

## Schwerminerale vulkanischer Herkunft in quartären Flußablagerungen der Weser und Leine

DIERK HENNINGSEN \*)

Representative basin, stream-sediment, heavy mineral, augite, oxyhornblende,  
volcanic origin, Pleistocene

Niedersachsen (Leine, Wester Rivers), Hessen Depression (Werra, Fulda Rivers), Hessen  
Rhenish Massif (Eifel Maare), Rheinland-Pfalz

**Kurzfassung:** Quartäre Flußsedimente der Weser und Leine enthalten reichlich Schwerminerale vulkanischer Herkunft (vor allem Augite und Oxyhornblende). Diese Minerale nehmen von S nach N, meist auch mit zunehmendem Alter der Sedimente ab; sie lassen sich bis in Ablagerungen des ältesten Quartärs zurückverfolgen. Als Lieferanten werden hauptsächlich intensive Tuffausbrüche angenommen, die während des Altquartärs in der Eifel, daneben vielleicht auch an anderen Ausbruchstellen erfolgt sein müssen. Seitdem sind vulkanische Schwerminerale in den Böden, die den Flüssen zur Abtragung zur Verfügung stehen und gestanden haben, in großen Mengen vorhanden.

### [Heavy Minerals of Volcanic Origin in Quaternary Deposits of the Rivers Weser and Leine]

**Abstract:** Quaternary fluvial deposits of the rivers Weser and Leine contain abundant heavy minerals of volcanic origin (mainly Augites and Oxyhornblende). The amount of these minerals decreases from South to North and mostly, with growing age of the sediments. The volcanic minerals have been traced back to the oldest Quaternary.

Probably the sources of the volcanic minerals are enormous tuff eruptions in the Eifel region during the early Quaternary, perhaps supplemented by volcanic ashes from other areas.

Since that time the heavy minerals of volcanic origin must have been present in great quantities within the soils, ready for erosion by the rivers.

### 1. Einleitung

Seit längerem ist bekannt, daß quartärzeitliche Ablagerungen vieler Flüsse in der Bundesrepublik Deutschland ebenso wie in benachbarten Gebieten Schwerminerale vulkanischer Herkunft in unterschiedlicher Menge enthalten. Am häufigsten sind Augite (Augit i.e.S. = „basaltischer“ Augit, außerdem Ägirin-Augit, daneben teilweise auch Orthopyroxene, Oxyhornblende („basaltische“ Hornblende), Olivin und Titanit.

Für den Rhein und seine Nebenflüsse ist in diesem Zusammenhang vor allem die grundlegende Untersuchung von VAN ANDEL (1950) zu nennen; außerdem für den Mittelrhein die Arbeiten von VINKEN (1959) und RAZI RAD (1976); für Teile des Rhein-Mündungsgebiets die von ZANDSTRA (1971). Schwermineral-Untersuchungen in Quartär-Ablagerungen der Lahn führte von ERFFA (1970) durch; Zusammenstellungen von Schwermineralzählungen im Main-Gebiet finden sich bei SEMMEL (1974) und SCHEER (1976). Sedimente von Elbe und Weser waren schon von CROMMELIN & MAASKANT (1940) schwermineralanalytisch untersucht worden; die der mittleren Werra bearbeitete ELLENBERG (1975); mit Teilen der Leine befaßte sich HENNINGSEN (1978); über das Flußgebiet der mittleren Elbe berichtete THIEKE (1975).

Trotz aller Unterschiede zwischen den genannten Bearbeitungen (z. B. Berücksichtigung verschiedener Korngrößenfraktionen oder ungleiche Arbeitsmethoden, etwa Säureaufbereitung mit Zerstörung von Olivin und Apatit, oder jeweils andere Unterteilung/Zuordnung der Hornblende-Arten), die manchmal zu schwer vergleichbaren Zählergebnissen führen, läßt sich folgender Trend erkennen: Die Schwerminerale vulkanischer Herkunft nehmen mit dem relativen Alter der quartären Flußsedimente ab. In Elsterzeit-

---

\*) Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. D. Henning sen, Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Hannover, Callinstr. 30, 3000 Hannover 1.

lichen oder älteren Ablagerungen treten sie relativ selten auf, häufiger sind sie in denen der Holstein- und Saale-Zeit, um dann bis zu den rezenten Flußsedimenten meist noch weiter zuzunehmen. Die Häufigkeits-Abnahme mit dem geologischen Alter wird üblicherweise auf syn- bis postsedimentäre Verwitterung und Mineralzerstörung zurückgeführt (z. B. ELLENBERG 1975: 1400; THIEKE 1975: 1094).

Während im Bereich des Mittelrheins und seiner Nebenflüsse (z. B. Lahn, VON ERFFA 1970) die beobachteten vulkanischen Schwerminerale aus naheliegenden Gründen immer auf das angrenzende Vulkangebiet der Eifel bezogen worden sind (vgl. FRECHEN & HEIDE 1969, WINDHEUSER & BRUNNACKER 1978), blieb die Frage nach ihrer Herkunft in anderen Regionen oft offen oder wurde nur unbefriedigend beantwortet. So schrieb z. B. VAN ANDEL (1950: 67 und 69), daß die Herkunft von Augiten und anderen vulkanischen Mineralen in den rezenten Flußsanden von Neckar und Main unklar sei. Für den Oberlauf der Elbe kam THIEKE (1975: 1092) im Anschluß an frühere Arbeiten von GENIESER zu dem Ergebnis, daß die Augite von „tertiären basischen Vulkaniten“ aus dem Erzgebirge und Böhmen abgeleitet werden müßten. Ähnlich hatten DE JONG & DE ROEVER (1956) in ihrer wichtigen Arbeit über das Vorkommen von Olivin in Pleistozän-Sanden der Niederlande als Ausgangsgestein für dieses Mineral „volcanic rocks“ in Deutschland angenommen. CROMMELIN & MAASKANT (1960: 6) sprachen von „Basaltvulkanen, die vom Flußsystem Werra-Fulda angegriffen wurden“.

Unabhängig von der Frage nach dem Alter der vulkanischen Schwerminerale bzw. ihrer Ausgangsgesteine — auf das noch näher eingegangen wird — muß hierzu folgendes festgestellt werden: Schon die Größe der in den Flußablagerungen zu beobachtenden Augit- und Hornblende-Kristalle (oft Korndurchmesser von mehr als 200—400  $\mu\text{m}$ ) und ihre vielfach annähernd idiomorphe Ausbildung lassen nur den Schluß zu, daß der weit- aus überwiegende Teil aus vulkanischen Aschen und Tuffen stammt. In basaltischen und ähnlichen Festgesteinen sind die entsprechenden Minerale in der Regel viel kleiner, wie man immer wieder bei Dünnschliff-Untersuchung feststellen kann. Daraus folgt einmal, daß in erster Linie Quartär-zeitliche oder ältere Tuff-Förderungen als Lieferanten überprüft oder gesucht werden müssen; und zum anderen, daß zwischen der heutigen Fundstelle und den jeweiligen Herkunftsgebieten möglicherweise größere Entfernungen anzunehmen sind. Dieses wird schon daraus deutlich, daß im Einzugsbereich der Leine so gut wie keine vulkanischen Fest- oder Lockergesteine vorkommen.

Anhand von Schwermineraluntersuchungen von quartären Flußablagerungen aus den Flußgebieten von Leine und Weser soll im folgenden gezeigt werden, wie hoch jeweils die Anteile der Minerale vulkanischer Herkunft sind. Es wird der Frage nachgegangen, wo deren Ausbruchstellen gelegen haben könnten und wann diese aktiv waren.

Außer zahlreichen eigenen Schwermineralzählungen sind die Ergebnisse der Arbeiten von KEJPURI (1977), LESMANA (1978) und MEYER (1978), die am Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Hannover durchgeführt wurden, berücksichtigt. Einzelproben für eigene Untersuchungen wurden mir dankenswerterweise von den Herren A. ASCHRAFI, I. PLISCHKE und M. RAUSCH (sämtlich Hannover) zur Verfügung gestellt.

## 2. Arbeitsmethodik

Bei den Untersuchungen für diese Arbeit wurde in der Regel die Fraktion 0.25—0.036 mm der nicht chemisch aufbereiteten Proben ausgewertet. Gezählt wurden mindestens 300 transparente Körner pro Probe.

VAN ANDEL (1950: 28 und 35) hatte darauf hingewiesen, daß einerseits die meist großen vulkanischen Minerale in den größeren Fraktionen angereichert sind, andererseits aber keine Beziehungen zwischen dem Schwermineralgehalt und der Korngrößenzusammensetzung der Ausgangsprobe bestehen, wenn gleiche Fraktionen miteinander verglichen werden (vgl. auch FÜCHTBAUER & MÜLLER 1970: 29 und Tab. 3—5).

Die erstgenannte Gesetzmäßigkeit führt bei den hier untersuchten Sedimenten nur zu geringen Unterschieden, wenn der Korngrößenbereich erweitert wird (Tab. 1, Proben 138, 133 u. 135). Deshalb wurde aus folgenden Gründen an der Fraktion 0.25—0.036 mm festgehalten, wenn damit auch der Anteil an vulkanischen Mineralen geringfügig unterrepräsentiert sein kann:

1. Die übliche Zählweise nach Stückprozenten wird bei der größeren Spannweite der Fraktionen sehr ungenau, weil dann Körner mit extremen Größenunterschieden miteinander verglichen werden.
2. Die Zählungen anderer Autoren gehen häufiger von der Obergrenze 0.25 als 0.4 mm aus, deshalb bietet sich diese Korngrößengrenze aus Gründen der Vergleichbarkeit eher an.

An der zweitgenannten Feststellung von VAN ANDEL (1950) ergaben sich im Verlauf dieser Untersuchung Zweifel. Obwohl es nicht im einzelnen überprüft werden konnte, scheinen die Schwerminerale in Kiesproben oft insgesamt größer als in Sandproben zu sein. Dadurch ergeben sich u. a. erhebliche Verschiebungen in den Gehalten an Zirkon und Apatit, die bekanntlich vor allem in den feinen Fraktionen angereichert sind. Ein extremes derartiges Beispiel bietet die Probe 139, obwohl in der Korngrößenzusammensetzung der untersuchten Sandfraktion 0.25—0.036 mm des Kieses im Vergleich zur selben des Sandes keine Unterschiede zu erkennen waren (Tab. 1). In jedem Fall muß bei der Ausdeutung von Schwermineralgemeinschaften berücksichtigt werden, daß die Schwankungsbreite von Einzelproben erheblich sein kann.

Tab. 1: Vergleich von Schwermineral-Gehalten (Stück-%) in unterschiedlich ausgesiebten Fraktionen derselben Sandproben (133, 135, 138) bzw. in Kies- und Sandproben aus demselben Aufschluß (139). f = 0.25—0.036 mm; g = 0.036—0.4 mm; S = Sand, K = Kies.

	138		133		135		139	
	f	g	f	g	f	g	S	K
Zirkon	47	50	5	9	13	5	43	3
Turmalin	33	28	17	10	9	6	8	6
Rutil	1	2	3	4	1	—	2	+
Apatit	1	—	1	2	11	3	18	4
Titanit	—	—	—	+	+	—	1	—
Granat	—	—	18	20	3	4	1	1
„Grüne“ Hornblende	1	2	16	17	3	1	1	2
Epidot / Zoisit	1	2	20	16	+	—	+	—
Staurolith	1	1	4	4	1	1	1	1
Disthen	—	—	6	6	—	—	—	—
Sillimanit	—	—	1	2	—	—	—	—
Andalusit	—	—	+	1	—	—	—	—
Augit	8	5	4	4	49	66	15	70
Oxyhornblende	2	5	4	5	9	13	9	9
Orthopyroxene	5	5	1	+	+	1	+	2
Olivin	—	—	—	—	1	1	1	2

138: Kies der Oberen Mittelterrasse (Saale-zeitlich), Gewissenruh SE Karlshafen, Weser.

133: Sand aus Glazifluviatil-Ablagerungen (Kames, Drenthe-zeitlich), Hausberge bei Porta, Weser.

135: Sand der Niederterrasse (Weichsel-zeitlich), SW Hessisch-Oldendorf, Weser.

139: Sand/Kies der Niederterrasse (Weichsel-zeitlich), Beverungen, Weser.

Qualitativ herrschen unter den Augiten die Augite i.e.S. weitaus vor, Ägin-Augite sind selten (ca. 0—5 % aller Augite). Die Orthopyroxene können teils als Enstatit, teils als Hypersthen angesprochen werden, oft bleibt ihre genaue Bestimmung fraglich. Oxyhornblendens zeichnen sich durch relativ hohe Lichtbrechung, kräftige Farben (meist rotbraun, selten dunkelgrün) sowie Risse parallel zur Längsachse aus (vgl. HENNINGSSEN 1978: 127 f.).

### 3. Flußgebiet der Leine

In 7 Proben Weichsel-zeitlicher (Niederterrasse) und renzenter Talauenablagerungen der Leine aus dem Gebiet nordwestlich von Hannover wurden 5—22 % Augit, 1—6 % Oxyhornblende, 0—4 % Orthopyroxene sowie Einzelkörner von Olivin festgestellt (HENNINGSEN 1978: 135). Weiter flußaufwärts zeigten 3 Proben von Mittelterrassen-Ablagerungen (Saale-zeitlich) aus dem Talabschnitt zwischen Hannover und Alfeld eine ähnliche Zusammensetzung, ebenso wie eine aus gleichaltrigen Ablagerungen der Rhume (Bilshausen).

Entsprechendes gilt für 41 Proben rezenter Sedimente der Despe, einem kleinen rechten Nebenbach, der bei Gronau in die Leine mündet (MEYER 1978). Bemerkenswert an mehreren Proben aus diesem Tal ist der teilweise hohe Gehalt an Orthopyroxenen (bis zu 25 %) und Olivin (bis zu 19 %), wobei die Anreicherungen dieser beiden Minerale meist zusammen auftreten.

LESMANA (1978) fand in den rezenten Ablagerungen der Saale (einschließlich der Thüster Beeke), eines linken Nebenbaches der Leine im Gebiet von Wallensen/Duingen, vereinzelt noch höhere Gehalte an Olivin (bis zu 58 %). Daneben beobachtete er in einigen Proben bis zu 10 % Melilith, wobei allerdings nicht ausgeschlossen werden kann, daß dieses Mineral aus Hochofenschlacken herrührt, die in diesem Gebiet häufig als Wegbe-  
streuung benutzt worden sind.

Insgesamt ist der Gehalt an vulkanischen Schwermineralen im Flußgebiet der mittleren Leine relativ einheitlich, soweit Saale-zeitliche und jüngere Ablagerungen betroffen sind. Die Gehalte an Olivin und Orthopyroxenen nehmen in südlicher Richtung offenbar leicht zu, was auf eine Herkunft dieser Minerale aus südlicher Richtung weist. Quartär-Ablagerung, die eindeutig älter als Saale-zeitlich sind, gibt es im Flußgebiet der Leine kaum. Die meisten der von LÜTTIG (1954, 1960) genannten derartigen Fundpunkte sind entweder nicht mehr aufgeschlossen oder in ihrem Alter nicht sicher festzulegen (vgl. RAUSCH 1977). Auch die vom letztgenannten Autor beschriebenen Aufschlüsse mit prä-Saale-zeitlichen Ablagerungen sind oft nicht mehr zugänglich.

Eindeutige Oberterrassensedimente der Leine (Elster-zeitlich) wurden von den Fundpunkten Rössing (Nr. 26 bei RAUSCH 1977) sowie Moorberg und Rusterberg bei Sarstedt (Nr. 102 und 60 B 2 bei RAUSCH 1977) untersucht: Im Rössing-Kies kommen 17—34 % Augit, 9—20 % Oxyhornblende und vereinzelt Orthopyroxen vor. Offenbar hat der Kalkreichtum dieses Kiesel (ca. 51 % Kalkstein-Gerölle nach RAUSCH 1977) die vulkanischen Minerale vor der Auflösung geschützt. Demgegenüber enthalten die kalkarmen bis kalkfreien Kiese von Moorberg und Rusterberg jeweils weniger als 20 % Vulkanit-Minerale (Mitteilung von A. ASCHRAFI).

Daraus folgt, daß auch in Elster-zeitlichen Ablagerungen des Leine-Systems dieselben vulkanischen Schwerminerale wie in jüngeren Flußsedimenten vorkommen, allerdings kann ihr Gehalt durch Auflösung-/Verwitterungsvorgänge stark vermindert sein.

Ablagerungen des ältesten Quartärs sind im Flußgebiet der Leine nicht bekannt. Die Fein- und Mittelsande im Hangenden und Liegenden der oberpliozänen Braunkohlen von Wallensen (z. B. HERRMANN 1968: 49 f.) enthalten keine vulkanischen Schwerminerale (LESMANA 1978 und eigene Untersuchungen). Ihr Schwermineralegehalt ähnelt mit seinem Reichtum an Turmalin (17—39 %) den stabilen Assoziationen im nordwestdeutschen Tertiär. Es ist offen, inwieweit deren heutige Schwermineralführung ursprünglich oder eine Restgemeinschaft ist, also nach der Ablagerung die instabilen Minerale diagenetisch zerstört worden sind.

#### 4. Flußgebiet der Weser

Eigene Schwermineral-Zählungen in Proben aus dem Bereich der mittleren Weser bestätigen die Ergebnisse von CROMMELIN & MAASKANT (1940) und auch ELLENBERG (1975) für die Werra als einem der Quellflüsse der Weser, wonach der Gehalt an vulkanischen Mineralen mit zunehmendem Alter der Proben zurückgeht. Ähnliches gilt für den ebenfalls (wenn auch unter anderen Bedingungen) verwitterungsanfälligen Apatit, während die Anteile an Zirkon und Turmalin bei älteren Proben zunehmen (Tab. 2).

Tab. 2: Veränderung der Gehalte (Stück-%) einiger Schwerminerale mit dem Alter der Proben. Weserablagerungen zwischen Porta und Hannoversch-Münden.

	Zirkon		Turmalin		Apatit		vulkanische Minerale	
	—	∅	—	∅	—	∅	—	∅
Niederterrasse (11 Proben)	0—43	10	3— 9	6	0—18	5	25—95	74
Mittelterrasse (10 Proben)	2—64	16	6—18	11	1—21	8	11—85	59
Ob. Mittelterrasse, Gewissenruh bei Wahm- beck (4 Proben)	22—64	46	26—35	31	0— 1	1	4—29	16
Altpleistozän, Hilkenberg bei Wahm- beck (3 Proben)	42—60	52	33—50	39	0— 1	0	2— 3	2

Neben dieser altersbedingten Veränderung der Schwermineralführung ist eine regionale zu erkennen: Proben, die nördlich der Porta genommen wurden, enthalten durchschnittlich weniger vulkanische Minerale als solche aus dem Gebiet südlich der Porta (z. B. finden sich in Niederterrassen-Ablagerungen aus dem Gebiet zwischen Porta und Hann.-Münden durchweg  $>50\%$  Augit,  $>6\%$  Oxyhornblende sowie wenige Orthopyroxene und Olivin, während in Proben zwischen Hoya und der Porta nur Gehalte von  $<25\%$  Augit,  $<6\%$  Oxyhornblenden und selten Orthopyroxene und Olivin vorkommen). Ergänzend fand KEJPURI (1977) in den rezenten bis subrezentem Sanden der Schwülme, die bei Bodenfelde in die obere Weser mündet, neben viel Augit im Durchschnitt etwa  $20\%$  Orthopyroxene. Mehr noch als bei der Leine weist im Wesertal die Zunahme der vulkanischen Minerale in südlicher bzw. südwestlicher Richtung darauf hin, daß deren Ursprungs- bzw. Herkunftgebiet in dieser Richtung zu suchen ist.

Für den Nachweis von vulkanischen Schwermineralen im älteren Quartär sind die Kiese vom Hilkenberg bei Wahmbeck (nahe Karlshafen) wichtig (vgl. Abb. 1). Diese waren von PREUSS (1975: 25) aufgrund ihrer Zusammensetzung mit Vorbehalt an die Wende Pliozän/Altquartär, vielleicht sogar in das jüngere Pliozän gestellt worden. Sie enthalten wenige, aber trotz ihrer relativ starken Anlösung eindeutig nachweisbare Augite und Oxyhornblenden (Tab. 2).

Trotz des negativen Befundes von ELLENBERG (1975), der in altquartären Werra-Schottern keine Augite und Hornblenden mehr gefunden hatte, ist damit anzunehmen, daß die Ausbruchzeit der Tuffe, von denen die vulkanischen Schwerminerale der Flüsse abzuleiten sind, bis in das älteste Quartär zurückreicht.

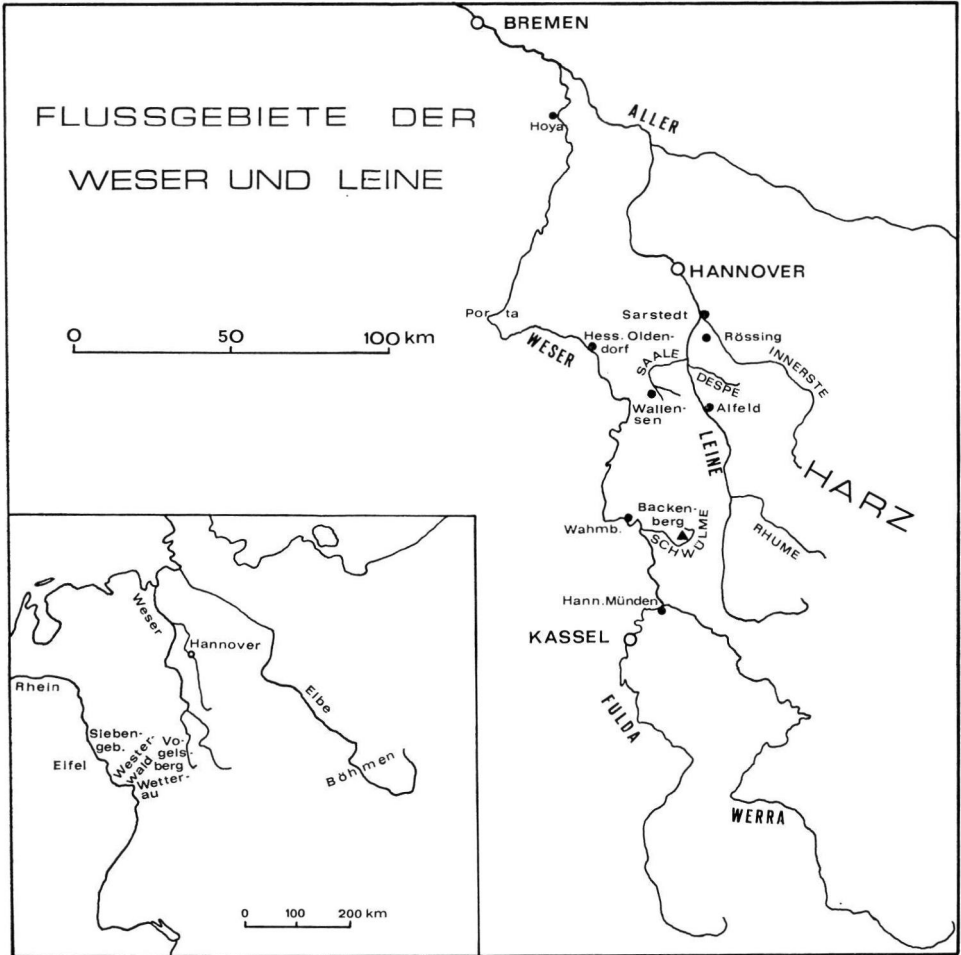


Abb. 1: Flußgebiet von Weser und Leine.

### 5. Alter und Herkunft der vulkanischen Schwerminerale

Eine direkte altersmäßige Einstufung der vulkanischen Schwerminerale in Leine- und Weser-Ablagerungen durch radiometrische Bestimmungen war im Verlauf dieser Untersuchungen nicht möglich.

Hierfür infrage kommen die Oxyhornblenden. Versuche, sie unter erheblichem Zeitaufwand mechanisch unter dem Binokular-Mikroskop auszulesen, scheiterten daran, daß dabei auch einzelne andere Minerale in das Konzentrat gelangten, es also nicht sauber herzustellen war. Ebenso führten magnetische Abtrennungsversuche, die freundlicherweise Herr Dr. ALTHERR (Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität Braunschweig) durchführte, nicht zum Erfolg, da die Oxyhornblenden offenbar zu unterschiedlich zusammengesetzt sind.

Vergleicht man Art und Menge der in den Flußsedimenten des Leine- und Wesergebietes vorkommenden vulkanischen Schwerminerale mit denen in den Tuffen aus ihrer südlichen und südwestlichen Umgebung, lassen sich bestimmte Tendenzen erkennen (Tab. 3). Allerdings muß hierbei in Rechnung gestellt werden, daß Veränderungen des

Tab. 3: Verteilung der vulkanischen Schwerminerale in Tuffen des Tertiärs und Quartärs im Vergleich zu Flußsedimenten der Leine und Weser.

— = nicht vorhanden; (+) = selten; + = untergeordnet vorhanden; ++ = reichlich vorhanden; vorh. = vorhanden, aber keine Mengenangaben.

		Augit	Ägirin-Augit	Orthopyroxene	Oxyhornblende	Olivin	Titanit
Laacher-See-Bims (FRECHEN 1952)	Spätpleistozän	+	++	—	++	—	+
Eifel-Tuffe (WINDHEUSER 1977)	Holstein-zeitlich und älter	++	(+) bis ++	(+)	++	—	+
Wetterau-Tuffe (BIBUS 1974)	Elster-/Drenthe- zeitlich	vorh.	vorh.	—	vorh.	vorh.	—
Vogelsberg-Tuffe (HENNINGSEN & STEGEMANN 1964, SINGH 1965)	Mittleres Tertiär	++	—	(+)	(+)	(+)	+
Siebengebirgs-Tuffe (BALLMANN 1972)	Oligozän/Miozän	++	—	—	(+)	—	+
Tuffe Backenberg b. Güntersen (KEJPURI 1977, eigene Untersuchungen)	Miozän	(+)	—	++	—	—	—
Vulkanit-Minerale in Leine und Weser		++	(+)	+	(+) bis ++	+	— bis (+)



Mineralgehaltes durch Transportseigerung und/oder Verwitterung aufgetreten oder einzelne Minerale bei den bisherigen Zählungen möglicherweise übersehen worden sind (besonders Olivin).

Tab. 3 zeigt, daß die vulkanischen Schwerminerale in den Leine- und Weser-Sedimenten mit denen der Eifel-Tuffe teilweise nicht übereinstimmen. Dort treten nur selten Orthopyroxene auf — VAN ANDEL (1950: 74) hatte auf das Fehlen von Hypersthen besonders hingewiesen —, auch von Olivin wurde bisher nichts berichtet, dafür ist immer Titanit vorhanden. Andererseits legt der teilweise hohe Gehalt von Oxyhornblenden vor allem in Ablagerungen des Weser-Gebietes Beziehungen zu früheren Phasen des Eifel-Vulkanismus nahe, die durch ein starkes Einsetzen dieses Minerals mit dem Leutesdorfer Interglazial (vor-Elster-zeitlich) gekennzeichnet sind (RAZI RAD 1976).

Auch zu den tertiären Tuffen von Vogelsberg und Siebengebirge haben die vulkanischen Schwerminerale des Leine- und Wesergebietes offenbar wenig Beziehungen: Die erstgenannten enthalten kaum Oxyhornblenden, dafür aber ebenfalls Titanit. Bessere Übereinstimmungen sind zu vermutlich Saale-zeitlichen Tuffen aus der Wetterau (BIBUS 1974) und — falls der Gehalt an Orthopyroxenen zugrunde gelegt wird — zu Tertiär-Tuffen vom Typ des Backenberges, in Südniedersachsen gelegen, zu erkennen.

Insgesamt bietet sich zur Deutung der vulkanischen Komponenten in den Flußsedimenten von Weser und Leine folgendes Konzept an:

1. Vermutlich stammen die vulkanischen Schwerminerale von mehreren, zeitlich und/oder räumlich verschiedenen Tuff-Förderungen. Einige Minerale (bes. Orthopyroxene) kommen z. T. möglicherweise schon aus dem Tertiär. Es sind Tuffe dieses Alters, die in Südniedersachsen/Nordhessen von den Nebenflüssen der Weser bzw. ihrer Vorfahren direkt angeschnitten wurden und werden. Im Flußgebiet der Leine gibt es solche Tuffe nicht oder nicht mehr; hier muß die Herkunft der Orthopyroxene offen bleiben. Ein großer Teil der vulkanischen Minerale (bes. Oxyhornblenden; vermutlich auch die meisten Augite) ist in jedem Fall auf altquartäre Tuffe, deren Ausbruchpunkte in der Eifel gelegen haben, zurückzuführen. Diese Tuffe wurden weit über Mitteleuropa verweht, so auch über die Flußgebiete der heutigen Leine und Weser. In Menge und Größe ihres Verbreitungsareales müssen diese Tuff-Förderungen diejenigen der Alleröd-zeitlichen Laacher-See-Eruptionen vielleicht noch übertroffen haben.

Möglicherweise hat es im älteren Quartär zusätzlich Ausbruchpunkte außerhalb der Eifel gegeben. In diesem Zusammenhang ist interessant, daß kürzlich LIPPOLT & TODT (1978) nachweisen konnten, daß im Westerwald der Basalt-Vulkanismus bis in das Quartär hinein aktiv war. Für einen altquartären Tuff im Horloff-Graben (BOENIGK u. MITARB. 1977: 43 ff.) wird ebenfalls ein benachbarter Förderschlot als Ausbruchspunkt vermutet (WINDHEUSER & BRUNNACKER 1978: 268).

Auch bei den Flußsedimenten des Rheins und seiner Nebenflüsse ist meist eine Herkunft der vulkanischen Minerale aus verschiedenen Tuff-Förderungen anzunehmen (vgl. RAZI RAD 1976). Zeichnet man aufgrund der umfangreichen Zählungen von VAN ANDEL (1950) Verteilungskarten der einzelnen Minerale in den rezenten Flußsedimenten, so wird deutlich, daß Titanit und Oxyhornblenden nur in den Gebieten von Mosel und Lahn angereichert sind. Besonders hohe Augit-Gehalte finden sich dagegen im Rhein und seinen Nebenflüssen nördlich der Main/Nahe-Linie. Nennenswerte Mengen von Orthopyroxenen sind nur in der Nahe vorhanden. Diese Unterschiede weisen auf Tuff-Förderungen verschiedener Zusammensetzung und Verbreitungsrichtung hin.

2. Die Zunahme der vulkanischen Minerale mit dem Jüngerwerden der Flußsedimente kann entweder durch eine ständige Nachlieferung (mehrfache Tuff-Förderungen während des gesamten Quartärs) oder eher durch eine Aufarbeitung von altquartärem Material, das reich an Vulkanit-Mineralen ist, in Verbindung mit nachfolgender Verwit-



terungsauslese erklärt werden. Derartiges Liefermaterial können ältere, noch frische und unverwitterte Terrassenablagerungen sein, die von den Flüssen aufgearbeitet werden, mehr aber noch die Böden im Einzugsgebiet der Wasserläufe. Es ist bekannt, daß diese in weiten Bereichen Deutschlands reich an vulkanischen Schwermineralen sind, wobei außer einer Anlieferung durch den spätpleistozänen Laacher-See-Bims (GEBHARDT u. MITARB. 1969, POETSCH 1975) vielerorts eher eine durch ältere Tufferuptionen des frühen Quartärs infrage kommt. LESMANA (1978: 36 f.) ermittelte in 4 Bodenproben am Thüster Berg (Leine-Bereich) reichlich frische Schwerminerale vulkanischer Herkunft; in ihrer Menge und ihren Einzelanteilen besteht kein Unterschied zu rezenten Flußablagerungen der benachbarten Thüster Beeke. Dieser Befund ist ein Hinweis darauf, daß die im Altquartär geförderten vulkanischen Schwerminerale in den Böden durch das ganze Quartär hindurch als Lieferant für die erodierenden Bäche und Flüsse zur Verfügung gestanden haben, wie sie es heute auch noch tun.

### Schriftenverzeichnis

- ANDEL, Tj. H. VAN (1950): Provenance, transport and deposition of Rhine sediments. — 129 S., Wageningen/Niederlande (Veenman & Sohn).
- BALLMANN, P. (1972): Verwitterung und Mineralneubildung in tertiären Trachyttuffen des Siebengebirges unter Berücksichtigung der Ablagerungsverhältnisse. — *Pedologie*, **XXII** (3): 328—355; Gent.
- BIBUS, E. (1974): Das Quartärprofil im Braunkohlentagebau Heuchelheim (Wetterau) und seine vulkanischen Einschaltungen. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **102**: 159—167; Wiesbaden.
- BOENIGK, W., BRELIE, G. VON DER, BRUNNACKER, K., KEMPF, E. K., KOCI, A., SCHIRMER, W., STADLER, G., STREIT, R. & TOBIEN, H. (1977): Jungtertiär und Quartär im Horloff-Graben. — *Geol. Abh. Hessen*, **75**: 80 S.; Wiesbaden.
- CROMMELIN, R. D. & MAASKANT, A. (1940): Sedimentpetrologische Untersuchungen im Stromgebiet der Weser und der Elbe. — *Meded. Landbouwhoogeschool*, **44** (2): 3—18; Wageningen.
- ELLENBERG, J. (1975): Schwermineralverteilung, Sedimentation und Stratigraphie im Quartär der mittleren Werra. — *Z. geol. Wiss.*, **3**: 1389—1404; Berlin (Ost).
- ERFFA, A. VON (1970): Schwermineraluntersuchungen an rezenten und pleistozänen Sedimenten im Flußgebiet der Lahn bei Gießen. — *Ber. oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilkde., N.F., Naturwiss. Abt.*, **37**: 35—43; Gießen.
- FRECHEN, J. (1952): Die Herkunft der spätglazialen Bimstoffe in mittel- und süddeutschen Mooren. — *Geol. Jb.*, **67**: 209—230; Hannover.
- FRECHEN, J. & HEIDE, H. (1969): Tephrostratigraphische Zusammenhänge zwischen der Vulkan-tätigkeit im Laacher-See-Gebiet und der Mineralführung der Terrassenschotter am unteren Mittelrhein. — *Dedehiana*, **122**: 35—74; Bonn.
- FÜCHTBAUER, H. & MÜLLER, G. (1970): Sedimente und Sedimentgesteine. Teil II, Sediment-Petrologie. — 726 S.; Stuttgart (Schweizerbart).
- GEBHARDT, H., HUGENROTH, P. & MEYER, B. (1969): Pechochemische Verwitterung und Mineral-Umwandlung im Trachyt-Bims, Trachyt-Tuff und in den Tuff-Mischsedimenten der Laacher Eruptionsphase. — *Göttinger bodenkundl. Ber.*, **11**: 83 S.; Göttingen.
- HENNINGSEN, D. (1978): Schwermineral-Untersuchungen in Quartärzeitlichen Sanden nordwestlich von Hannover. — *Mitt. geol. Inst. Techn. Univ. Hannover*, **15**: 120—144; Hannover.
- & STEGEMANN, W. (1964): Ein Basalt/Tuff-Profil am Öhlberg östlich Gießen. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **92**: 154—159; Wiesbaden.
- HERRMANN, R. (1968): Erläuterungen zur geologischen Karte von Niedersachsen 1 : 25 000, Bl. Salzhemmendorf Nr. 3923. — 133 S.; Hannover.
- JONG, J. D. DE & ROEVER, W. P. DE (1956): Wide-spread occurrence of Olivine in Pleistocene sands of the Netherlands. — *Geol. en Mijnbouw, N. S.*, **18**: 60—61; 's-Gravenhage.
- KEJPURI, D. (1977): Beziehungen zwischen der Schwermineralführung von rezenten Flußsedimenten der Schwülme und Auschnippe (Süd-niedersachsen) und Ausgangsgesteinen in ihren Verbreitungsgebieten. — 50 S., unveröff. Diplomarbeit, Hannover.

- LESMAHA, R. (1978): Die Schwermineralspektren der rezenten fluviatilen Sedimente von Saale und Thüster Beeke (Südniedersachsen) in Abhängigkeit von ihren Liefergesteinen. — 46 S., Dipl.-Arb. TU Hannover. — [Unveröff.]
- LIPPOLT, H. J. & TODT, W. (1978): Isotopische Altersbestimmungen an Vulkaniten des Westerwaldes. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh, **1978**: 332—352; Stuttgart.
- LÜTTIG, G. (1954): Alt- und mittelpleistozäne Eisrandlagen zwischen Harz und Weser. — Geol. Jb., **70**: 43—125; Hannover.
- (1960): Neue Ergebnisse quartärgeologischer Forschung im Raume Alfeld—Hameln—Elze. — Geol. Jb., **77**: 337—390; Hannover.
- MEYER, R. (1978): Die Schwermineralverteilung in den rezenten fluviatilen Sedimenten der Despe (E Gronau, Südniedersachsen) im Vergleich mit ihren Liefergesteinen. — 46 S.; Dipl.-Arb. TU Hannover. — [Unveröff.]
- POETSCH, TH. J. (1975): Untersuchungen von bodenbildenden Deckschichten unter besonderer Berücksichtigung ihrer vulkanischen Komponente. — Gießener Geol. Schriften, **4**: 180 S., Gießen.
- PREUSS, H. (1975): Gliederung und Zusammensetzung der Weserterrassen-Körper bei Bodenfelde (mit einer geologischen Kartierung). — Mitt. Geol. Inst. Techn. Univ. Hannover, **12**: 5—50; Hannover.
- RAUSCH, M. (1977): Fluß-, Schmelzwasser und Solifluktuationsablagerungen im Terrassengebiet der Leine und Innerste. — Mitt. Geol. Inst. Techn. Univ. Hannover, **14**: 84 S.; Hannover.
- RAZI RAD, M. (1976): Schwermineraluntersuchungen zur Quartär-Stratigraphie am Mittelrhein. — Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln, **28**: 164 S.; Köln.
- SCHEER, H. D. (1976): Die pleistozänen Flußterrassen der östlichen Mainebene. — Geol. Jb. Hessen, **104**: 61—86; Wiesbaden.
- SEMMEI, A. [Hrsg.] (1974): Das Eiszeitalter im Rhein-Main-Gebiet. — Rhein-Mainische Forschungen, **78**: 216 S.; Frankfurt/M.
- SINGH, V. (1965): Sedimentpetrographische Untersuchungen der Tuffe und Tuffite des Vogelsberges. — 51 S.; Diss. Erlangen-Nürnberg.
- THIEKE, H. U. (1975): Schwermineralogische Kennzeichnung von fluviatilen spätster-glazialen bis frühsaale-glazialen Ablagerungen im mittleren Teil der DDR. — Z. geol. Wiss., **3**: 1091—1101; Berlin (Ost).
- VINKEN, R. (1959): Sedimentpetrographische Untersuchungen der Rheinterrassen im östlichen Teil der Niederrheinischen Bucht. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **4**: 127—170; Krefeld.
- WINDHEUSER, H. (1977): Die Stellung des Laacher Vulkanismus (Osteifel) im Quartär. — Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln, **31**: 223 S.; Köln.
- & BRUNNACKER, K. (1978): Zeitstellung und Tephrostratigraphie des quartären Osteifel-Vulkanismus. — Geol. Jb. Hessen, **106**: 261—271; Wiesbaden.
- ZANDSTRA, J. G. (1971): Geologisch onderzoek in de stuwval van de oostelijke Veluwe bij Hattem en Wapenveld. — Meded. Rijks Geol. Dienst, N. S., **22**: 215—258; Maastricht.

Manuskript eingegangen am 3. 9. 1979.