

# Jungtertiäre Schlotten im Zechstein von Lieth bei Elmshorn.

Von Richard WEYL in Kiel

(Mit 2 Abbildungen)

Wo die leichtlöslichen Schichten des Zechsteins zu Tage austreichen oder im Bereich des Grundwassers liegen, kommt es zu Auslaugungserscheinungen. Die sich hierbei bildenden Schlotten und Dolinen enthalten häufig Reste von Sedimentbedeckungen, die sonst in dem umgebenden Gebiet der Abtragung anheimgefallen sind. So sind z. B. die zahlreichen Tertiärvorkommen des Harzrandes, die VOIGT (1940) zusammenfassend beschrieben hat, an den Ausstrich des Zechsteins in der Aufrichtungszone des Harzrandes gebunden und verdanken ihre Erhaltung einem Einsturz im Gipskarst. Aber auch in Schleswig-Holstein findet sich ein derartiges, an den Ausstrich von Zechstein gebundenes Tertiärvorkommen und zwar auf dem Elmshorner Salzstock, der bei Lieth in den altbekannten Rotliegend- und Zechsteinvorkommen die heutige Tagesoberfläche erreicht. Dort wird in der MEINERT'schen Kalkgrube seit längerer Zeit die sogenannte „Asche“, nach ERNST (1930) ein Lösungsrückstand von Zechsteingips, als Düngekalk abgebaut. In dieser Asche sind immer wieder Nester von weißen Quarzsanden beobachtet worden. ERNST (1930) beschrieb erstmalig die Sande der MEINERT'schen Grube und stellte sie auf Grund eines Gutachtens von E. KOCH ins Pliozän. BECKSMANN (1934) erwähnte „schmale Spalten pliozäner Sande“ und DUCKER (1938) nennt die Dolinen und bringt eine Abbildung von „Einsturzerscheinungen in der Stinkasche“.

Im Laufe der letzten Jahre hatte ich Gelegenheit, die MEINERT'sche Grube in regelmäßigen Abständen zu begehen und durch den rasch voranschreitenden Abbau ein genaueres Bild der Karsterscheinungen und ihrer tertiären Füllungen zu gewinnen. Außer den schon von früheren Autoren erwähnten weißen Sanden waren durch den Abbau der letzten Jahre schwarzer Glimmerton, der übrigens auf der Abbildung DUCKER's (1938) auch schon zu erkennen ist, und schwarze bis graue humose Sande erschlossen.

Die Form der Schlotten ist unregelmäßig trichterförmig. Während in der Höhe der heutigen Grubensole ihr Durchmesser einen Meter nur selten übersteigt, erweitern sie sich im Hangenden bedeutend und erreichen bis über 20 Meter im Durchmesser. Gelegentlich ist eine Verbreiterung nach unten festzustellen, so daß dann im Schnitt der Grubenwand Zechsteinasche über den Tertiärsanden liegt. Auch schmale, spaltenförmige Lösungsformen, die teils flach liegen, teils steil stehen, kommen vor.

Die Wände der Schlotten sind ziemlich regelmäßig von einer einige Zentimeter dicken Brauneisenkruste überzogen, gelegentlich kommen auch Kalkkrusten vor. Dann folgt ein wenige Dezimeter mächtiges Band von ausgeschmiertem, schwarzem Glimmerton, der vielfach deutliche Harnischbildung erkennen läßt. Im innersten Teil der Schlotten liegen Sande, die zuweilen Schollen von Glimmerton, gelegentlich auch solche von Asche enthalten. Die Sande sind in den tieferen Teilen der Schlotten überwiegend dunkel gefärbt und werden nach dem Hangenden zu heller, um in den obersten Teilen die weiße Farbe typischer Kaolinsande zu erreichen. In den oberen Teilen der Schlotten ist die Schichtung der Sande vollkommen, in den tieferen Teilen dagegen meist weniger deutlich und seltener erhalten.

Am Bremsberg der Jahre 1946/47 waren Kaolinsande aufgeschlossen, deren Schichten von zahlreichen kleinen Verwerfungen durchzogen wurden. Die Westgrenze dieses Vorkommens wurde durch eine saigere, 95—100 streichende Verwerfung gebildet, an der kreuzgeschichtete Kaolinsande gegen Asche verworfen waren. Auf der Verwerfung waren Reste von Glimmertonen mit deutlichen Harnischen erhalten und hatten sich Eisenkrusten gebildet. Vermutlich handelt es sich bei allen diesen Erscheinungen um die Spuren einer Einsturztektonik über dem ausgelaugten Zechstein, wie sie VOIGT (1940) von den Vorkommen des Harzrandes beschrieben hat, bei der auch dort der ursprüngliche Schichtverband innerhalb der verstürzten Schollen weitgehend bewahrt blieb.

Der Glimmertone ist ein äußerst fetter, in frischem Zustande tiefschwarzer Ton. Der im wesentlichen auf Gehalt an organischer Substanz zurückzuführende Glühverlust einer lufttrockenen Probe betrug 15,6 %. Nach Behandlung mit kochender Salpetersäure ließ sich die organische Substanz mit Ammoniak unter tiefbrauner Färbung extrahieren. Der Ton zeigt also dieselbe Reaktion wie die von HIEBENTHAL (1929) mit dieser Methode behandelten Glimmertone. Im Schlämmrückstand fanden sich zahlreiche kleine Gipskristalle, Pyrit in wohl ausgebildeten Rhomendodekaedern und kleine Markasitkonkretionen. Nicht aufschlammbare Tonklümpchen sind ebenfalls reichlich, dagegen fehlen die von W. WETZEL (1937) aus anderen Glimmertonen beschriebenen Kotpillen. Der Anteil klastischer Sandkörner ist in den reinen Glimmertonen sehr gering, unter ihnen sind frische Feldspäte aber relativ reichlich vertreten. Fossilien fehlen vollkommen. Die petrographischen Merkmale lassen die schwarzen Tone aber mit Sicherheit zu den Glimmertonen stellen, wobei eine Einstufung innerhalb des Gesamtkomplexes nicht möglich ist (Vgl. H. MULLER 1933).

Neben und über dem Glimmertone folgen in den Schlotten mit meist scharfer Grenze Sande. Gelegentlich sind an der Grenze grobe Quarzsande und Kiese mit dem Glimmertone vermischt. In den tieferen Schlottenteilen überwiegen in den Sanden dunkle Farbtöne, die auf einen Gehalt an Humus zurückzuführen sind. Nach oben hin werden die Sande heller. Die Sande der tieferen Schlottenteile sind meist schlecht, die hangenden hellen Sande in der Regel sehr gut sortiert. Mangelnde Schichtung und schlechte Sortierung der liegenden Sande könnte auf eine Durchmischung beim Einschlämmen in die Schlotten zurückgeführt werden.

Neben dem vorherrschenden Quarz führen die humosen Sande immer reichlich frische oder nur ganz leicht verwitterte Feldspäte. Ihr Gehalt an Schwermineralen wird im Zusammenhang mit dem der anderen Sedimente zu besprechen sein.

Das Alter der humosen Sande ist mangels Fossilien nicht mit Sicherheit anzugeben. Nach ihrer Lagerung müssen sie aber jünger sein als der Glimmertone, den sie in allen nicht völlig verstürzten Schlotten deutlich überlagern. Da die in Bohrungen der Umgebung (W. WOLFF 1913) angetroffenen Übergangsschichten von Glimmertone zum terrestrischen Pliozän äußerst feinsandig sind, in den Schlotten aber ausgesprochen grobe Sande unmittelbar auf dem Glimmertone liegen, und die Grenze beider meist auch sehr scharf ist, muß man annehmen, daß es sich hier nicht um den normalen Schichtverband handelt, sondern daß die humosen Sande nach einer Abtragungsphase den Glimmertone-resten in den Schlotten aufgelagert wurden und sich hierbei gelegentlich an der Grenze eine geringe Durchmischung ergab.



Die Kaolinsande der hangenden Teile zeigen neben der deutlich erhaltenen Schichtung auch im allgemeinen eine gute Sortierung. Gelegentlich kommen in ihnen schmale Tonbänder vor. Die für den Kaolinsand kennzeichnenden weißen Felsspäte sind reichlich vertreten, u. d. M. findet man neben zersetztem Feldspat aber auch reichlich vollkommen frischen, wie dies am Sylter Kaolinsand bereits von W. WETZEL (1931) festgestellt worden ist. Unter den Kiesgeröllen herrschen weiße und lavendelblaue Quarze wie bei anderen Kaolinsandvorkommen vor.

Sowohl in den Kaolinsanden wie in den humosen Sanden findet sich gelegentlich fossiles Holz. Ein rundes Aststück von 5 cm Durchmesser und 15 cm Länge, das Herr Professor WETZEL liebenswürdigerweise einer mikroskopischen Untersuchung unterzog, erwies sich als nicht näher bestimmbares Koniferenholz mit Jahresringen und niedrigen Markstahlen. Im Winter 1948/49 konnte Herr Dr. ILLIES, Hamburg, ein geringmächtiges, allochthones Braunkohlenflözchen aus den Kaolinsanden bergen. Beiden genannten Herren sei für ihre Hinweise gedankt.

Die Schwerminerale der tertiären Ablagerungen wurden einer besonderen Untersuchung unterzogen. Ihre Abtrennung erfolgte aus der Feinsandfraktion 0,2—0,1 mm in der üblichen Weise in einem Scheidetrichter mittels einer Flüssigkeit vom spezifischen Gewicht 2,9. Das Ergebnis der Auszählung ist in der Tabelle und der Abb. 1 dargestellt. Außer den hier aufgeführten Mineralen wurden gelegentlich einzelne Körner von Diopsid, basaltischem Augit, Orthaugit, Alkalihornblende, Vesuvian, Andalusit und Spinell beobachtet. Nicht weiter berücksichtigt wurden die auch in der schweren Fraktion reichlich auftretenden Muscovite und gebleichten Biotite.

Der Schwermineralbestand der Sande ist in seiner prozentualen Zusammensetzung sehr unterschiedlich, was bei einer rein statistischen Betrachtung zur Aufstellung verschiedener „Schüttungen“ führen könnte. Tatsächlich sind die verschiedenen Schwermineralegehalte aber das Ergebnis von Auslesevorgängen, die teils vor, teils nach der Ablagerung stattgehabt haben (WEYL 1949).

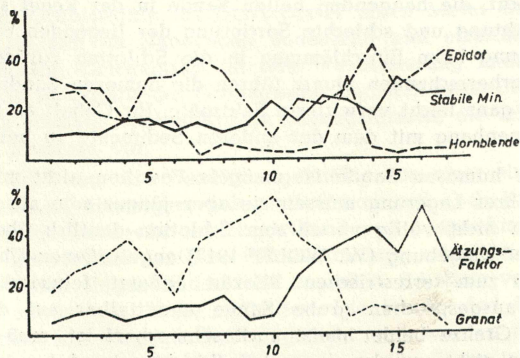


Abb. 1. Schwermineralverteilung und Granat-Ätzungsfaktor in den Liether Tertiärsedimenten. Die Zahlen der Abszisse entsprechen den Ziffern der Tabelle 1.

Tabelle 1.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
Hornblende	32	29	29	16	14	15	2	6	4	3	3	5	32	4	2	4	4
Epidot	24	25	15	15	32	30	38	26	20	7	21	12	23	41	26	24	31
Zoisit	2	3	3	1	0,5	3	2	9	1	1	3	9	5	4	2	10	11
Granat	18	27	30	38	30	15	38	43	48	55	39	33	6	12	9	13	2
Disthen	10	4	11	9	6	24	5	3	10	8	11	12	9	11	18	10	11
Turmalin	6	3	5	4	5	4	3	3	4	14	7	5	9	6	7	15	22
Rutil	1	2	0	1	2	1	3	3	1	2	0,5	2	2	3	6	4	1
Zirkon	0,5	3	0,5	2	0,5	0	2	2	2	1	0,5	2	6	1	0,5	1	0
Staurolith	2	1	3	5	3	5	2	1	3	5	5	12	0,5	6	7	5	2
Titanit	1	2	2	5	5	2	5	2	4	1	2	3	0,5	2	11	0,5	1
Sillimanit	3	0	0	1	1	0,5	0	1	1	0	7	3	0	7	9	7	7
Erz	67	70	25	105	50	145	45	30	47	56	17	33	116	62	122	52	33
Ätzungsfaktor	5	9	10	6	9	12	15	11	6	8	23	32	38	42	33	50	28

1. Glimmerton, mit Sand vermischt.
2. Glimmerton, mit Sand vermischt.
3. Humoser Sand.
4. Glimmerton, mit Sand und Zechsteinbrocken vermischt.
5. Asche, mit Sand vermischt.
6. Schwach humoser Sand.
7. Kaolinsand.
8. Schwach humoser Sand mit Braunkohle.
9. Humoser Sand.
10. Sand, unmittelbar neben Braunkohle.
11. Schwach humoser Sand.
- 12.—17. Reine Kaolinsande aus den hangenden Schlottenteilen

Die Minerale der tonigen und kalkigen Sedimente (1—4) sind ausgesprochen frisch, gut gerundet und lassen keinerlei Ätzspuren erkennen. Umgekehrt sind die in den Kaolinsanden enthaltenen Minerale vielfach unfrisch, weisen starke Ätzspuren auf und zeigen durch das Verschwinden gerade der am leichtesten verwitterbaren Minerale Hornblende und Granat den Einfluß einer starken Auslese. Neben Hornblende und Epidot zeigt besonders der Granat auffallende Ätzformen. Bei einem Teil der Körner sind Ätzgruben zu beobachten, andere liegen in äußerst bizarren, zackigen Reliktformen vor, die unbedingt hätten zerstört werden müssen, wenn sie vor der Ablagerung des Sedimentes gebildet worden wären.

Um für das Ausmaß der Granaterstörung, die als Grad der gesamten sekundären Zersetzungsvorgänge angesetzt werden mag, einen zahlenmäßig faßbaren Wert zu erhalten, wurden die Granatkörner gesondert nach drei Gruppen gezählt, wobei die erste Gruppe die vollkommen frischen Körner umfaßt, die zweite solche, die schwache bis mäßige Ätzspuren aufweisen, und die dritte stark geätzte Körner. Aus der Summe der Gruppe 3 und der Hälfte der Gruppe 2 wurde der „Ätzungsfaktor“ ermittelt, der als Gradmesser der Zersetzung in die graphische Darstellung Fig. 1 eingezeichnet ist. Es zeigt sich recht deutlich, daß der Gesamtgehalt an Granat in gleichem Maße abnimmt, wie der Ätzungsfaktor steigt, während die stabilen Minerale (Turmalin, Rutil, Zirkon, Titanit, Staurolith) in ihrem prozentualen Anteil erheblich zunehmen. Auch der Epidot wird bei der Zerstörung des Granates noch relativ angereichert, zahlreiche Ätzformen lassen aber erkennen, daß auch seine Zerstörung bereits begonnen hat. Die Hornblende, die in den tonig-kalkigen Sanden mit rund 25% vertreten ist, wird offenbar am leichtesten zerstört, denn sie ist in den besonders granatreichen Sanden schon auf wenige Prozent gesunken. Bei diesen Sanden ist aber wohl zusätzlich auch noch mit einer mechanischen Auslese zu rechnen, bei welcher sich der Granat bekanntlich besonders anreichert.



Aus dem Schwermineralbestand ergibt sich folgendes Bild: Das ursprünglich geschüttete Material ist in den tonigen und mit Kalken vermischten Sanden am frischesten erhalten. Hornblende, Epidot, Granat und stabile Minerale sind zu etwa gleichen Teilen vertreten. Die Minerale weisen auf eine Schüttung vom fennoskandischen Festland hin (SINDOWSKI 1948), das aus den Geröllen der Kaolinsande bereits als Liefergebiet bekannt ist. Bei einigen Sanden mit besonderer Granatanreicherung haben vermutlich mechanische Aufbereitungsvorgänge den Granat auf Kosten der anderen Schwerminerale angereichert. Die primäre Mineralkombination wird durch starke sekundäre Auslese verändert, wobei zuerst die Hornblende, dann der Granat, und in Kaolinsanden anderer Vorkommen (Sylt nach W. WETZEL 1931, Eggerstedt bei Pinneberg) schließlich auch der Epidot verschwinden, während die jeweils übrigbleibenden Minerale relativ angereichert werden. Die Ätzformen weisen darauf hin, daß es sich hierbei um eine Mineralausmerzung in situ handelt.

Diese Mineralzerstörung steht vermutlich in Zusammenhang mit der Zersetzung der Feldspäte des Kaolinsandes und dessen Bleichung. Auch sie ist, wie E. KOCH (1927) festgestellt hat, in situ erfolgt. Gleichzeitig mit dem Abbau der Minerale haben die lösenden Wässer das Eisen aus den Sanden entfernt und an der Grenze gegen den Kalk wieder ausgefällt, so daß die Eisenkrusten an den Wänden der Schloten mit der Kaolinisierung in zeitlichen und ursächlichen Zusammenhang zu bringen wären. Die Natur der lösenden Wasser wird erst näher zu bestimmen sein, wenn die Zersetzungsprodukte der Feldspäte, unter denen Kaolinit offenbar eine geringere Rolle spielt (W. WETZEL 1931), genauer untersucht sind. Die Lösung des Eisens und die Beschränkung der Mineralzerstörung auf die kalkfreien Sande läßt aber vermuten, daß CO<sub>2</sub>haltige Wässer maßgeblich beteiligt waren, die das in den Sanden aufgenommene Eisen bei Berührung mit den Kalken infolge Neutralisation wieder ausfallen ließen.

Der Zeitpunkt der Zersetzung ergibt sich aus der Lagerung: Die in den tieferen Teilen der Schloten liegenden humosen Sande blieben vor der Bleichung und Mineralzerstörung bewahrt, die demnach nach Einlagerung in die Schloten erfolgt sind. In den Schloten, insbesondere dort, wo Vermischung mit Ton eine Wasserzirkulation verhinderte bzw. eine Vermischung mit Zechsteinkalk das Grundwasser neutralisierte, konnte sich die in den hangenden Teilen wirksame Kaolinisierung nicht auswirken, so daß in den tieferen Teilen der „Kaolinsand“ gewissermaßen im Urzustand erhalten geblieben ist.

Eine Bestätigung der am Liether Tertiär entwickelten Vorstellungen über die diagenetische Mineralausmerzung bringt die ausgezeichnete Arbeit ZOBELIN's (1940) über die Sedimentpetrographie des niederbayerischen Tertiärs. Das alpine Abtragungsgebiet lieferte Hornblendens, Epidot, Granat und stabile Minerale in einem ähnlichen Verhältnis wie das skandinavische Festland. In den marinen und brackischen Helvetschichten herrschen Epidot und Hornblende vor, durch mechanische Anreicherung wird auch der Granat örtlich zur Hauptkomponente. In den darüber folgenden limnischen Schichten machen sich deutliche Auflösungserscheinungen vor allem am Granat bemerkbar, die zu seinem völligen Verschwinden führen, während sich Epidot zusammen mit der stabilen Gruppe zunächst anreichert. In den obermiozänen Restschottern, die in situ kaolinisiert sind, sind alle instabilen Minerale bis auf geringe stark zersetzte Reste verschwunden, so daß die stabile Gruppe mit über 70% der Schwerminerale vorherrscht. Noch extremer ist die Auslese im hangendsten Quarzitkonglomerat. Wie im Liether Tertiär verschwindet die Hornblende sehr rasch, während der Disthen sich zusammen mit den stabilen Mineralen anreichert.

Eine kurvenmäßige Darstellung der Schwerminerale des niederbayerischen Tertiärprofils zeigt somit auffallende Übereinstimmung mit dem Schwermineraldiagramm des Liether Tertiärs (Abb. 2), und auch die Mineralbeschreibungen und Abbildungen ZOEBELEINS's zeigen dieselben Zersetzungserscheinungen.

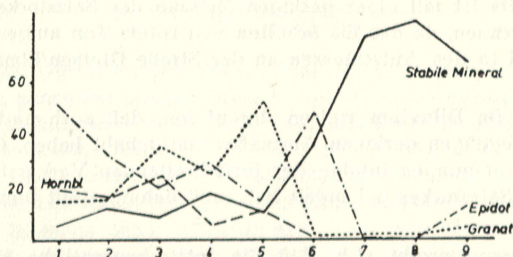


Abb. 2. Schwermineralverteilung im niederbayerischen Tertiär.

1. Marines Helvet.
- 2.—3. Brackisches Helvet.
- 4.—6. Süßwasserschichten.
7. Quarzrestschotter.
8. Gebleichte Quarzsande.
9. Tegel.

Aus den jungtertiären Sedimenten im Liether Zechstein ergeben sich einige Hinweise auf die jüngeren Bewegungsvorgänge am Elmshorner Salzstock:

1) Der Glimmerton ist in normaler Fazies ausgebildet. Hinweise auf eine Insel oder Schwelle, wie sie am benachbarten Salzstock von Langenfelde festgestellt werden konnte (GRIPP 1920), fehlen. Demnach ist der Salzstock während des Obermiozäns morphologisch vermutlich nicht in Erscheinung getreten.

2) Der Glimmerton ist vor Ablagerung der Kaolinsande bis auf die in den Schlotten erhaltenen Reste abgetragen worden. Der Verband von Glimmerton und Kaolinsand zeigt nicht den normalen allmählichen Übergang, sondern weist auf Einschwemmung des Kaolinsandes in die Glimmertonreste hin. Demnach hat nach der Ablagerung des Glimmertones eine energische Hebung des Salzstockes stattgefunden, durch welche die Abtragung verursacht wurde. Hierdurch ist der Zechstein in den Bereich des Grundwassers gekommen, so daß die im Obermiozän erst kleinen Lösungsformen des Zechstein nunmehr ihre Hauptausbildung erfuhren und die Zechsteingipse bis auf die Asche fortgeführt wurden.

3) Der Kaolinsand liegt in normaler Fazies vor, so daß zur Zeit seiner Ablagerung des Salzstock wiederum morphologisch nicht in Erscheinung trat.

4) Der Einbruch der Kaolinsande in die Schlotten ist größtenteils vor ihrer Kaolinisierung erfolgt, wie sich aus dem sedimentpetrographischen Befund ergab. Die Kaolinisierung dürfte mit einem Fortgang der Auflösung des Zechsteins verbunden gewesen sein.



5) Der Einbruch der Tertiärschichten in den Zechstein ist vor der Saalevereisung erfolgt, da die Sande hierdurch vor der Glazialerosion geschützt wurden. Die Ablagerungen der Saalevereisung liegen diskordant über Zechstein und Tertiär.

6) Andererseits ist mit einer geringen Hebung des Salzstockes vor der Saalevereisung zu rechnen, da das Eis Schollen von rotem Ton aufgenommen hat (Von SCHLUNK 1914 in den Aufschlüssen an der Straße Utersen/Elmshorn beobachtet).

7) Störungen im Diluvium weisen darauf hin, daß auch nach der Saalevereisung noch Bewegungen geringen Ausmaßes stattgehabt haben. Ob es sich hierbei um Nachfallerscheinungen infolge der fortschreitenden Verkarstung oder um Bewegungen des Salzstockes gehandelt hat, muß dahingestellt bleiben.

Zusammenfassend ergibt sich, daß die letzte wesentliche Hebung des Salzstockes in der Zeit zwischen der Ablagerung des Glimmertones und der Ablagerung der Kaolinsande stattgefunden hat, während die späteren Bewegungen fraglich und von untergeordneter Bedeutung sind.

#### Schriften

- BECKSMANN, E.: Der Bau des tieferen Untergrundes im mittleren Norddeutschland. Schr. a. d. Geol. Pal. Inst. Univ. Kiel, 2, 1934.
- DUCKER, A.: Der erdgeschichtliche Werdegang unserer Heimat. In „Geschichte der Stadt Elmshorn“. Elmshorn 1938.
- ERNST, W.: Über das Perm von Lieth bei Elmshorn. Mitt. a. d. Min.-Geol. Staatsinstitut in Hamburg, 12, 1931.
- GRIPP, P.: Steigt das Salz zu Lüneburg, Langenfelde und Segeberg episodisch oder kontinuierlich? Jahresber. Nieders. Geol. Ver. 13, 1920.
- HIEBENTHAL, F.: Chemisch-petrographische Studien an norddeutschen Bitumengesteinen verschiedenen Alters. Chemie d. Erde. 4, 1929.
- KOCH, E.: Beiträge zur Geologie des Untergrundes von Hamburg und Umgebung. Mitt. Min.-Geol. Staatsinst. Hamburg 9, 1927.
- MULLER, H.: Zur Petrographie tertiärer Sedimente im Untergrund von Hamburg und Umgebung. II. Der miozäne Glimmerton vom Kremerberg bei Ahrensburg. Mitt. Min.-Geol. Staatsinst. Hamburg, 14, 1933.
- SCHLUNCK, J.: Erläuterungen zur Geol. Agron. Karte des Elbtalrandes südlich Elmshorn. Berlin, 1914.
- SINDOWSKI, H.: Fennoskandia als Sediment-Liefergebiet. Naturwiss. Ver. f. Schleswig-Holst. 1948.
- VOIGT, E.: Das Tertiär des nördlichen Harzrandes und seine Bedeutung für die jüngere geologische Geschichte des Harzes. Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 17, 1940.
- WETZEL, W.: Die Sedimentpetrographie des Sylter Tertiärs. Schr. d. Naturwiss. Ver. f. Schlesw.-Holst. 19, 1931.
- : Die koprogenen Beimengungen mariner Sedimente und ihre diagnostische und lithogenetische Bedeutung. N. Jb. Min. etc. Beil. Bd. B. 78, 1937.
- WEYL, R.: Zur Ausdeutbarkeit von Schwermineral-Vergesellschaftungen. Erdöl und Kohle. 2, 1949
- WOLFF, W.: Erläuterungen zur geol. Karte von Preußen. Bl. Pinneberg. Berlin. 1913.
- ZOBELEIN, H. K.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayerischen Tertiär (Blatt Pfarrkirchen). N. Jb. Min. etc. Beil. Bd. 84 B. 1940.

# 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: 1949

Band/Volume: [24\\_1](#)

Autor(en)/Author(s): Weyl Richard

Artikel/Article: [Jungtertiäre Schlotten im Zechstein von Lieth bei Elmshorn. 74-80](#)