

Der Schwermineral-Gehalt von Saale-zeitlichen Moränen- und Schmelzwasser-Ablagerungen des Münsterlandes (Nordrhein-Westfalen, NW-Deutschland)

von

Dierk HENNINGSSEN und Eckhard SPEETZEN

Kurzfassung: Mit dieser Arbeit wird erstmalig eine zusammenfassende Darstellung der Schwermineralführung Saale-zeitlicher Moränen- und Schmelzwasser-Ablagerungen des Münsterlandes und dessen nordöstlichem Randgebiet vorgelegt. Zunächst werden Aussehen und Verbreitung beider Sedimentarten beschrieben (E. Speetzen), dann deren Schwermineralführung für ausgewählte Aufschlüsse dargestellt und miteinander verglichen (D. Henningsen). Der Schwermineralgehalt ist gekennzeichnet durch das Vorherrschen von Granat, Mineralen der Epidotgruppe, Zirkon und gemeiner Hornblende. Neben gewissen Übereinstimmungen zeigen sich sowohl für die Moränen als auch für die Schmelzwasserablagerungen Unterschiede in den Schwermineralgehalten, die nicht mit unterschiedlichen Eisvorstößen und deren Ablagerungen in Zusammenhang gebracht werden können, sondern eher auf lokale Einflüsse zurückzuführen sind.

Abstract: This article is a first summary of the heavy-mineral content of moraine and meltwater deposits of the Saalian glaciation in the Münsterland and its northeastern extension (NW Germany). In the beginning the appearance and distribution of both types of sediments are described (E. Speetzen), then the heavy mineral composition of selected outcrops is reported and the results are compared (D. Henningsen). Generally the predominant heavy minerals are garnet, minerals of the epidote group, zircon, and ordinary hornblende. The heavy mineral contents of moraine sediments sometimes are similar to that of meltwater deposits, in other cases they are different. Obviously there exists no relation between the heavy mineral composition and various advances of the Scandinavian ice sheet and their sediments, the content of heavy minerals rather depends on local influences.

1. EINLEITUNG

Das norddeutsche Tiefland, der Raum zwischen Mittelgebirge und Küste, ist gekennzeichnet durch Ablagerungen des Quartärs. Im westlichen Teil des Tieflands, im Bereich zwischen Elbe und Ems, nehmen Moränen- und Schmelzwasserablagerungen der Saale-Kaltzeit sowie Löß, Flugsande und Terrassenbildungen der Weichsel-Kaltzeit große Flächen ein. Ähnliches gilt auch für die teilweise von Höhenzügen umgebene Westfälische Tieflandsbucht bzw. das Münsterland. Obwohl diese im geologischen Sprachgebrauch als Westfälische Kreidemulde bezeichnet wird, da ihr Untergrund aus Kalk- und Kalkmergelsteinfolgen der Oberkreide besteht, ist sie weitgehend von Schichten des Quartärs bedeckt.

Über die Schwermineralführung der Saale-zeitlichen Ablagerungen des norddeutschen Tieflandes liegen seit geraumer Zeit Einzeluntersuchungen und auch zusammenfassende Darstellungen vor (z.B. STEINERT 1952, HENNINGSSEN 1983, HENTSCHE & STEPHAN 1989). Mittlerweile ist auch der Schwermineralgehalt entsprechender Ablagerungen von verschiedenen Lo-

kalitäten des Münsterlandes recht gut bekannt, nachdem in den letzten Jahren insgesamt 120 Proben untersucht und ausgezählt wurden. Die Proben, die sich einigermaßen gleichmäßig über das Münsterland und den nordöstlich angrenzenden Bereich verteilen, wurden von E. Speetzen und K. Skupin (Geol. Landesamt Nordrh.-Westf., Krefeld) entnommen. Dabei handelt es sich um 84 Proben von Schmelzwassersanden aus 10 verschiedenen Aufschlußpunkten und um 36 Proben von Grundmoränen aus 6 Entnahmestellen. Alle Lokalitäten, von denen 4 und mehr Proben ausgezählt wurden, sind in Abb. 1 und in Tab. 1 aufgeführt. 9 weitere Proben von 3 Punkten wurden wegen der zu geringen Probenzahl pro Aufschluß nicht aufgenommen.

Hiermit wird zum erstenmal eine zusammenfassende Darstellung der Schwermineralführung Saale-zeitlicher Ablagerungen des Münsterlandes und des nordöstlichen Vorlandes des Wiehengebirges versucht, bei der nicht deren Veränderung in Einzelaufschlüssen, sondern ihre regionale Verteilung und Verbreitung im Vordergrund stehen.

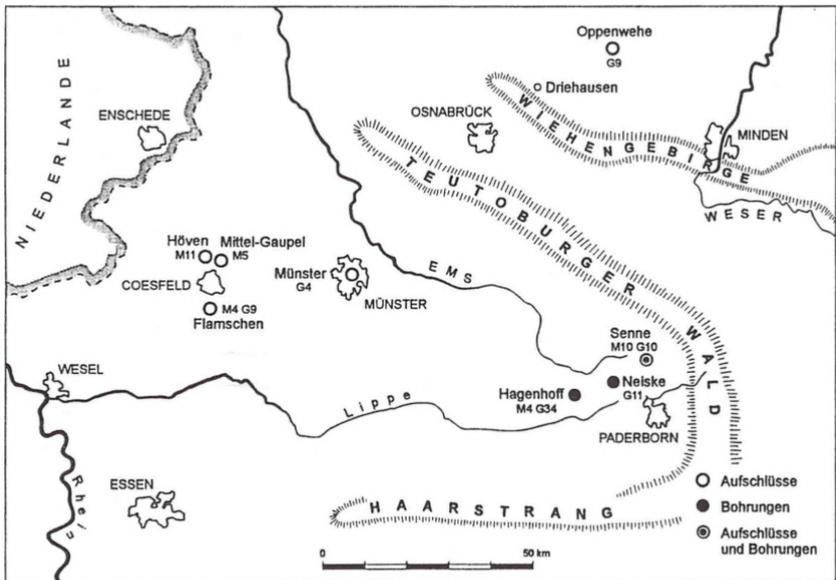


Abb. 1: Lage und Art der Entnahmestellen von Schwermineralproben aus Saale-zeitlichen Ablagerungen des Münsterlandes (M = Moränenablagerungen, G = Glazifluviale Sedimente; die Zahlen geben die Menge der ausgezählten Proben an).

2. DIE ABLAGERUNGEN

2.1 Moränen

Während Endmoränen bisher nicht nachgewiesen wurden, sind Grundmoränenablagerungen in der Westfälischen Bucht weit verbreitet. Sie wurden aus dem bewegten Inlandeis abgesetzt (Basismoräne bzw. Setztill) oder aus dem niedertauenden Eis ausgeschieden (Ausschmelzmoräne oder Ablationstill). Die Mächtigkeit der Grundmoränen liegt im allgemeinen bei wenigen Metern. Stellenweise erreicht sie Werte von über 10 m, wie im nördlichen, südwestlichen und südöstlichen Teil der Westfälischen Bucht. Insgesamt lassen sich drei Mächtigkeitsbereiche unterscheiden (< 5 m, 5-10 m, > 10 m), die sehr wahrscheinlich mit verschiedenen Eisvorstößen in Zusammenhang stehen (SPEETZEN 1993).

Im frischen Zustand werden die meistens grau gefärbten Grundmoränenablagerungen auch als Geschiebemergel bezeichnet. Im oberen Bereich sind sie oft entkalkt und zu einem gelblichbraunen Geschiebelehm verwittert. Die Matrix der unverwitterten Grundmoränen besteht im allgemeinen aus einem schwach tonigen bis tonigen, stark schluffigen Sand mit Kalkgehalten zwischen 10 und 20 %. Stellenweise können durch verstärkte Aufnahme lokaler Sedimente (Terrassenablagerungen, Ton- oder Mergelsteine) der Sand- oder auch der Ton- und Schluffgehalt erheblich ansteigen. Derartige Ausbildungen werden als „Lokalmoränen“ bezeichnet.

Der Geschiebegehalt der Grundmoränen ist gering und setzt sich im wesentlichen aus einheimischen Gesteinen zusammen, wie z.B. den Kalkmergelsteinen aus der höheren Oberkreide des zentralen Teils, oder den Tonsteinen und Toneisensteingeoden aus der tieferen Unterkreide vom Nordrand der Westfälischen Bucht. Die Geschiebegrößen liegen im allgemeinen deutlich unter 10 cm, nur selten kommen auch größere Steine vor. Kristallineschiebe treten im Anteil stark zurück. Leitgeschiebeanalysen kristalliner Gesteine ergeben unterschiedliche Spektren von stark süd-schwedischer über mittelschwedische bis zu ostfennoskandischer Prägung und weisen auf unterschiedliche Zulieferungen und damit auf verschiedene Eisströme hin (ZANDSTRA 1993, SPEETZEN 1997).

2.2 Glazifluviatile Ablagerungen

Glazifluviatile Ablagerungen der Saale-Kaltzeit sind in der Westfälischen Bucht in unterschiedlicher Ausbildung erhalten. Es handelt sich dabei einerseits um direkt von Schmelzwässern des Inlandeises abgelagerte Sedimente (Vor- und Nachschüttsande, Oser und Kames), andererseits um kaltzeitliche fluviatile Aufschüttungen in den Tälern während der fröhsommerlichen Schneeschmelze (Terrassenablagerungen bzw. „Mittelterrassen“).

2.2.1 Schmelzwassersedimente

Vor- oder Nachschüttbildungen sind in der Westfälischen Bucht häufig anzutreffen. Sie wurden im Vorland des Inlandeises durch die abströmenden Schmelzwässer flächenhaft in Mächtigkeiten von einigen Dezimetern bis zu wenigen Metern abgelagert. Es handelt sich im wesentlichen um sandige Sedimente mit schluffigen und kiesigen Einlagerungen. Die als „Vorschütt-sande“ bezeichneten Sedimente führen oft Kiese, die sich aus einheimischen Gesteinen der näheren und weiteren Umgebung ableiten. Bei der späteren Überfahung durch das Inlandeis wurden diese Ablagerungen teilweise wieder aufgenommen oder durch Grundmoräne überdeckt. Bei längeren Eisstillständen bildeten sich ausgedehnte Schwemmkegel-artige Schmelzwasserabsätze, die „Sander“. Mit dem Zurückschmelzen des Eises wurde die Grundmoräne freigelegt und von den Schmelzwässern teilweise erodiert oder mit „Nachschüttsanden“ überdeckt. Diese Sedimente leiten sich im wesentlichen von den Ausschmelzprodukten des Inlandeises ab und weisen deshalb einen etwas höheren Anteil nordischer Gerölle auf. Bei gestautem Abfluß wurden in Stillwasserbereichen feinkörnige Sedimente abgesetzt („Beckenschluffe“ und „Beckentone“), die teilweise eine durch jahreszeitliche Abflußschwankungen bedingte Warvenschichtung aufweisen („Bändertone“). Derartige Sedimente sind besonders im Südosten der Westfälischen Bucht, im Bereich des Delbrücker Rückens, in größerer Verbreitung erhalten (SKUPIN 1983, 1996).

Im zentralen Teil der Westfälischen Bucht tritt ein schmaler, über 70 km langer Kiessandrücken auf („Münsterländer Hauptkiessandzug“), der sich mit geringfügigen Unterbrechnungen von Enniger im Südosten über Münster bis nach Rheine im Nordwesten verfolgen läßt. Diese komplexe Ablagerung zeigt Merkmale von Osern und Kames. Die Sedimente wurden in Rinnen oder tunnelartigen Röhren auf, in oder auch unter dem Inlandeis gebildet (SKUPIN, SPEETZEN & ZANDSTRA 1993). Im tieferen Teil sind die Sande recht grobkörnig und kiesig und enthalten auch größere Gerölle. Nach oben nimmt die Korngröße allgemein ab, obwohl immer wieder Lagen mit gröberen Geröllen eingeschaltet sind.

In der als Senne bezeichneten Landschaft im SE-Winkel der Westfälischen Bucht treten oberflächlich in großer Verbreitung fein- bis mittelkörnige Sande auf, die man zunächst insgesamt als Ablagerungen eines Sanders deutete. Weitere Untersuchungen ergaben eine stellenweise bis über 60 m mächtige, durch Schotter- und Grundmoräneneinlagerungen gegliederte Schichtenfolge, an deren Basis auch feinkörnige (Löß-artige) Sedimente vorkommen. Es handelt sich somit um eine komplexe Abfolge von glaziären und periglaziären Sedimenten. Die in diese Ablagerung eingeschaltete Grundmoräne wurde von einem von Norden in die Westfälische Bucht eingedrungenen Eisstrom gebildet, während die Hauptmasse der Sande ver-

mutlich von Schmelzwässern einer nordöstlich des Teutoburger Waldes liegenden Eismasse stammen. Sie strömten durch die Quertäler des Gebirgszuges in die Westfälische Bucht ein und schütteten zwischen der westlichen Eismasse und dem Höhenzug eine Kame-artige Terrasse auf (SERAPHIM 1979), während sich mit dem nach Südwesten offenen Abfluß ein echter Sander abgelagerte. Mit dem Zerfall des Saale-zeitlichen Eises bildeten sich in den sandigen Sedimenten verschiedene terrassenartige Einbnungsstufen, die als „jüngere Mittelterrassen“ aufgefaßt werden können (SKUPIN 1985, SKUPIN & STAUDE 1995).

2.2.2 Terrassenablagerungen

Saalezeitliche Terrassenbildungen („Mittelterrassen“) haben in der Westfälischen Bucht oberflächlich nur eine sehr geringe Verbreitung. Sie wurden entweder in späteren Zeiten erodiert oder von jüngeren Sedimenten überlagert. Im Bereich des Delbrücker Rückens, zwischen den Oberläufen von Ems und Lippe, sind frühsaalezeitliche Terrassensedimente („Oberer Schneckensand“) in größerer Mächtigkeit unter jüngeren Ablagerungen erhalten (SKUPIN 1983, 1996; SKUPIN & STAUDE 1995). Es handelt sich um grobkörnige Bach- und Flußablagerungen, die nach oben hin in feinkörnige Hochflut- und Verschwemmungsablagerungen übergehen, welche vermutlich auch umgelagertes äolisches Material (Löß) enthalten.

3. KURZE BESCHREIBUNG DER AUFSCHLÜSSE

3.1 Höven (Ehemalige Tongrube der Ziegelei Kuhfuß, heute Mülldeponie)

TK 25 Blatt 4008 Gescher (R 2579500 H 5761350; Höhe: 92 m NN).

Im Bereich der Tongrube steht eine (im tieferen Teil über Bohrungen erschlossene) Abfolge von Grundmoränenablagerungen (1,5 m Geschiebelehm, 2,0 m grau-brauner Geschiebemergel, 5,7 m grauer bis dunkelgrauer Geschiebemergel) über Schmelzwassersanden an, die eine Mächtigkeit von über 18 m erreichen können. Die Schwermineralproben stammen aus dem in der Tongrube aufgeschlossenen graubraunen Geschiebemergel und den oberen 3 m des grauen Geschiebemergels (GUNDLACH & SPEETZEN 1990).

3.2 Mittel-Gaupel (Tongrube der Fa. Boral, ehemals Ziegelei Kuhfuß)

TK 25 Blatt 4009 Coesfeld (R 2580375 H 5760450; Höhe: 93 m NN).

In der Tongrube Mittel-Gaupel ist eine 4 bis 5 m mächtige Abfolge von Grundmoränenablagerungen aufgeschlossen, die unmittelbar auf Kalkmergelsteinen der Oberkreide liegt. Die Grundmoränensedimente lassen sich aufgrund von Farbwechseln und Lagen größerer Geschiebe (mit Durchmesser bis zu 60 cm) in drei 1,5 bis 1,7 m mächtige Einheiten untergliedern. Die Schwermineralproben verteilen sich über die gesamte Abfolge (SALOUSTROS & SPEETZEN 1998).

3.3 Flamschen (Sandgrube der Fa. Tecklenborg)

TK 25 Blatt 4008 Gescher (R 2577500 H 5752300; Höhe: 80 m NN).

Über gelblichen bis weißen Sanden der Haltern-Schichten („Halterner Sande“) der höheren Oberkreide liegt eine Abfolge von Schmelzwasser- und Moränensedimenten, die von geringmächtigen Flugsanden überdeckt wird und (von oben nach unten) folgenden Aufbau zeigt (SKUPIN & ZANDSTRA 1992):

- Flugsand (0,5 - 1 m) mit Steinsohle an der Basis
- Geschiebelehm, graubraun (max. 3,2 m)
- Wechselfolge von schluffigem Sand und sandigem Schluff (ca. 3,5m, max. 7m)
- sandiger Schluff, dunkelbraun, mit zahlreichen Geschieben (verwitterte oder umgelagerte Grundmoräne, ca. 1,5 m)
- schluffige Fein- bis Mittelsande (0,6 - 0,7 m).

Schwermineralproben wurden nur aus den glazifluviatilen Sedimenten entnommen.

3.4 Münster (Baugrube an der Steinfurter Straße)

TK 25 Blatt 4011 Münster (R 3404625 H 5760560; Höhe: 61 m NN).

Im Stadtgebiet von Münster ist der „Münsterländer Kiessandzug“, der als ein ca. 1 km breiter Streifen in Nord-Süd-Richtung durch die Stadt verläuft, immer wieder in Baugruben zu beobachten. In einer flachgründigen, ca. 3m tiefen Baugrube im Nordteil der Stadt war eine Abfolge horizontalgeschichteter grauer stark feinsandiger Mittelsande mit gelbbraunen schluffigen Bändern aufgeschlossen, die von einer Rinne durchzogen wird. Die Rinnenfüllung besteht aus schräggeschichteten Fein- und Mittelsanden und gelegentlich eingeschalteten kiesigen Lagen mit Geröllgrößen bis in den Grobkies-Bereich. Aus der unteren sandigen Einheit und der Rinnenfüllung wurden jeweils 2 Proben für die Schwermineraluntersuchung entnommen.

3.5 Bohrung Hagenhoff südöstlich von Westenholz

TK 25 Blatt 4216 Mastholte (R 3464280 H 5735310; Höhe: 102 m NN).

Die Bohrung liegt am südwestlichen Ende des Delbrücker Rückens und erschließt unter einer dünnen Decke junger Flugsande eine fast 27 m mächtige saalezeitliche Abfolge von Grundmoränenablagerungen, Vorschüttbildungen und Terrassensedimenten („Obere Schneckensande“). Darunter folgt eine 0,8 m mächtige sandig-schluffige (elsterzeitliche?) Kieslage, die unmittelbar auf Tonmergelsteinen der Oberkreide liegt. Die Schwermineralproben verteilen sich über die gesamte saalezeitliche Schichtenfolge, die folgenden vereinfachten Aufbau zeigt (SKUPIN 1996):

- Geschiebelehm (1,5 m)
- Geschiebemergel (3,8 m)
- Vorschüttsande und Beckenschluffe (9,6 m)
- Wechselfolge von Sanden und Schluffen (13 m).

3.6 Bohrung Neiske östlich von Ostenland-Haupt

TK 4217 Blatt Delbrück (R 3473770 H 5740100; Höhe: 104 m NN).

Die Bohrung liegt am nordöstlichen Ende des Delbrücker Rückens. Sie erschließt eine ca. 32 m mächtige, der Bohrung Hagenhoff vergleichbare Abfolge aus Grundmoräne (2,1 m), Vorschütsanden (5,0 m) und einer Wechsellagerung (24,7 m) aus Fein- bis Mittelsanden und teilweise humosen Schluffen („Oberer Schneckensand“). Darunter folgt eine 1 m mächtige sandig-schluffige (vermutlich elsterzeitliche) Kieslage, die unmittelbar auf Tonmergelsteinen der Oberkreide liegt. Die Schwermineralproben entstammen ausschließlich den saalezeitlichen glazi-fluviatilen Ablagerungen.

3.7 Senne

TK 25 Blatt 4018 Lage und Blatt 4118 Senne.

Die unter der Bezeichnung „Senne“ zusammengefaßten Proben von Grundmoränen und Schmelzwassersanden stammen aus aufgelassenen oder noch betriebenen Sand- und Kiesgruben und aus Bohrungen im Bereich der oberen Senne westlich und südlich von Augustdorf. Die Ablagerungen wurden im Rahmen einer Untersuchung der Flugsande und Dünen im Bereich der Senne als mögliche Sedimentlieferanten beprobt und auf ihre Schwermineralführung untersucht (SKUPIN 1994).

3.8 Oppenwehe (Sandgrube der Fa. Lindemann)

TK 25 Blatt 3517 Rahden (R 3468350 H 5814650; Höhe: 45 m NN)

In der Sandgrube Lindemann am Ostrand von Oppenwehe ist eine stark gestauchte und verfaltete Abfolge, eine „glaziäre Serie“ von Vorschütsanden (2 - 3 m), Grundmoräne (1 - 1,5 m) und Nachschüttbildungen (1,5 - 2 m) aufgeschlossen. Unterhalb dieser Sedimente wurden durch eine Bohrung noch ca. 16 m mächtige Terrassenablagerungen (Weser-Mittelterrasse über lokalen Terrassenbildungen) angetroffen (SKUPIN & SPEETZEN 1998). Die hier dargestellten Schwermineralproben entstammen den glazifluviatilen Sedimenten des Aufschlußbereichs.

4. DIE SCHWERMINERAL-UNTERSUCHUNGEN

4.1 Bearbeitung der Schwermineralproben

Bestimmung und Zählung der Schwerminerale erfolgten etwa je zur Hälfte durch U. Wefels (Geol. Landesamt Nordrh.-Westf. Krefeld; z.T. unveröffentlichte Berichte) und D. Henningsen. Von U. Wefels wurde die Fraktion 0.315 - 0.032 mm ausgezählt (meist 200 Körner pro Probe), von D. Henningsen die etwas feinere Fraktion 0.25 - 0.036 mm (meist 300 - 400 Körner pro Probe); die jeweiligen Ergebnisse sind aber durchaus miteinander vergleichbar. In der Auswertung wurden ausschließlich die durchsichtigen (transparenten) Schwerminerale berücksichtigt. Für einen Teil der Ergeb-

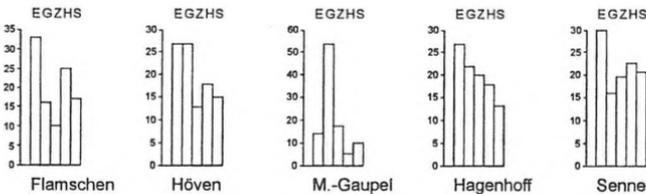
nisse liegen bereits Veröffentlichungen vor (GUNDLACH & SPEETZEN 1990; SKUPIN 1994), ein weiterer Teil wird demnächst veröffentlicht (SALOUSTROS & SPEETZEN 1998; SKUPIN & SPEETZEN 1998; SPEETZEN & WEBER 1998).

4.2 Auswertung der Schwermineral-Analysen

4.2.1 Allgemeine Ergebnisse

Die Schwermineral-Führung der Proben aus dem Münsterland entspricht derjenigen, die für Saale-zeitliche Ablagerungen des norddeutschen Tieflandes typisch ist und die auch im nordöstlich angrenzenden Niedersachsen auftritt (z.B. HENNINGSEN 1983). Häufigste Minerale sowohl in den Moränen als auch den Schmelzwasserbildungen sind die der Epidot-Gruppe, Granat, Zirkon und grüne bzw. gemeine Hornblende (Abb. 2). Daneben kommen die stabilen Minerale Turmalin und Rutil, die Minerale mit einer Herkunft aus metamorphen Gesteinen (Staurolith, Disthen Sillimanit und Andalusit), die Minerale vulkanischen Ursprungs (Augit, teilweise auch Orthopyroxen, basaltische Hornblende und Olivin) sowie Apatit, Titanit, Anatas und manchmal weitere Einzelminerale vor (z. B. Brookit, Picotit und Chloritoid).

Moränen



Glazifluviale Sedimente

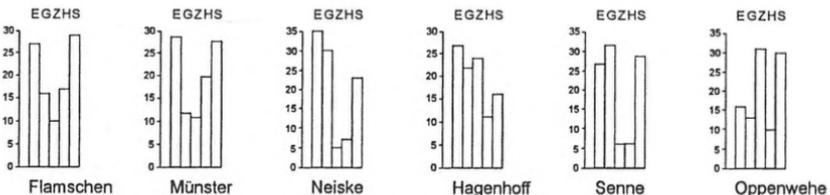


Abb. 2: Diagramm-Darstellung der Schwermineralführung Saale-zeitlicher Ablagerungen des Münsterlandes (E = Epidot-Gruppe, G = Granat, Z = Zirkon, H = Hornblende, S = Sonstige; vgl. Tab. 1).

Die Menge der durchsichtigen Schwerminerale ebenso wie ihr Rundungsgrad und ihre Korngröße bzw. ihre Korn-Klassierung variieren in den einzelnen Proben. Insgesamt sind die Minerale der untersuchten Proben als frisch und unverwittert zu bezeichnen. Wenn eine leichte Verwitterung auftritt, ist diese - wie üblich - bei Hornblenden, Augiten und Orthopyroxenen ausgebildet und an mehr oder weniger ausgefransten Enden der Minerale zu erkennen. Manchmal sind Verwitterungserscheinungen auch bei den Mineralen der Epidot-Gruppe zu beobachten. Die opaken Erzminerale, deren Menge in den Proben deutlich unterschiedlich ist, wurden nicht untersucht. In einigen Proben sind vereinzelt apatitische Reste von Zähnen und/oder Knochen zu finden, wie sie häufiger in Quartär-Sedimenten vorkommen.

4.2.2 Schwermineralverteilung

Die Schwermineralführung der Proben ist insgesamt relativ gleichartig ausgebildet. Bei den untersuchten Moränen-Proben sind z.B. diejenigen aus den Aufschlüssen Höven und Flamschen und der Bohrung Hagenhoff ziemlich gleich, während die aus dem Aufschluß Mittel-Gaupel - nicht weit von Höven entfernt - stärker von diesen abweichen. Bei den Glazifluviatil-Sanden fällt die Ähnlichkeit zwischen den Proben Flamschen und Münster sowie zwischen denen aus der Senne und der benachbarten Bohrung Neiske auf (Abb. 2). Insgesamt ist festzustellen, daß die Schwermineralführung der Proben aus Moränen- und Schmelzwasserablagerungen grundsätzlich ähnlich ist, allerdings sind die Minerale in den Moränen häufig unterschiedlicher in der Korngröße und nicht selten mit Spuren von Fe-Hydroxiden überkrustet. Im Aufschluß Flamschen weisen die Moränen gegenüber den glazifluviatilen Sedimenten etwas erhöhte Epidot- und Hornblende-Anteile, aber deutlich geringere Turmalin-Gehalte auf. In Moränen-Proben aus dem Gebiet der Senne zeigen sich im Mittel mehr Hornblende und Zirkon, dafür weniger Granat und Turmalin als in Schmelzwasser-Ablagerungen (SKUPIN 1994: 49 f.). In anderen Fällen, wie z.B. in Holtwick nördlich von Coesfeld, haben beide Ablagerungsarten eine nahezu gleichartige Schwermineralführung (SPEETZEN & WEBER 1998). Wenn mehreren Proben aus demselben Aufschluß oder Bereich untersucht werden, ist bei Moränen oft eine größere Streuung bei den Prozentgehalten der Minerale zu beobachten als bei den stärker homogenisierten Schmelzwasser-Ablagerungen. Diese Erscheinung ist auch aus anderen Gebieten bekannt.

In Moränenproben liegt der Turmalin-Gehalt immer unter 5%, während in Schmelzwasser-Sedimenten mehrfach Turmalin-Anteile von 5-10% oder auch über 10% auftreten. Dieses zeigt einmal mehr, daß im nordwestdeutschen Tiefland Turmalin ein überwiegend „südliches“ Mineral ist, das zum Teil durch Aufarbeitung oder Zumischung von lokalem oder aus südlicher Richtung stammendem Material in die Schmelzwasser-Ablagerungen geraten ist (HENNINGSEN 1983: 135). Demgegenüber sind die Hauptminerale

Granat, grüne bzw. gemeine Hornblende und wohl auch zum überwiegenden Teil die Minerale der Epidot-Gruppe „nördliche“ Minerale mit einer Herkunft aus Fennoskandien (z.B. HENNINGSEN 1978: 140 und 1983: 135). Es überrascht nicht, daß im Mittel die Moränen-Proben mehr Granat und Hornblende enthalten als die Glazifluviatil-Proben. Bemerkenswert ist der Befund, daß die im Südosten des untersuchten Bereiches entnommenen Moränen-Proben aus der Senne ähnlich hohe Gehalte der aus dem Norden stammenden Minerale Hornblende und Epidot aufweisen wie die Proben von Flamschen im westlichen Münsterland (Tab. 1).

Das Vorhandensein von Augit (und anderen vulkanogenen Mineralen wie Orthopyroxen und basaltischer Hornblende) mit Werten von über 5% kann zwei Ursachen haben: Bei Proben aus dem nordöstlichen Vorland des Wiehengebirges (Oppenwehe bei Rahden) ist ein Einfluß der frühen Weser bzw. eine Vermischung von Schmelzwassersedimenten und Terrassenablagerungen anzunehmen, was auch durch erhöhte Apatit-Gehalte angezeigt wird. Beide Minerale sind typisch für Ablagerungen der Weser (HENNINGSEN 1988: 539). Ähnliches gilt vermutlich für die Schmelzwasserablagerungen der Senne; hier handelt es sich sehr wahrscheinlich auch um einen Einfluß von Weser-Material, das mit Schmelzwässern von Osten her durch die Pässe des Teutoburger Waldes in das Münsterland geschüttet wurde (vgl. 2.2.1). Auch die Schmelzwasserablagerungen von Flamschen und die von Holtwick nördlich von Coesfeld (SPEETZEN & WEBER 1998) weisen erhöhte Anteile an vulkanischen Mineralen auf (im Mittel 6%). Hier kann man auch an eine Anreicherung durch direkte Aufarbeitung von Tuffen denken, die vor der Saale-Zeit gefördert wurden (HENNINGSEN 1980: 70). Bekanntlich ist der Eifel-Vulkanismus seit mindestens der Elster-Zeit nachzuweisen, besonders an reichlich auftretenden Mineralen vulkanischer Herkunft in Terrassen-Ablagerungen des Mittel- und Niederrheins (z.B. KLOSTERMANN 1992: Abb. 5 und Tab. 2).

5. SCHLUßBEMERKUNGEN

Insgesamt erweist sich die Schwermineral-Führung der Saale-zeitlichen Ablagerungen des Münsterlandes als relativ einheitlich (vgl. Tab. 1 und Abb. 2). Auch zum dem Raum nordöstlich des Wiehengebirges gibt es Übereinstimmungen, so unterscheiden sich Proben aus Schmelzwassersanden von Oppenwehe und Driehausen nicht wesentlich von denen aus dem Münsterland. Bei den Moränen lassen sich aus der Schwermineralführung und -verteilung keine Beziehungen zu den von SKUPIN, SPEETZEN & ZANDSTRA (1993) ermittelten drei Vorstößen des Saale-zeitlichen Inland-eises erkennen. Die für diese Eisströme typischen Spektren nordischer

| Lokalität | TK 25 | Probenzahl | Epidot | Granat | Zirkon | Gem.-Hornblende | Sonstige | davon Turmalin | davon vulk. Minerale | Veröffentlichung |
|-----------------------------------|----------------------|------------|--------|--------|--------|-----------------|----------|----------------|----------------------|------------------------------|
| Moränen | | | | | | | | | | |
| Flamschen | 4008 Gescher | 4 | 33 | 16 | 10 | 25 | 17 | 4 | 1 | |
| Höven (Kuhfuß) | 4008 Gescher | 11 | 27 | 27 | 13 | 18 | 15 | 3 | 2 | Gundlach & Speetzen (1990) |
| Mittel-GaupeI | 4009 Coesfeld | 5 | 14 | 54 | 17 | 5 | 10 | 1 | 1 | Saloustros & Speetzen (1998) |
| Hagenhoff | 4216 Mastholte | 4 | 27 | 22 | 20 | 18 | 13 | 3 | 1 | Skupin (1996) |
| Senne | 4818 Lage 4118 Senne | 10 | 30 | 16 | 20 | 23 | 21 | 4 | 3 | Skupin (1994) |
| Glazifluviale Ablagerungen | | | | | | | | | | |
| Flamschen | 4008 Gescher | 9 | 27 | 16 | 10 | 17 | 29 | 11 | 6 | |
| Münster | 4011 Münster | 4 | 29 | 12 | 11 | 20 | 28 | 8 | 0 | |
| Neiske | 4217 Delbrück | 11 | 35 | 30 | 5 | 7 | 23 | 9 | 4 | |
| Hagenhoff | 4216 Mastholte | 34 | 27 | 22 | 24 | 11 | 16 | 4 | 1 | Skupin (1996) |
| Senne | 4018 Lage 4118 Senne | 10 | 27 | 32 | 6 | 6 | 29 | 10 | 10 | Skupin (1994) |
| Oppenwehe | 3517 Rahden | 9 | 16 | 13 | 31 | 10 | 33 | 4 | 12 | Skupin & Speetzen (1996) |
| | Moränen | 34 | 26 | 27 | 16 | 18 | 15 | 3 | 2 | |
| Mittelwerte: | Glazifluviatil | 77 | 27 | 21 | 15 | 12 | 26 | 8 | 6 | maximale Werte |
| | Gesamt | 111 | 27 | 24 | 15 | 15 | 21 | 6 | 4 | |

krystalliner Leitgeschiebe sind nicht mit bestimmten Schwermineralgesellschaften im Feinanteil der Moränen verbunden. Die Häufigkeit der einzelnen Mineralarten hängt eher von regionalen Besonderheiten ab, wie z.B. von der Aufnahme lokaler Sedimente durch das Inlandeis oder von einer Vermischung von Schmelzwassersedimenten mit Terrassenablagerungen (vgl. SALOUSTROS & SPEETZEN 1998), wobei mehrfach nur eine für den jeweiligen Aufschluß typische Schwermineral-Zusammensetzung entstanden ist. Damit bestätigt sich die bereits bekannte Tatsache, daß bei den Grundmoränen die Hauptmasse des Sedimentmaterials aus dem Nahbereich stammt, während der über Ferntransport angelieferte nordische Anteil in der Menge stark zurücktritt.

DANK

Die Verfasser danken Herrn K. Skupin (Geol. Landesamt Nordrh.-Westf., Krefeld) für die Beschaffung zahlreicher Schwermineral-Proben aus Bohrungen, Frau J. Gaus und Frau S. Husen (Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Hannover) für die sorgfältige Durchführung der Schwermineraltrennungen und Anfertigung der Schwermineralpräparate sowie Frau B. Fister (Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Münster) für die Ausführung der Zeichenarbeiten.

LITERATUR

- GUNDLACH, J. & SPEETZEN, E. (1990): Untersuchungen zur Petrographie und Genese der drenthestadialen Grundmoräne im Westmünsterland (Westfälische Bucht, NW-Deutschland).- N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **181**: 471-499, 13 Abb., 1 Tab; Stuttgart.
- HENNINGSEN, D. (1978): Schwermineral-Untersuchungen in Quartär-zeitlichen Sanden nordwestlich von Hannover.- Mitt. geol. Inst. Techn. Univ. Hannover, **15**: 120-144, 1 Abb., 3 Tab., 2 Taf.; Hannover.
- HENNINGSEN, D. (1980): Schwerminerale vulkanischer Herkunft in quartären Flußablagerungen der Weser und Leine.- Eiszeitalter u. Gegenwart, **30**: 63-72; 1 Abb., 3 Tab.; Hannover.
- HENNINGSEN, D. (1983): Der Schwermineral-Gehalt der Drenthe-zeitlichen Schmelzwassersande in Niedersachsen.- Eiszeitalter u. Gegenwart, **33**: 133-140, 3 Abb.; Hannover.
- HENNINGSEN, D. (1988): Durchsichtige Schwerminerale in quartären Flußablagerungen der oberen Weser.- N.Jb.Geol.Paläont.Mh., **1988**, 9: 537-543, 2 Abb.; Stuttgart.
- HENTSCHKE, U. & STEPHAN, H.-J. (1989): Schwermineralanalyse von Geschiebemergeln, ein Hilfsmittel für die Moränenstratigraphie?- Eiszeitalter u. Gegenwart, **39**: 19-28, 7 Abb., 3 Tab.; Hannover.
- KLOSTERMANN, J. (1992): Das Quartär der Niederrheinischen Bucht.- 1-200, 30 Abb., 8 Tab., 2 Taf.; Krefeld (Geol. Landesamt Nordrhein-Westf.).
- SALOUSTROS, K. & SPEETZEN, E.(1998): Aufbau und Genese der saalezeitlichen Grundmoräne bei Mittel-Gaupel im westlichen Münsterland (Westfalen, NW-Deutschland).- Geol. Paläont. Westf., **52**: ca. 11 S., 8 Abb.; Münster [im Druck].
- SERAPHIM, E.Th. (1979): Der sog. Senne-Sander, eine Kame-Terrasse - Drenthestadiale Grundmoräne und post-moränale Schmelzwasser-Sedimente der Oberen Senne.- Ber. naturwiss. Ver. Bielefeld, **24**: 319-344, 8 Abb.; Bielefeld.
- SKUPIN, K. (1983): Erläuterungen zu Blatt 4217 Delbrück.- Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1:25 000, Erl., **4217**: 120 S., 20 Abb., 6 Tab., 2 Taf.; Krefeld.

- SKUPIN, K. (1985): 3.6 Senne, 3.7 Eiszeitliche Halte am Osning.- In: Geol. Landesamt Nordrh.-Westf., Geol. Kt. Nordrh.-Westf., 1.100 000, Erl., C 4318 Paderborn, 42-47, 3 Abb.; Krefeld.
- SKUPIN, K. (1994): Aufbau, Zusammensetzung und Alter der Flugsand- und Dünenbildungen im Bereich der Senne (Östliches Münsterland).- Geol. Paläont. Westf., 28: 41-72, 14 Abb., 6 Tab.; Münster.
- SKUPIN, K. (1996): Erläuterungen zu Blatt 4216 Mastholte.- Geol. Kt. Nordrh.-Westf., 1 : 25 000, Erl., 4216: 153 S., 16 Abb., 12 Tab., 2 Taf.; Krefeld.
- SKUPIN, K. & SPEETZEN, E. (1998): Stauchungsstrukturen in der saalezeitlichen Grundmoräne von Oppenwehe bei Rahden (Nördliches Wiehengebirgsvorland, NW-Deutschland).- Osnabrücker naturwiss. Mitt., 24: 39-62, 12 Abb; Osnabrück.
- SKUPIN, K., SPEETZEN, E. & ZANDSTRA, J. A. (1993): Die Eiszeit in Nordwestdeutschland. Zur Vereisungsgeschichte der Westfälischen Bucht und angrenzender Gebiete.- 143 S., 49 Abb., 24 Tab., 2 Taf., 2 Kt.; Krefeld (Geol. Landesamt Nordrh.-Westf.).
- SKUPIN, K. & STAUDE, H. (1995): Quartär.- In: Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen: Geologie im Münsterland: 71-95, 10 Abb. 2 Tab.; Krefeld.
- SKUPIN, K. & ZANDSTRA, J.G. (1992): Abgrabung Tecklenborg südwestlich von Coesfeld-Flamschen.- In: HISS, M., SKUPIN, K., SPEETZEN, E. & ZANDSTRA, J. G.: Kreide und Quartär im zentralen Münsterland (Exk. B 2).- 59. Tagung der Arbeitsgemeinschaft Nordwestdeutscher Geologen in Essen - Kurzfassung und Exkursionsführer: 109-114, 3 Abb.; Essen.
- SPEETZEN, E. (1993): Aufbau und Mächtigkeit der Grundmoränen in der Westfälischen Bucht und ihre Beziehung zu Eisvorstößen.- In: SKUPIN, K., SPEETZEN, E. & ZANDSTRA J. G.: Die Eiszeit in Nordwestdeutschland - Zur Vereisungsgeschichte der Westfälischen Bucht und angrenzender Gebiete: 13-19, 3 Abb.; Krefeld (Geol. Landesamt Nordrhein-Westf.).
- SPEETZEN, E. (1997): Aufbau und Genese der saalezeitlichen Grundmoränen im Westmünsterland.- 64. Tagung der Arbeitsgemeinschaft Nordwestdeutscher Geologen in Kevelaer - Tagungsband und Exkursionsführer: 30-31, 1 Abb., Krefeld.
- SPEETZEN, E. & WEBER, M. (1998): Ein pleistozäner Kalkstein-Schotter bei Holtwick im westlichen Münsterland (Westfalen, NW-Deutschland).- Geol. Paläont. Westf., 52: ca. 10 S., 5 Abb., 1 Tab.; Münster [in Druckvorbereitung].
- STEINERT, H. (1952): Stratigraphie und Schwermineralprovinzen im Diluvium Schleswig-Holsteins und Norddeutschlands.- Meyniana, 1, 107-111, 1 Tab.; Kiel.
- WEFELS, U. (1989): Schwermineralanalyse von 11 Tonproben aus der Ziegeleigrube Kuhfuß, TK 25: 4008 Gescher.-Unveröff. Bericht Geol.-Landesamt Nordrh.-Westf.; Krefeld.
- WEFELS, U. (1992): Schwermineralanalyse von 45 Lockergesteinsproben aus der Rammkernbohrung Hagenhoff/Westenholz, TK 25: 4216 Mastholte.-Unveröff. Bericht Geol. Landesamt Nordrh.-Westf.; Krefeld.
- ZANDSTRA, J.G. (1993): Nördliche kristalline Leitgeschiebe und Kiese in der Westfälischen Bucht und angrenzenden Gebieten.- In: SKUPIN, K., SPEETZEN, E. & ZANDSTRA, J.G: Die Eiszeit in Nordwestdeutschland - Zur Vereisungsgeschichte der Westfälischen Bucht und angrenzender Gebiete: 43-106, 34 Abb., 15 Tab., 2 Taf., 1 Kt.; Krefeld (Geol. Landesamt Nordrh.-Westf.).

Anschrift der Autoren: Prof. Dr. Dierk Henningsen, Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Hannover, Callinstr. 30, D-30167 Hannover.

Dr. Eckhard Speetzen, Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum der Universität Münster, Corrensstr. 24, D-48149 Münster.