeutschland. – Mitt. Geol. Staatsinst., **26,** S. 31–38, 6 Abb., Hamburg 1957.

– – Die Vegetationsentwicklung der Holstein-Warmzeit in Nordwestdeutschland und die Altersstellung der Kieselgurlager der südlichen Lüneburger Heide. – Z. deutsch. geol. Ges., **112,** 2, S. 326–333, 3 Abb., Hannover 1960.

HEIDEN, H.: Die Bacillarien der wichtigsten Kieselgurlager Deutschlands. – Festschr. Vereinigte Deutsche Kieselgurwerke, S. 27–43, 1 Tab., Hannover 1925.

HUSTEDT, F.: Bacillariophyta (Diatomeae). – In: A. PASCHER (Herausg.), Die Süßwasserflora Mitteleuropas, **10,** VII+466 S., 875 Abb., Jena 1930.

– – Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeen-Flora von Java, Bali und Sumatra. – Arch. Hydrobiol., Suppl.-Bd., **15,** S. 131–177, 187–295, 393–506, 638–790, 28 Taf., 16 Abb., 84 Tab., **16,** S. 1–155, 274–394, 13 Tab., Stuttgart 1937–1939.

– – Die Diatomeenflora norddeutscher Seen mit besonderer Berücksichtigung des holsteinischen Seengebietes. I–IV. Seen in Posen, der Neumark, Pommern und der Mark Brandenburg. – Arch. Hydrobiol., **41,** S. 392–414, 2 Tab., Stuttgart 1947.

– – Die Diatomeenflora diluvialer Sedimente bei dem Dorfe Gaj bei Konin im Warthegebiet. – Schweizer. Z. Hydrologie, **11,** S. 181–209, 16 Abb., Zürich 1948.

– – Die Diatomeenflora norddeutscher Seen usw. V–VII. Seen in Mecklenburg, Lauenburg und Nordostdeutschland. – Arch. Hydrobiol., **43,** S. 329–458, 21 Taf., 13 Abb., 2 Tab., Stuttgart 1950.

– – Die Diatomeenflora des Interglazials von Oberohe in der Lüneburger Heide. – Abh. naturw. Ver., **33,** 3, S. 431–455, 25 Abb., 1 Tab., Bremen 1954.

– – Neue und wenig bekannte Diatomeen. 8. – Abh. naturw. Ver., **34,** 1, S. 47–68, 58 Abb., Bremen 1955.

– – Die Diatomeenflora des Flußsystems der Weser im Gebiet der Hansestadt Bremen. – Abh. naturw. Ver., **34,** 3, S. 181–440, 1 Taf., 101 Abb., 1 Karte, Bremen 1957.

– – Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. – In: Dr. L. RABENHORST's Kryptogamen-Flora, **7,** Leipzig 1927–1962.

KÖNIG, D.: Diatomeen aus dem Eem des Treenetales. – Schr. naturw. Ver. Schlesw.-Holst., **26,** 2, S. 124–132, 2 Abb., Kiel 1953.

MÜLDER, K. & VALOVIRTA, V. & VIRKKALA, K.: Über Spätglazialzeit und frühe Postglazialzeit in Südfinnland. – Bull. Comm. géol. Finlande, **178,** 49 S., 9 Abb., Helsinki 1957.

SCHMIDT, A.: Atlas der Diatomaceen-Kunde. Begründet von A. SCHMIDT, fortgesetzt von M. SCHMIDT, F. FRICKE, O. MÜLLER, H. HEIDEN und F. HUSTEDT. – H. 1–105, 109–120, Taf. 1–420, 433–480, Aschersleben – Leipzig – Berlin 1874–1959.

SELLE, W.: Die Vegetationsentwicklung des Interglazials von Ober-Ohe in der Lüneburger Heide. – Abh. naturw. Ver.,**33,** 3, S. 457–463, 1 Abb., Bremen 1954.

SIMONSEN, R.: Spätglaziale Diatomeen aus Holstein. – Arch. Hydrobiol., **53,** 3, S. 337–349, Stuttgart 1957.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover

Jahr/Year: 1963

Band/Volume: 107

Autor(en)/Author(s): Benda Leopold

Artikel/Article: Die Diatomeen der Kieselgur von Hützel im Luhetal (Eem-Interglazial) 31-47