

Korngrößenanalysen an kalt- und warmfluvialen Sedimenten des Lechtales — Bayerisch-Schwaben

UDO SCHREIBER & RAINER HERPIN *)

Coarse-grained sediments; grainsize distribution; holocene; Lech-valley;
multimodal frequency distribution; probability scale; single distribution; upper pleistocene

Kurzfassung: An grobklastischen Sedimenten des hoch-, spät- und postglazialen Lechtales wurden Korngrößenanalysen durchgeführt, die mittels Zerlegung ihrer multimodalen Häufigkeitsverteilungen in Einzelpopulationen ausgewertet und dargestellt werden. Auf diese Weise lassen sich die kaltfluvialen Sedimente des Lechtales hinreichend gut von den holozänen warmfluvialen Ablagerungen differenzieren.

[Grainsize analysis on cold- and warmfluvial deposits
of the Lech valley — Bavaria]

Abstract: Grainsize analysis were investigated on coarse-grained sediments of the upper pleistocene and postglacial Lech valley. Splitting up the multimodal frequency distribution, the single distributions were interpreted and presented. In this way it is possible, to differ the cold- and warmfluvial deposits of the Lech valley efficiently.

Inhalt

- 1 Einleitung
- 2 Jungquartäre Ablagerungen im Lechtal zwischen Schongau und Rain
- 3 Methodik
- 4 Auswertung
 - 4.1 Geländearbeiten
 - 4.2 Laborarbeiten
- 5 Ergebnisse
 - 5.1 Hoch- und spätglaziale Schotter
 - 5.2 Holozäne Schotter
- 6 Schlußfolgerung
 - 6.1 Ausblick
- 7 Schriftenverzeichnis

1 Einleitung

Das mittlere und untere Lechtal stellt ein klassisches Modell der glazifluvialen Terrassenlandschaft dar (TROLL 1926, 1956; SCHAEFER 1950; 1957; GERMAN 1962 und BRUNNACKER 1959, 1964). Der Schwerpunkt dieser Arbeiten liegt in der Untersuchung der stratigraphischen Abfolge von Erosion und Akkumulation der Sedimente sowie deren Deckschichten. Überregional sei auf die Arbeiten von BRUNNACKER (1975, 1978); STARKEL (1985) und SCHIRMER (1983, 1990) verwiesen.

Es existieren eine Reihe von Veröffentlichungen, die sich mit geologisch-sedimentologischen Arbeitsmethoden (Korngrößenanalysen) in der Quartärforschung beschäftigen; aus dem süddeutschen Raum seien hier die Aufsätze von GERMAN (1973) und BRAUN et al. (1976) herausgestellt. Grundlage dieser Arbeiten bilden u. a. die Untersuchungen von KRUMBEIN & PETTIJOHN (1938) sowie INMAN (1952); FOLK & WARD (1957); SINDOWSKI (1958); WALGER (1962, 1964); KRUMBEIN (1963) sowie PETTIJOHN et al. (1972). Eine Vielzahl der Autoren untersuchte vor allem die feineren Kornfraktionen; dies mag sicherlich auch mit der etwas umständlichen Handhabung der grobklastischen Anteile zusammenhängen, die aber in den Ablagerungen der alpinen Schmelzwasserflüsse die Hauptgemengteile bilden.

In der vorliegenden Arbeit wird versucht, diese Hauptbestandteile näher zu klassifizieren. Der Schwerpunkt liegt in der Frage nach den granulometrischen Unterschieden zwischen kaltfluvialen Ablagerungen des Hoch- und Spätglazials und den warmfluvialen Akkumulationen des Holozäns.

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des DFG-Projektes „Fluviale Geomorphodynamik im jüngeren Quartär“ durchgeführt und dankenswerter Weise finanziell gefördert.

*) Anschrift der Verfasser: Dr. U. SCHREIBER und Dr. R. HERPIN, Geologisches Institut der Universität zu Köln, Abteilung für Quartärgeologie, Zulpicherstr. 49, 5000 Köln 1.

2 Jungquartäre Ablagerungen im Lechtal zwischen Schongau und Rain

Die quartärgeologischen Untersuchungen im Lechtal (SCHREIBER 1985, 1992) zeigten, daß das mittlere und untere Lechtal seit dem Ausgang der letzten Vereisung im Nahtgebiet zwischen Lech- und Loisach-Gletscher keinen einheitlichen Sedimentationsraum darstellte. Den glazifluvialen Ablagerungen — Modell der fluvioglazialen Talbildung nach TROLL (1926, 1954) — der 7 hoch- und spätglazialen Terrassen stehen 9 warmfluviale Akkumulationen des Holozäns gegenüber. Basis der hoch- und postwürmglazialen Ablagerungen bilden Vorstoßschotter des jüngeren Würms, des Riß/Würm-Interglazials (JERZ 1989), eventuell auch Ablagerungen des vorletzten Glazials. Der Untersuchungsraum erstreckt sich mit einer Länge von ca. 120 km beiderseits des Lech von Schongau (äußerste Endmoränen und erste Rückzugsstände des Lechgletschers) über die 16-stufige Terrassenlandschaft im Raum Landsberg/Augsburg bis nach Rain (holozäne Schwemmkegel und Mündung des Lech in die Donau).

Die Gesamtmächtigkeiten der kalt- und warmfluvialen Ablagerungen erreichen im Raum Schongau rund 50 m, im Raum Landsberg ca. 40 m, im Raum Augsburg und nördlich bis zur Donau etwa 10—20 m. Im Vergleich hierzu beträgt die durchschnittliche Mächtigkeit einer Terrassenstufe etwa 3 m—5 m. Die jeweiligen Sedimentationseinheiten lassen sich petrographisch über ihr Kalk-Dolomit-Verhältnis sowie den kristallinen Anteil voneinander abgrenzen.

Im Verlauf der Talbildung, seit Ausgang des letzten Glazials, herrschte bei jeder Aktivierung des fluvialen Geschehens im Oberlauf des Flusses zunächst Ausräumung vor, wobei im Unterlauf ein Schwemmfächer aufgeschüttet wurde. Bei nachlassender fluvialer Aktivität griff die Akkumulation auch talaufwärts (TROLL 1926, 1954; BRUNNACKER 1975). Liegt im Hoch- und Spätglazial noch ein "braided river"-System vor, so macht sich zum Holozän hin eine zunehmende Mäandrierungstendenz bemerkbar. Dies betrifft vor allem diejenigen Bereiche des Tales, die an Schwemmkegeln ansetzen. Den holozänen Terrassen liegt eine Hochflutlehmedecke unterschiedlicher Mächtigkeit auf, aus der sich — vor allem zeitabhängige — Bodencatenen entwickeln konnten.

3 Methodik

Mittels Korngrößenanalysen werden Korngröße und die Kornverteilung eines Gemisches quantitativ gekennzeichnet.

Zur Darstellung bedient man sich der Korngrößenverteilungen. Wie alle statistischen Verteilungen können

auch die Korngrößenverteilungen grundsätzlich in zwei verschiedenen Formen dargestellt werden, entweder als Summen- oder als Häufigkeitsfunktion (WALGER 1964).

Die Summenfunktion entsteht durch Kumulation der absoluten Häufigkeiten. In der Darstellung als Summenfunktion wird auf der Abszisse die Zufallsvariable aufgetragen. Auf der Ordinate wird die aufsummierte Häufigkeit, ausgedrückt in Gewichtsanteilen, als Maß verwendet.

Die Häufigkeitsfunktion kann graphisch über die absoluten Häufigkeiten (Histogrammform) durch eine „sehr feine“ Klassenteilung gewonnen werden. Mathematisch wird die Häufigkeitsfunktion als 1. Ableitung der Summenfunktion dargestellt. Durch diesen Zusammenhang erhält die Ordinate das Maß „Gewichtsanteile/Klassenteilung“ (WALGER 1964).

Normiert man die Summen- und Häufigkeitsfunktion, so gelangt man an den Wahrscheinlichkeitsbegriff:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(a) da = 1 \text{ bzw. } F(g)_{\max} = 1.$$

Dabei ist $f(a)$ die normierte Häufigkeits- und $F(g)$ die normierte Summenfunktion. In der normierten Form werden diese Funktionen auch als Wahrscheinlichkeitsdichte ($f(a)$) und Verteilungsfunktion ($F(g)$) bezeichnet. Die unterschiedlichen Argumente „a“ und „g“ sind deswegen so gewählt, weil „a“ sich auf die Klassenmitten, „g“ jedoch auf die Klassenobergrenzen bezieht (SCHÖNWIESE 1985).

Auch bei der Darstellung der hier vorliegenden Korngrößenverteilungen liegen diese beiden beschriebenen Funktionen in normierter Form vor: auf der Ordinate wird entweder „Gewichtsprozent pro Klassenverteilung“ (bei $s(a)$) oder „Gewichtsprozent“ (bei $S(g)$) aufgetragen.

Für die Abszissenachsenteilung hat sich bei Korngrößenverteilungen ein „relativierender Korngrößenmaßstab“ als vorteilhaft erwiesen (WALGER 1964). Bei den hier vorliegenden Untersuchungen wird für beide Funktionen die „Zeta-Skala“ (KRUMBEN 1938) verwendet. Sie hat gegenüber der häufig gebrauchten „Phi-Skala“ den Vorteil, daß die Maschenweiten in Siebsätzen nach Din 4188 den „Zeta-Graden“ entsprechen (WALGER 1962) und sich für die praktische Rechenarbeit als sehr günstig erweisen (s. Abb. 1).

Dargestellt werden die normierten Summenkurven in einem Wahrscheinlichkeitsnetz mit linear geteilter Abszisse („Zeta-Skala“) und nach dem Gauß'schen Integral geteilter Ordinate (Gew.-%). Entsprechend

	[ϕ Zeha]	[mm]	[phi]
Geländesiebung	- 1.75	112.000	- 6.807
	- 1.50	63.000	- 5.977
	- 1.25	35.500	- 5.150
	- 1.00	20.000	- 4.322
	- 0.75	11.200	- 3.485
	- 0.50	6.300	- 2.655
Laborsiebung nach Probenentilung	- 0.25	3.550	- 1.828
	0.00	2.000	- 1.000
	0.25	1.120	- 0.165
	0.50	0.630	0.667
	0.75	0.350	1.515
	1.00	0.200	2.322
	1.25	0.112	3.158
	1.50	0.063	3.989
	1.75	0.032	4.966

Abb. 1: Siebklassen und Siebmethodik

werden die normierten Häufigkeitsverteilungen auf Häufigkeitspapier nach DAEVES & BECKEL (1958) eingetragen, wobei die Korngröße von links nach rechts abnimmt. Diese beiden Darstellungsweisen haben sich für die weitere rechnerische Behandlung als günstig erwiesen. So erscheinen die normierten Summenfunktionen von log-normalen Verteilungen im Wahrscheinlichkeitsnetz als Geraden; im Häufigkeitsnetz erhält man eine hyperbelähnliche Kurve der normierten Häufigkeitsverteilung, sofern eine lognormale Verteilung vorliegt (PFANZAGL 1968).

In der Regel besteht eine Korngrößenverteilung aus einem Gemisch mehrerer lognormaler Verteilungen, die sich überlagern (KRUMBEIN & PETTICORN 1938; DOUGLAS 1944; SINDOWSKI 1958). Somit lassen sich bei den Verteilungsfunktionen im Wahrscheinlichkeitsnetz mehrere Geradenabschnitte ausscheiden. Die Wahrscheinlichkeitsdichten im Häufigkeitsnetz zeigen bei Überlagerung mehrerer Normalverteilungen eine entsprechende multimodale Ausbildung — für jede Normalverteilung einen Gipfel.

Sinn und Zweck dieser graphischen Darstellungen ist es, aus der Gesamtpopulation der Stichprobe, die ja eine Mischpopulation darstellt, die entsprechenden Einzelpopulationen qualitativ und quantitativ zu isolieren. Sedimente eines bekannten Ablagerungsmilieus sollten sich mittels dieser Vorgehensweise näher spezifizieren lassen. Nach REINECK & SINGH (1980) entsprechen die so ermittelten Einzelpopulationen Bildungsparametern (vergl. hierzu auch ROHRBERG [o. J.]). Ähnliche Untersuchungen wurden von BRAUN et al. (1976) an Kornsummen im Bereich des Reiß-Tales vorgenommen, allerdings ohne eine Auflösung in Einzelpopulationen zu erreichen. Auch HERPIN (1983) wendete dieses Verfahren — mit Auflösung in Einzelpopulationen — bei quartären Sanden im Bereich zwischen Lingen und Bocholt an.

Die notwendige und umfangreiche Rechenarbeit sowie das Zeichnen der Funktionen wurde in der vorliegenden Arbeit durch ein für diese Aufgabenstellung speziell entwickeltes Computerprogramm erledigt [Meßwertverarbeitung — MV 2.2 — NITSCH (1990)], das auf der Methode von DAEVES & BECKEL (1958) basiert.

4 Auswertung

Bei der Untersuchung der Kornverteilungen hinsichtlich ihrer Einzelpopulationen, wurden folgende Bedingungen eingehalten:

1. Der Graph der Häufigkeitsverteilung soll möglichst eine nach „Unten“ (zum Feineren hin) und „Oben“ (zum Gröberen hin) geschlossene Kurve darstellen. Dies wird erreicht, wenn die Suspensionsfraktionen nicht mit in die Analyse einbezogen werden und dadurch das Intervall nach „Unten“ hin geschlossen wird. Das zu schließende „obere“ Intervall ergibt sich aus dem im Gelände bestimmten Maximalkorn.
2. Das DV-Programm versucht die zu bestimmenden Einzelverteilungen — nach Vorgabe — optimal an die einhüllende Gesamtverteilung anzupassen. Da sich diese Kurve aus empirisch gewonnenen Daten zusammensetzt, ist zu berücksichtigen, daß selten eine 100 %-ige Anpassung erlangt wird.
3. Es lassen sich nur solche Verteilungen auswerten, deren Häufigkeiten pro Klasse unter 50 Gew.-% liegen. Werden Werte von über 50 % pro Klasse erzielt, so ist eine feinere Klassenaufteilung unabdingbar.

4.1 Geländearbeiten

Es wurden nahezu alle vorhandenen Aufschlüsse (Kiesgruben) zwischen Schongau und Rain von der Basis bis zum Top beprobt. Der Hauptanteil der Proben stammt aus oberflächennahen Bereichen; hier

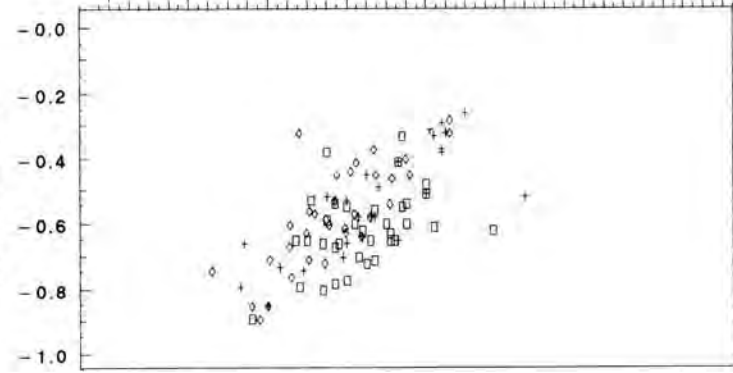
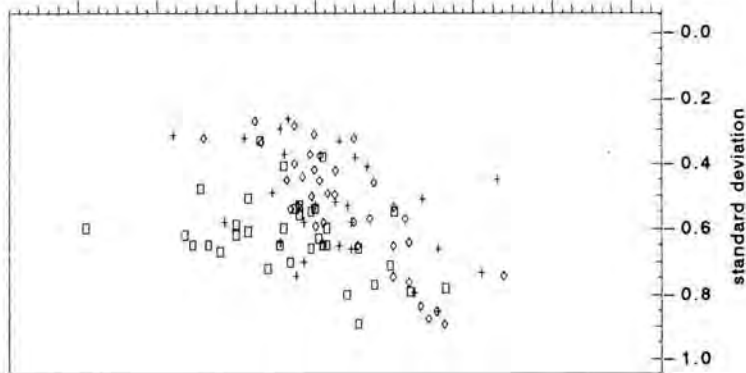
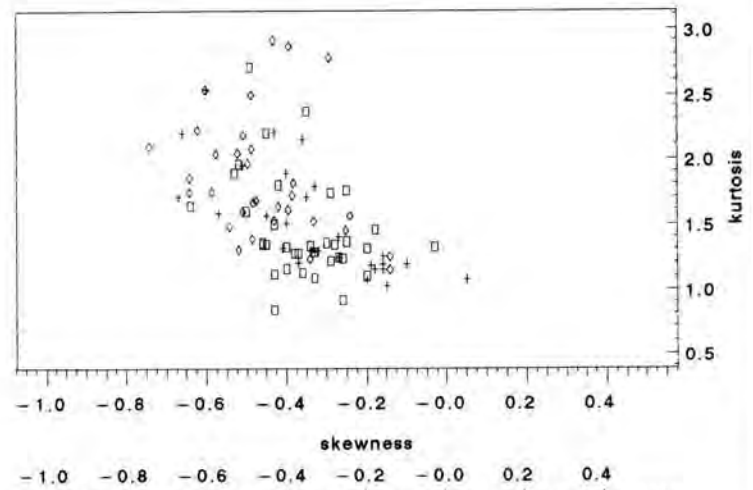
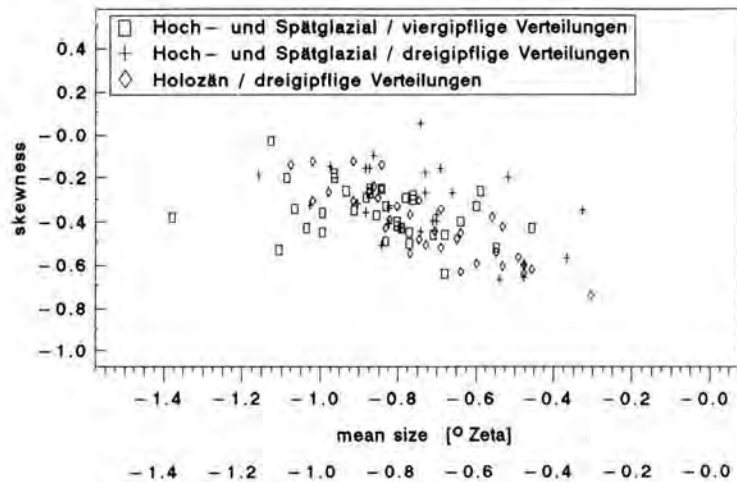


Abb. 2: Sedimentparameter hoch-, spät- und postglazialer Sedimente, nach FOLK & WARD (1957).

wurde pro Entnahmepunkt eine Parallelprobe gezogen. Daneben gelangten auch Schlitzproben zur Auswertung. Der Umfrage einer Probe richtet sich nach dem im Gelände bestimmten, durchschnittlichen Maximalkorn. In den kaltfluvialen Sedimenten des Hoch- und Spätglazials beträgt die durchschnittliche Größe des Maximalkorns etwa 100–200 mm, in den holozänen Sedimenten — abgesehen von Basislagen — rund 100 mm. Aus Vorversuchen mit bis zu 150 kg Material pro Probe wurde ermittelt, daß (mindestens) 20 kg Sediment je Entnahmepunkt ausreichend erscheinen, um eine Auswertung der Korngrößenanalyse im Wahrscheinlichkeitsnetz vorzunehmen. Der Anteil der Grobfractionen, der bei dieser Vorgehensweise nicht ermittelt wurde — durch die Vorgabe des Maximalkorns aber hinreichend interpretierbar bleibt — liegt dann bei 5 % bis 10 %. Eine genauere Auflösung der Kurven im Grobkornbereich wird bei IBBEKEN (1974) beschrieben.

Die Kornklassen < 112 mm wurden über DIN-Siebe (40 cm x 40 cm) fraktioniert und die entsprechenden

Gewichtsanteile ermittelt. Die Fraktionen < 6.3 mm gelangten zur weiteren Aufbereitung in das Sedimentlabor (vgl. Abb. 1). Die hoch-, spät- und postglazialen Schotter des Lechtales lassen sich auch geröllanalytisch unterscheiden. Daher wurden — neben der Profilaufnahme — an den Fraktionen > 20 mm, < 63 mm Rundungsgradbestimmungen sowie geröllpetrographische Bestimmungen durchgeführt (SCHREIBER 1985).

Um dem Problem der Einzelkornlagen (WALGER 1962) gerecht zu werden, wurden sowohl Proben aus „Matrixschotter-Lagen“ wie auch aus „Gerüstschotter-Lagen“ entnommen.

4.2 Laborarbeiten

Im Labor wurden die Fraktionen < 6.3 mm getrocknet und die Kornklasse < 6.3 mm, > 3.55 mm per Hand ausgesiebt. Die Kornklassen < 3.55 mm wurden mittels eines automatischen Probenteilers aufge-

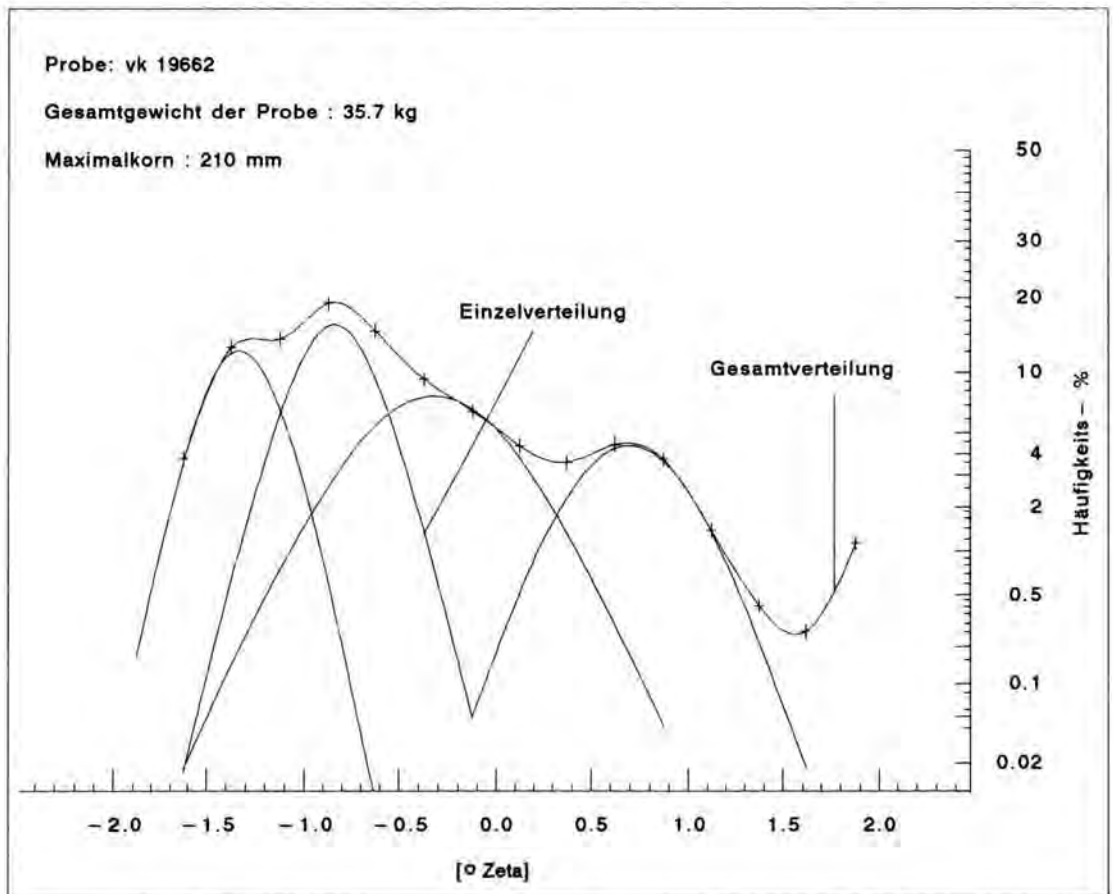


Abb. 3: Vergipflige Verteilung eines kaltfluvialen Schotters (Raum Schongau/Übergangskegel).

teilt, danach maschinell naß gesiebt und getrocknet. Wie aus der Probenaufbereitung zu erkennen ist, ergibt sich ein Fehler dadurch, daß im Gelände trocken, im Labor aber naß gesiebt wurde. Um den Sandanteil zu bestimmen, der an den Grobfractionen beim Trockensieben haften bleibt, wurden zwei sandreiche Proben am gleichen Probenpunkt entnommen und die Grobfractionen sowohl naß wie auch trocken gesiebt. Der zu bestimmende Fehler beläuft sich — unter Berücksichtigung des Haftwassersanteiles — auf 2 Gew.-% bis 4 Gew.%. Um diesen Fehler möglichst klein zu halten, sollten die Proben möglichst „trocken“ dem Schotterkörper entnommen werden.

5 Ergebnisse

Ausgewertet wurden rund 150 Siebanalysen. Neben der Auswertung der Analysen im Wahrscheinlichkeitsnetz wurden die Summenkurven auch nach der

herkömmlichen Methode (FOLK & WARD 1957), in Anlehnung an BRAUN et al. (1976) ausgewertet. In der Abbildung 2 sind die entsprechenden Sedimentparameter gegeneinander aufgetragen.

Den Diagrammen ist zu entnehmen, daß sich die kalt- und warmfluvialen Sedimente nur bedingt unterscheiden lassen. Dies bezieht sich vor allem auf den Parameter Sortierung. Die holozänen Sedimente zeigen eine etwas „bessere“ Sortierung als entsprechende hoch- und spätglaziale Ablagerungen.

Bei Auswertung der Korngrößenanalysen mittels der Häufigkeitsanalyse können hingegen vier verschiedene Typen von Verteilungen beobachtet werden. Die Mediane der Einzelpopulationen können aus den Abbildungen entnommen werden. Standardabweichungen sowie die prozentualen Anteile der Einzelpopulationen an der Gesamtverteilung werden vom Rechenprogramm festgehalten.

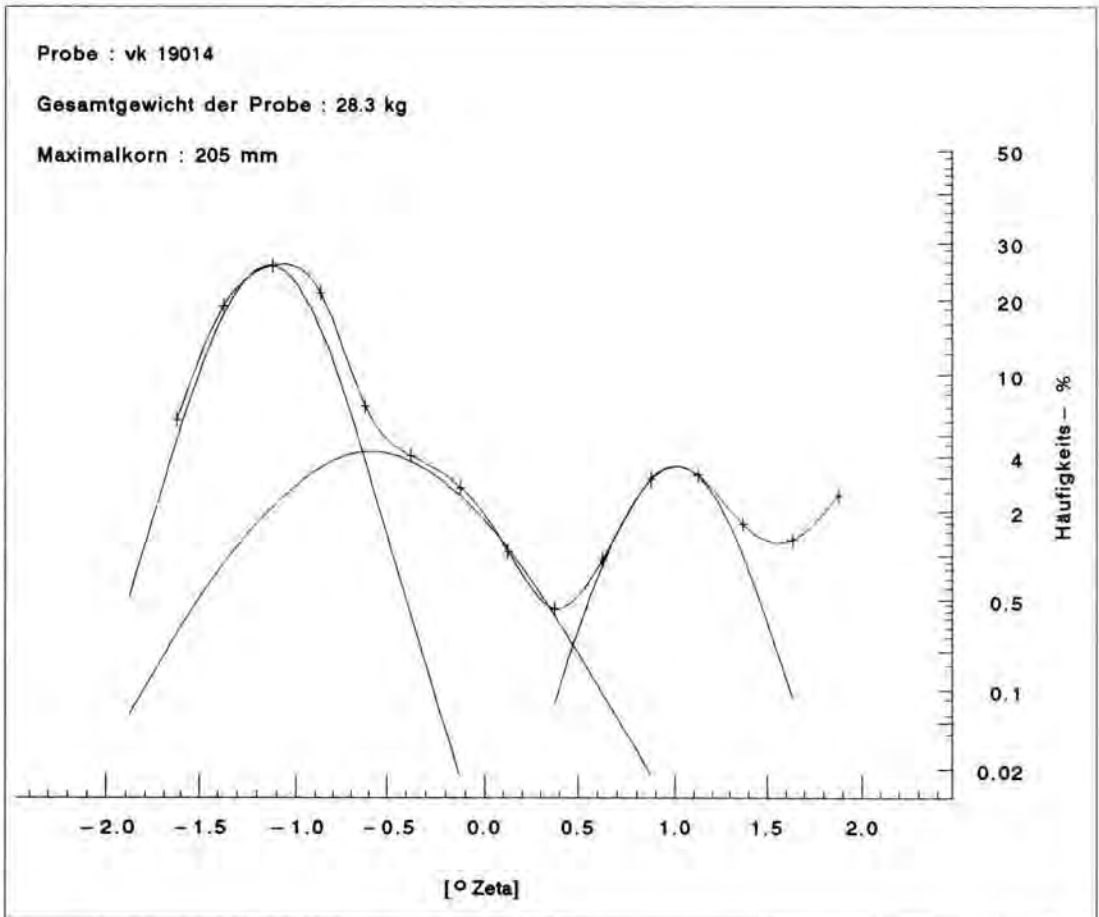


Abb. 4: Dreigipflige Verteilung eines kaltfluvialen Schotters (Raum Landsberg/zentraler Schwemmkegel).

5.1 Hoch- und spätglaziale Schotter

Dreiviertel der untersuchten Proben entstammen den hoch- und spätglazialen Schotterkörpern. Es lassen sich drei verschiedene Kurventypen erkennen: Häufigkeitsverteilungen mit vier, drei und zwei Einzelpopulationen. Vier-gipflige Verteilungen können an 50 % aller kaltfluvialen Proben des Lechtales beobachtet werden (s. Abb. 3). Rund 50 % des Probenmaterials zeigt drei-gipflige Häufigkeitsverteilungen (s. Abb. 4). Daneben finden sich auch zwei-gipflige Kurventypen. Diese Verteilungen sind auf Proben zurückzuführen, die ausschließlich aus Gerüstschotterlagen und Sandlinsen stammen. Dabei sei angemerkt, daß es nur sehr schwer möglich ist, eine Probe exakt aus einer Lage (WALGER 1962) zu entnehmen. Tatsächlich „verstecken“ sich hinter den drei-gipfligen Verteilungen etwa 50 % aller Proben, die Gerüstschottern entnommen wurden.

Die Drei- oder Vier-Gipfligkeit einer Verteilung hängt weder von der Entfernung zum Schüttzentrum noch von der jeweiligen Lage im Aufschluß ab.

In den Abbildungen 5 und 6 sind nun alle Mediane der Einzelpopulationen von spät- und hochglazialen Kornverteilungen in Abhängigkeit zu ihren prozentualen Anteilen gegeneinander aufgetragen; es lassen sich Punktwolken umreißen. Über den Vergleich der Medianlagen zueinander wird deutlich, daß bei den vier-gipfligen Verteilungen ein „Medianzentrum“ in den Kornklassen $< 63 \text{ mm}$, $> 20 \text{ mm}$ auffällt. Die anderen Medianzentren sind leicht gegeneinander verschoben und unterscheiden sich lediglich in ihren prozentualen Anteilen voneinander. Bei dieser Darstellungsweise wird die sehr schlechte Sortierung eines Glazialschotters greifbar.

5.2 Holozäne Schotterkörper

Zur Auswertung gelangten etwa 40 Proben holozäner Schotterakkumulationen. Die vorhandenen feinkörnigen Sedimentfüllungen der Altarme blieben unberücksichtigt. Keine der holozänen Verteilungen ließ eine Auflösung in vier Einzelpopulationen zu. Es

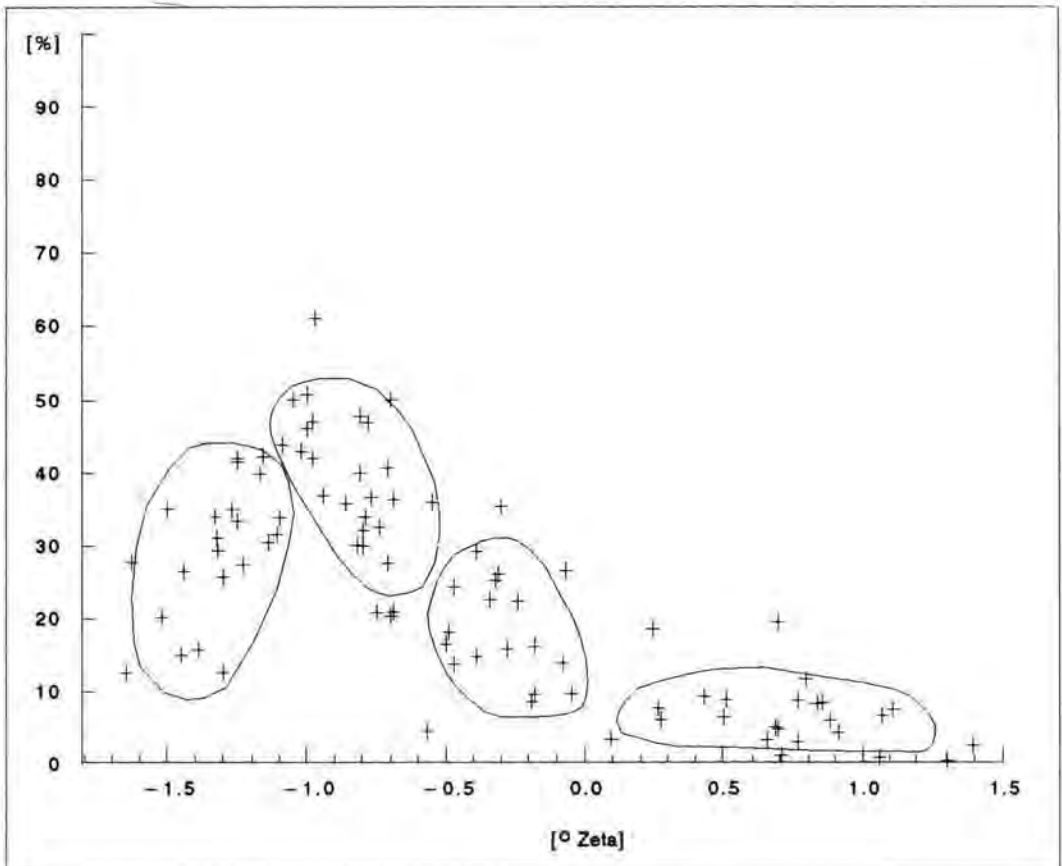


Abb. 5: Mediane hoch- und spätglazialer Sedimente und deren prozentuale Anteile an den Gesamtverteilungen, Anzahl der Mediane: 4.

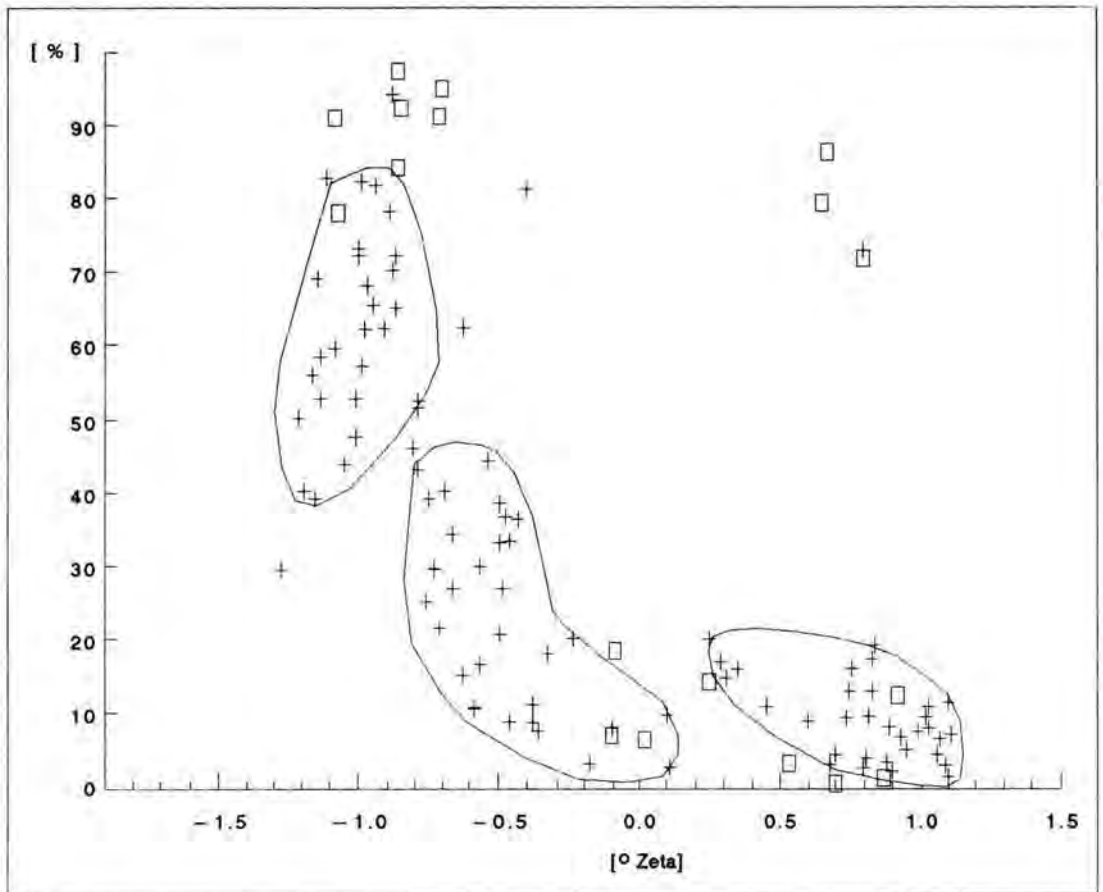


Abb. 6: Mediane hoch- und spätglazialer Sedimente und deren prozentuale Anteile an den Gesamtverteilungen.
Anzahl der Mediane: 3 +
Anzahl der Mediane: 2 □

konnten bislang nur drei-gipflige Häufigkeitsverteilungen nachgewiesen werden (s. Abb. 7). Auch hier „verstecken“ sich die zweigipfligen Verteilungen der Gerüstschotter-Lagen hinter denen mit drei Einzelpopulationen.

Anzumerken ist, daß — bedingt durch hochstehendes Grundwasser — selten Basislagen der holozänen Sedimente aufgeschlossen sind. Vergleichsproben, vermeintlich warmfluvialer Ablagerungen, präwürmzeitlichen Alters zeigen aber, daß deren Basislagen auch vier Einzelverteilungen aufweisen können. Die Geröllpetrographie der Basisblöcke unterscheidet sich teilweise von der des hangenden Schotterkörpers. Es wird daher angenommen, daß die Großgerölle aus älteren, kaltzeitlichen (?) Schottern stammen und während der Erosion projiziert wurden.

In der Abbildung 8 sind die Mediane der Einzelverteilungen holozäner Schotter und ihre prozentualen An-

teile dargestellt. Die Abgrenzung der verschiedenen Einzelverteilungen ist wesentlich besser zu erkennen als bei den kaltfluvialen Sedimenten. Die Lage der Mediane entspricht denen der kaltfluvialen drei-gipfligen Verteilungen. Das Auftreten von einigen Medianen im Bereich 2 mm bis 6.3 mm kann auf den Siebschnitt zurückgeführt werden (s. a. Kapitel 3 Methodik; dies gilt dann sicherlich auch für entsprechende Einzelverteilungen aus hoch- und spätglazialen Sedimentproben). Auffällig ist der „Kornsprung“ im Bereich 2 mm bis 0.35 mm.

6 Schlußfolgerungen

Folgende Schlußfolgerungen lassen sich aus den gemachten Beobachtungen ziehen:

1. Die hier angewandte Methode der Auswertung von Korngrößenanalysen über ihre Häufigkeitsvertei-

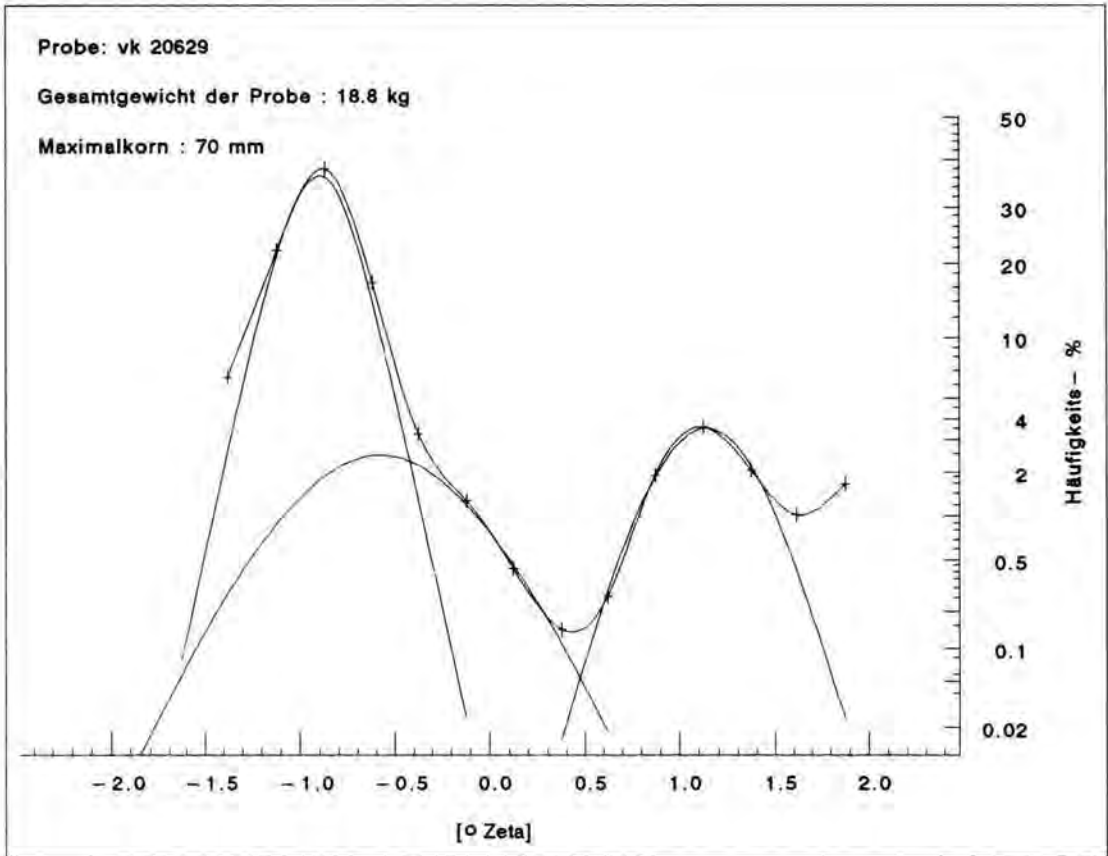


Abb. 7: Dreigipflige Verteilung eines warmfluvialen Schotters (Raum Thierhaupten / Schotterstrang).

lungen zeigt, daß sich warm- und kaltfluviale Sedimente des Lechtales, bei der Betrachtung ihrer Einzelverteilungen, gut voneinander unterscheiden lassen. Rund 50 % der hoch- und spätglazialen Proben zeigen vier Einzelverteilungen (s. Abb. 9).

2. Warmfluviale (holozäne) Schotter besitzen — basisnahe Schotterlagen ausgenommen — ausschließlich dreigipflige Korngrößenverteilungen mit einem Kornsprung in den Klassen 0 bis 0.5 Zeta (2—0.63 mm).

3. Die Lage der Mediane von Verteilungen mit drei Einzelpopulationen bei kalt- und warmfluvialen Sedimenten lassen auf gleiche Bildungsbedingungen schließen, da sich hinter den jeweiligen Populationen Bildungsparameter verbergen. Wir vermuten, daß sich hier die lineare Bewegung eines Sedimentkörpers im fluvialen Milieu dokumentiert. Die maximale Fließgeschwindigkeit müßte sich dann in den Medianen der Kornklassen 20—6.3 mm widerspiegeln und zwar in Abhängigkeit zum prozentualen Anteil der Gesamtverteilung.

4. Die deutlich vorhandene Vier-Gipfligkeit in kaltfluvialen Schotterakkumulationen ist vermutlich auf

die temporäre Wasserführung sowie auf mitgeführtes Drifteis zurückzuführen. Aus dem gleichen Grunde sind derartige Sedimente schlechter sortiert als warmfluviale Ablagerungen.

5. Die Untersuchung WALGERS (1962) von Einzelkornlagen an marinen und fluvialen Sanden (Einzelkornlagen = Elementarverteilungen) kann auf den grobklastischen Bereich ausgedehnt werden. Die Elementarverteilung grobklastischer, fluvialer Sedimente liegt dann im Bereich 11.2 m bis etwa 35.3 mm Korn Durchmesser.

6.1 Ausblick

Erste Vergleiche von Häufigkeitsverteilungen der Sedimente im Lechtal mit gleichen Untersuchungen an Ablagerungen von Erft und Rhein (Braunkohlentagebau Garzweiler), die von W. BOENIGK — Abteilung für Quartärgeologie, Universität Köln — durchgeführt werden, zeigen, daß sich die doch grundverschiedenen Sedimentkörper hinsichtlich der Lage von Einzelverteilungen nicht differenzieren lassen. Der

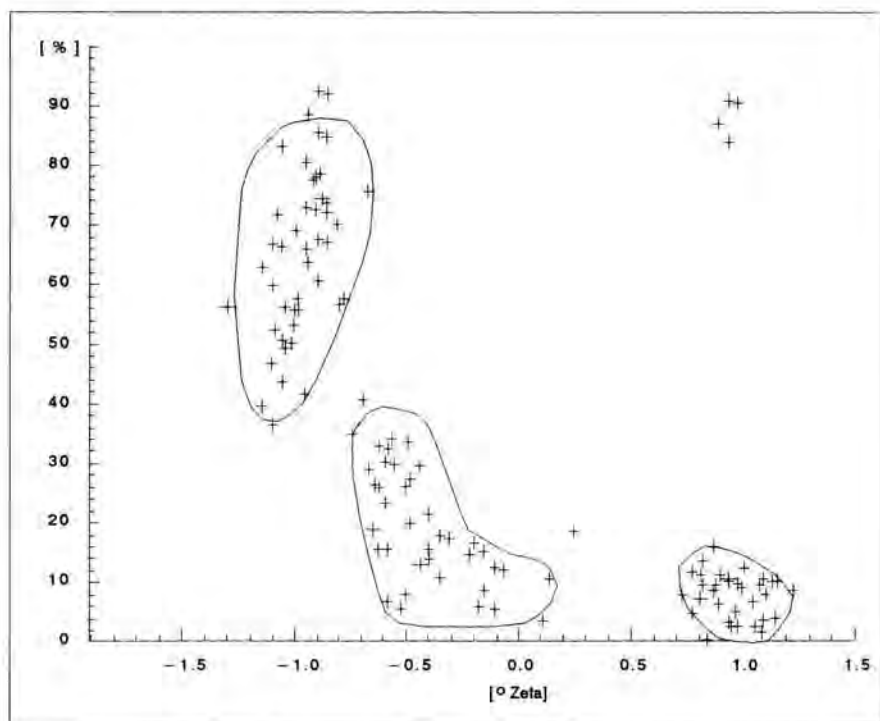


Abb. 8: Mediane holozäne Sedimente und deren prozentuale Anteile an den Gesamtverteilungen.
Anzahl der Mediane: 3

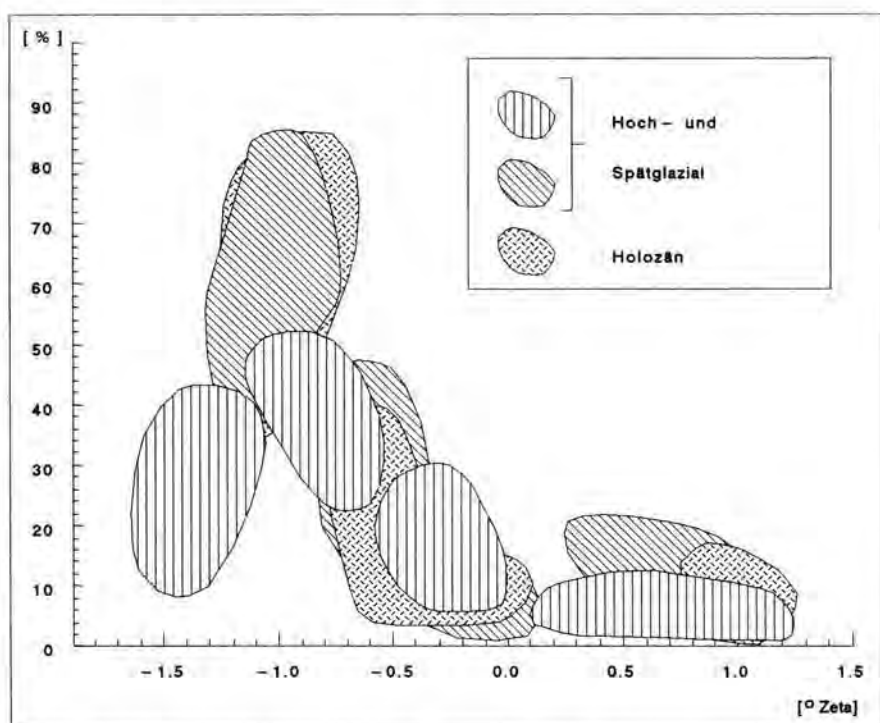


Abb. 9: Medianvergleich hoch-, spät- und postglazialer Sedimente des Lechtales.

Unterschied drückt sich lediglich in dem absoluten Anteil der Einzelverteilung an der Gesamtpopulation aus. Festigt sich dieses Bild, so sollte es durchaus möglich sein, die meist fossilleren und grobkörnigen Lockersedimente des Quartärs weiter zu gliedern.

7 Schriftenverzeichnis

- BRAUN, A. F. (1973): Einfaches sedimentologisches Modell zu Gliederung der von Gletschern abgelagerten Sedimente. — *N. Jb. f. Geol. u. Pal., Mh.* 1973: 315—326, 6 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.
- et al. (1976): Der Beitrag der Sedimentanalyse zur Quartärstratigraphie (Ein Diskussionsvorschlag zur Sitzung der Subkommission für Quartärstratigraphie in der DUGW am 20. 2. 1976). — *Bezirksstelle f. Naturschutz und Landschaftspflege, Mitteilg. Nr. 4*, 28 S., 6 Abb., 1 Tab.; Tübingen.
- BRUNNACKER, K. (1959): Zur Kenntnis des Spät- und Hochglazials in Bayern. — *Geolog. Bav.*, 43: 74—150, 13 Abb., 16 Tab.; München.
- (1964): Die geologisch-bodenkundlichen Verhältnisse bei Epfach. — In: J. WERNER (Hrsg.), *Studien zu Abodiacum — Epfach*, I. Münchener Beiträge zur Vor- u. Frühgesch., 7: 140—156, 3 Abb., 1 Tab.; München.
- (1975): Aktivierung des fluviatilen Geschehens im Holozän nördlich der Alpen. — *Bulletin of Geology*, 19: 149—156, 2 Abb.; Warschau.
- (1978): Der Niederrhein im Holozän. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, 28: 399—440, 14 Abb., 4 Tab., 1 Taf.; Krefeld.
- DAEVES, K. & BECKEL, A. (1958): Großzahl Methodik und Häufigkeitsanalyse. — 143 S., 39 Abb., 11 Taf., 2. Auflage; Weinheim/Bergstr.
- DOEGLAS, D. J. (1944): De interpretatie van Korrelgrote-analysen. — *Verh. Ned. Geol. Mijnb. Genootsch. geol. ser.* 15, S. 247—328, 10 Abb., 's-Gravenhage.
- FOLK, A. L. & WARD, W. C. (1957): Brazos river bar: A study in the significance of grain size parameters. — *Journ. Sediment. Petrol.*, 27: 3—26, 3 Abb.; Tulsa/Oklahoma.
- GERMAN, R. (1962): Zur Geologie des Lechvorlandgletschers. — *Jber. u. Mitt. oberrhein. Geol. Vereinigung*, 44: 61—83, 5 Abb.; Stuttgart.
- (1973): Sedimente und Formen der glazialen Serie. — *Eiszeitalter und Gegenwart*, 23/24: 108—122; Öhringen.
- HERPIN, R. (1983): Sedimentpetrographie im Quartär zwischen Bocholt und Lingen. — *Sonderveröff. Geol. Inst. d. Uni. Köln*, 46: 220 S., 71 Abb., 6 Tab.; Köln.
- IBBEKEN, H. (1974): A simple sieving and splitting device for field analysis of coarse grained sediments. — *Journ. Sed. Petrol.*, 44, No. 3: 939—946, 6 Fig.; Tulsa.
- INMAN, D. L. (1952): Measures for describing the size distribution of sediments. — *Journ. Sed. Petrol.*, 22: 125—145; Tulsa/Oklahoma.
- JERZ, H. & MANGELSDORF, J. (1989): Die interglazialen Kalksinterbildungen bei Hurlach nördlich Landsberg am Lech. — *Eiszeitalter u. Gegenwart* 39: 29—32, 2 Abb.; Öhringen.
- KRUMBEIN, W. C. & PETTIJOHN, F. J. (1938): *Manual of Sedimentary Petrography*. — X + 549 S., 87 Abb., 34 Tab.; New York.
- (1938): Size frequency distributions and the normal phicurve. — *J. Sediment. Petrology*, 8: S. 84—90, 4 Abb.; Tulsa.
- & SLOSS (1963): *Stratigraphy and sedimentation*. — 660 S., 252 Fig.; New York.
- MACCAMMON, P. (1962): Efficiencies of particle measures for describing the mean size and sorting of the sedimentary particles. — *Journ. Geol.* 70: 443—465, 18 Fig.; Tulsa.
- NITSCH, R. (1990): MV, die etwas andere Meßwertverarbeitung Version, 2.2. — *Eigenverlag Alteburgerstr.* 20; Köln.
- PFANZAGL, J. (1968): *Allgemeine Methodenlehre der Statistik II*. — *Sammlung Götschen*, 747/747a: 315 S., 41 Abb., 36 Tab., 3. verb. Auflage; Berlin.
- PETTIJOHN, POTTER & SIEVER (1972): *Sand and sandstones*. — 618 S., 258 Abb.; Berlin.
- REINECK, H. E. & SINGH, I. B. (1980): *Depositional Sedimentary Environments*. — XIX + 549 S., 2. Auflg., 683 Abb.; Berlin, Heidelberg, New York.
- ROHRBERG, A. [(ohne Jahr)]: *Die Anwendung der Wahrscheinlichkeits- und Häufigkeitsnetze*. — Herausgeb. Carl Schleicher & Schüll, 28 S., 13 Tab., 17 Taf.; Einbeck.
- SCHAEFER, I. (1950): Die diluviale Erosion und Akkumulation. — *Forsch. z. dtsh. Landeskunde.*, 49, 154 S., 38 Abb.; Landshut.
- (1957): Erläuterungen zur geologischen Karte von Augsburg und Umgebung 1:50 000. — *Bayer. Geol. L.A.*, 92 S., 4 Abb., 1 Kt., 2 Beil.; München.
- SCHIRMER, W. (1983): Die Talentwicklung an Main und Regnitz seit dem Hochwürm. — *Geol. Jb.*, A 71: 11—43; Hannover.
- (1990): Rheingeschichte zwischen Mosel und Maas. — *Deutsche Quartärvereinigung, W. SCHIRMER (Hrsg.), deiqua-Führer 1*: 295 S., 133 Abb., 10 Tab.; Hannover.
- SCHÖNWIESE, C. D. (1985): *Praktische Statistik*. — 231 S., 66 Abb., 62 Tab.; Berlin-Stuttgart.
- SCHREIBER, U. (1985): Das Lechtal zwischen Schongau und Rain im Hoch-, Spät- und Postglazial. — *Sonderveröff. d. Geol. Inst. d. Uni. Köln*, 58, 192 S., 58 Abb., 4 Tab., 1 Taf.; 4 Beil.; Köln 1985.
- (1992): Geologische Untersuchungen im Umfeld der endjungneolithischen Siedlung bei Pestenacker, Landsberg a. Lech. — *Römisch Germanische Kommission* 71: 16 S., 8 Abb., 1 Tab.; Frankfurt.
- SINDOWSKI, K.-H. (1958): Die synoptische Methode des Kornkurven-Vergleiches zur Ausdeutung fossiler Sedimentationsräume. — *Geol. Jb.* 73: 235—275, 68 Abb.; Hannover.

- STARKEL, L. (1985): Lateglacial and postglacial history of river valleys in Europe as a reflection of climate changes. — *Ztschr. f. Gletscherkunde u. Glazialgeol.* 21: 159—164, 4 Abb.; Innsbruck.
- TROLL, C. (1926): Die jungglazialen Schotterfluren im Umkreis der deutschen Alpen. — *Forsch. zur Dt. Landes- u. Volkskde.*, 24: 158—256, 11 Abb., 6 Taf.; Stuttgart.
- (1956): Tiefenerosion, Seitenerosion und Akkumulation der Flüsse im fluvioglazialen und periglazialen Bereich. — *Geomorph. Stud., Machatschek-Festschrift*: 213—226, 4 Fig.; Bonn.
- WALGER, E. (1962): Die Korngrößenverteilung von Einzel-lagen sandiger Sedimente und ihre genetische Bedeutung. — *Geol. Rdsch.*, 51, S. 494—507, 8 Abb.; Stuttgart.
- (1964): Zur Darstellung von Korngrößenverteilungen. — *Geol. Rdsch.*, 54: S. 976—1002, 11 Abb.; Stuttgart.

Manuskript eingegangen am 14. 01. 1991.