

FID Biodiversitätsforschung

Decheniana

Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und
Westfalens

Methodisch-sedimentologische Auswertungsverfahren bei der Erstellung
einer äolischen Decksedimentkarte vom Niederrheinischen Höhenzug -
mit 1 farbigen Faltkarte am Ende dieses Bandes

Siebertz, Helmut M.

1998

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im
Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen

Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:

Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten
Identifikator:

[urn:nbn:de:hebis:30:4-194368](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hebis:30:4-194368)

Methodisch-sedimentologische Auswertungsverfahren bei der Erstellung einer äolischen Decksedimentkarte vom Niederrheinischen Höhenzug

HELMUT SIEBERTZ

Mit 1 farbigen Faltkarte am Ende dieses Bandes

(Manuskripteingang: 19. Dezember 1996)

Kurzfassung: Für die Erstellung der äolischen Decksedimentkarte vom Niederrheinischen Höhenzug werden diverse Auswertungsverfahren benutzt, die nicht immer in Übereinstimmung mit den konventionellen geowissenschaftlichen Methoden stehen. Das hängt mit der speziellen Fragestellung dieses morphologisch abgeschlossenen Raumes zusammen, die einer differenzierten Analyse und Aussage bedarf.

Als Auswertungsmethode dient die aus neun Kornfraktionen bestehende logarithmische Sedimentnomenklatur DIN 4188, mit der eine optimale granulometrische Ausdeutung der bearbeiteten Sedimente erreicht wird. Zur Gliederung und zum Probenvergleich ist als Hilfsmittel der Feinheitsgrad (FG) von Bedeutung, der in diesem Umfang erstmals praktisch angewandt wird und sich hervorragend bewährt hat. Die Darstellung der einzelnen Probenanalysen erfolgt in einem Konzentrationsdreieck, das Korngruppenkombinationen von Grob- und Mittelsand, den Feinsandfraktionen sowie Schluff und Ton beinhaltet und daher eine größere Aussagefähigkeit bietet als die konventionelle Darstellungsmethode (Beilage). Hinzu kommen verschiedene geowissenschaftliche Sedimentbegriffe, die häufig regional bedingt unterschiedlich terminologisch benutzt werden, für eine differenzierte Sedimentsprache eines Raumes aber unerlässlich sind.

Schlagworte: Granulometrie (DIN 4188), Sedimentnomenklaturen, Feinheitsgrad (FG), Korngruppenkombinationen, äologische Sedimentbegriffe

Abstract: Classifications of cover sediments are indispensable for geoscientific studies. A comparison of granulometric analyses reveals, however, that data vary according to analyst and method used; thus it is rarely possible to directly compare the results of such studies. Moreover, the application of the terms for the various cover sediments differs according to analyst and study area, a fact which complicates a clear identification of the sediments.

Sediments from different areas show a remarkable diversity in compound, which has to be considered in every sedimentological analysis carried out for the purpose of paleogeographic interpretation. Thus (at present) a standardization of sediment classes is not advisable; approximate (standard) values can only be provided for each particular study area (Tab. 3-5) and these may later be integrated into a complex standardized classification (nomenclature).

The classification of eolian cover sediments and their cartographic representation in terms of degrees of fineness and combinations of grain size fractions was exemplified with reference to the Niederrheinische Höhenzug (Fig. 1, supplement). This classification, which was carried out according to DIN 4188 (logarithmic, 9 grain size fractions), is based on sedimentological analyses of more than 200 profiles and guaranteed an optimal utilization of the results. Thus an efficient and differentiated subdivision of a previously (from the sedimentologist's perspective) rather monotonous area could be presented and the sedimentological/stratigraphic conditions of differing accumulation periods as well as paleogeographic information as to wind directions during the accumulation period could be identified.

Keywords: granulometry (DIN 4188), nomenclature of sediments, degree of fineness (FG), combination of grain sizes, names of eolian cover sediments

1. Einleitung

Decksedimentnomenklaturen sind für die Untersuchung von geowissenschaftlichen Fragestellungen unerlässlich. Beim Vergleich von Korngrößenanalysen allerdings zeigt sich, daß die Daten je nach Bearbeiter und Methode variieren, so daß direkte Vergleiche in den selten-

sten Fällen möglich sind. Auch werden die Namen der Decksedimente je nach Bearbeiter und Untersuchungsgebiet unterschiedlich benutzt, was eine klare Sedimentsprache erschwert.

Sedimentuntersuchungen in diversen Räumen zeigen, daß die Zusammensetzung der

Ablagerungen sehr differenziert ist, so daß jede sedimentologische Bearbeitung hinsichtlich einer paläogeographischen Deutung diesen Fragestellungen Rechnung tragen muß. Somit ist (derzeit) eine nomenklatorische Vereinheitlichung nicht immer möglich; es können lediglich Richtwerte für den jeweiligen Untersuchungsraum erarbeitet werden (Tab. 3-5; Beilage), die erst später einer komplexen einheitlichen Zusammenfassung zugeführt werden können.

Mit Hilfe des Feinheitsgrades und der Hinzunahme von Korngruppenkombinationen konnten äolische Decksedimente auf dem Niederrheinischen Höhenzug (Abb. 1) beispielhaft klassifiziert und kartographisch dargestellt werden (Beilage). Der Decksedimentgliederung liegen über zweihundert Aufgrabungen zugrunde, deren Sedimentanalysen nach der logarithmischen Klassifikation DIN 4188 mit der Einteilung von neun Kornfraktionen durchgeführt und eine optimale Auswertung der Kornanalysen erreicht wurde. Die Folge ist die

sinnvoll differenzierte Gliederung eines früher sedimentologisch recht eintönig wirkenden Gebietes, aber auch die sedimentologisch-stratigraphischen Verhältnisse verschiedener Ablagerungsperioden sowie die paläogeographischen Aussagen über die Windrichtungen zur Zeit der Sedimentanwehung konnten mit Hilfe dieser Untersuchungsmethoden herausgearbeitet werden.

2. Sinn und Zweck von Sedimentnomenklaturen

Korngrößenanalysen sind für viele geowissenschaftliche Untersuchungen und Fragestellungen unentbehrlich. So sind in der Vergangenheit verschiedene Sedimentnomenklaturen erstellt worden, deren Ergebnisse nicht immer oder nur annähernd vergleichbar sind. Nennenswert sind hier die erweiterten Korngrößenanalysen von ATTERBERG (1905) sowie die DIN Normen 4188 (bzw. ISO-TC 24;1957) und 4022 (1955). Allen diesen Sedimenteinteilungen ist gemeinsam, daß sie auf einer logarith-

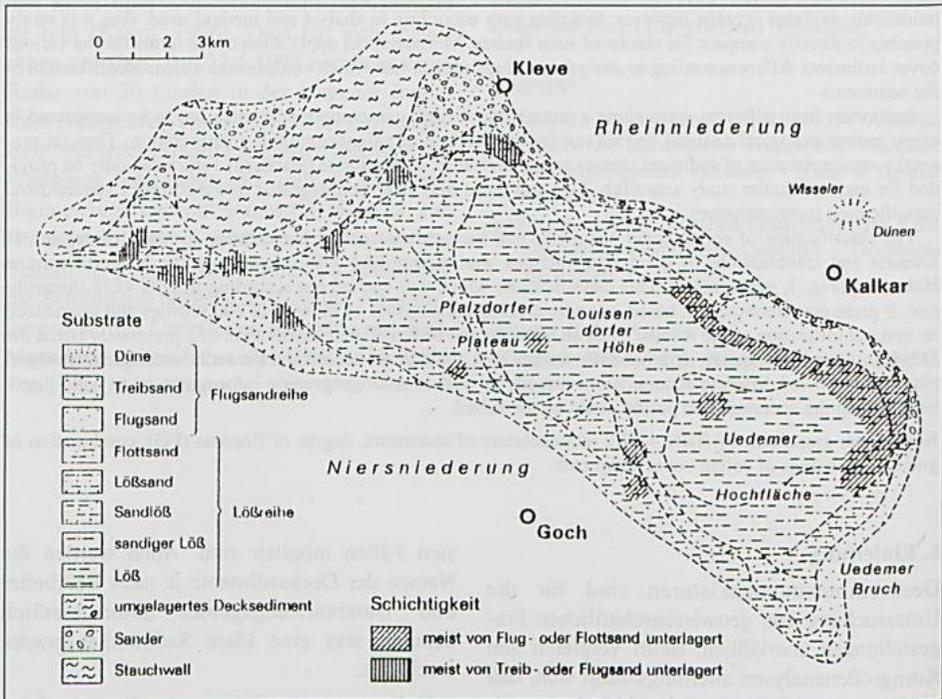


Abbildung 1. Äolische Decksedimente auf dem Niederrheinischen Höhenzug.

Tabelle 1. Zusammenstellung gebräuchlicher Sedimentnomenklaturen.

	DIN 4188 (1957) bzw. ISO-TC	DIN 4022 (1955)	Atterberg (1905)
Psammite	2-1 mm	Grobsand 2,0,6	2-1
	1-0,63 mm		1-0,5
	0,63-0,2 mm	Mittelsand 0,6-0,2	0,5-0,2
	0,2-0,1 mm	Feinsand 0,2-0,06	0,2-0,1
	0,1-0,063 mm		0,1-0,05
	0,063-0,02 mm		Grobschluff 0,06-0,02
Pelite	0,02-0,006 mm	Mittelschluff 0,02-0,006	0,02-0,01 0,01-0,005
	0,006-0,002 mm	Feinschluff 0,006-0,002	0,005-0,002
	<0,002 mm	Ton <0,002	< 0,002
	(nach KÖSTER 1964, LESER 1977, SIEBERTZ 1982)		(nach KÖSTER 1964, VOSSMERBÄUMER 1976)

mischen Basis aufgebaut sind und daß für (äolische) Feinsedimentuntersuchungen (Psammite-Pelite) die Grenze zu den Psephiten bei einem Korngrößendurchmesser von 2 mm liegt (Tab. 1).

Zur optischen Darstellung von Korngrößen dienen vornehmlich Kornsummenkurven und Konzentrationsdreiecke. Letztere beinhalten eine Konzentrierung der Sandfraktionen, des Schluffs und der Tonfraktion (Abb. 2, 3); dies geschieht unabhängig von der jeweils benutzten Sedimentnomenklatur. Die Auswertungen nach DIN 4188 (Abb. 3) zeigen dabei eine Korngrößenverteilung, die relativ flach vom Sand- zum Schluffspektrum hin verläuft, im Gegensatz zur Auswertung nach ATTERBERG (Abb. 2), wo die Korngrößenverteilung eine steilere Kurve vom Sand zum Schluff bzw. Ton beschreibt. Ein Vergleich ist trotzdem (m.E.) möglich, so daß einer Interpretation nicht der Rahmen genommen wird.

Sedimentologische Reihenuntersuchungen zur Gliederung und Differenzierung von Sedimentationsräumen sind relativ selten. Dies hängt damit zusammen, daß wenig Fragestellungen paläogeographischer Art vorliegen, welche die systematische Sedimentuntersuchung eines größeren Raumes notwendig erscheinen lassen, wie dies speziell auf dem Niederrheinischen Höhenzug geschehen ist.

Reihenuntersuchungen verursachen auch einen meist hohen Arbeitsaufwand, im Gelände und im Labor, der nicht immer im Verhältnis zum gewünschten Nutzen steht und meist recht abschreckend wirkt. Die gewonnenen Ergebnisse solcher Untersuchungen sind allerdings zuweilen sehr überraschend, wie die Decksedimentkarte vom Niederrheinischen Höhenzug zeigt (Beilage). Daraus lassen sich verständlicherweise für die Genese eines Raumes unterschiedliche Auswirkungen ableiten. Sie reichen von der Substratansprache über Bodentyp bis hin zur paläoklimatischen Entwicklung sowie den sedimentologisch-stratigraphischen Lagerungsverhältnissen eines Untersuchungsgebietes (vgl. SIEBERTZ 1988 a, b; 1992).

Für die Pedologen ist die Substratbestimmung (Bodenart) eine unabdingbare Notwendigkeit. Auffallend ist, daß bei der Substratansprache keine Einheitlichkeit vorliegt, sondern von verschiedenen Bearbeitern entsprechend ihrer Bedürfnisse unterschiedliche Klassifikationen erarbeitet wurden, deren Sedimentgliederungen nicht miteinander vergleichbar sind (Tab. 3-5; Beilage). Erst die Arbeitsgruppe Bodenkunde hat mit der bodenkundlichen Kartieranleitung für die Bundesrepublik Deutschland eine Standardisierung der Bodenarten erarbeitet, welche die Anforderungen allgemein geowissenschaftlicher Fragestellungen

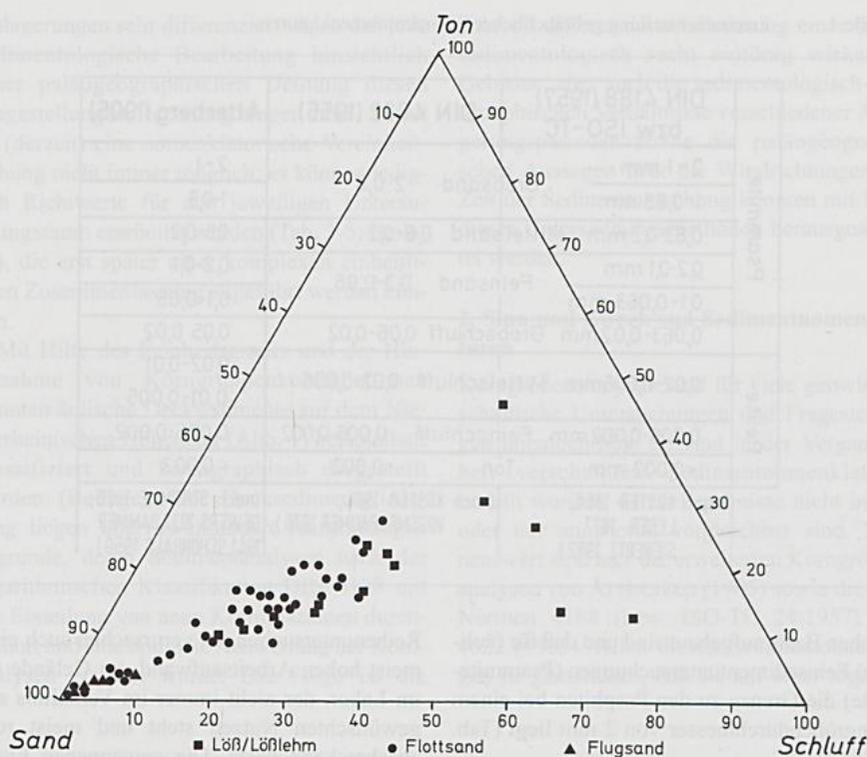


Abbildung 2. Äolische Decksedimente aus dem nordwestdeutschen Tiefland (Korngrößenanalysen ausgewertet nach DEWERS 1932).

jedoch nicht abzudecken vermag. Die oft breiten Toleranzgrenzen im Sedimentspektrum bei der geologischen Landesaufnahme können solche Spezialkartierungen schließlich auch nicht ersetzen.

Aufgrund des Vergleichs unterschiedlicher Auswertungsmethoden stellt sich die Frage, ob eine Angleichung und Vereinheitlichung der Nomenklaturen notwendig erscheint im Sinne der Deutung von geowissenschaftlichen Fragestellungen und fachlich angewandten Problemen, oder ob eine differenzierte individuelle Auswertung für die Lösung dieser Fragen von größerer Bedeutung ist.

3. Die Aussagefähigkeit und Interpretierbarkeit der Korngrößenanalysen im Konzentrationsdreieck

Die Bedeutung von Korngrößenanalysen in den Geowissenschaften wurde recht früh erkannt. So finden wir „in der Hinterlassenschaft von A.

ORTH eine kleine Korngrößen-Skala“ von acht Kornfraktionen, die nach STREMMER (1926) von A. ATTERBERG „als der eingeschlagene Weg einer methodischen Verfeinerung und Verbesserung des Gefühls bei der Aufnahme und Bestimmung der Mineralbodenart im Freien“ benutzt wurde und in einer erweiterten und differenzierten Skala von DEWERS (1932), DAMMER (1941) und SCHÖNHALS (1950) ihren Niederschlag fand (Tab. 1). Neben dieser ATTERBERG-Skala sind die heute gebräuchlichen Korngrößenskalen der DIN 4022 und DIN 4188 Norm zusammengestellt.

Bei der Bearbeitung der weichselzeitlichen äolischen Decksedimente auf dem Niederrheinischen Höhenzug wurde von SIEBERTZ (1983) methodisch der Feinsand noch in eine gröbere und feinere Fraktion aufgeteilt, was für die Beurteilung dieser Sedimente zu diesem Zeitpunkt von erheblicher Bedeutung war. Die Ausweitung der Sedimentuntersuchungen auf

den nördlichen Raum des Höhenzuges (Reichswald) und die damit verbundene größere Dichte der Probennahme führte zu einer erweiterten Klassifikation und zu einer sedimentologischen Neubewertung der Ablagerungen (vgl. SIEBERTZ 1990), die auch ihren Niederschlag in der überarbeiteten und erweiterten Decksedimentkarte (Beilage) vom Niederrheinischen Höhenzug fand.

In den Abbildungen 2 u. 3 zeigt sich, daß die Unterschiede zwischen der ATTERBERG-Methode und der DIN-Norm in der graphischen Auswertung im Konzentrationsdreieck recht auffallend sind, auch wenn man der Interpretation eine nicht zu große Bedeutung beimessen sollte. Dies kommt in der Beziehung der äolischen Decksedimente in Nordwestdeutschland zur nördlichen Lößgrenze von SIEBERTZ (1988b) auch deutlich zum Ausdruck. Die in Abbildung 2 dargestellten Sedimentanalysen sind der Untersuchung von DEWERS (1932) entnommen und nach ATTERBERG klassifiziert, die in Abbil-

dung 3 der von SIEBERTZ (1983), welche nach DIN 4188 bearbeitet wurden (Tab. 1). Abgesehen von dem zweifelhaft hohen Sandanteil bei den Flottsanden (Abb. 2), beschreibt die Punkt- wolke einen Winkel, dessen Verlängerung den Schenkel des Dreiecks bei 45 bis 50 % Ton tangieren würde, was selbst für einen stark verwitterten Löß mit einem relativ hohen Tonanteil nicht zutrifft. Die in Abbildung 3 dargestellte Punkt- wolke zeigt dagegen eine Tendenz, die klar den hohen Schluffgehalt widerspiegelt und den Ton als untergeordnete und abhängige Korngröße des Grobschluffs bei der Verwitterung äolischer Sedimente erscheinen läßt.

Die Konzentrationsdreiecke (Abb. 2, 3) zeigen im Vergleich, daß bei der Anwendung von unterschiedlichen Sedimentnomenklaturen wahre Sachverhalte verzerrt werden und der Interpretation eine andere Basis geben. In diesem Falle hält die DIN 4188 Norm solche Verzerrungen im Rahmen. In der Literatur sind relativ wenig tabellarisch aufgeführte äolische

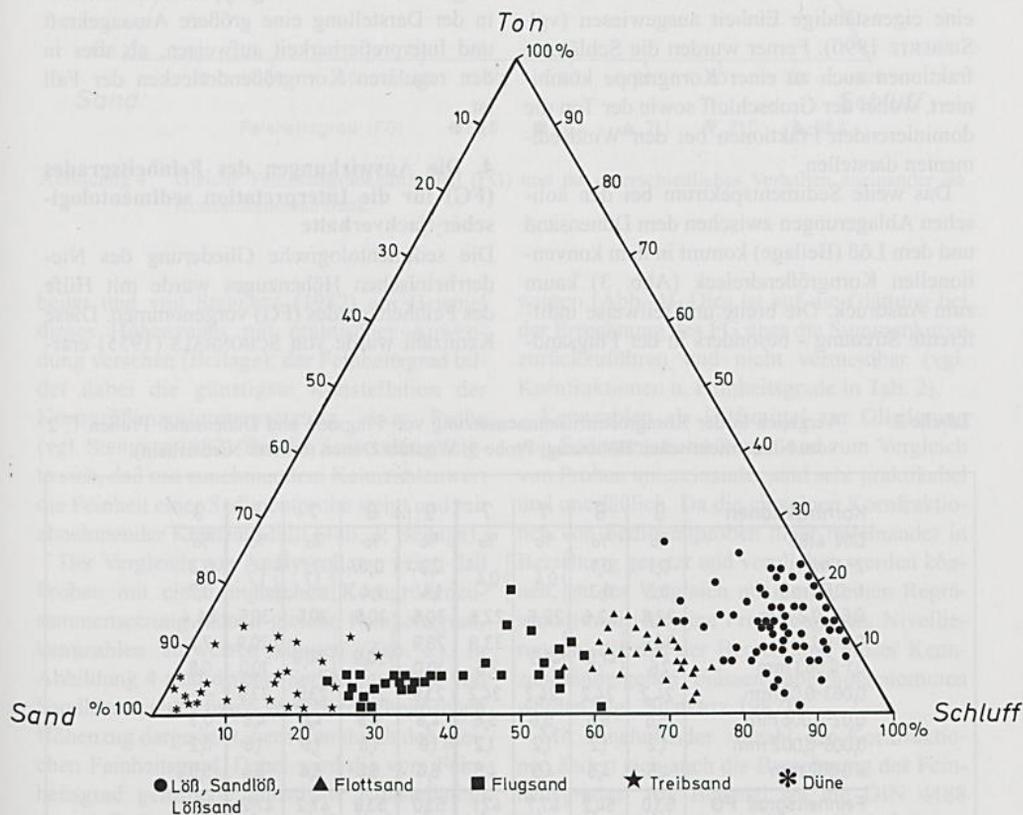


Abbildung 3. Äolische Decksedimente vom Niederrheinischen Höhenzug.

Decksedimentuntersuchungen nach der ATTERBERG-Methode bekannt, so daß ein intensiver Vergleich ausgeschlossen ist. Für die frühen Jahre der Sedimentuntersuchung war sie schon eine große Hilfe und Stütze, die heute allerdings durch die gering voneinander abweichenden Normen DIN 4022 und DIN 4188 abgelöst wurde.

Mit der Neugliederung der Decksedimente auf dem Niederrheinischen Höhenzug von SIEBERTZ (1990) ergaben die Laboranalysen neue Kornspektren, die namentlich gekennzeichnet und klassifiziert werden mußten (Kap. 5). Dabei wurden neben der neuen erweiterten Sedimentnomenklatur einzelne Kornfraktionen zu Korngruppen zusammengefaßt (Beilage), wobei nach DIN 4188 der für die Lößreihe bestimmende Mittelsand und der für äolische Sedimente völlig bedeutungslos und untergeordnete Grobsand eine Kombination bilden; die für die Flugsandreihe besonders hervortretenden Feinsandfraktionen (Tab. 2) wurden als eine eigenständige Einheit ausgewiesen (vgl. SIEBERTZ 1990). Ferner wurden die Schlämmfraktionen auch zu einer Korngruppe kombiniert, wobei der Grobschluff sowie der Ton die dominierenden Fraktionen bei den Windsedimenten darstellen.

Das weite Sedimentspektrum bei den äolischen Ablagerungen zwischen dem Dünen sand und dem Löß (Beilage) kommt in dem konventionellen Korngrößendreieck (Abb. 3) kaum zum Ausdruck. Die breite und teilweise indifferente Streuung - besonders in der Flugsand-

reihe (Beilage) - zeigt deutlich die uneinheitliche sedimentologische Zusammensetzung der Ablagerungen auf dem Höhenzug; mit Hilfe der Korngruppenbildung wird dieses breite Streuspektrum durch die Punktverteilung deutlicher zum Ausdruck gebracht. Während das konventionelle Konzentrationsdreieck (Abb. 3) einen gleichförmigen Anstieg der Punktvolke mit einer geringen Streuung aufweist, zeigen die gleichen Sedimente der Korngruppenkombinationen (Beilage) eine diffuse Streuung der Sedimente vom Dünen sand bis zum Flotsand, was anhand der Feinheitstgrade (FG) auch aus der Sedimentnomenklatur (Beilage) ersichtlich ist. Mit der schärferen Bündelung sowie den kurzen Toleranzwerten bei den Feinheitstgraden in der Lößreihe läßt sich ein Korngruppenspektrum darstellen, welches sich schließlich in einer eng gescharten Punktvolke niederschlägt und keine sedimentologisch-darstellerischen „Ausreißer“ mehr aufweist (Beilage). Damit zeigt sich, daß die Korngruppenkombinationen in der Darstellung eine größere Aussagekraft und Interpretierbarkeit aufweisen, als dies in den regulären Korngrößendreiecken der Fall ist.

4. Die Auswirkungen des Feinheitstgrades (FG) für die Interpretation sedimentologischer Sachverhalte

Die sedimentologische Gliederung des Niederrheinischen Höhenzuges wurde mit Hilfe des Feinheitstgrades (FG) vorgenommen. Diese Kennzahl wurde von SCHÖNHALS (1955) erar-

Tabelle 2. Vergleich in der Korngrößenzusammensetzung von Flugsand und Dünen sand: Proben 1, 2 vom Niederrheinischen Höhenzug; Probe 3: Wisseler Dünen (unterer Niederrhein).

Kornfraktionen	9	8	7	7	9	8	7	7	9
DIN 4188	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2-1 mm	0,1	0,1	} 0,4	} 0,4	0,3	0,3	} 1,7	} 1,7	0,2
1-0,63 mm	0,3	0,3			1,4	1,4			0,7
0,63-0,2 mm	22,6	22,6	22,6	22,6	30,5	30,5	30,5	30,5	84,4
0,2-0,1 mm	33,9	} 41,5	} 41,5	33,9	20,9	} 30,9	} 30,9	20,9	7,3
0,1-0,063 mm	7,6			7,6	10,0			10,0	0,8
0,063-0,02 mm	24,2	24,2	24,2	24,2	23,9	23,9	23,9	23,9	—
0,02-0,006 mm	5,6	5,6	5,6	5,6	4,8	4,8	4,8	4,8	0,9
0,006-0,002 mm	1,2	1,2	1,2	1,2	1,8	1,8	1,8	1,8	0,2
< 0,002 mm	4,5	4,5	4,5	4,5	6,4	6,4	6,4	6,4	5,5
Feinheitstgrad FG	53,0	54,2	47,7	47,1	53,0	53,8	47,2	47,2	38,4
	Probe 1				Probe 2			Probe 3	

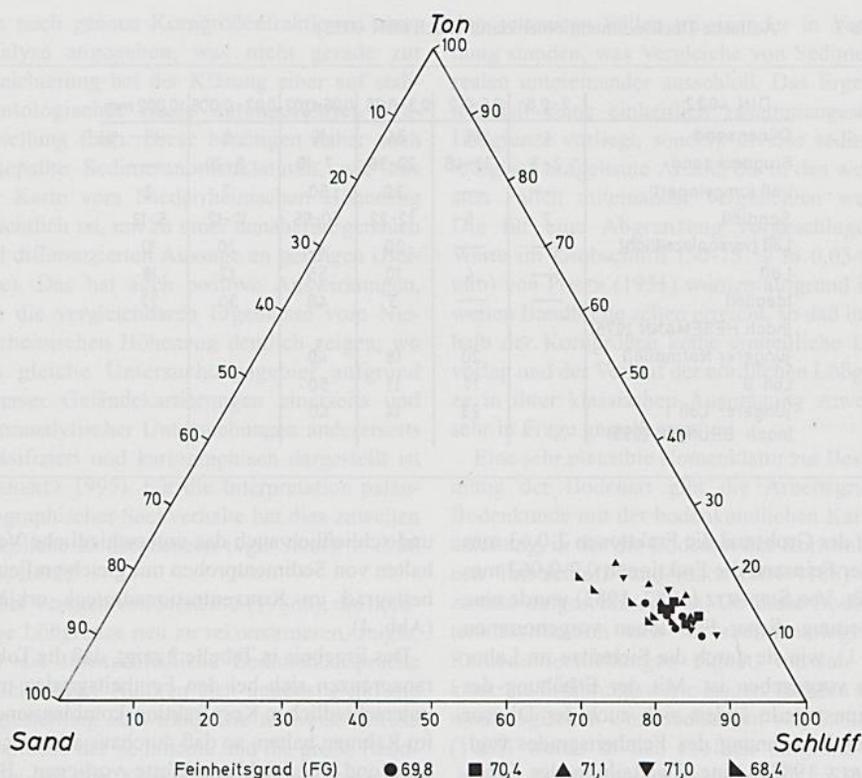


Abbildung 4. Gleiche Feinheitsgradkennzahlen (FG) und ihr unterschiedliches Verhalten zueinander im Konzentrationsdreieck.

beitet und von SIEBERTZ (1982) am Beispiel dieses Höhenzuges mit praktischer Anwendung versehen (Beilage); der Feinheitsgrad bildet dabei die günstigste Konstellation der Korngrößenzusammensetzung einer Probe (vgl. SIEBERTZ 1982). Bei der Anwendung zeigte sich, daß mit zunehmendem Kennzahlenwert die Feinheit einer Sedimentprobe steigt und mit abnehmender Kennzahl fällt (Tab. 2; Beilage).

Der Vergleich von Analysendaten zeigt, daß Proben mit einer ungleichen Korngrößenzusammensetzung jedoch gleiche Feinheitsgradkennzahlen aufweisen können (Tab. 2). In Abbildung 4 sind diverse Sedimentproben von Sandlössen und Lössen vom Niederrheinischen Höhenzug dargestellt, vertreten durch den gleichen Feinheitsgrad. Dabei wird die vom Feinheitsgrad geforderte günstigste Konstellation der am Sedimentaufbau einer Probe beteiligten Korngrößenzusammensetzungen nicht immer klar ausge-

wiesen (Abb. 4). Dies ist auf die Glättung bei der Errechnung des FG über die Summenkurve zurückzuführen und nicht vermeidbar (vgl. Kornfraktionen u. Feinheitsgrade in Tab. 2).

Kennzahlen als Hilfsmittel zur Gliederung von Sedimentationsräumen und zum Vergleich von Proben untereinander sind sehr praktikabel und unerlässlich. Da die einzelnen Kornfraktionen von Sedimentproben nicht miteinander in Beziehung gesetzt und verglichen werden können, ist der Vergleich nur durch einen Repräsentativwert für eine Probe gegeben. Nivellierungen, die mit der Berechnung dieser Kennzahl einhergehen, müssen dabei hingenommen werden (vgl. SIEBERTZ 1982).

Mit zunehmender Anzahl der Kornfraktionen ändert sich auch die Berechnung des Feinheitsgrades. Als Beispiel sei die DIN 4188 Norm in Tabelle 1 angeführt, die bei LESER (1977) aus sieben Kornfraktionen besteht,

Tabelle 3. Äolische Decksedimentnomenklatur (nach DIN 4022).

DIN 4022	2-0,6	0,6-0,2	0,2-0,06	0,06-0,02	0,02-0,006	>0,002 mm
Dünensand	1	46	34	10	8	— %
Flugdecksand	2-5	33-46	20-36	7-10	5-20	—
Löß (umgelagert)	—	—	30	50	7	2
Sandlöß	2	5	12-22	50-55	10-12	5-12
Löß (vorsaalezeitlich)	—	—	20	40	20	10
Löß	—	4	10	55	12	18
Ideallöß	—	—	3	40	30	27
(nach HESEMANN 1975)						
jüngerer Normallöß		20	18	40		
Löß II		17	11	50		
jüngerer Löß I		23	14	40		
(nach BRÜNING 1959)						

wobei der Grobsand die Fraktionen 2-0,63 mm und der Feinsand die Fraktionen 0,2-0,063 mm umfaßt. Von SIEBERTZ (1982, 1983) wurde eine Aufweitung dieser Fraktionen vorgenommen (Tab. 1), wie sie durch die Siebsätze im Labor schon vorgegeben ist. Mit der Erhöhung der Fraktionsanteile ändert sich auch der Divisor bei der Berechnung des Feinheitsgrades (vgl. SIEBERTZ 1982). Eine Zweiteilung der Grobsandfraktion in Tabelle 1 ist bei Korngrößenbewertungen im äolischen Bereich ohne große Bedeutung, da selbst bei den größten Flugsedimenten, dem Dünensand, nach SIEBERTZ (1990) das Maximum in der Mittelsandfraktion zu finden ist, während die Grobsandfraktion im Durchschnitt nicht ein halbes Prozent erreicht. Bei der Feinsandfraktion treten allerdings bei äolischen Prozessen - besonders beim Flugsand - Verschiebungen im Maximum von der gröberen zur feineren Feinsandfraktion auf (vgl. Tab. 4 in SIEBERTZ 1990). Dies kann auf die Berechnung der Kennzahl Einfluß nehmen, wie aus den Proben 1 u. 2 (Tab. 2) zu ersehen ist.

Der Vergleich beider Proben ergab die Kennzahl 53,0 (Tab. 2). Ferner sind diverse Berechnungen des FG dargestellt, bei der eine unterschiedliche Kombination von Kornfraktionen mit und ohne aufgeweiteter Grobsand- und Feinsandfraktion vorgenommen wurde. Dabei wurde der Divisor bei der Berechnung auf acht erhöht bzw. auf sieben Fraktionen gesenkt, was bei einer unterschiedlichen Korngruppenkombination zu verschiedenen Ergebnissen führte

und schließlich auch das unterschiedliche Verhalten von Sedimentproben mit gleichem Feinheitsgrad im Konzentrationsdreieck erklärt (Abb. 4).

Das Ergebnis in Tabelle 2 zeigt, daß die Toleranzgrenzen sich bei den Feinheitsgraden mit unterschiedlichen Kornfraktionskombinationen im Rahmen halten, so daß durchaus austauschbare und vergleichbare Werte vorliegen. Bei der Berechnung und Auswertung des FG sollte jedoch darauf hingewiesen werden, mit welcher Anzahl von Kornfraktionen gearbeitet worden ist, um evt. größere Fehlerquellen und falsche Interpretationen zu vermeiden. Der Toleranzfaktor liegt in Tabelle 2 zwischen 10-13 % im Unterschied der Kornfraktionsanteile zueinander.

5. Die Beurteilung von Decksedimentnomenklaturen als Hilfsmittel zur Sedimentansprache

Unterschiedliche Fragestellungen bedürfen einer differenzierten Beurteilung von Sedimenten in ihrer Quantität. Hier sind in der Vergangenheit diverse Versuche unternommen worden, spezifische Sedimente - meist Decksedimente äolischer Herkunft - zu klassifizieren und charakteristische Korngrößen oder Korngruppen herauszuarbeiten (Tab. 3-5; Beilage). Diese Erfahrungswerte stammen meist aus der Gelände- und Laborarbeit; sie entsprechen keiner einheitlichen Norm, was zu Schwierigkeiten bei der Sedimentansprache führt. Ferner sind in den Schriften weder prozentuale Anga-

ben noch genaue Korngrößenfraktionen einer Analyse angegeben, was nicht gerade zur Erleichterung bei der Klärung einer auf sedimentologischer Basis durchgeführten Fragestellung führt. Diese benötigen daher auch angepaßte Sedimentnomenklaturen, wie aus der Karte vom Niederrheinischen Höhenzug ersichtlich ist, um zu einer annähernd genauen und differenzierten Aussage zu gelangen (Beilage). Das hat auch positive Auswirkungen, wie die vergleichbaren Ergebnisse vom Niederrheinischen Höhenzug deutlich zeigen, wo das gleiche Untersuchungsgebiet aufgrund diverser Geländekartierungen einerseits und laboranalytischer Untersuchungen andererseits klassifiziert und kartographisch dargestellt ist (SIEBERTZ 1995). Für die Interpretation paläogeographischer Sachverhalte hat dies zuweilen erhebliche Konsequenzen (vgl. SIEBERTZ 1988 a, b, 1992).

Der Versuch von SIEBERTZ (1988b), die nördliche Lößgrenze neu zu rekonstruieren, zeigte, daß die unterschiedliche Sedimentansprache verschiedener Autoren sich ungünstig auf die Fragestellung auswirkte. Die teilweise diffuse Ansprache der Sedimente und die große Bandbreite in der Korngrößenzusammensetzung erschwerte die Grenzziehung sehr. Bei der Durchforstung diverser Sedimentuntersuchungen im Raum der nördlichen Lößgrenze bot sich ein Bild, in dem die Ablagerungen nicht nur unterschiedlich zusammengesetzt, sondern auch in der Ansprache recht differenziert waren, so daß Sediment und Terminologie in

den seltensten Fällen miteinander in Verbindung standen, was Vergleiche von Sedimentarealen untereinander ausschloß. Das Ergebnis ist, daß keine einheitlich zusammengesetzte Lößgrenze vorliegt, sondern diverse sedimentologisch aufgebaute Areale, die in den wenigsten Fällen miteinander vergleichbar waren. Die für eine Abgrenzung vorgeschlagenen Werte im Grobschluff (50-75 % in 0,05-0,01 mm) von POSER (1951) wurden aufgrund ihrer weiten Bandbreite selten erreicht, so daß innerhalb der Korngrößen keine einheitliche Linie vorlag und der Verlauf der nördlichen Lößgrenze in ihrer klassischen Ausprägung zuweilen sehr in Frage gestellt war.

Eine sehr plausible Nomenklatur zur Bestimmung der Bodenart gibt die Arbeitsgruppe Bodenkunde mit der bodenkundlichen Kartieranleitung, in der die Bodenart der Kornfraktionen Ton/Schluff/Sand (nach DIN 4188) prozentual aufgeschlüsselt ist. Ob diese Bodenartenklassifikation sich für sedimentologische Reihenuntersuchungen eignet, müssen erst konkrete Erfahrungswerte zeigen. Bei den sedimentologischen Untersuchungen von SIEBERTZ (1983) wurde in den Profilen aufgrund des häufig anzutreffenden Skelettanteils im Oberboden durch anthropogene Einflüsse der A-Horizont vernachlässigt. Dies geschah, um die sedimentologische Homogenität im Profil (sofern vorhanden) zu gewährleisten und damit verbunden die klare genetische Aussage und Interpretierbarkeit des Profils nicht zu schmälern. Die Homogenität läßt sich dabei am

Tabelle 4. Ermittelte Durchschnittswerte in der Zusammensetzung äolischer Decksedimente (alte Nomenklatur) vom Niederrheinischen Höhenzug (nach DIN 4188).

DIN 4188	2-0,63	0,63-0,2	0,2-0,063	0,063-0,02	0,02-0,006	>0,002 mm
Dünensand		->80 (0,63-0,1)				%
grober Flug(deck)sand		55		23		
feiner Flug(deck)sand		40		35		
Flottsand		15		49		
grober Sandlöß (Lößsand)		10-11		54		
(feiner) Sandlöß		7		57		
(schwach)sandiger Löß		4-5		61		
Löß		2-3		62		
(ergänzt nach SIEBERTZ 1982)						

Tabelle 5. Äolische Decksedimentnomenklatur nach ATTERBERG.

Atterberg (1905)	2-0,5	0,5-0,2	0,2-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02 mm
Lösse in Mitteleuropa (nach MÜCKENHAUSEN 1975)	0-0,5	0,5-3	1-7	8-40	50-65	16-36 %
Dünensand		>50		(0,05-0,01)	<1	
Treibsand		>30			1-15	
schluffiger Treibsand		20-30			15-30	
Sandlöß		10-20			30-45	
sandiger Löß		5-10			45-50	
Löß (nach SCHMIDT 1971)		<5			>50	
Flottsand (nach DEWERS 1932)				50->60	20-30	10-20
Löß					50-65	<0,01
Flottsand (nach WORTMANN 1942)				50->60		20-30 10-20/30

besten aus den errechneten Feinheitsgraden (FG) innerhalb eines Profils entnehmen, so daß sich ein verunreinigter Oberboden deutlich von dem unterlagernden Sediment absetzt (vgl. Tab. 2 in SIEBERTZ 1990; Tab. 2 in SIEBERTZ 1992).

Von SIEBERTZ (1990) ist der Versuch unternommen worden, mit Hilfe von Korngruppen (Grob- u. Mittelsand; Feinsandfraktionen; Schluff u. Ton; Tab. 1) die äolischen Decksedimente auf dem Niederrheinischen Höhenzug neu zu gliedern und voneinander abzugrenzen. Das Ergebnis ist die beiliegende Decksedimentkarte. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, daß die prozentualen Maxima bei äolischen Sedimenten klar an ganz wenige Kornfraktionen gebunden sind, so daß die sedimentologisch kaum angesprochenen Fraktionen sich problemlos den dominierenden unterordnen (Kap. 7).

6. Begriffe äolischer Decksedimente und ihre Aussagekraft in den Geowissenschaften

Untersuchungen an äolischen Decksedimenten im Gelände mit Hilfe der Fingerprobenmethode führen häufig zu Fehlschlüssen, Fehlinterpretationen und zu einer falschen Ansprache

des Sediments schlechthin. So wurden in der Vergangenheit diverse Begriffe benutzt, die jedoch nicht immer charakteristisch oder stellvertretend für das entsprechende Sediment stehen.

Die Begriffe für äolische Sedimente sind zahlreich: Dünensand, Wehsand, Treibsand, Flugsand/Flugdecksand, Flottsand, Lößsand, Sandlöß, sandiger Löß, Löß. Dabei handelt es sich nur um gebräuchliche Namen, wie sie in den verschiedenen Fächern der Geowissenschaft verwandt werden. Da die Ansprache der Sedimente von der Korngrößenzusammensetzung her häufig recht unterschiedlich ist und die Anwendung der Begriffe auch verschieden gehandhabt wird, sind Vergleiche aus verschiedenen Arbeitsgebieten recht erschwerend.

Dünen sind im allgemeinen kleinräumig begrenzt und fallen im Gelände durch die Morphologie und den charakteristischen Bewuchs auf. So bemerkt PYRITZ (1972), daß Dünen isolierte Flugsandanhäufungen sind, die sich deutlich über ihre nächste Umgebung erheben, wobei metrische Kriterien die Dünen von den Flugsanddecken unterscheiden. Dünen besitzen generell eine gröbere Sedimentzusammensetzung als Flugdecksande; der Dünensand (Probe 3 in Tab. 2) hat sein Korngrößenmaximum ein-

deutig im Mittelsand (0,63-0,2 mm), während der Flugdecksand drei Maxima beinhaltet, den Mittelsand und/oder meist den (größeren) Feinsand (0,2-0,1mm) sowie den Grobschluff (0,06-0,02mm; vgl. SIEBERTZ 1990).

Der Begriff Wehsand (oder Sandwehe) wird von ALISCH (1995) sowie MEYER (1984) benutzt (vgl. EHLERS 1994); diese Termini entstammen archivalischen Bezeichnungen. In den Urkunden wird für die jungen Verwehungen häufig der Name Wehsand verwendet, wobei zwischen Dünenbildungen und flächenhaften Ablagerungen (Flugdecksande) keine Unterscheidungen vorgenommen werden. Da zwischen beiden Ablagerungen jedoch gravierende Unterschiede in der Korngrößenzusammensetzung auftreten (Beilage), ist der Begriff Wehsand aufgrund seiner großen Spannbreite im Korn für Gliederungszwecke nicht zu verwenden.

In Sachsen wird für grobsandige äolische Sedimente der Begriff Treibsand verwendet. Dieser ist im Schrifttum nicht immer eindeutig geklärt, so daß er zwischen dem Dünen- und dem Flugsand angesiedelt ist. So bemerkt SCHMIDT (1966), daß der „Treibsand oder Dünensand“ nur ein Maximum, und zwar bei 0,5-0,2 mm im Mittelsand (nach ATTERBERG in Tab. 1), beinhaltet. Diese Wertung würde ihn zweifellos zu den Dünensanden stellen, wie die Probe der Wisseler Düne vom Niederrhein zeigt (Tab. 2).

NEEF (1981) stellt den Treibsand mit dem Flugsand gleich, wobei das Korngrößensmaximum meist zwischen 0,1 und 0,2 mm liegt; dieser Wert läßt nach ATTERBERG und DIN 4188 (Tab. 1) erkennen, daß es sich hierbei um die gröbere Feinsandfraktion handelt, die beim Flugsand entweder als zweites untergeordnetes Maximum neben dem Mittelsand auftritt, oder bei der Kombination der beiden Feinsandfraktionen das Maximum gegenüber der Mittelsandfraktion bildet (Tab. 1), so daß der Treibsand in Sachsen dem Flugsand oder Flugdecksand im norddeutschen Raum gleicht. Der prozentuale Anteil von über 50 % in der gröberen Feinsandfraktion, wie er bei MÜCKENHAUSEN (1975) zu finden ist, konnte von SIEBERTZ (1983) in keiner Probe vom Niederrheinischen Höhenzug ermittelt werden; entsprechende Werte werden verschiedentlich nur in der Kom-

ination der Fraktionen 0,63-0,2 mm und 0,2-0,1 mm (0,63-0,1mm) erreicht (vgl. SIEBERTZ 1990).

Ähnliche Probleme treten mit den Begriffen Flottsand und Sandlöß auf. Beide Termini sind nach KÖSTER (1964) gleichbedeutend; sie haben lediglich lokale Bedeutung. Im süddeutschen Raum werden nach KÖSTER (1964) die gröberen und tonärmeren Löss als Sandlöß bezeichnet, in Nord- und Westdeutschland dagegen nach KÖSTER (1964) und MÜCKENHAUSEN (1975) als Flottsande (tonärmerer Sandlöß), den tonreicheren als Flottlehm.

FIEDLER & ALTERMANN (1964) sind der Meinung, daß eine begriffliche Differenzierung zwischen Sandlöß und Flottsand in der unterschiedlichen Erklärung zur Entstehung nur in ihrer Lage zum Lößgebiet zu suchen ist. Für die Sand-Staub-Sedimente am Rande bzw. inmitten des zusammenhängenden Lößgebietes wird in der Literatur der Ausdruck Sandlöß und für die im norddeutschen Tiefland inselartig vorkommenden Bildungen der Begriff Flottsand bzw. Flottlehm verwandt. Nach FIEDLER & ALTERMANN (1964) wird heute der Flottsand als äolisch angesehen, so daß für ihn ebenfalls die Bezeichnung Sandlöß gebraucht wird; eine Begriffstrennung sei nun nicht mehr gerechtfertigt.

Die Begriffe Flottsand und Sandlöß sind nicht nur von der Ausdrucksweise, sondern auch von der Zusammensetzung her als unterschiedliche Sedimente zu betrachten. So ist der Flottsand eine Ablagerung nach DEWERS (1932) und WORTMANN (1942), die über 50-60 % und mehr in der Feinsandfraktion (0,1-0,05 mm) beinhaltet (Tab. 1). Diese Werte werden in den Untersuchungen von DAMMER (1941) jedoch nicht erreicht, bei DEWERS (1932) lediglich in einzelnen Fällen. Wo dies letztlich hin- führt, zeigt Abbildung 2, wo die Flottsande feiner sind als der Löß und gröber als der Flugsand. Unter solchen Bedingungen ist die Flottsandansprache von DEWERS (1932) sowie WORTMANN (1942) revisionsbedürftig und darf in der Zusammensetzung nicht mit einem Sandlöß verglichen werden.

So gibt NEEF (1981) für den Flottsand, Sandlöß (und Schlepssand) eine Korngrößenzusammensetzung mit einem größeren Maximum in der Staubsandfraktion (0,06-0,01 mm in Tab. 1) sowie ein kleineres Maximum in der Mittel-

sandfraktion (0,6-0,2 mm) an; diese Werte sind noch am ehesten mit den Daten in den Tabellen 3 u. 4 vergleichbar.

Der Flotssandbegriff sollte nicht aufgegeben werden, sondern seine eigene Stellung neben dem Sandlöß besitzen. Dies geht deutlich aus der Sedimentnomenklatur (Beilage) hervor, wobei mit dem Flotssand die Palette der Löss- und lößverwandten Sedimente eingeleitet wird. Dieser Begriff ist unbedingt notwendig, um eine sinnvolle sedimentologische Gliederung auf dem Niederrheinischen Höhenzug zu bewirken.

In der Literatur wird verschiedentlich der Begriff Lösssand verwandt (u.a. FIEDLER & ALTERMANN 1964; HEIDE 1985; JANSSEN 1983; SCHRAPS et al. 1978). Der Lösssand ist nach SCHRAPS et al. (1978) eine sandigere Variante des Sandlösses. Dazu bemerkt HEIDE (1985), daß die Böden aus Lösssand ähnliche Eigenschaften aufweisen wie die aus Sandlöß, so daß ihm eine Stellung zwischen dem Flotssand und dem Sandlöß zukommt.

Untersuchungen auf der Aldekerker Platte im Niederrheingebiet von JANSSEN (1983) bestätigen dies. Dort zeigt sich, daß bei den lößverwandten Sedimenten das Sedimentspektrum eine derart große Variationsbreite einnahm, so daß es JANSSEN (1983) sinnvoll erschien, neben dem Sandlöß eine sandigere Variante einzuführen. Der Grobschluffgehalt des Lössandes auf der Aldekerker Platte überschreitet hier nicht die 25 % Grenze, während die Fein- und Mittelsandanteile meist über 55 % liegen. Dies würde nach Tabelle 4 sogar eine Einstufung zum Flugdecksand rechtfertigen.

Der Sandlöß nimmt nach LANG (1974) eine Mittelstellung zwischen dem Flugsand und dem echten Löß ein. Über den Sandanteil liegen nur wenige direkte Werte vor. So werden von MÜCKENHAUSEN (1975) noch 30-50 % in der Kornfraktion 0,1-0,05 mm (Tab. 1) angegeben, ein Korngrößenmaximum, welches nach der ATTERBERG-Klassifikation dem Feinsand zuzurechnen wäre und damit dem Flugsand entspräche. Nach LANG (1974) beträgt der Sandgehalt bis 20 %, was bereits einem Flotssand im Niederrheingebiet gleichkäme. Diese unterschiedliche Substratansprache ist bedingt durch die individuelle Arbeitsweise des Bearbeiters und des Sedimentationsraumes schlechthin.

Dagegen liegen die Grobschluffwerte beim Löß mit etwa 60 % (0,06-0,01 mm) bei NEEF (1981) und 45-70 % bei SCHRAPS et al. (1978) im Rahmen der Werte, wie sie heute durchweg ermittelt werden. Der Tonanteil liegt dort nach FINK (1976) bei mehr als 25-30 %. Die Substratnomenklatur (Beilage) zeigt, daß vom gröberen zum feineren Sediment der Schluffgehalt - und besonders der des Grobschluffs - zunimmt, wobei die Sandanteile entsprechend abnehmen. Mit zunehmender Feinheit des Sediments ist aber nicht immer gewährleistet, daß auch der Tongehalt mit zunehmendem Grobschluffgehalt prozentual ansteigt. Dies hängt mit der Verwitterung zusammen, wobei die äolischen Sedimente eine Wechselbeziehung zwischen dem Ton und dem Grobschluff zeigen. Der Mittelschluff, aber besonders der Feinschluff, sind an diesem Prozeß kaum beteiligt oder völlig unbedeutend. Die unterschiedlich starke Verwitterung erreicht in diversen Profilabschnitten einen zuweilen recht hohen Tongehalt. Der Löß neigt ja schlechthin aufgrund seiner Feinkörnigkeit zu einer erhöhten Tonanreicherung, welcher schließlich in unserem Klima zu einer Verdichtung (meist im B-Horizont) führt (vgl. SIEBERTZ 1995).

Aufgrund der Verwitterung neigen selbst bei erhöhtem Tongehalt in den Lößvarietäten dieselben nicht oder recht selten zur Anreicherung von Ton im Unterboden. Der Grund ist hier in der Tatsache der erhöhten Sandanteile zu suchen, die eine starke Durchschlammung der feinen Bestandteile verursachen, was sich schließlich auch im Feinheitsgrad niederschlägt (Beilage). Ein Vergleich von Proben untereinander und eine nomenklatorische Vereinheitlichung ist daher kaum möglich. Daher muß jedes Profil und jeder Profilabschnitt zunächst als in sich geschlossen angesehen und durch den Feinheitsgrad gekennzeichnet werden, um größeres Toleranz- und Fehlerquellen bei Korngrößenvergleichen zu vermeiden (vgl. SIEBERTZ 1992).

7. Zusammenfassendes Ergebnis

Die Untersuchungen vom Niederrheinischen Höhenzug zeigen, daß mit Hilfe einer differenzierten Sedimentnomenklatur (Beilage) klare Unterschiede zwischen den verschiedenen Sedimenten herausarbeiten und vorhanden sind, zumal - bis auf den Dünsand von Wis-

sel in der Rheinniederung - alle Kornspektren, die genetisch als äolisch in der Natur auftreten können, auf diesem Höhenzug auch vertreten sind. Lediglich in den „klassischen“ kontinentalen Lößgebieten kann noch eine Steigerung in der Feinheit erwartet werden, die primär und nicht sekundär durch die Verwitterung erreicht wird. Daher ist der Feinheitsgrad von 71 und größer gegenüber den Sedimenten im Bereich der südlich gelegenen „sogenannten Lößgrenze“ eine kaum zu steigernde Feinheit in der sedimentologischen Korngrößenzusammensetzung bei Windablagerungen im Rheinland (vgl. SIEBERTZ 1988b).

Für die äolischen Decksedimente auf dem Niederrheinischen Höhenzug ist in der Korngrößenzusammensetzung folgendes zu beachten:

1. Dünen sand: dieser hat sein absolutes Maximum im Mittelsand (0,63-0,2 mm); alle anderen Kornfraktionen sind am Sedimentaufbau einer Probe völlig bedeutungslos. Morphologische Kriterien sind (gegenüber dem Flugsand) hervorzuheben.

2. Treibsand, Flugsand/Flugdecksand: in den Sandfraktionen können folgende Maxima auftreten; a) Maximum in der Mittelsandfraktion (0,63-0,2 mm); b) zwei (häufig etwa gleichwertige) Maxima in der Mittelsandfraktion und in der größeren Feinsandfraktion (0,2-0,1 mm); die feinere Feinsandfraktion (0,1-0,063 mm) ist im allgemeinen nur untergeordnet beteiligt; c) Maximum in der größeren Feinsandfraktion. Der Grobschluffanteil ist unterschiedlich hoch, aber noch mit einem relativ großen Prozentwert vertreten; er wächst mit abnehmendem Sandgehalt und umgekehrt.

3. Löß und lößverwandte Sedimente (Flottsand, Lößsand, Sandlöß, sandiger Löß): für diese Sedimentgruppe gilt, daß sie ihr absolutes Maximum im Grobschluff (0,063-0,02 mm) beinhalten, der je nach Mittelsandanteil etwas variiert. Die zweite wichtige Kornfraktion am Aufbau dieser Sedimente ist der Mittelsand, der bei allen lößverwandten Sedimenten zu einer mehr oder weniger deutlich ausgeprägten Zweigipfeligkeit der Kornverteilungskurven führt. Je feiner die Probe ist, um so mehr nimmt der Grobschluffgehalt zu und der Mittelsand-

teil geht zurück bzw. verschwindet schließlich. Abhängig vom Grobschluff und dessen Verwitterung ist der Tongehalt. Damit grenzen sich in der Zusammensetzung die Löss- und lößverwandten Sedimente von der Flugsandgruppe und den Dünen sanden (zumindest im Niederrheingebiet) klar ab. Die prozentualen Anteile und alternativen Kombinationsmöglichkeiten bei der Korngruppenbildung sind in den Tabellen 3 und 4 bei SIEBERTZ (1990) vermerkt.

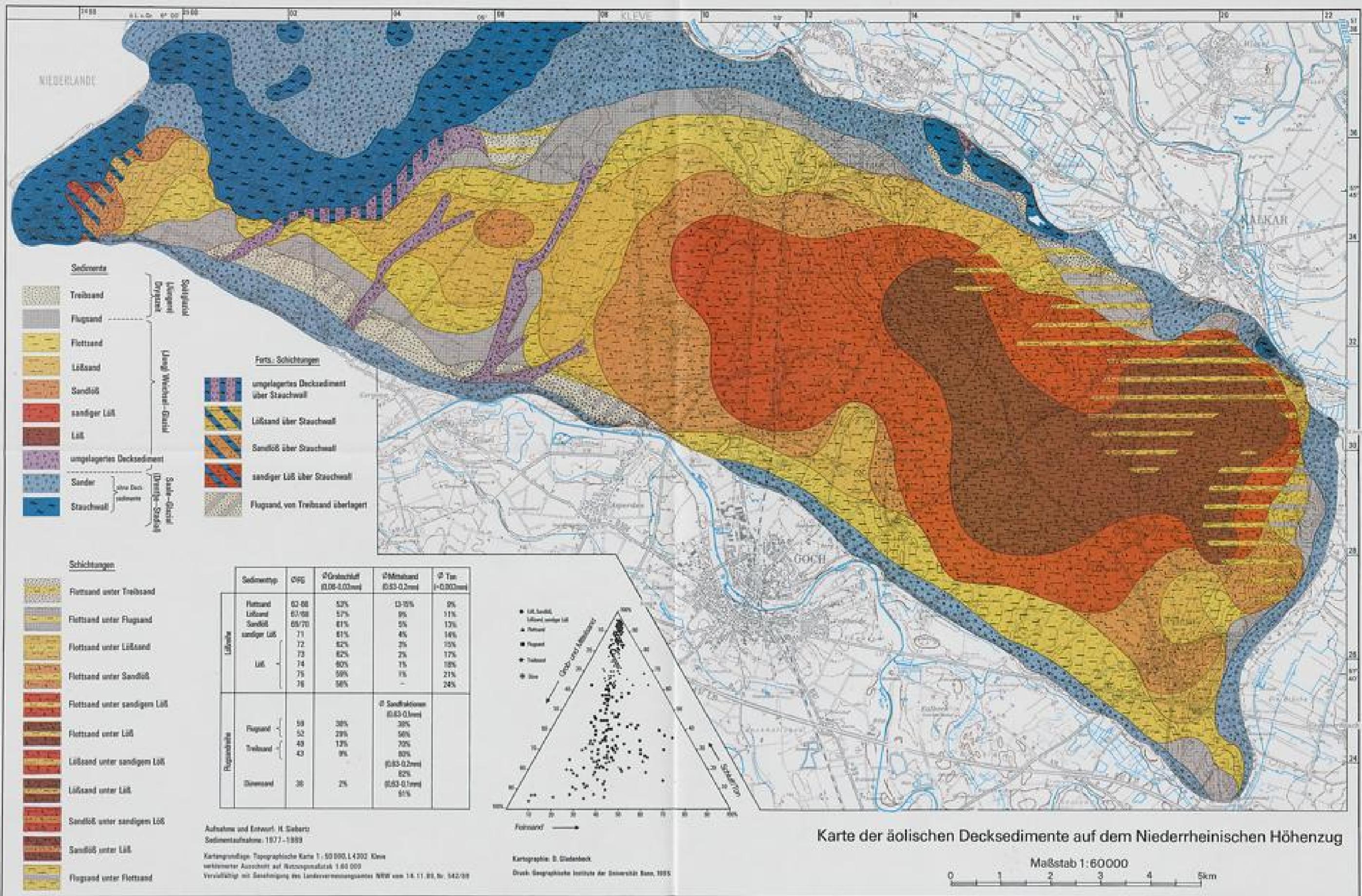
Literatur

- ALISCH, M. (1995): Das äolische Relief der mittleren Oberen Allerniederung (Ostniedersachsen) - spät- und postglaziale Morphogenese, Ausdehnung und Festlegung historischer Wehsande, Sandabgrabungen und Schutzaspekte. - Kölner Geogr. Arb. (Köln) **62**, 1-176
- ATTERBERG, A. (1905): Die rationelle Klassifikation der Sande und Kiese. - Chemische Zeitung (Cöthen) **29**, 195-198
- BRÜNING, H. (1959): Periglazialerscheinungen und Landschaftsgenese im Bereich des mittleren Elbtales bei Magdeburg. - Göttinger Geogr. Abh. (Göttingen) **23**, 40-62
- DAMMER, B. (1941): Über Flottsande in der östlichen Mark Brandenburg. - Jahrb. Reichsanst. f. Bodenforsch. (Berlin) **61**, 186-197
- DEWERS, F. (1932): Flottsandgebiete in Nordwestdeutschland, ein Beitrag zum Lößproblem. - Abh. naturwiss. Ver. Bremen (Bremen) **28**, 131-204
- EHLERS, J. (1994): Allgemeine und historische Quartärgeologie, 358 S. - Stuttgart (Enke)
- FIEDLER, H.J. & ALTERMANN, M. (1964): Verbreitung, Entstehung und Eigenschaften von Sandlöß („Flottsand“) im norddeutschen Flachland und angrenzenden Gebieten. - Geologie (Berlin) **13**, 1199-1228
- FINK, J. (1976): Internationale Lößforschungen. - Eiszeitler u. Gegenwart (Öhringen) **27**, 220-235
- HEIDE, G. (1985): Boden und Bodennutzung. - Geologie am Niederrhein (Krefeld) 35-38
- HESEMANN, J. (1975): Geologie Nordrhein-Westfalens. - Bochumer Geogr. Arb. (Paderborn) Sonderreihe **2**, 1-416
- JANSSEN, N. (1983): Die Bodenbildungen der Aldekerker Platte und des Schaephuysener Höhenzuges (Unterer Niederrhein) aus pedologischer, sedimentologischer und geomorphologischer Sicht, 153 S. - Bonn (Dipl.-Arb. Univ. Bonn)
- KÖSTER, E. (1964): Granulometrische und morphometrische Meßmethoden an Mineralkörnern, Steinen und sonstigen Stoffen, 336 S. - Stuttgart (Enke)

- LANG, H.D. (1974): Über Verbreitung, Zusammensetzung und Alter des Sandlösses im Raum Wittingen-Hankensbüttel. - Zeitschr. Deutsche Geol. Ges. (Hannover) **125**, 269-276
- LESER, H. (1977): Feld- und Labormethoden der Geomorphologie, 446 S. - Berlin (de Gruyter)
- MEYER, H.H. (1984): Jungdünen und Wehsande aus historischer Zeit im Gebiet nördlich des Dümmers. - Oldenb. Jahrb. (Oldenburg) **84**, 403-436
- MÜCKENHAUSEN, E. (1975): Die Bodenkunde und ihre geologischen, geomorphologischen, mineralogischen und petrologischen Grundlagen, 579 S. - Frankfurt/M. (DLG-Verlag)
- NEEF, E. Hrsg. (1981): Das Gesicht der Erde, 627 S. - Frankfurt/M. (Deutsch)
- POSER, H. (1951): Die nördliche Lößgrenze in Mitteleuropa und das spätglaziale Klima. - Eiszeitalter u. Gegenwart (Öhringen) **1**, 27-55
- PYRITZ, E. (1972): Binnendünen und Flugsandebenen im Niedersächsischen Tiefland. - Göttinger Geogr. Abh. (Göttingen) **61**, 1-153
- SIEBERTZ, H. (1982): Die Bedeutung des Feinheitsgrades als geomorphologische Auswertungsmethode. - Eiszeitalter u. Gegenwart (Hannover) **32**, 81-91
- SIEBERTZ, H. (1983): Neue sedimentologische Untersuchungsergebnisse von weichselzeitlichen äolischen Decksedimenten auf dem Niederrheinischen Höhenzug. - Beiträge zum Quartär der nördlichen Rheinlande, Arb. zur Rhein. Landes- kde (Bonn) **51**, 51-97
- SIEBERTZ, H. (1988a): Die Decksedimente auf dem Niederrheinischen Höhenzug in ihrer Beziehung zu den Luftdruck- und Windverhältnissen während des Weichsel-Glazials in Nordwestdeutschland. - Natur am Niederrhein (Krefeld) **3**, 1-12
- SIEBERTZ, H. (1988b): Die Beziehung der äolischen Decksedimente in Nordwestdeutschland zur nördlichen Lößgrenze. - Eiszeitalter u. Gegenwart (Hannover) **38**, 106-114
- SIEBERTZ, H. (1990): Die Abgrenzung von äolischen Decksedimenten auf dem Niederrheinischen Höhenzug mit Hilfe von Korngruppenkombinationen. - Decheniana (Bonn) **143**, 476-485
- SIEBERTZ, H. (1992): Neue Befunde zu den sedimentologisch-stratigraphischen Lagerungsverhältnissen und zur Alterszuordnung der äolischen Decksedimente auf dem Niederrheinischen Höhenzug. - Eiszeitalter u. Gegenwart (Hannover) **42**, 72-79
- SIEBERTZ, H. (1995): Konvergenzen sedimentologischer und pedologischer Kartierungsergebnisse auf dem Niederrheinischen Höhenzug in bezug auf ihre paläogeographische Ausdeutung. - Natur am Niederrhein N.F. (Krefeld) **10**, 14-29
- SCHMIDT, R. (1966): Sandlöß und Treibsand in der Großenhainer Pflege. - Sächsische Heimatblätter (Dresden) **12**, 17-26
- SCHMIDT, R. (1971): Die Weichselzeit im Übergangsbereich zwischen Löß und Treibsand in Nord-sachsen (Grossenhainer Gebiet). - Zpravy Geografickehoustavn CSAV (Brno) **8,6**, 1-13
- SCHÖNHALS, E. (1950): Über einige wichtige Lößprofile und begrabene Böden im Rheingau. - Notizbl. hess. Lamt f. Bodenforsch. (Wiesbaden) **6**, 244-259
- SCHÖNHALS, E. (1955): Kennzahlen für den Feinheitsgrad des Lösses. - Eiszeitalter u. Gegenwart (Öhringen) **6**, 133-147
- SCHRAPS, W.G., WILL, K.-H. & ZEJSCHWITZ, E. v. (1978): Zur Nomenklatur quartärer bodenbildender Substrate Nordrhein-Westfalens. - Fortschr. Geol. Rhld. u. Westf. (Krefeld) **28**, 507-517
- STREMME, H. (1926): Grundzüge der praktischen Bodenkunde, 332 S. - Berlin (Borntraeger)
- VOSSMERÄUMER, H. (1976): Allgemeine Geologie, 277S. - Stuttgart (Schweizerbart)
- WORTMANN, H. (1942): Bemerkungen zu einer Karte der Lößverbreitung in Niedersachsen. - Arch. Landes- u. Volkskde Nieders. (Oldenburg) **12**, 192-202

Anschrift des Autors:

Dipl.-Geogr. (phys.) Dr. rer. nat. HELMUT SIEBERTZ, Alte Schulstr. 16, 53229 Bonn.



Karte der äolischen Decksedimente auf dem Niederrheinischen Höhenzug

Maßstab 1:60000



Aufnahme und Entwurf: H. Siebert
Sedimentaufnahme: 1977-1989
Kartographische Karte 1: 50 000, L 4302, Klein
verkleinert Ausschnitt auf Netzquadrat 140 000
Vervielfältigt mit Genehmigung des Landesvermessungsamtes NRW vom 14.11.89, Nr. 542/89

Kartographie: B. Glöckner
Druck: Geographische Institute der Universität Bonn, 1995

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Decheniana](#)

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: [151](#)

Autor(en)/Author(s): Siebertz Helmut

Artikel/Article: [Methodisch-sedimentologische Auswertungsverfahren bei der Erstellung einer äolischen Decksedimentkarte vom Niederrheinischen Höhenzug 199-212](#)