

Die Schwermineral-Verteilung im Quartärprofil der Forschungsbohrung Tüschembek (Schleswig-Holstein)

DIERK HENNINGSEN & HANS-JÜRGEN STEPHAN*)

HENNINGSEN, D. & STEPHAN, H.-J. (2000): Die Schwermineral-Verteilung im Quartärprofil der Forschungsbohrung Tüschembek (Schleswig-Holstein). – Eiszeitalter und Gegenwart, **50**: 50-55; Hannover 2000.

Keywords: heavy minerals, Quaternary series, Tüschembek research drilling, Schleswig-Holstein (Germany).

Kurzfassung: Sandige Proben aus den in der Forschungsbohrung Tüschembek (Schleswig-Holstein) angetroffenen quartären Serien zeigen altersbedingte Unterschiede im Schwermineral-Gehalt: Von der Elsterzeitlichen zu jüngeren Serien nimmt der Gehalt an opaken und stabilen Mineralen ebenso wie der von Epidot ab, der von Hornblende dagegen zu. Eine Aufarbeitung von Tertiär-Sedimenten hat offenbar bei den Weichselzeitlichen Proben dazu geführt, dass der Gehalt an stabilen Mineralen etwas erhöht ist.

[The heavy mineral composition in the Quaternary of the Tüschembek research drilling (Schleswig-Holstein)]

Abstract: Samples of Quaternary sands from the Tüschembek research drilling (Schleswig-Holstein) show variations in heavy mineral composition related to the stratigraphic position: The amount of opaque and stable minerals as well as that of epidote decreases from the Elsterian to younger series, whereas the amount of hornblende increases. Reworking of Tertiary sediments presumably is responsible for the renewed increase of stable minerals in the Weichselian samples.

1 Einleitung

Die Forschungsbohrung Tüschembek wurde südlich von Lübeck bei R 44 16615, H 59 62133 im Bereich einer schon im Mittelpleistozän angelegten Depression (Rinne) angesetzt (Abb. 1). Ziel war, die gesamte pleistozäne Schichtfolge und den Übergang zum Liegenden zu kernen, um – durch eingehende, horizontgenaue petrographische Untersuchungen ein stratigraphisches „Richtprofil“ für das südöstliche Schleswig-Hol-

stein zu erarbeiten und mit Hilfe petrographischer Kennwerte möglicherweise eine Korrelation nach Westmecklenburg mit der dort weit aus besser bekannten glazialen Schichtfolge (RÜHBERG et al. 1995) zu erreichen und um – an der Basis der (vermutlich Elster-zeitlichen) Rinne den Charakter und die Genese der Grenzschicht zum Liegenden zu klären.

Neben anderen petrographischen Untersuchungsmethoden zur Gliederung der erbohrten Schichtfolge sollte auch die Schwermineral-Analytik genutzt werden.

Das Säulenprofil der Bohrung (Abb. 1) zeigt in generalisierter Form das Material der Schichtfolge, außerdem durch Symbole an der rechten Seite die aus den bisherigen Untersuchungen abgeleitete stratigraphische Zuordnung, an der linken Seite die genetische Interpretation. Die mit rund 230 m Mächtigkeit erbohrte quartäre Schichtfolge setzt sich vorwiegend aus glazifluvialen und glazilimnischen Sequenzen zusammen, die von Moränen mehrerer Gletschervorstöße unterbrochen werden, vorwiegend von Grundmoränen, meistens als Geschiebemergel abgelagert. An der Basis des Pleistozäns und an der Basis der Weichselzeitlichen Abfolge gibt es ausgeprägte Lokalmoränen infolge Einarbeitung von Material aus dem Liegenden. Im Saale- und im Weichselzeitlichen Bereich kommen Beckenablagerungen mit diamiktischen Horizonten oder Schlieren vor, deren Material von driftendem Eis abgeregnet oder abgeflossen war (dri).

Die Einschaltung einer Eem-zeitlichen Sequenz (unten limnisch bis fluviatil, darüber marin) kennzeichnet den oberen Profilabschnitt als Weichselzeitlich. Das Mittelpleistozän gliedert sich in einen unteren Elster-zeitlichen und einen oberen Saale-zeitlichen Abschnitt. Das Saale-Glazial kann bisher nur grob in einen unteren Abschnitt, der dem „Älteren Gletschervorstoß“ (STEPHAN 1995) und damit dem Drenthe-Stadial entsprechen dürfte, und in einen oberen Abschnitt gegliedert werden. Dieser enthält nach ersten Feinkies-Analy-

*) Anschriften der Verfasser: Prof. Dr. D. HENNINGSEN, Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Hannover, Callinstr. 30, D-30167 Hannover; Dr. H.-J. STEPHAN, Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, Abt. Geologie/Boden, Hamburger Chaussee 25, D-24220 Flintbek.

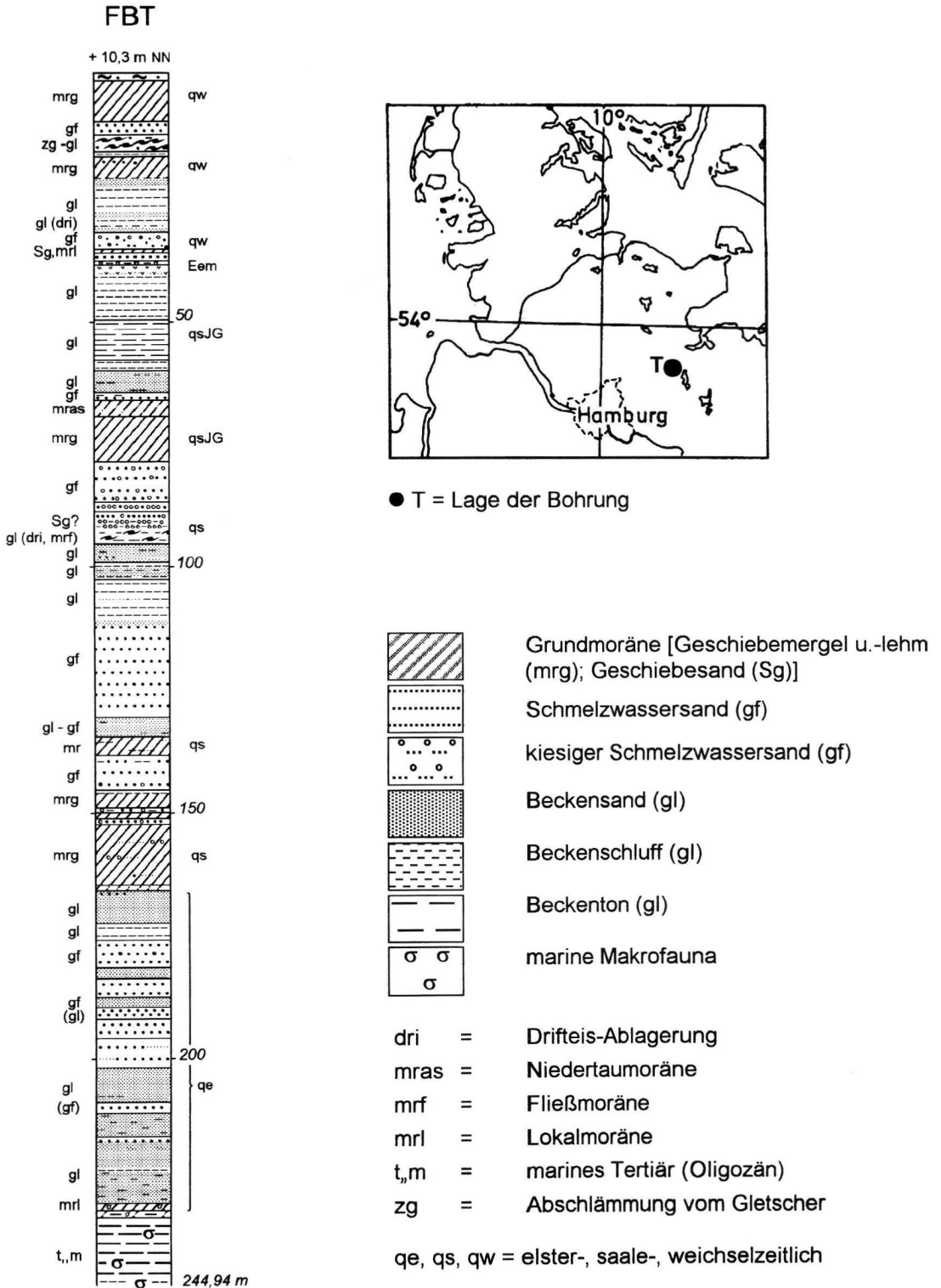


Abb 1: Vereinfachtes Säulenprofil und Lageskizze der Forschungsbohrung Tüschembek (FBT).

Fig. 1: Simplified columnar diagram and sketch map of the location of the Tüschembek research drilling (FBT).

sen im höheren Teil die Ablagerungen des „jüngeren Gletschervorstoßes“ (qsJG). Der „Mittlere Gletschervorstoß“ ist zur Zeit noch nicht abtrennbar. In den Diagrammen und der Tabelle mit den Ergebnissen der Schwermineralanalyse sind entsprechend beide als „Mittlere bis Jüngere Saale-Eiszeit“ zusammengefasst.

2 Schwermineral-Untersuchungen

Für die Untersuchung des Schwermineral-Gehaltes wurden überwiegend Glazifluvial- und Beckensande verwendet, weil in Moränenablagerungen die Minerale oft weniger durchmischt und in ihren Korngrößen sehr unterschiedlich sind, was zu größeren Streuungen in der Mineralzusammensetzung führen und damit die Bildung von Mittelwerten für Sediment-Einheiten beeinträchtigen kann. Von den insgesamt untersuchten 36 Proben wurden nach Trocknung jeweils 5 g der Fraktion 0,25 – 0,063 mm herausgesiebt und im Scheidetrichter mit Bromoform abgetrennt. Die gewonnenen Schwerekonzentrate wurden in „Meltmount“ (n = 1,662) eingebettet und so Dauerpräparate hergestellt. Anschließend wurden unter dem Polarisationsmikroskop pro Probe 300 bis 400 durchsichtige Schwerminerale entlang von Bändern, bei 2 Proben mit weniger als 200 Schwermineral-Körnern dagegen flächig ausgezählt.

Die in den untersuchten Proben beobachteten durchsichtigen Schwerminerale entsprechen denen, die nach ähnlichen Untersuchungen in quartären Sedimenten des norddeutschen Tieflandes angegeben wurden (z. B. STEINERT 1952, HENNINGSEN 1983, HENTSCHKE & STEPHAN 1989, 1990). Es herrschen vor: Grüne bzw. gemeine Hornblende, Granat (meist farblos; teilweise rötlich, sehr selten gelb oder blau gefärbt) und Minerale der Epidot-Gruppe. Daneben kommen die stabilen Minerale Zirkon, Turmalin und Rutil sowie die von metamorphen Gesteinen abzuleitenden Minerale Disthen, Sillimanit (vereinzelt als Fibrolith ausgebildet), Staurolith und Andalusit vor. Minerale mit vulkanischer Herkunft (Augit und andere Klinopyroxene; Orthopyroxene; basaltische Hornblende) treten selten auf, ebenso die übrigen Minerale Apatit, Titanit, Anatas, Brookit und Chloritoid. Monazit konnte nicht eindeutig festgestellt werden. Darüber hinaus wurden – wie bei Schwermineralzählungen in quartären Sedimenten üblich – gelegentlich phosphatische Knochen- und Zahnreste beobachtet. Einzelne teilweise vorhandene Kalzit- und Biotit-Körner wur-

den nicht ausgezählt, da beide Minerale nicht zu den Schwermineralen im engeren Sinn gehören.

Der Gehalt an opaken Erzmineralen, bei denen es sich hauptsächlich um Magnetit und Ilmenit, seltener um Hämatit handeln dürfte, schwankt in den untersuchten Präparaten etwa zwischen 20 und 70 Vol.-%. In einigen Proben sind manche Schwerminerale etwas mit Erz bzw. Eisenhydroxiden überkrustet, wodurch ihre Bestimmung und Auszählung aber nicht beeinträchtigt wurde. Insgesamt sind die Schwerminerale als unverwittert und frisch zu bezeichnen, nur Augit- und Orthopyroxen-Körner weisen manchmal ausgefrante Enden als Zeichen einer leichten Verwitterung auf; ebenso wurden einige teilweise zeretzte bzw. alterierte Epidot-Körner beobachtet.

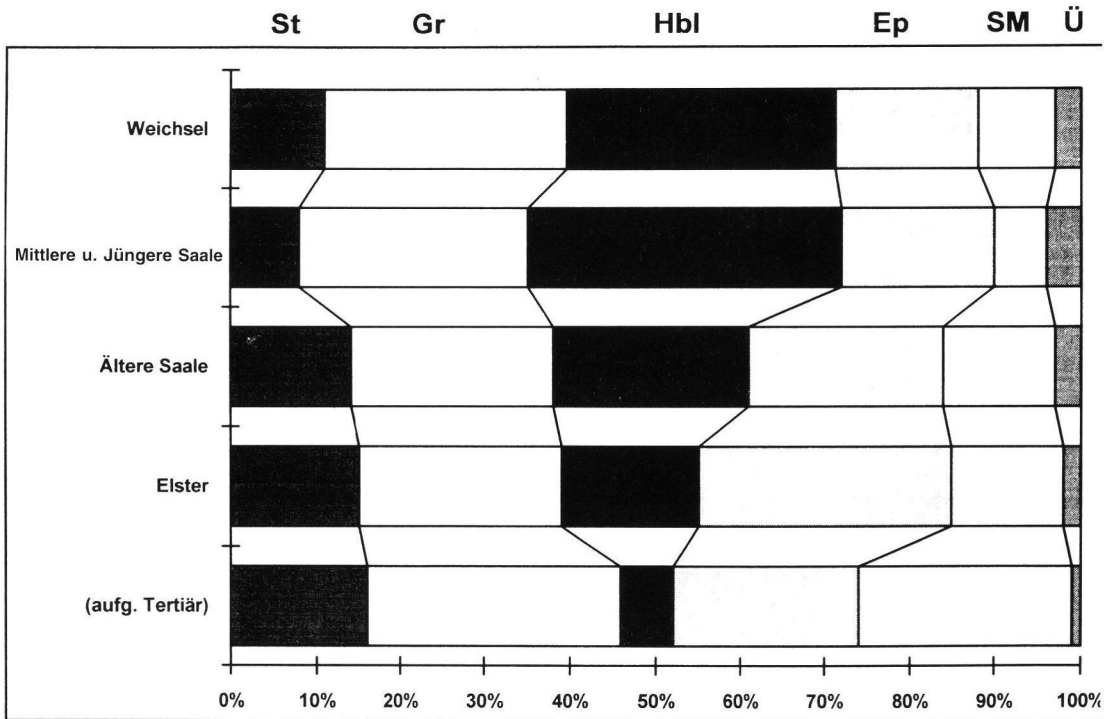
Nach der Auszählung der Schwermineral-Präparate zeigte sich, dass trotz aller Schwankungen bei den Prozentgehalten der Einzelminerale sich Mittelwerte für die einzelnen stratigraphischen Einheiten ergeben, die sich deutlich voneinander unterscheiden (Tab. 1, Abb. 2): Von der Elsterglazialen zu den jüngeren Serien nimmt der Hornblende-Gehalt zu, während der Gehalt an Mineralen der Epidot-Gruppe ebenso wie der an sonstigen metamorphen Mineralen abnimmt. Der in den älteren (Ältere Saale- und Elster-Eiszeit) gegenüber den jüngeren Serien (Mittlere bis Jüngere Saale- und Weichsel-Eiszeit) etwas höhere Gehalt der sonstigen metamorphen Minerale (vor allem Disthen und Staurolith, außerdem Sillimanit und Andalusit) ist wohl teilweise auf eine Aufarbeitung von tertiären Sedimenten – in denen diese Minerale oft angereichert sind – zurückzuführen. Die Weichsel-zeitlichen Proben weisen gegenüber den Saale-zeitlichen etwas „zu hohe“ Anteile von stabilen und sonstigen metamorphen Mineralen auf. Diese regionalgeologische Besonderheit geht sicherlich darauf zurück, dass die Weichsel-zeitlichen Gletscher im Bereich der Lübecker Bucht sehr tief erodiert und dabei ebenfalls viel Tertiär-Material aufgearbeitet haben.

Der in den Tüschchenbek-Proben beobachtete Hornblende-Reichtum in den jüngeren Serien, der sich auch deutlich in der von STEINERT (1952) eingeführten „Hornblende-Zahl“ zeigt, die bei Proben des älteren Pleistozäns niedriger ist (vgl. auch HENNINGSEN 1987), entspricht durchaus den Ergebnissen anderer Autoren (vgl. HENTSCHKE & STEPHAN 1989: 19 f.). Die in Tab. 1 außerdem aufgeführte „Augit-Zahl“, die ebenfalls auf STEINERT (1952) zurückgeht, hat für die Schwermineralzählungen der Bohrung Tüschchenbek nur eine ge-

Tab. 1: Mittelwerte der Schwermineral-Gehalte (in Stück-%) in den verschiedenen alten Serien der Bohrung Tüschembek.

Tab. 1: Mean values of percentages of heavy minerals in the various stratigraphic units of the Tüschembek.

Stratigraphische Einstufung	Probenzahl	Stabile Minerale (Z+T+R)	Granat	Hornblende	Minerale der Epidot-Gruppe	sonstige metam. Min. (Di+Sill+Staur+And)	übrige Minerale	Granat-Zahl	Hornbl.-Zahl	Augit-Zahl	Opak-Anteil (an gesamter Schwermin.-Fraktion)
Weichsel-Eiszeit	7	11	29	32	17	9	3	81	66	25	ca. 40
Mittlere und jüngere Saale-Eiszeit	7	8	27	37	18	6	4	86	68	38	ca. 50
Ältere Saale-Eiszeit	12	14	24	23	23	13	3	68	50	15	ca. 55
Elster-Eiszeit	9	15	24	16	30	13	2	70	35	13	ca. 55
(aufgearbeitetes Tertiär)	1	16	30	6	22	25	1	59	21	13	ca. 65



- St = stabile Minerale (Zirkon+Turmalin+Rutil)
- Gr = Granat
- Hbl = Hornblende
- Ep = Minerale der Epidot-Gruppe
- SM = sonstige metamorphe Minerale (Disthen+Sillimanit+Staurolith+Andalusit)
- Ü = übrige Minerale

Abb. 2: Vereinfachtes Balkendiagramm der Gehalte der wichtigsten durchsichtigen Schwerminerale in den verschiedenen alten Serien der Bohrung Tüschembek.

Fig. 2: Simplified horizontal diagram of the percentages of transparent heavy minerals in the various stratigraphic units of the Tüschembek drilling.

die bei Proben aus dem jüngeren Pleistozän Nordwestdeutschlands meist höher ist als bei solchen aus dem älteren, führt ebenfalls nur zu teilweise befriedigenden Ergebnissen, weil der Granat-Gehalt von älteren zu jüngeren Proben in der Bohrung Tüschembek nicht in dem Maße zunimmt, wie es meist bei Quartär-Proben aus dem norddeutschen Tiefland zu beobachten ist.

Der mittlere Gehalt an opaken Schwermineralen ist in Tüschembek bei den Proben aus den älteren Serien höher als in denen aus der Weichsel-Zeit (Tab. 1). Eine ähnliche Zunahme des Opak-Gehaltes mit dem Alter der Proben wurde bei anderen, wenn auch nicht allen Schwermineral-Untersuchungen im Quartär des norddeutschen Tieflandes festgestellt (vgl. HENNINGSEN 1987: 47), wobei HENTSCHKE & STEPHAN (1990) gezeigt haben, dass in Geschiebemergeln Schleswig-Holsteins der Opak-Gehalt neben stratigraphischen auch regionale Veränderungen aufweist.

Eine Möglichkeit, Unterschiede zwischen Schwermineral-Vergesellschaftungen herauszuarbeiten, ist die Darstellung in Dreiecks-Diagrammen. Bei den Proben aus der Bohrung Tüschembek wurden zwei verschiedene Darstellungen angewendet: Einmal das fast schon klassische Diagramm der Hauptkomponenten „Hornblende:Granat:Epidot“ und zum anderen eines mit der Gruppierung „Hornblende:Stabile:sonstige metamorphe Minerale“; letzteres aus dem Grunde,

dass diese Komponenten sich in den unterschiedlichen Sediment-Einheiten aus der Bohrung Tüschembek am stärksten verändern (Abb. 3). Die Probe mit aufgearbeiteten Sanden des Tertiärs wurde in beide Diagramme aufgenommen, obwohl sie als Einzelprobe nicht repräsentativ sein kann, aber typische Unterschiede gegenüber den quartären Proben erkennen lässt. Das Diagramm „Hornblende:Granat:Epidot“ weist deutliche Übereinstimmungen mit der gleichartigen Darstellung von HENTSCHKE & STEPHAN (1989: Abb. 7) auf.

Für die Veränderung von der Tertiär-Probe bis zu denen aus der Weichsel-Zeit können außer den schon genannten Aufarbeitungen von Tertiärzeitlichen Sedimenten vor allem Verschiebungen der Herkunftsgebiete des fennoskandischen Inlandeises, aber auch Verwitterungs-Vorgänge während des Känozoikums verantwortlich sein, wodurch z. B. ein Teil der Hornblendens und/oder Granate ausgemerzt worden sein kann. Beide Dreiecks-Diagramme der Schwermineral-Zählungen der Tüschembek-Proben bestätigen darüber hinaus, dass eine Abgrenzung zwischen Saale- und Weichsel-glazialen Proben in Nordwestdeutschland allein an Hand des Hornblende-Gehalts problematisch sein kann (vgl. HENTSCHKE & STEPHAN 1989: 22), weil in beiden Zeitabschnitten die Durchschnitts-Gehalte dieses Minerals etwa gleich groß sind.

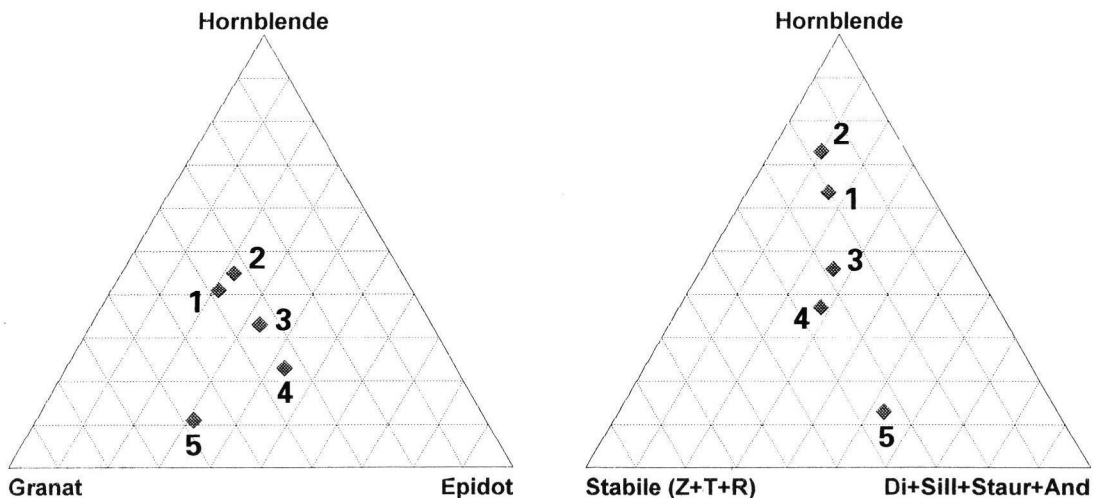


Abb. 3: Dreiecks-Diagramme mit Mittelwerten der wichtigen Schwerminerale in den stratigraphischen Einheiten der Bohrung Tüschembek. Alter der Einheiten: 1 = Weichsel-Eiszeit, 2 = Mittlere und Jüngere Saale-Eiszeit, 3 = Ältere Saale-Eiszeit, 4 = Elster-Eiszeit, 5 = Tertiär (aufgearbeitet). Rechtes Diagramm: Stabile = Zirkon+Turmalin+Rutil; Di = Disthen, Sill = Sillimanit, Stau = Staurolith, And = Andalusit.

Fig. 3: Ternary diagrams of mean values of important heavy minerals of the stratigraphic units of the Tüschembek drilling. Stratigraphic age of units: 1 = Weichsel Glacial, 2 = Middle and Younger Saale Glacial, 3 = Older Saale Glacial, 4 = Elster Glacial, 5 = Tertiary (reworked).

ringe Bedeutung, weil die Gehalte von Augiten (Klinopyroxenen) und Orthopyroxenen zusammen 3 Vol.-% nicht überschreiten, also insgesamt für eine Berechnung von Kennzahlen eigentlich zu niedrig sind. Die Anwendung der von HENNINGSEN (1987) vorgeschlagenen „Granat-Zahl“, die bei Proben aus dem jüngeren Pleistozän Nordwestdeutschlands meist höher ist als bei solchen aus dem älteren, führt ebenfalls nur zu teilweise befriedigenden Ergebnissen, weil der Granat-Gehalt von älteren zu jüngeren Proben in der Bohrung Tüschembek nicht in dem Maße zunimmt, wie es meist bei Quartär-Proben aus dem norddeutschen Tiefland zu beobachten ist.

Der mittlere Gehalt an opaken Schwermineralen ist in Tüschembek bei den Proben aus den älteren Serien höher als in denen aus der Weichsel-Zeit (Tab. 1). Eine ähnliche Zunahme des Opak-Gehaltes mit dem Alter der Proben wurde bei anderen, wenn auch nicht allen Schwermineral-Untersuchungen im Quartär des norddeutschen Tieflandes festgestellt (vgl. HENNINGSEN 1987: 47), wobei HENTSCHE & STEPHAN (1990) gezeigt haben, dass in Geschiebemergeln Schleswig-Holsteins der Opak-Gehalt neben stratigraphischen auch regionale Veränderungen aufweist.

Eine Möglichkeit, Unterschiede zwischen Schwermineral-Vergesellschaftungen herauszuarbeiten, ist die Darstellung in Dreiecks-Diagrammen. Bei den Proben aus der Bohrung Tü-

schenbek wurden zwei verschiedene Darstellungen angewendet: Einmal das fast schon klassische Diagramm der Hauptkomponenten „Hornblende:Granat:Epidot“ und zum anderen eines mit der Gruppierung „Hornblende:Stabile:sonstige metamorphe Minerale“; letzteres aus dem Grunde, dass diese Komponenten sich in den unterschiedlichen Sediment-Einheiten aus der Bohrung Tüschembek am stärksten verändern (Abb. 3). Die Probe mit aufgearbeiteten Sanden des Tertiärs wurde in beide Diagramme aufgenommen, obwohl sie als Einzelprobe nicht repräsentativ sein kann, aber typische Unterschiede gegenüber den quartären Proben erkennen lässt. Das Diagramm „Hornblende:Granat:Epidot“ weist deutliche Übereinstimmungen mit der gleichartigen Darstellung von HENTSCHE & STEPHAN (1989: Abb. 7) auf.

Für die Veränderung von der Tertiär-Probe bis zu denen aus der Weichsel-Zeit können außer den schon genannten Aufarbeitungen von Tertiärzeitlichen Sedimenten vor allem Verschiebungen der Herkunftsgebiete des fennoskandischen Inlandeises, aber auch Verwitterungs-Vorgänge während des Känozoikums verantwortlich sein, wodurch z. B. ein Teil der Hornblendens und/oder Granate ausgemerzt worden sein kann. Beide Dreiecks-Diagramme der Schwermineral-Zählungen der Tüschembek-Proben bestätigen darüber hinaus, dass eine Abgrenzung zwischen Saale-

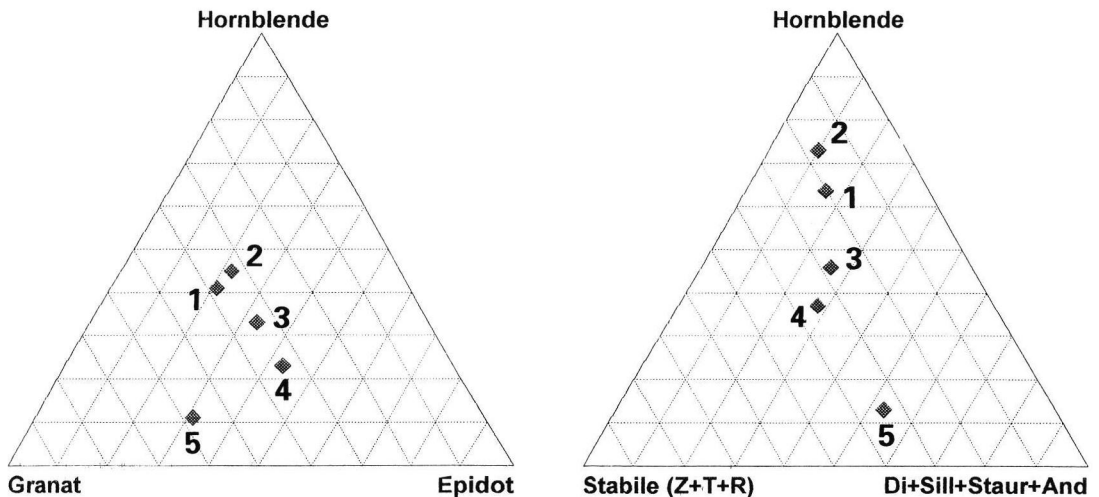


Abb. 3: Dreiecks-Diagramme mit Mittelwerten der wichtigen Schwerminerale in den stratigraphischen Einheiten der Bohrung Tüschembek. Alter der Einheiten: 1 = Weichsel-Eiszeit, 2 = Mittlere und Jüngere Saale-Eiszeit, 3 = Ältere Saale-Eiszeit, 4 = Elster-Eiszeit, 5 = Tertiär (aufgearbeitet). Rechtes Diagramm: Stabile = Zirkon+Turmalin+Rutil; Di = Disthen, Sill = Sillimanit, Stau = Staurolith, And = Andalusit.

Fig. 3: Ternary diagrams of mean values of important heavy minerals of the stratigraphic units of the Tüschembek drilling. Stratigraphic age of units: 1 = Weichsel Glacial, 2 = Middle and Younger Saale Glacial, 3 = Older Saale Glacial, 4 = Elster Glacial, 5 = Tertiary (reworked).

und Weichsel-glazialen Proben in Nordwestdeutschland allein an Hand des Hornblende-Gehalts problematisch sein kann (vgl. HENTSCHE & STEPHAN 1989: 22), weil in beiden Zeitabschnitten die Durchschnitts-Gehalte dieses Minerals etwa gleich groß sind.

3 Schriftenverzeichnis

- HENNINGSEN, D. (1983): Der Schwermineral-Gehalt der Drenthe-zeitlichen Schmelzwassersande in Niedersachsen. - *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **33**: 133-140; Hannover.
- (1987): Schwermineral-Kennzahlen von Quartär-Sedimenten Nordwestdeutschlands. - *Z. dt. geol. Ges.*, **138**: 45-52; Hannover.
- HENTSCHE, U. & STEPHAN, H.-J. (1989): Schwermineralanalyse von Geschiebemergeln, ein Hilfsmittel für die Moränenstratigraphie? Diskussion anhand von Zählungen aus Schleswig-Holstein. - *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **39**: 29-32; Hannover.
- (1990): Die Schwermineralassoziationen in den quartären Geschiebemergeln Schleswig-Holsteins. - *Zbl. Geol. Paläont. Teil I*, **1990** (11): 1689-1702; Stuttgart.
- RÜHBERG, N., SCHULZ, W., v. BÜLOW, W., MÜLLER, U., KRIENKE, H.-D., BREMER, F. & DANN, T. (1995): Mecklenburg-Vorpommern. - In: BENDA, L. [Hrsg.]: *Das Quartär Deutschlands*: 95-115; Berlin (Borntraeger).
- STEINERT, H. (1952): Stratigraphie und Schwermineralprovinzen im Diluvium Schleswig-Holsteins und Norddeutschlands. - *Meyniana*, **1**: 107-111; Kiel.
- STEPHAN, H.-J. (1995): Schleswig-Holstein - In: BENDA, L. [Hrsg.]: *Das Quartär Deutschlands*: 1-13; Berlin (Borntraeger).

Manuskript eingegangen am 08. 06. 1999,
zum Druck angenommen am 04. 07. 2000