

Sedimentpetrographische Untersuchungen an einem Dünen-Podsolprofil

Von Fritz DURR, Kiel.

Zur Charakterisierung von Sedimenten werden immer häufiger die sogenannten „Schwermineralien“ herangezogen. Diese sind zwar innerhalb der Mineralassoziationen mit nur wenigen Prozenten vertreten, doch scheinen sie einen Einblick in die genetischen Vorgänge der Sedimente zu geben. Die Schwermineralien sind durch ein spezifisches Gewicht größer als 2,9 ausgezeichnet, was sie von den Hauptbestandteilen der Sedimente, Quarz und Feldspat, unterscheidet und eine Trennung von diesen auf gravimetrischem Wege ermöglicht. Hauptsächlich durch Untersuchungen von WEYL (1) werden sie neuerdings auch zur Klärung bodenkundlicher Fragen benutzt, wie sie auch schon früher (BOHMERS, 2) zur Trennung vorgeschichtlicher Horizonte herangezogen wurden.

Die vorliegende Untersuchung soll versuchen, Dünen verschiedenen Alters in Schleswig-Holstein mit Hilfe von Schwermineralien zu trennen, wie dies DECHEND (3) für die Dünen der Frischen Nehrung durchgeführt hat. DECHEND basierte auf den von KEILHACK (4) und SOLGER aufgestellten Grundlagen, d. h. auf der Einteilung in Weiß-, Gelb- und Braundünen, und konnte so eine mineralogische Gliederung erkennen und nachweisen.

Derartige Vorarbeiten wie diejenigen KEILHACKS und SOLGERS fehlen jedoch in Schleswig-Holstein. Besonders glückliche Umstände, nämlich das Auffinden eines fossilen Dünenprofils innerhalb zweier Kulturschichten, geben die berechtigte Hoffnung, auch in Schleswig-Holstein den Mineralbestand der verschieden alten Dünen zu erkennen und so eine Gliederung auf sedimentpetrographischer Grundlage durchzuführen.

Darüber hinaus verspricht die Untersuchung einen Beitrag zur Verwitterbarkeit der Schwermineralien bei Podsolierung zu geben, wie sie auch ein Zeitmaß für diese Verwitterung angeben kann, ein Punkt, der schon lange einer Beleuchtung bedarf.

Besonderen Dank schulde ich Herrn Dr. Schwabedissen vom Landesamt für Vor- und Frühgeschichte für Schleswig-Holstein, der das Profil der Untersuchung zugänglich machte und die Datierung der Kulturhorizonte vornahm. Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. Weyl vom Geologischen Institut der Universität Kiel, der mir immer mit Rat zur Seite stand.

Profilbeschreibung.

Das untersuchte Profil wurde durch das Landesamt für Vor- und Frühgeschichte in Zusammenarbeit mit dem Schleswig-Holsteinischen Museum vorgeschichtlicher

Altertümer und dem Altonaer Museum im Sommer 1948 als Lackfilm von der Fundstelle 14 in Hamburg-Rissen gewonnen.

Es zeigt im Liegenden Schmelzwasserablagerungen mit deutlicher Brodelbodenstruktur. Überlagert ist dieses Sediment abermals von Schmelzwassersand, der jedoch im Gegensatz zum ersteren einen starken Anteil der feineren Korngrößen aufweist und dadurch leicht grünlich gefärbt erscheint. Es folgt nach oben eine erste Dünenablagerung von hellem Sand, der jedoch bald in leicht hellbraunen Sand übergeht, welcher von der ersten Kulturschicht, derjenigen der „Federmesser“-Gruppe überlagert wird. Dieser Horizont zeigt dünne rostbraune Streifen mit wenig humosen Beimengungen. Eine zweite Düne bedeckt diese Schicht. Sie beginnt unten mit hellbraunem Dünenand, nach oben folgt stark rostbrauner Sand des B-Horizonts. In diesem B-Horizont liegt die Kulturschicht der „Ahrensburg“-Gruppe. Weiter nach oben schließt sich eine wenige Zentimeter mächtige Bleichsandzone an, der als A₁-Horizont schwarzer, stark humoser Sand folgt. Diese ganze Schichtfolge ist überweht von einer dritten und jüngsten Düne, die gegen die heutige Oberfläche durch eine etwa 10 Zentimeter mächtige Torflage abgedeckt ist. (Vergl. die Abbildung.)

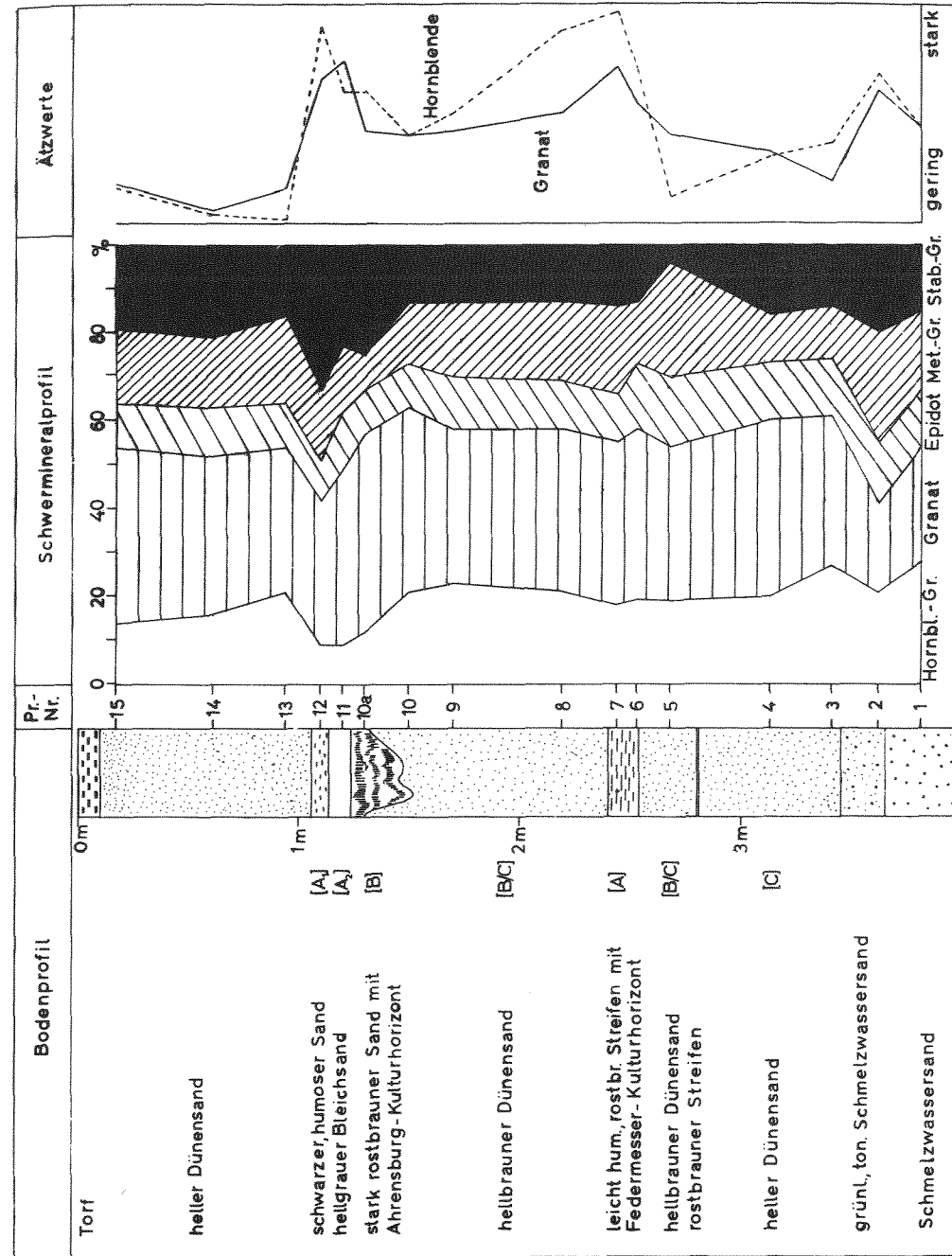
Untersuchungsgang.

Die zur Untersuchung kommenden Proben wurden so gewonnen, daß von dem zur Verfügung stehenden Lackfilm an bestimmten Stellen der Sand mit einem Messer vorsichtig abgeschabt wurde. Die Sandkörner waren zum Teil noch durch den anhaftenden Lack zusammengekittet, weshalb eine Behandlung mit Azeton notwendig wurde, wodurch der Lack gelöst und mittels Wasser ausgewaschen werden konnte.

Der Sand wurde in Salz- und Salpetersäure gekocht, um auf den Körnern haftende Eisenüberzüge zu entfernen, da diese die Bestimmung unter dem Mikroskop erschweren oder gar unmöglich machen würden.

Nach dem nun folgenden Trocknen wurden die Körner der Größen 0,3—0,06 mm von dem übrigen Gut abgesiebt, welches dann verworfen werden konnte. Die Wahl eben dieser Korngrößen erscheint berechtigt auf Grund der angestellten Korngrößenbestimmungen. Es zeigte sich dabei, daß bei den Dünenanden die Körner unter 0,3 mm über oder nahezu 90% der Gesamtsumme ausmachen. Bei den liegenden Schmelzwassersanden, die ebenfalls in die Untersuchung mit einbezogen wurden, zeigte sich dieses Maximum allerdings nicht so deutlich, doch um eine Vergleichsmöglichkeit zu haben, mußten auch hier dieselben Korngrößen ausgewertet werden. Die Richtigkeit der gewählten Korngrößen wurde bekräftigt durch Untersuchungen, die MATELSKI und TURK (5) an Podsolprofilen in den U.S.A. durchgeführt haben und dabei dieselben Korngrößen gewählt hatten.

Die Trennung der schweren Mineralien von der leichten Fraktion erfolgte in der üblichen Weise mittels Scheidetrichter und der Trennungsfliisigkeit Bromoform, wodurch die Mineralien mit einem spezifischen Gewicht größer als 2,9 gewonnen werden konnten. Von diesen schweren Mineralien wurden Dauerpräparate durch Einbetten in Kollolith hergestellt. Die Mineralien wurden sodann auf Grund ihrer Farbe, Lichtbrechung, Doppelbrechung usw. unter dem Polarisationsmikroskop bestimmt. Je Probe wurden etwa 200 Körner ausgezählt. Diese Anzahl scheint hinreichende Genauigkeit zu bieten, da sich die Fehlergrenze bei einer größeren Anzahl nicht mehr wesentlich einengen läßt (BAAK, 6).



Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung.

a) Hornblendegruppe.

Hornblenden und Pyroxene wurden wegen der oft schwierigen Unterscheidung zusammengezählt. Bezeichnend für diese Gruppe ist die Abnahme des prozentualen Anteils gegen die Oberflächen zu. Dies liegt in der Tatsache begründet, daß sie sehr leicht der Verwitterung unterliegen, wie dies die Ätzspuren dieser Mineralien zeigen. Um einen vergleichbaren Wert für die Verwitterung zu erhalten, wurden, wie dies WEYL (7) schon früher getan hatte, die Körner in drei verschiedene Gruppen eingeteilt, deren erste die noch vollkommen frischen Mineralien, die zweite die angeätzten und schließlich die dritte Gruppe die stark geätzten Körner umfaßt. Aus der Summe der stark geätzten und der Hälfte der zweiten Gruppe wurde so ein „Ätzwert“ gewonnen. Hierbei zeigt sich nun deutlich, wie dieser Ätzwert an den Oberflächen zunimmt und so die einsetzende Verwitterung andeutet. (Vergl. wie auch im folgenden die Abbildung und Tabelle 1).

Tabelle 1.

Schwermineralverteilung in dem untersuchten Profil.
Die Zahlen geben Prozente an.

Horizont	Proben-Nr.	Tiefe cm	Turmalin	Zirkon	Rutil	Titanit	Staurolith	Disthen	Sillimanit	Granat	Epidot	Hornblenden und Pyroxen	Andalusit	Vesuvian	Übrige	
Jungdüne	15	18	7	7	2	3	6	5	6	40	10	14	—	—	—	
	14	60	7	8	2	4	5	5	6	36	11	16	—	—	+	
	13	95	5	6	2	3	5	7	8	33	10	21	—	—	—	
Mitteldüne	A ₁	12	110	7	15	6	5	4	4	8	33	9	9	—	—	—
	A ₂	11	120	6	7	2	8	6	6	3	40	13	9	+	+	+
	B	10a	130	8	8	6	3	3	5	—	45	10	12	+	—	—
	B	10	150	4	4	2	3	3	5	6	42	10	21	+	—	+
		9	170	3	5	+	5	5	5	7	35	12	23	—	—	+
	8	220	6	3	1	3	6	4	8	37	11	21	—	—	+	
Altdüne	A	7	245	6	4	2	2	7	7	6	37	11	18	—	—	+
	A	6	255	5	4	2	2	4	5	5	39	15	19	—	+	+
		5	270	2	1	+	1	5	14	7	35	16	19	—	—	—
		4	310	3	7	3	3	2	4	5	40	13	20	+	—	—
	3	340	2	6	3	3	2	4	6	34	13	27	+	—	—	
Ob. Schmelzwassersand	2	360	4	9	3	4	4	10	11	20	14	21	—	+	—	
Unt. Schmelzwassersand	1	380	4	5	4	2	3	9	6	26	13	28	—	—	—	

b) Granat.

Der Granat ist das am meisten vertretene Mineral in der schweren Fraktion. In den Dünensanden unterschreitet er hier nie den Wert von 30%. Anders jedoch in den liegenden Schmelzwassersanden: hier ist er etwas weniger vertreten als die Hornblenden und erreicht keine 30% mehr. Der Granat ist somit ein charakteristisches Mineral für äolische Sedimente, wie dies auch VOELCKER (8) und DECHEND (3) betont haben. Die Ätzwerte für Granat zeigen ebenfalls eine Zunahme gegen die Oberflächen zu und weisen somit auch auf die Verwitterung dieses Minerals hin. Im A₂-Horizont erfährt der Granat jedoch eine relative Anreicherung, die wohl durch das hier zurücktretende Vorkommen der metamorphen Gruppe bedingt ist.

c) Epidot.

Der Epidot, der sich im Ganzen indifferent verhält, zeigt wie der Granat eine relative Zunahme des prozentualen Anteils im A₂-Horizont.

d) Metamorphe Gruppe.

Unter dieser Gruppe wurden Disthen, Sillimanit und Staurolith zusammengefaßt, die alle ein annähernd gemeinsames Verhalten zeigen und von denen nur Staurolith einen etwas stabileren Charakter aufweist. Wie bei der Besprechung des Granats schon erwähnt wurde, erfährt diese Gruppe im A₂-Horizont eine Abnahme ihres prozentualen Anteils und steht somit im Gegensatz zu Granat und Epidot. Störend im Profil erschien zunächst der relativ hohe Anteil dieser Gruppe bei Probe 5, also unmittelbar unter einem A-Horizont. Doch scheint hier eine völlig neue und in ihrer Zusammensetzung andersartige Mineralzufuhr vorzuliegen, denn gleichzeitig nimmt der Anteil der stabilen Gruppe unvermittelt rasch ab. Liegt aber eine neue „Schüttung“ vor, so müßte diese auch im Profil erkennbar sein. Dies ist nun in der Tat der Fall: es zeigt sich nämlich im Profil etwas unterhalb dieser Stelle ein dünner, 0,5 cm mächtiger rostbrauner Streifen, der auf eine vorübergehende Oberfläche deutet. Eine weitere Bestätigung scheint der Ätzwert für Hornblende zu geben, der infolge der leichten Verwitterbarkeit der Hornblende ein besonders empfindlicher Anzeiger ist: dieser Ätzwert nimmt hier dicht oberhalb des erwähnten rostbraunen Streifens plötzlich auffallend stark ab, was nur dadurch erklärt werden kann, daß eine neue Mineralzufuhr mit frischen Hornblenden erfolgt ist. Die Schicht, in der der rostbraune Streifen auftritt, kann somit aller Wahrscheinlichkeit nach als ehemalige, wenn auch kurzfristige Oberfläche gedeutet werden, woraus für diese älteste Düne eine Zweischichtigkeit gefolgert werden müßte.

e) Stabile Gruppe.

Dazu wurden Turmalin, Zirkon, Rutil und Titanit gerechnet. Ätzwerte waren hier nicht zu beobachten. Der prozentuale Anteil dieser Gruppe nimmt gegen die Oberflächen zu, wie dies besonders schön bei der Ahrensburg-Oberfläche in Erscheinung tritt. Auf die Abnahme bei Probe 5 wurde bereits bei der Besprechung der metamorphen Gruppe eingegangen.

f) Ubrige Mineralien.

Es waren hier hauptsächlich Andalusit, Vesuvian und Zoisit anzutreffen. Doch können solche einzelnen Mineralien nie charakteristisch für ein Sediment sein, von einer Auswertung dieser Mineralien kann daher Abstand genommen werden.

g) Zusammenfassung der mikroskopischen Ergebnisse.

Leicht verwitterbar und daher an den Oberflächen zurücktretend sind die Hornblenden und Pyroxene. Die metamorphe Gruppe erfährt im A₂-Horizont eine Abnahme, während gerade hier Granat und Epidot eine relative Anreicherung erfahren. Dies steht in einem gewissen Gegensatz zu Untersuchungen von WEYL (1), nach denen die hier unter der metamorphen Gruppe zusammengefaßten Mineralien im gesamten A-Horizont eine Anreicherung erfahren.

Als besonders widerstandsfähig erwiesen sich Turmalin, Zirkon, Rutil und Titanit, ihre Zusammenfassung unter der Gruppe der stabilen Mineralien scheint daher gerechtfertigt.

Ergebnisse der Korngrößenuntersuchung.

Bei den angestellten Korngrößenuntersuchungen zeigte sich für die Dünensande ein Maximum bei der Fraktion 0,3—0,1 mm, und zwar liegt der Anteil dieser Fraktion jeweils zwischen 80 und 90%. Die größeren Fraktionen sind nur wenig vertreten, Körner über 1 mm Durchmesser konnten in keiner Probe festgestellt werden. Ebenso sind kleinere Korngrößen nur wenig vorhanden. Dies hängt einmal damit zusammen, daß schwerere Körner vom Wind nicht mehr befördert werden und zum anderen sind die feineren Fraktionen durch den Wind ausgeblasen. Anders liegen die Verhältnisse bei den Schmelzwassersanden. Hier finden sich sowohl gröbere Körner als auch, wie dies besonders der höhere Schmelzwassersand zeigt, ein bedeutender Anteil der feineren Fraktionen. Es zeigt sich besonders schön der unterschiedliche Sortierungsgrad der verschiedenartigen Sedimente: während er bei den Dünensanden als vom Wind aufbereiteten Ablagerungen hoch liegt, gibt er für die liegenden Diluvialsande einen niedrigeren Wert. (Vergl. Tabelle 2.)

Tabelle 2.

Korngrößenverteilung in dem untersuchten Profil.

Horizont	Proben-		> 1,00mm	0,5—1 mm	0,3—0,5 mm	0,1—0,3 mm	0,1 mm
	Nr.	Tiefe					
Jungdüne	e	80 cm	—	0,8	7,0	84,4	7,8
Mitteldüne	d	190 cm	—	0,1	4,1	92,0	3,8
Altdüne	c	290 cm	—	2,5	11,7	81,3	4,5
Ob. Schmelzwassersand	b	355 cm	0,6	7,0	18,5	33,9	40,0
Unt. Schmelzwassersand	a	370 cm	0,7	2,0	20,1	71,9	5,3

Die Zahlen geben Prozente an.

So lassen sich also die beiden verschiedenartigen Ablagerungen einmal auf Grund des Gehalts an Granat und zum anderen in der Korngrößenverteilung unterscheiden.

Eine von v. ENGELHARDT (9) ausgearbeitete Methode, um wasser- von wind-sortierten Sanden zu unterscheiden, gründet sich auf das Radienverhältnis von Quarz zu Granat oder Magnetit, wobei sich für wassersortierte Sedimente höhere Werte ergeben. Im Ubrigen sei auf die Arbeit selbst verwiesen.

Altersstellung der Dünen.

Die Bedingungen, die erfüllt sein müssen, daß es zu einer Dünenbildung kommt, sind Vegetationsarmut und trockenes Klima. Beide Faktoren waren zur Spätglazialzeit gegeben. Durch die beiden Kulturhorizonte, die in der Düne erhalten sind, ist eine noch genauere Altersstellung gegeben. Demnach fällt die Bildung der untersten Düne (hier Altdüne genannt) in die ältere Dryaszeit, die durch das Auftreten von *Dryas octopetala* gekennzeichnet war und in der kühle Sommer und strenge Winter herrschten.

Während einer vorübergehenden Erwärmung, der Allerödschwankung, wurde die Dünenbildung unterbrochen, und die „Federmesser-Leute“ konnten sich auf den Altdünen ansiedeln.

Mit Beginn der folgenden jüngeren Dryaszeit setzte ein abermaliger Kälterückschlag ein, der wiederum eine Dünenbildung möglich machte und zur Aufwehung der Mitteldüne führte. Ein Vergleich der Ätzwerte dieser beiden Dünenbildungen weist darauf hin, daß das Klima zur Zeit der jüngeren Dryasperiode bereits etwas wärmer als in der älteren war, da die Werte höher liegen und somit eine stärkere Verwitterung bezeugen.

Aus dieser Zeit ist die Kulturschicht der Ahrensburg-Stufe erhalten. Sie ist überlagert von einer stark podsolierten Oberfläche, die auf die wärmere Zeit des Präboreals hindeutet. In jene Zeit der starken Bodenbildung fällt der Beginn der Transgression der Doggerbank, die eine allgemeine Hebung des Grundwasserspiegels mit sich gebracht haben dürfte und so eine weitere Dünenbildung vorübergehend verhinderte. Erst nachdem das Klima wieder etwas kühler wurde, konnte eine weitere Dünenbildung einsetzen, die zur Bildung der obersten, der Jungdüne führte. Für das Alter dieser jüngsten Düne ergibt sich somit höchstens eine spätere Präborealzeit, oder aber ihre Entstehung fällt ins Boreal, für welches ein trockenes und relativ kontinentales Klima angenommen wird (v. BULOW, 10), ein Faktor, der ja einer Dünenbildung förderlich ist. Somit würde auch die Möglichkeit einer etwaigen Gleichstellung mit den von KEILHACK (4) als Braundünen bezeichneten Dünenbildungen der Swinepforte gegeben.

Besonders auffällig ist der Unterschied der Ätzwerte der Mitteldüne und denjenigen der Jungdüne. Eine Erklärung erscheint mir nur möglich durch Annahme eines unterschiedlichen Klimas. Diese unterschiedlichen Ätzwerte versprechen aber auf der anderen Seite die eingangs ausgesprochene Hoffnung auf eine Möglichkeit der Trennung der verschieden alten Dünen zu erfüllen, nachdem lediglich an Hand der Schwermineralassoziationen eine Trennung nicht möglich zu sein scheint.

Es muß aber besonders darauf verwiesen werden, daß die Ätzwerte sehr der Subjektivität des jeweiligen Bearbeiters unterliegen und so keinesfalls als absolute Werte angesehen werden dürfen, sondern nur einen relativen Charakter haben. Deswegen werden hier im Gegensatz zu WEYL (1) bewußt keine Zahlenwerte für die Ätzung angegeben, sondern es wird lediglich eine Abstufung von gering nach stark geätzt durchgeführt. (Vergl. Abbildung.)

Nach obigem können somit die beiden älteren Dünen als Bildungen der Spätglazialzeit angesehen werden, während die jüngste Düne der eigentlichen Postglazialzeit angehört.

Zusammenfassung.

Es wurde das Dünenprofil der Fundstelle 14 in Hamburg-Rissen kurz beschrieben. An Hand von Schwermineralien und der Korngrößenverteilung konnten die

Dünensande von den Schmelzwassersanden unterschieden werden. Es gelang, verschieden alte Dünen mittels eines Ätzwertes zu trennen. Das Verhalten der Schwermineralien gegenüber der Verwitterung wurde beschrieben. Schließlich wurde die Altersstellung der Dünen erörtert.

Schriften:

- WEYL, R.: Schwermineralverwitterung in schleswig-holsteinischen Böden. Schr. d. Naturw. Ver. f. Schlesw.-Holst. Bd. 25.
- BOHMERS, A.: in „Forschungsgemeinschaft: das Ahnenerbe“, Neumünster 1944.
- DECHEND, W.: Unters. der Dünen d. Frischen Nehrung mit sedimentpetr. Methoden zur Unterstützung u. Ergänzung d. Dünenformen. Diss. Königsberg.
- KEILHACK, K.: Die Verlandung der Swinepforte. Jahrb. d. Preuß. Geol. Land.Anstalt 1911/II.
- MATELSKI, R. P. und TURK, L. M.: Heavy minerals in some podzol profiles in Michigan. Soil Science 1947.
- BAAK, J. A.: Regional petrology of the southern North Sea. Wageningen 1936.
- WEYL, R.: Jundtertiäre Schlotten im Zechstein von Lieth b. Elmshorn. Schr. d. Naturw. Ver. f. Schlesw.-Hol. Bd. 24.
- VOELCKER, I.: Schwermineraluntersuchungen d. Sande von Helgoland. Geologie d. Meere 1937.
- ENGELHARDT, v.: Die Unterscheidung wasser- u. windsortiert. Sande auf Grund d. Korngrößenverteilung ihrer leichten u. schweren Gemengteile. Chemie 1940.
- BULOW, v.: Postglaziale Senkung u. Dünenbildung im nordosthinterpomm. Küstenbereich. Jahrb. d. Preuß. Geol. Land.Anstalt 1929/I.