

Mitteilungen aus dem Geologischen Institut
der Technischen Hochschule Hannover

Herausgeber: Prof. Dr. Konrad Richter

Heft 5

Untersuchungen zur Stratigraphie und Genese
der Sandlössvorkommen in Niedersachsen

von

Hellmut Vierhuff

Hannover 1967

RA
356
(5)

Geol. Inst.
Hannover

Heft 5

99 Seiten 35 Abb.

Hannover
Dezember 1967

UB/TIB Hannover

89

113 814 275



Untersuchungen zur Stratigraphie und zur Genese

der Sandlößvorkommen in Niedersachsen

Der Fakultät für Natur- und Geisteswissenschaften
der Technischen Hochschule Hannover

zur Erlangung der Würde eines

DOKTORS DER NATURWISSENSCHAFTEN

- Dr. rer. nat -

vorgelegte Dissertation

von

Hellmut Vierhuff

geboren am 18. Dezember 1938 in Goldingen/Lettland

Referent: Prof. Dr. K. Richter

Korreferent: Prof. Dr. H. Mensching

Tag der mündlichen Prüfung: 20.12.67

Datum der Veröffentlichung: 31.12.67

RA 356 (5)

UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK
DER
TECHNISCHEN UNIVERSITÄT
HANNOVER

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

Seite

0. VORWORT	6
1. EINFÜHRUNG	7
1.1. <u>Die bisher bekannten Tatsachen über die Sandlöß-</u> <u>vorkommen in Niedersachsen</u>	7
1.1.1. Definition und Abgrenzung	7
1.1.2. Die räumliche Anordnung	10
1.1.3. Die stratigraphische Stellung	11
1.1.4. Transportrichtung und Herkunft	12
1.1.5. Die Bodenbildungen	13
1.2. <u>Gliederungen der weichselzeitlichen äolischen</u> <u>Sedimente in angrenzenden Gebieten</u>	14
1.2.1. Die Lößgliederung in Niedersachsen	14
1.2.2. Die Decksandgliederung in den Niederlanden	16
1.3. <u>Die Problemstellung</u>	16
2. METHODIK	17
2.1. <u>Die Geländetätigkeit</u>	17
2.2. <u>Aufbereitung und Bearbeitung</u>	17
2.2.1. Die Windkanter-Zählungen	17
2.2.2. Die Schwermineralanalyse	19
2.2.3. Die Auswertung der Lackprofile	21
2.2.4. Die Korngrößenbestimmungen	21
2.2.5. Die Pollenanalyse	22
2.3. <u>Weitere Untersuchungen</u>	22
2.3.1. Sandstrahlversuche	22
2.3.2. Die Bestimmung der Richtung der Binnendünen	23
3. BEOBACHTUNGEN UND ERGEBNISSE	23
3.1. <u>Die Stratigraphie der niedersächsischen Sandlöße</u>	23
3.1.1. Die Schichten der Sandlößprofile und ihre Benennungen	23
3.1.1.1. Die Steinsohlen (X)	23
3.1.1.2. Die Fließerden (F)	24
3.1.1.3. Die Schwemmschichten (W)	24
3.1.1.4. Ältere Flugsande (S)	25
3.1.1.5. Löß und Sandlöß (L)	26
3.1.1.6. Jüngere Flugsande (D)	27

3.1.2. Die Korrellierung von Sandlößprofilen mit Hilfe der Feinschichtung im SO 1	27
3.1.3. Beschreibung der Sandlößgebiete	28
3.1.3. 1. Das Apenser Gebiet	29
3.1.3. 2. Das Harburger Gebiet	30
3.1.3. 3. Das Garlstorfer Gebiet	31
3.1.3. 4. Das Bevenser Gebiet	32
3.1.3. 5. Das Clenzer Gebiet	34
3.1.3. 6. Das Hamberger Gebiet	35
3.1.3. 7. Das Jettebrucher Gebiet	35
3.1.3. 8. Das Bergener Gebiet	35
3.1.3. 9. Das Wittinger Gebiet	37
3.1.3.10. Das Bersenbrücker Gebiet	39
3.1.3.11. Das Dammer Gebiet	40
3.1.3.12. Das Wehdemer Gebiet	41
3.1.3.13. Das Goldenstedter Gebiet	41
3.1.3.14. Das Syker Gebiet	44
3.1.3.15. Das Rehburger Gebiet	45
3.1.3.16. Das Wunstorfer Gebiet	45
3.1.3.17. Das Pattenser Gebiet	46
3.1.3.18. Das Peiner Gebiet	48
3.1.4. Vergleiche der Sandlößgebiete untereinander	50
3.1.4.1. Die räumliche Lage der Sandlößgebiete	50
3.1.4.2. Stratigraphische Beziehungen zwischen den verschiedenen Sandlößgebieten	50
3.2. <u>Untersuchungen zum Windschliff in der Steinsohle</u>	52
3.2.1. Windkanter-Zählungen	52
3.2.2. Versuche mit dem Sandstrahlgebläse	55
3.3. <u>Schwermineraluntersuchungen</u>	56
3.3.1. Die stabilen Minerale im Sandlöß und anderen Sedimenten	56
3.3.1.1. Qualitative Beobachtungen	56
3.3.1.2. Quantitative Beobachtungen	58
3.3.2. Die Tuffminerale in jungweichselzeitlichen Sedimenten	60
3.4. <u>Die Ergebnisse der Korngrößenanalysen</u>	60
3.5. <u>Die Bestimmung der Richtung der niedersächsischen Binnendünen</u>	61
3.6. <u>Die heutigen Windverhältnisse im bearbeiteten Gebiet</u>	63

4. DISKUSSION UND DEUTUNG	65
4.1. <u>Die Geschichte der Windverhältnisse im bearbeiteten Gebiet</u>	65
4.1.1. Die Zeit der Steinsohle-Bildung	65
4.1.2. Die Zeit der Löß-Bildung	65
4.1.3. Die Zeit der Dünen-Bildung	66
4.1.4. Vergleich mit der heutigen Zeit	67
4.2. <u>Die Art und die Herkunft des Lößmaterials</u>	67
4.3. <u>Die Form und die Anordnung der Sandlößgebiete</u>	69
4.4. <u>Die Klimageschichte während der Sandlößablagerung</u>	71
4.5. <u>Die zeitliche Einordnung der Sandlößschichten</u>	73
5. ZUSAMMENFASSUNG	76
6. LITERATURVERZEICHNIS	79
7. AUFSCHLUSSVERZEICHNIS	86
8. ZÄHLTABELLEN	95

O. V O R W O R T

In den letzten Jahren wurde der Löß der deutschen Mittelgebirge gründlich untersucht und eingehend beschrieben (RUSKE u. WÜNSCHE 1961, LIEBEROTH 1963, SCHÖNHALS, ROHDENBURG u. SEMMEL 1964, ROHDENBURG & MEYER 1966). Die vor allem bodenkundlich definierten Abschnitte der verschiedenen Lößprofile der letzten Eiszeit können gut miteinander verglichen und mit der klassischen Lößgliederung des österreichischen Raumes (FINK 1962) parallelisiert werden (HAASE 1963). Diese grundlegenden Untersuchungen beschränken sich naturgemäß auf möglichst vollständige Profile. Vom Mittelgebirge nach Norden gegen das niedersächsische Tiefland werden die Lößprofile geringmächtiger, unvollständiger, und es schalten sich sandige Lagen ein. (ROHDENBURG 1966). Stratigraphische Bearbeitungen dieser sandigen Randfazies des Lösses und der einzeln liegenden sandigen Lößvorkommen im norddeutschen Raum fehlen noch weitgehend. Die vorliegende Arbeit über die niedersächsischen Sandlößvorkommen soll hierzu einen Beitrag liefern.

Ich danke der Stiftung Volkswagenwerk für die Vergabe eines Stipendiums, das es mir möglich machte, mich ausschließlich dieser Arbeit zu widmen. Den Herren Dr. W. RICHTER und Dr. GROBA danke ich für ihr Interesse an dieser Arbeit während meiner zeitweiligen Anstellung am Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung. In diesem Amt wurden auch die Korngrößenanalysen und eine C 14 -Altersbestimmung durchgeführt, wofür ich den Herren Dr. MATTIAT und Dr. GEYH besonders danke.

Am Institut für Werkstoffkunde der Technischen Hochschule Hannover durfte ich Sandstrahl-Versuche durchführen. Für Anregungen und Hilfen danke ich Herrn Dipl.-Ing. BASTERT und Herrn HUSSMANN.

Wertvolle Ratschläge und Hinweise verdanke ich den Herren Prof. DAMMAN, Prof. MENSCHING, Dr. BAILLY, Hannover, Dr. KALK, Kiel, Dr. ROHDENBURG, Gießen und Prof. MAARLEVELD, Ede, Niederlande.

Im Institut für Geologie und Paläontologie der Technischen Hochschule Hannover wurde mir jede Unterstützung und Hilfe gewährt. Vor allem danke ich meinem Lehrer, Herrn Prof. Dr. Konrad RICHTER, daß er mich als Doktorand angenommen, mir dieses interessante Thema gestellt und mich in Gesprächen immer wieder auf die einfachen und wichtigen Grundfragen gelenkt hat.

1. E I N F Ü H R U N G

1.1. Die bisher bekannten Tatsachen über die Sandlößvorkommen in Niedersachsen

1.1.1. Definition und Abgrenzung

Schon im vorigen Jahrhundert war bekannt, daß im Bereich der nördlichen Lößgrenze "...typischer Löß und Lößsand... von Süd nach Nord auf einander folgend eine untrennbare einheitliche Formation..." darstellen (SAUER 1889, S.341). Moderner ausgedrückt: "Sandlöß ist der normale Übergang zwischen zwei Faziesräumen" (E.H.MÜLLER 1955, S.403). Die Grenze zwischen den beiden Faziesräumen, zwischen der Löß- und der Flugsandablagerung, ist in Norddeutschland ganz allgemein der Mittelgebirgsrand (GRAHMANN 1930/31). Ihr nördlich vorgelagert finden sich einzelne Inseln von lössigem Material, die rings von der im Flachland herrschenden Flugsandfazies eingeschlossen sind (DEWERS 1932, POSER 1951 u.a.).

Diese sandhaltigen Lößvorkommen am Rande und außerhalb der geschlossenen Lößverbreitung Norddeutschland wurden zuletzt von FIEDLER u. ALTERMANN (1964) nach den vorhandenen Unterlagen und eigenen Beobachtungen gemeinsam beschrieben und in einer Karte zusammengestellt. Die Autoren schlagen vor, äolische Ablagerungen als Sandlöß zu bezeichnen, die mindestens 15 % Sand

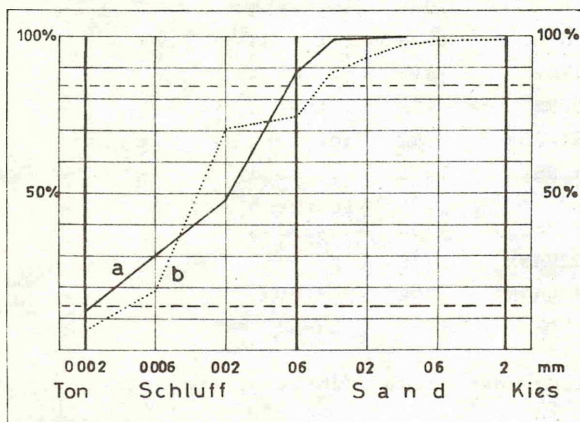


Abb.1
Summenkurven
a) eines Lösses
mit Grobschluff-
maximum,
b) eines Sandlöss-
ses mit Mittel-
schluff- und Fein-
sandmaxima.
Aufschluß (58), Be-
venser Gebiet.

und mindestens 15 % Schluff (Bezeichnung nach DIN 4022) mit einem Maximum im Mittel- bis Grobschluffbereich enthalten. Windablagerungen mit weniger als 15 % Sand wären echter Löß, solche mit weniger als 15 % Schluff Flugsande. Der Kalkgehalt spielt also bei der Bezeichnung keine Rolle.

In der vorliegenden Arbeit wird diesen Vorschlägen weitgehend gefolgt. Ausnahmen bilden manche inselförmigen Vorkommen im Flachland, deren Material zwar an einigen Stellen nach der Korngrößenverteilung als Löß anzusprechen wäre (Abb.1), die

Name des Gebietes in dieser Arbeit	Bearbeiter	Jahr	Benennung des Gesteins	Deutung als Sediment von	
				Eis	Wind
Apenser Gebiet	WORTMANN	1942	Flottlehm		+
Harburger G.	KOERT	1910	Schleppsand	+	
	GRIPP	1924	Flottsand		+
Garlstorfer G.	DEWERS	1941	Flottsand		+
Ebstorfer G.	STOLLER	1911	Flottsand	+	
Clenzer Gebiet	WORTMANN/ IHNEN	1942	Flottlehm		?+
Hamberger G.	MARTINI u. WOLDSTEDT	1951	Sandlöß		+
Jettebrucher G.	"	1951	Sandlöß		+
Bergener Gebiet	STOLLER	1915	Flottsand	+	
Wittinger G.	WOLDSTEDT	1929	Flottlehm		+
Klötzer G.	BARSCHE	1914	Flottsand	+	
Bersenbrücker G.	TIETZE	1912	Löß		+
Dammer Gebiet	DEWERS	1932	Flottsand		+
Wehdemer Gebiet	WORTMANN	1942	Flottlehm		+
Goldenstedter G.	DEWERS	1932	Flottsand		+
	DEWERS	1932	Flottsand		+
Syker Gebiet	WOLFF	1926	Flottlehm		+
	DEWERS	1932	Flottsand		+
Rehburger G.	WORTMANN	1942	Löß		+
Wunstorfer G.	WORTMANN	1942	Sandlöß		+
Peiner Gebiet	STOLLER	1931	Lößsand		+

Tab.1 Zusammenstellung der niedersächsischen Sandlößgebiete mit ihren Bearbeitern

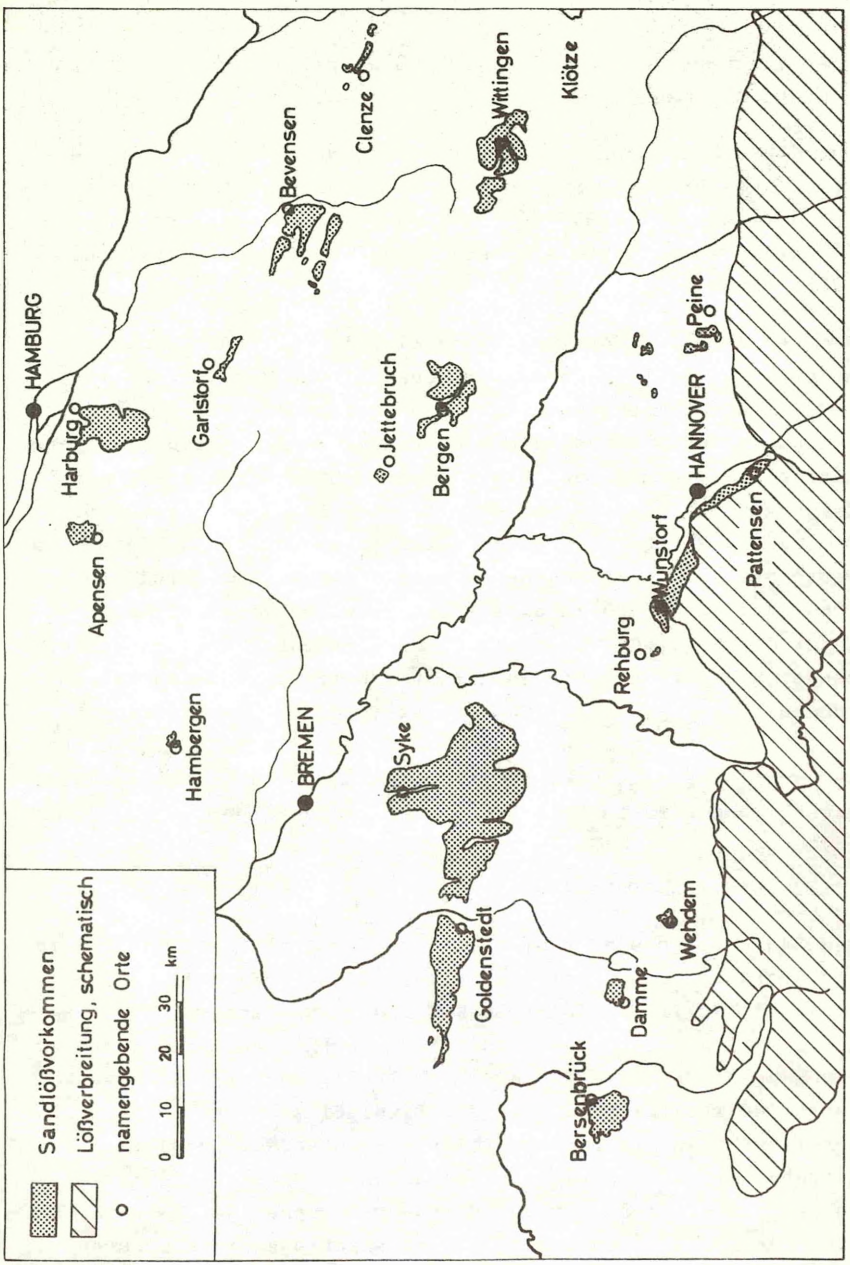


Abb.2 Karte der Sandlößverbreitung im nordwestdeutschen Flachland mit den in dieser Arbeit bei verwendeten Benennungen. Nach verschiedenen Unterlagen und eigenen Arbeiten.

aber in ihrer Gesamtheit wegen des überwiegend sandigen Charakters als Sandlössbezeichnet werden.

Für diese Sedimente sind verschiedene Namen im Gebrauch, die z.T. auch für genetisch anderes Material verwendet wurden ("Flottlehm" bei WILDVANG 1941) oder mit falscher genetischer Bedeutung vorbelastet sind und in dieser Arbeit nicht mehr gebraucht werden.

Die bearbeiteten Sandlößgebiete sind in ihrer Ausdehnung meist schon seit längerer Zeit bekannt und verschiedentlich in Karten zusammengestellt worden (s.Tab.1!). Manche der Vorkommen wurden zunächst als eine besondere Art der Grundmoräne oder als Kryokonit (auf dem Eis sedimentierter und mit dem Zurückschmelzen des Eises abgelagerter Flugstaub) gedeutet. Die rein äolische Entstehung aller verzeichneten Gebiete kann heute als gesichert angesehen werden (FIEDLER u. ALTERMANN 1964) und wird auch in dieser Arbeit vorausgesetzt. Abb.2 zeigt die Sandlößverbreitung in Niedersachsen und den angrenzenden Gebieten mit den in dieser Arbeit verwendeten Benennungen, Tab.1 gibt eine Zusammenstellung der Bearbeitungen und Deutungen der verschiedenen Gebiete. Die Reihenfolge wurde nach topographischen und stratigraphischen Gesichtspunkten gewählt und wird im Folgenden immer beibehalten.

1.1.2. Die räumliche Anordnung

Den Bearbeitern sind häufig gewisse Gesetzmäßigkeiten in Form und Anordnung der inselförmigen Sandlössbezeichneten aufgefallen: Diese sind oft länglich geformt in W-E bis NW-SE-Richtung und liegen häufig westlich von großen Flüssen bzw. an den E-exponierten Hängen (DEWERS 1932, WORTMANN 1942). WORTMANN macht auch darauf aufmerksam, daß sich die Sandlößinseln anscheinend hintereinander in Streifen anordnen, die ungefähr parallel zum Eisrand der letzten Eiszeit verlaufen, und wirft die Frage auf, ob darin vielleicht ein Zusammenhang zu sehen sei. Nach FIEDLER u. ALTERMANN (1964) können sie verschiedenen Endmoränenlagen örtlich zugeordnet werden. Ausnahmen von diesen Regeln

kommen aber in markanter Weise vor und verhindern eine einfache Deutung.

1.1.3. Die stratigraphische Stellung

Die Grenze des Sandlösses gegen das Liegende wird meist durch eine Steinsohle angezeigt (SAUER 1889, DEWERS u.a.), die im Kerngebiet wenig, nach außen zur Flugsandfazies hin immer mehr windgeschliffene Steine enthält (FIEDLER u. ALTERMANN 1964).

Häufig ist die Steinsohle aber sehr lückenhaft oder gar nicht ausgebildet (STOLLER 1918, v. LINSTOW 1902), oft ist sie auch nachträglich mit dem Sandlöß vermischt (DEWERS 1932). Nach DEWERS sind die liegenden Schichten in keiner Weise in ihrem Verband gestört, so daß es sich um eine echte "Steinsohle" nach DÜCKER (1934) handelt. Nach POSER (1948, 1951) überdeckt die Steinsohle jedoch meist kryoturbate Strukturen des Untergrundes, wäre also als "Brodell"-bzw. "Steinpflaster" (DÜCKER) aufzufassen. Im Folgenden werden beide Arten von Steinanreicherung an der Basis des Sandlösses dem allgemeinen Gebrauche folgend als Steinsohle bezeichnet.

Das Liegende der Sandlösses wird, entsprechend ihrer Lage im ehemals vereisten Gebiet, vor allem durch pleistozäne Ablagerungen gebildet, die grundsätzlich oberflächlich entkalkt sind. Meist scheint der Sandlöß Geschiebelehm als Unterlage vor sandigen Schichten zu bevorzugen (STOLLER 1911, KOERT 1914, DEWERS 1932, MYCIELSKA-DOWGIALA/LOW 1966).

Der Flugsand ist in das schluffige Lößmaterial ursprünglich in Form von meist dünnen Schichten eingelagert (DEWERS 1932, SCHÖNHALS 1953). In den oberen 50-100 cm ist diese Schichtung durch bodenbildende Vorgänge zerstört, so daß ein einheitlich erscheinendes Sediment vorliegt. Dieses kann nach außen allmählich durch Zunahme von Sand auf Kosten des Schluffes in den Flugdecksand übergehen (DEWERS 1932). FIEDLER u. ALTERMANN (1964) sprechen von einem Übergang in den "Geschiebedecksand". DEWERS bemerkte, daß sehr häufig in inselförmigen Sandlößvorkommen wie auch am Rande des Lößgürtels ein unteres sandiges

Paket durch reineren Schluff überlagert wird (s. auch WAHN-SCHAFFE 1886, SCHÖNHALS 1959, ACKERMANN 1954). Den umgekehrten Fall, Flugsand über Löß, hat DEWERS nur ganz selten beobachtet, während bereits v. LINSTOW (1902) im Fläming und STOLLER (1911) im Ebstorfer Gebiet "Oberen Sand" über "Flottsand" feststellten. Eine Aufeinanderfolge von sandigem, schluffigem und wieder sandigem Material bemerkten WOLFF (1926) im Syker und FIEDLER u. ALTERMANN (1964) im Klötzer Gebiet.

Die zeitliche Einordnung der Sandlöß-Ablagerungen in Niedersachsen ist nach der Überwindung der Deutung als Eissediment ziemlich einheitlich in die späteren Abschnitte der Weichsel-Eiszeit erfolgt (v. LINSTOW 1908, DEWERS 1932, WORTMANN 1942, POSER 1951, ROESCHMANN 1963). Lediglich für den Sandlöß des Fläming hat CEPEK (1959) ein spät-warthezeitliches Alter angenommen, was sich aber als unhaltbar erwiesen hat (FIEDLER u. ALTERMANN 1964). WORTMANN (1942) deutet die Möglichkeit an, daß die Sandlößstreifen vielleicht zeitlich von S nach N aufeinander folgen, gibt es doch auch innerhalb der jung-weichselzeitlichen Endmoränen Sandlößvorkommen (z.B. in Pommern, DAMMER 1941, auf Rügen, SCHÖNHALS 1944, und in Schweden, HÖRNER 1927). Im Prinzip den gleichen Gedanken hat schon TUKOWSKI (1889) geäußert. In diesem Sinne glaubt HAGEDORN (1964) im Bevenser Gebiet eine "Verspätung der äolischen Sedimentation" gegenüber Mitteldeutschland zu bemerken. Aus Südpolen wurden Verzahnungen von Löß und Flugsand beschrieben, deren Ablagerung bis in die Jüngere Dryaszeit angedauert haben soll (MYCIELSKA-DOWGIAŁOW 1965, 66).

1.1.4. Transportrichtung und Herkunft

Die Transportrichtung des Lößstaubes ist bis in die heutige Zeit noch umstritten. SOERGELS (1919) Auffassung, daß er durch eisbürtige antizyklonale N- bis E-Winde in der Nähe des Eisrandes oder aus Schotterebenen größerer Flüsse ausgeblasen und weit davon abgelagert wurde, war mit einigen Änderungen lange Zeit die herrschende Meinung, wenn auch bald die wichtige Rolle des W-Windes während der letzten Eiszeit bemerkt

wurde (BREDDIN 1925). Da auch schon früh die Bevorzugung östlich exponierter Hänge durch den Löß erkannt worden ist, geht die Diskussion über die Herkunftsrichtung gleichzeitig um die Frage, ob er luv- oder leeseitig abgelagert wurde. Für die Luvablagerung, d.h. Transport aus N bis E sprachen sich auch in der letzten Zeit mehrere Autoren aus (SCHÖNHALS 1953, LIEBEROTH 1963, HAGEDORN 1964, FIEDLER u. ALTERMANN 1964, MYCIELSKA-D. 1966). Für die Herkunft des Lösses aus westlichen Richtungen und seine bevorzugte Ablagerung in Lee sprechen die Beobachtungen von KELLER (1952), E.H.MÜLLER (1955), EDELMAN u. MAARLEVELD (1958) und STEINMÜLLER (1962). Von meteorologischer Seite wird gefordert: "Diese ... glaziale Antizyklone... sollte endlich aus der Diskussion verschwinden" (FLOHN 1952, S.167), es müsse aber mit einem Einfluß von flachen glazialen Fallwinden bis mindestens 50-100 km vom Eisrand gerechnet werden (FLOHN 1953).

Zum Ursprung des Materials scheint sich die Ansicht durchzusetzen, daß sich die nord- und mitteldeutschen Lössse in verschiedene Lokalfazies trennen lassen, die auf Transport aus der jeweils nächsten Umgebung hindeuten (LIEBEROTH 1963, STEINMÜLLER 1962, RAU 1965). Allerdings sind bei den dafür benutzten Schwermineralanalysen die Fraktionen des Feinsandes verwendet worden, der gar nicht in der Luft schwebend und damit über weite Strecken transportiert wird (BAGNOLD 1954). Auch für die Sandlößinseln wurde aus Befunden der Schwermineralanalyse auf lokale Entstehungsbedingungen geschlossen. Und zwar wurden als Liefergesteine die miozänen Glimmertone und -sande angesehen, die häufig im Verlauf der Stauchendmoränen und auf der Syker Geest zu Tage treten. Nach BRINKMANN (1938, S.352) bestehen die niedersächsischen Sandlössse jedoch "sicher aus diluvialem Material".

1.1.5. Die Bodenbildungen

Über Prozesse der Bodenbildung in Sandlössen ist seit DEWERS (1932) und WORTMANN (1942) bekannt, daß sie im allgemeinen einer starken Tondurchschlämmung unterlagen, die sich in einer

Verarmung des Oberbodens an kolloiden Teilchen und deren Ausfällung in tieferen Teilen des Sandlösses in Form eines oder mehrerer Tonanreicherungshorizonte oder, wenn der Sandlöß geringmächtig ist, im sandigen Untergrund als rostbraune Bänderung bemerkbar macht. Die Mehrzahl der Autoren hält im Gegensatz zu ROESCHMANN (1963) den heute fast durchweg kalkfreien Sandlöß für ein primär schwach kalkhaltiges Sediment, dessen Karbonate im Verlauf der Bodenbildung restlos ausgewaschen wurden. Jüngere bodenkundliche Bearbeitungen sind von ROESCHMANN (1963) für das Syker Gebiet und von FIEDLER u. ALTERMANN (1964) für den Fläming durchgeführt worden. Im Syker Gebiet folgte auf eine frühe Tondurchschlammung eine kalte Zeit, in der sich Frostbodenstrukturen ausbilden konnten; danach wurde das Substrat hintereinander pseudovergleyt, verbraunt und schwach podsoliert (ROESCHMANN 1963).

Aus anderen niedersächsischen Sandlößgebieten sind bisher noch keine solchen bodenkundlich-stratigraphischen Bearbeitungen bekanntgeworden. Auch liegen bisher noch keine anderen Beobachtungen über Frostbodenerscheinungen im niedersächsischen Sandlöß vor, wie sie z.B. aus den Niederlanden (v.d.HAMMEN u.a. 1967) und Belgien (PAEPE 1965) beschrieben wurden.

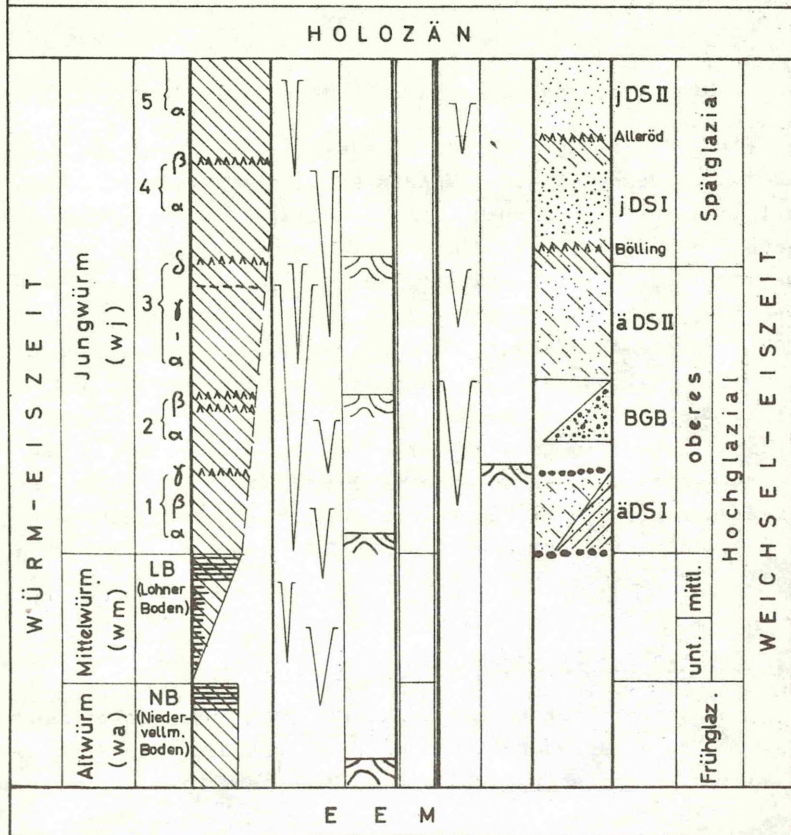
1.2. Gliederungen der weichselzeitlichen äolischen Sedimente in angrenzenden Gebieten

1.2.1. Die Lößgliederung in Niedersachsen

Die Stratigraphie der Weichsel-Lösse Nord- und Mitteldeutschlands stützt sich vor allem auf bodenkundlich definierte Horizonte und verschiedene Formen von Frostbodenerscheinungen. Ein sehr wertvoller, weil klimatisch unabhängiger Leithorizont ist das "Kärlicher Tuffband" (SCHÖNHALS, ROHDENBURG u. SEMMEL 1964), das aber wegen seiner Verdünnung noch nicht weiter nach N als bis Northeim verfolgt werden konnte. ROHDENBURG u. MEYER (1966) gelang eine sehr vollständige und genaue Gliederung der nordhessischen und südniedersächsischen Lößprofile auf Grund von vier Humuszonen und Eiskeilhorizonten

Lößgliederung
in Südniedersachsen
nach ROHDENBURG 1966

Decksandgliederung
in den Niederlanden
nach v.d.HAMMEN u.a. 1967



- | | | |
|-----------------------------|------------|------------------------------|
| braune Böden | Schluff | jDS = jüngerer Decksand (YC) |
| graue Böden, Humuszonen | Feinsand | äDS = älterer Decksand (OC) |
| Eiskeile | Mittelsand | BGB = Beuningen gravel bed |
| Kryoturbation, Solifluktion | Lehm | |
| „Kärlicher Tuffbändchen“ | Steine | |

Abb. 3 Zusammenstellung der stratigraphischen Bearbeitungen der weichselzeitlichen holischen Sedimente von Niedersachsen und den Niederlanden.

(s. Abb. 3!). Die Autoren vermuten, daß die Lößdecke in der Nähe der nördlichen Lößgrenze nur von einem Teil des jüngsten Lösses gebildet wird. Leider fehlt bisher noch der Zusammenhang der Lößhorizonte mit den Wärmeschwankungen des Spätglazials.

1.2.2. Die Decksandgliederung in den Niederlanden

Die stratigraphische Bearbeitung des Flugdecksandes (= cover sand = Decksand, DÜCKER u. MAARLEVELD 1957) geht von den Niederlanden aus (v.d.HAMMEN 1951). Leithorizonte des Jüngeren Decksandes (s. Abb. 3) sind die Bodenbildungen oder Torfe der spätglazialen Interstadiale Alleröd und Bölling. Die darunterliegenden, z.T. stark schluffigen "niveo-äolischen" Sedimente (EDELMAAN u. MAARLEVELD 1958) des Älteren Decksandes sind durch einen Brodel- und Verschwenkungshorizont zweigeteilt und werden in das Weichsel-Hochglazial gestellt. Die verschiedenen Decksand-Horizonte können häufig auch nach ihrer Korngrößenzusammensetzung unterschieden werden (ERBE 1959), jedoch muß man auch immer mit Veränderungen des lithologischen Charakters in horizontaler Richtung rechnen (DEWERS 1932, v.d.HAMMEN u.a. 1967).

1.3. Die Problemstellung

Dieser Übersicht der bisher bekannten Tatsachen lassen sich die noch ungeklärten Probleme der niedersächsischen Sandlößvorkommen leicht entnehmen, deren Lösung das Ziel der vorliegenden Arbeit ist:

- 1.) Stratigraphische Unterteilung der Sandlößschichten, falls dies möglich ist.
- 2.) Klärung der Windverhältnisse und damit des Transportweges von Lößstaub zur Zeit der Lößablagerung im niedersächsischen Raum.
- 3.) Erklärung für die bevorzugte Ablagerung von Löß an einigen wenigen Stellen.

- 4.) Zeitliche Einordnung der verschiedenen Gebiete und Korrellierung mit den bereits ausgearbeiteten Schemata von Löß und Decksand.

2. M E T H O D I K

2.1. Die Geländetätigkeit

Für die Arbeit im Gelände standen die Sommerhalbjahre 1965 und 1966 zur Verfügung. Die Arbeiten im September und Oktober 1965 konnten unter dem Auftrag und mit der Unterstützung des Niedersächs. Landesamtes für Bodenforschung durchgeführt werden. Die bearbeiteten und für diese Arbeit wichtigen Aufschlüsse sind im Anhang zusammengestellt. Einen Überblick über die räumliche Verteilung der Aufschlüsse gibt die Karte der Abb.4.

Die Geländetätigkeit umfaßte:

1. Spezialkartierung einzelner Gebiete mit dem 1m-Pürckhauerbohrstab oder dem 2m-Peilstangenbohrer zur Bestimmung von Lagerungsform und Mächtigkeit,
2. zeichnerische und z.T. fotografische geologische Aufnahme der vorhandenen Aufschlüsse,
3. Entnahme von Proben aus der Steinsohle ohne Auswahl bestimmter Sorten,
4. Entnahme von Proben mit Stechkästen (2,5 x 8 x 25 cm),
5. Anfertigung von Streifen-Lackprofilen nach der Methode von GUENTHER (1953) mit Präparationslack und Aceton-Verdünnung.

2.2. Aufbereitung und Bearbeitung

2.2.1. Die Windkanter-Zählungen

Zur Auswertung gelangten 94 Proben von Steinsohlen der verschiedenen Löß-, Sandlöß- und Decksandgebiete Niedersachsens, deren Herkunft aus der Karte der Abb.4 zu ersehen ist. Die Proben enthielten meist 100 bis 250 Steine der Größe 1-6 cm in der natürlichen Zusammensetzung. In den drei Gesteinsgruppen

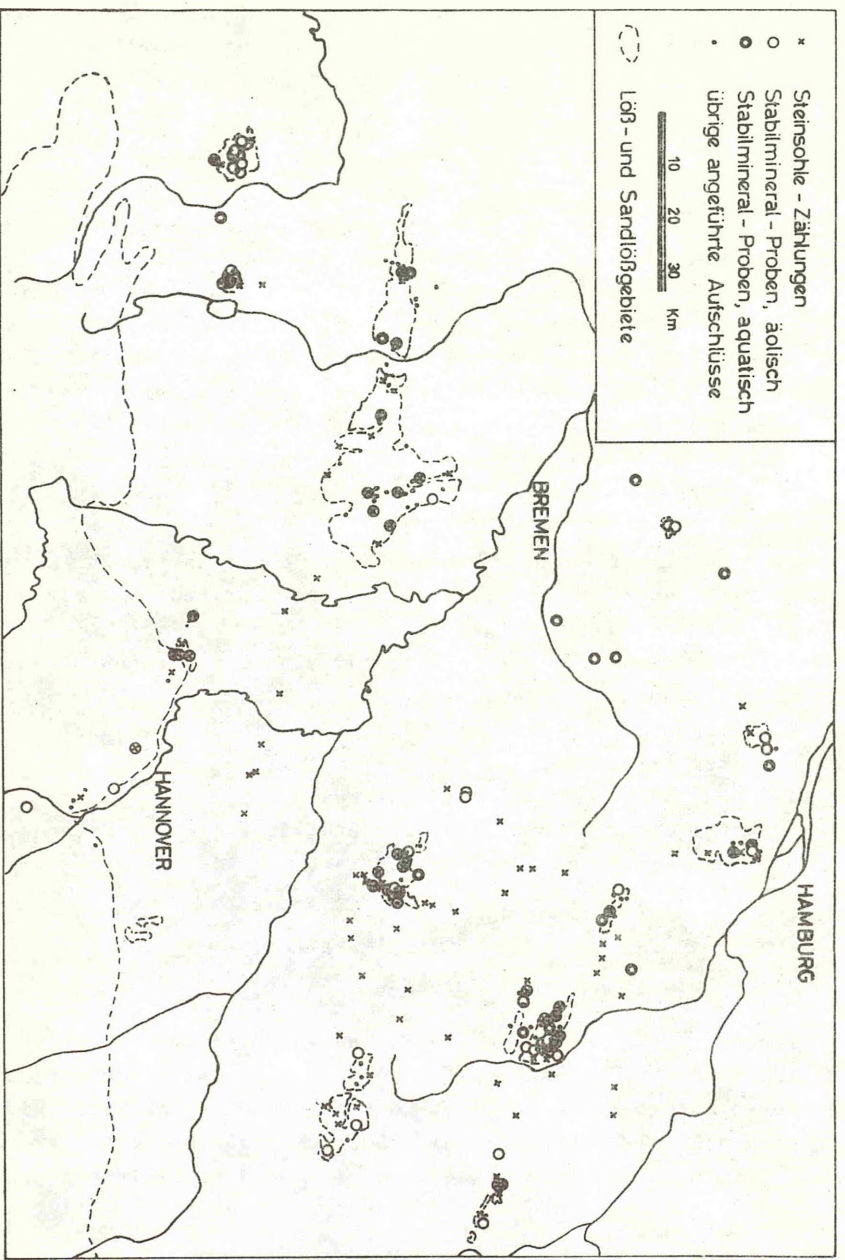


Abb. 4 Karte der Aufschlüsse und der Entnahmestellen von Proben für die verschiedenen Untersuchungen

- K: Kristalline Gesteine (Tiefengesteine, Ergußgesteine, Metamorphite außer Quarzit)
S: Sedimente (Sandsteine, Quarzite, nicht Kieselchiefer)
F: Feuersteine, Quarze, Kieselchiefer

wurden die windgeschliffenen Stücke ausgezählt und die prozentualen Anteile berechnet. Zur Bestimmung diente die Definition: Ein Stein gilt als windgeschliffen, wenn er mindestens eine Kante besitzt, an die zwei geglättete oder polierte Flächen grenzen, wobei die Kante keine der Flächen vollständig umgeben darf.

2.2.2. Die Schwermineralanalyse

Die Schwermineralanalyse wurde einerseits für die petrographische Charakterisierung der Sandlöße bzw. ihrer möglichen Herkunftsgesteine benutzt. Um die Ergebnisse von den Bodenbildungsprozessen, denen die Sandlöße ausgesetzt gewesen sind, möglichst unabhängig zu machen, beschränkte sich die Auszählung auf die sogenannten stabilen Minerale Rutil, Zirkon und Turmalin und den Korund. Von den 109 stabilmineralanalytisch bearbeiteten Proben stammen 80 aus Lössen und Sandlössen der verschiedenen Gebiete Niedersachsens, 22 aus pleistozänen aquatischen Sedimenten und 7 aus tonigen Schluffen des Tertiärs (Miozän und Oligozän) von Oberflächen-Aufschlüssen im niedersächsischen Flachland. Ihre Herkunft im einzelnen ist aus Abb.4 und der Zähltablelle im Anhang zu ersehen.

In der Aufbereitung wurden 0,5 - 1 g Substanz aus Stechkästen, Probetüten oder von Lackprofilen (s.u.) möglichst unentmischt, z.B. aus einem Aggregat, durch ein 0,063 mm-Sieb gespült (Sandfraktion verworfen), und 10 min mit heißer doppelt verdünnter HCl behandelt. Durch das Waschen und Schlämmen mit H₂O dest. im Reagenzglas (3-4 mal 2 min absitzen lassen und die Suspensionen verworfen) wurde die Schluff-Fraktion 0,002 - 0,06 mm gewonnen. Bei schwach sandigen Proben wurde auf die vorherige Siebung verzichtet, und die wenigen größeren Schwermineral Körner wurden vor dem Einbetten entfernt. Zur Gewinnung von Proben aus den Lackprofilen wurden 2-3 cm² ausgeschnitten und in Aceton aufgelöst. Nach 3maligem Waschen mit Aceton und Trocknen schloß sich die HCl-Behandlung an.

Die aufbereitete Substanz wurde in selbstgefertigten Polyäthyl-Röhrchen mit Bromoform 2 min bis auf 2200 U/min (ca. 900g)

zentrifugiert. Dann wurde das untere Ende mit den Schwermineralen abgeschnitten, der Inhalt mit Aceton in ein Filter gespült und nach dem Trocknen mit Caedax auf einem Objekträger eingebettet.

Von den genannten Mineralen wurden im allgemeinen 200-300 Körner je Probe ausgezählt. Dabei wurde darauf geachtet, daß während des Zählens die Herkunft der Probe möglichst unbekannt blieb, um subjektive Einflüsse niedrig zu halten. Meist wurde die gesamte Substanz erfaßt; wenn zuviel Material vorlag, wurde an verschiedenen Stellen des Feldes gezählt. Alle anderen Minerale wurden nicht gezählt, nur ihre Häufigkeit im Verhältnis zu den stabilen Mineralen grob angegeben. Die prozentualen Anteile der einzelnen Mineralsorten an der Gesamtzahl der stabilen Minerale wurden mit R, Z, T, und K bezeichnet. Zur Auswertung gelangten T und der Quotient $Z/R+Z$ ($= Q_Z$, in %).

Eine Anzahl von Proben wurden im Amt für Bodenforschung mit Tetraabromäthan im Scheidetrichter aufgearbeitet. Es zeigte sich aber, daß mit dieser Methode die kleinen Körner von Turmalin, besonders der eisenarmen Sorten, so gut wie nicht miterfaßt wurden, und daß somit diese Präparate nicht mit den zentrifugierten verglichen werden dürfen.

Beispiel: Probe 40 a

- 1.) Präparat Nr. 28 (zentrifugiert)
T = 14 %
- 2.) Präparat Nr. 34560 (Scheidetrichter)
T = 2 %

Weiterhin wurde die Schwermineralanalyse zur Bestimmung von vulkanischem Material verwendet.

Die Aufbereitung erfolgte bei genügenden Substanzmengen wie oben beschrieben. Sehr geringe Mengen wurden in einem zur Spitze ausgezogenen Glasröhrchen, dessen untere Öffnung mit einem Gummi verschlossen war, mit Bromoform unter häufigem Rühren und Drehen getrennt. Nach einer Stunde wurden die abgesetzten Körner durch das Entfernen des unteren Verschlusses wie mit einer Pipette direkt und ohne Verlust auf den Objekträger getropft und nach Verdunsten der Schwereflüssigkeit wie üblich eingebettet.

Die Präparate wurden auf das Vorhandensein der sehr typischen Ägirin- und Titanaugite des allerödzeitlichen Laacher-See-Tuffes (FRECHEN 1952), des titanhaltigen basaltischen Augites des "Kärlicher Tuffbändchens" (FRECHEN 1959) und frischer brauner (basaltischer) Hornblende durchmustert.

2.2.3. Die Auswertung der Lackprofile

Aus den Lackprofilen wurden möglichst viele Beobachtungen wie z.B.

Korngrößenverteilung (geschätzt nach gesiebten Vergleichsproben),

humose Zonen und Eisen- und Tonanreicherungshorizonte, entschichtete und kryoturbierte Zonen, Eiskeile, Schrägschichtung und ihr Betrag

in Formblätter eingetragen, die dann als Hilfsmittel für stratigraphische Vergleiche dienen konnten.

An einigen Lackprofilen wurde bei durchfallendem Licht eine Feinschichtung (dünne Schluffeinlagerung im Sandmaterial) festgestellt; diese wurde nach Art der Warwendigramme ausgewertet.

2.2.4. Die Korngrößenbestimmungen

Die Bestimmung der Korngrößenverteilung einiger Proben wurde freundlicherweise im Amt für Bodenforschung von Herrn Dr. MATTIAT durchgeführt (kombinierte Sieb- und Pipettmethode). In den meisten Sandlößprofilen liegt wegen der Lessivierung nicht mehr die primäre Korngrößenverteilung vor, so daß die vollständigen Analysen kaum stratigraphisch auswertbar sind. Vor allem aber stören die stark wechselnden, rein örtlich bedingten Sandbeimengungen. Gut zu verwenden sind jedoch die nicht verschlammbaren Schluff-Fraktionen, deren Gewichtsverhältnis Aussagen über den Transportweg des Schluffes gestattet. Zur Auswertung gelangte das Verhältnis Grobschluff/Mittel+ Feinschluff. Auf diese Weise wird der von lokalen Bedingungen abhängige Sand von der Betrachtung ausgeschlossen.

2.2.5. Die Pollenanalyse

Die Präparate für die Pollenanalyse wurden im Labor des Geol. Institutes angefertigt. Sie sollten als Ergänzung einer ^{14}C -Bestimmung und zur weiteren Sicherung pedologisch und schwermineralanalytisch bestimmter Allerödschichten dienen. Leider erwiesen sich die sandigen Sedimente als nahezu vollständig pollenfrei.

2.3. Weitere Untersuchungen

2.3.1. Sandstrahlversuche

Um die Ergebnisse der Steinschlezhählungen prüfen und vielleicht deuten zu können, wurden Modellversuche zum Windschliff durchgeführt. Das Institut für Werkstoffkunde der T.H. Hannover stellte freundlicherweise einen Sandstrahl-Handapparat zur Verfügung.

Für die Versuche wurden aus verschiedenen Gesteinen:

- a) feiner quarzitischer Sandstein
- b) Leptit
- c) Dala-Porphyr

quadratische Scheiben 20x20x5 mm geschnitten und in einen Gummiblock eingesetzt. Die Scheiben wurden jeweils mit den Sandfraktionen:

- I) 0,2 - 0,06 mm
- II) 0,4 - 0,2 mm
- III) 0,65 - 0,4 mm

bestrahlt und die Gewichtsverluste ausgewogen. Der Anfangsdruck betrug 6 atü, er verringerte sich während des Strahlens nach ca. 1 sec auf 3,5 atü. Der Arbeitsdruck konnte aus technischen Gründen nicht verändert werden. Die Sandfraktionen wurden durch Sieben eines fluviatilen Sandes hergestellt. Für jeden Versuch wurde der Apparat mit einer neuen Portion Sand (ca. 200 g) gefüllt. Die Versuchsreihen mit den Fraktionen I und III wurden wiederholt und die Ergebnisse gemittelt. Wegen der geringen Zahl an Bestimmungen und vielen technischen Fehlerquellen können die Versuchsergebnisse nur als rohe Anhaltspunkte gelten und dürfen nicht überbewertet werden.

2.3.2. Die Bestimmung der Richtung der Binnendünen

Um die vorherrschenden Windrichtungen früherer Zeiten rekonstruieren zu können, wurden in einem großen Gebiet Niedersachsens aus der Top. Karte 1 : 25 000 die kartographisch eingetragenen Dünen herausgezeichnet. Für jedes Kartenblatt wurden die Dünenlängsachsen wie Vektoren in der Richtung von W nach E addiert und die Länge und Richtung der Resultierenden angegeben. Diese rein morphologische Methode muß sich über mögliche Altersunterschiede hinwegsetzen und faßt also wahrscheinlich Gebilde von verschiedenem Alter zusammen. Da sich aber die meisten der niedersächsischen Binnendünen im ausgehenden Spätglazial und im beginnenden Holozän, also einem relativ kurzen und genau bestimmten Zeitabschnitt, gebildet haben (ERBE 1959, BENZLER 1965, HAGEDORN 1965), erschien eine solche Analyse dennoch sinnvoll.

3. B E O B A C H T U N G E N U N D E R G E B N I S S E

3.1. Die Stratigraphie der niedersächsischen Sandlöße

3.1.1. Die Schichten der Sandlößprofile und ihre Benennungen

Um die Beschreibung der einzelnen Sandlößgebiete möglichst kurz und übersichtlich gestalten zu können, werden zunächst die ausgeschiedenen Schichteinheiten zusammengefaßt beschrieben und mit Benennungen versehen, die auch in den Abbildungen Verwendung finden.

3.1.1.1. Die Steinsohlen (X)

Eine Steinsohle ist die Anreicherung von Steinen an der Oberfläche von Lockergesteinen durch selektive Abschwemmung oder Ausblasung der feineren Bestandteile. Durch die schleifende Wirkung des Flugsandes können die Steine facettiert und poliert sein.

Im Arbeitsgebiet können zwei verschieden alte Denudationsphasen, d.h. Steinsohlebildungen, unterschieden werden. Als

"Untere Steinsohle" (XU) gilt eine Steinanreicherung, deren Überdeckung eine kräftige Überprägung durch kryoturbate Vorgänge erkennen läßt. Hierzu zählen Taschenböden mit Tiefen von 40-70 cm und die Vermischung der Steinsohle mit den Deckschichten durch Frosthebung. Größere Eiskeile, die jünger sind als die Steinsohlen, wurden nicht beobachtet. Die "Obere Steinsohle" (XO), die sich als selbständige Form selten findet, ist von Deckschichten überlagert, die keine starken Kryoturbationen aufweisen. Es können aber schmale, 3-5 cm breite, 50 cm lange Eiskeile und wirbelartige Schichtenverbiegungen von 10-30 cm Dicke auftreten. In vielen Aufschlüssen sind die Deckschichten ungegliedert, so daß auch die Steinsohle nicht bestimmt werden kann. Sie wird dann mit X bezeichnet.

3.1.1.2. Die Fließerden (F)

Fließerden sind im wassergesättigten Zustand unter dem Einfluß der Schwerkraft hangabwärts bewegte Lockergesteine. In der vorliegenden Arbeit werden als "Fließerden" lockere Mischgesteine bezeichnet, die am Hang oder in einer Vertiefung liegen, keine deutliche Schichtung zeigen und aus Material bestehen, das hangauf ansteht oder angestanden haben kann. Eine "Untere Fließerde" (FU) tritt im Arbeitsgebiet häufig als erste Deckschicht über der Unteren Steinsohle (XU) auf. Oft hat sie die Steinsohle in sich aufgenommen, so daß die Fließerde direkt dem Untergrund aufliegt. Ihre Mächtigkeit beträgt bis 80 cm. Die "Obere Fließerde" (FO) ist vor allem in den nördlichen Sandlößgebieten zu beobachten und bildet dort das Liegende der Oberen Steinsohle. Sie ist meist nur 30 cm mächtig.

3.1.1.3. Schwemmschichten (W)

Von der Fließerde unterscheiden sich die Schwemmschichten dadurch, daß sie unter Mitwirkung von Oberflächenwässern hangabwärts transportiert und in einzelnen Schichten abgelagert wurden. Die Schichtung ist unruhig, etwas wellig und häufig fein kreuzgeschichtet. Die Art des Sediments hängt von den

hangauf anstehenden Schichten ab. Wenn in hohem Maße Lößmaterial beteiligt ist, spricht man auch von Schwemmlöß. Schwemmschichten in typischer und mächtiger Ausbildung sind im Arbeitsgebiet vor allem in den nördlichen Gebieten zu finden. Sie vertreten zeitlich die Obere Steinsohle und enthalten daher das aus ihr ausgeschwemmte Material.

3.1.1.4. Ältere Flugsande (S)

Als Ältere Flugsande (S) werden parallel geschichtete Sande bezeichnet, die einen deutlichen Schluffanteil besitzen oder sich mit schluffhaltigen äolischen Schichten verzahnen. Die Schichtung ist meist eine Wechsellagerung feiner Lagen von Grobschluff und feinem Mittelsand, die in charakteristischer Weise über längere Strecken anhalten und in sich nicht schräggeschichtet sind. Es können einzelne Horizonte mit besonders starker Sandschüttung unterschieden werden:

Der Untere Ältere Flugsand (SU) leitet in vielen Profilen die äolische Sedimentation über der Unteren Steinsohle ein und besteht aus einer geringmächtigen Folge von Sand- und Schluffschichten, die meist etwas verschwemmt und kryoturbat überprägt sind. Er geht nach oben und nach der Seite in den Unteren Sandlöß über.

Jüngere äolische Sande, die sich mit Sandlöß verzahnen, werden mit (SO) bezeichnet. Der erste Sandkomplex über der Oberen Steinsohle wird mit (SO 1) bezeichnet und ist meist ein fast reiner Flugsand mit häufiger Schrägschichtung und einzelnen etwas grobsandigen Horizonten. Besonders bemerkenswert ist eine sehr feine schichtweise Einlagerung von Schluff in die Sandschichten, die bei Durchlichtbetrachtung der Lackprofile als dunkle Streifung sichtbar wird. Nach einer geringmächtigen schluffreicheren Serie folgt der nächsthöhere Sandkomplex (SO 2). Er ist meist durch eine deutliche Zunahme des Sandgehaltes von unten nach oben gekennzeichnet, der dann plötzlich aussetzt, indem sich ein reines Schluffpaket darüberlegt. Der dritte Sandkomplex (SO 3) enthält meist mehrere Grob-

sandlagen und ist damit häufig die größte Schicht im ganzen Sandlößprofil. Er ist aber in horizontaler Richtung nicht so weit verbreitet wie SO 1 oder SO 2. Dieses Schema der drei Flugsandeinschaltungen im Löß über der Jüngeren Steinsohle ist am besten in den südwestlichen Gebieten entwickelt, während nördlich der Aller die ersten Flugsandschichten wahrscheinlich zum großen Teil durch die Schwemmschichten vertreten werden, die sich nicht gliedern lassen.

3.1.1.5. Löß und Sandlöß (L)

Schichtkomplexe, die vorwiegend aus äolisch abgelagertem Schluff bestehen und nicht oder nur geringfügig nachträglich verlagert wurden, werden als Löß oder, ab 15 % Sandgehalt, als Sandlöß (L) bezeichnet. Im Arbeitsgebiet können zwei verschiedenen alte Bildungen unterschieden werden:

Der Untere Sandlöß oder Löß (LU) hat nach seiner Entstehung eine kräftige Kryoturbationsphase und eine Abschwemmungsphase erlebt. Er ist häufig entschichtet, kann Steine der ehemaligen Steinsohle (XU) enthalten oder diese als Obere Steinsohle (XO) auf seiner Oberfläche tragen. Oft ist er am Hang noch als Rest vorhanden, während er in tieferer Lage vollständig ausgeräumt und durch Schwemmschichten ersetzt sein kann. Ähnliche Beispiele dieses morphodynamischen Phänomens werden von ROHDENBURG u. MEYER (1966) beschrieben.

Der Obere Löß- oder Sandlößkomplex (LO) kann durch die Einschaltung der beschriebenen Flugsande in bis zu drei kleinere Einheiten gegliedert werden. Gemeinsam ist ihnen das Fehlen starker Kryoturbationen. Es kommen aber leichte Schichtenverbiegungen und schmale Eiskeile vor, die meist an der Oberfläche einer schluffreicheren Lage ansetzen. Auch ein syngenetischer Eiskeil durch die ganze Folge hindurch konnte beobachtet werden. Die drei Sandlößeinheiten (LO 1-3) lassen sich nur durch die Sandkomplexe (SO 1-3) unterscheiden. Wenn diese zur Mitte der Sandlößgebiete hin auskeilen, läßt sich keine stratigraphische Einteilung mehr vornehmen.

3.1.1.6. Jüngere Flugsande (D)

Über der jüngsten Sandlößschicht folgen an manchen Stellen Flugsande, die kaum Schluff enthalten und deutlich schrägschichtet sind. Sie können wie der SO 1 eine warwenartige Feinschichtung aufweisen. Der untere Teil (D 1) endet mit einer schwachen Verfeinerung der Korngrößen und geringen kryturbaten Schichtverbiegungen, teilweise auch mit einer entschichteten Zone, die schwach manganfleckig ist. Ein weiterer Teil (D 2) ist oben durch einen schwach humosen Horizont abgeschlossen, der Holzkohleflitter enthalten kann, bioturbiert ist und damit das typische Bild des Usselo-Horizontes (HYSZELER 1947) zeigt. Hierüber können weitere Flugsande folgen, die sich in Form von Dünen über die umgebende Oberfläche erheben (D 3). Sie tragen meist ein stark entwickeltes Podsol-Bodenprofil, das häufig noch von ganz jungen Flugsanden bedeckt worden ist.

3.1.2. Die Korrellierung von Sandlößprofilen mit Hilfe der Feinschichtung im SO 1

Die beschriebene Feinschichtung im SO 1 mancher Sandlößprofile besteht aus millimeterdicken schluffreichereren Zonen. Da diese immer schichtparallel liegen, auch bei Schrägschichtung, muß es sich um primäre Ablagerungsunterschiede handeln. Enge Abstände bedeuten ruhige Sedimentation, weite "Warwen" werden durch etwas dickere reine Sandschichten hervorgerufen. Es handelt sich hierbei um die kleinsten erkennbaren Sedimentationseinheiten. Sie sind sicher nicht auf jahreszeitliche Periodizität zurückzuführen, sondern spiegeln wahrscheinlich einzelne Wetterlagen wider. Die Feinschichtung wurde von den Lackprofilstreifen im Durchlicht aufgenommen und nach Art der Warwendigramme dargestellt (Abb.5, s.S.28).

Es ergaben sich gut überschaubare Diagramme, in denen jedoch keine Rhythmik erkennbar ist. Sie lassen sich mit einigem Vorbehalt über weite Strecken verfolgen, so daß daraus Anhaltspunkte für die Verknüpfung der verschiedenen Sandlößgebiete gewonnen werden konnten.

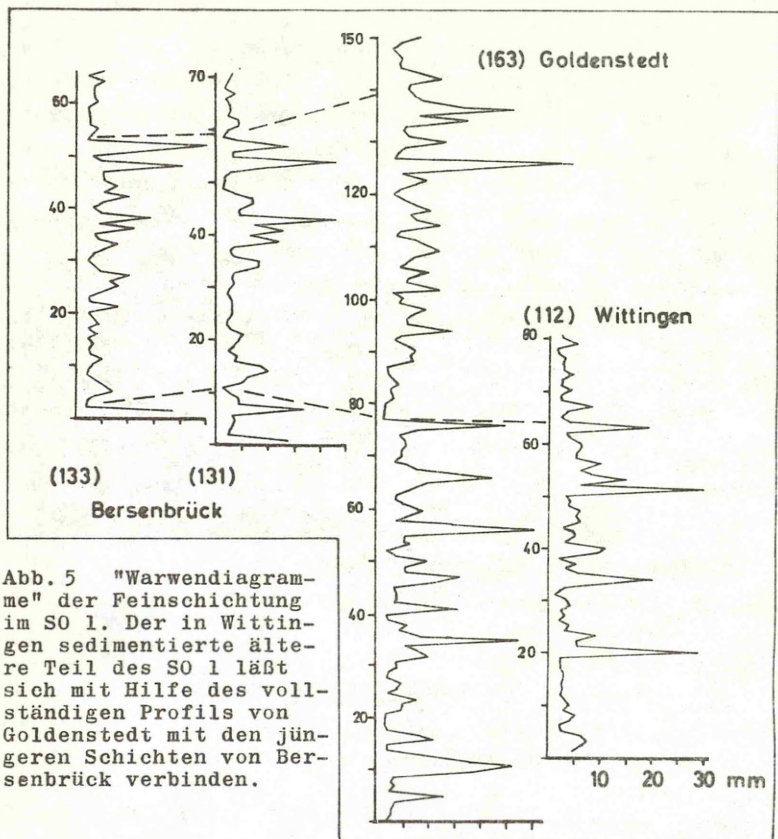


Abb. 5 "Warwendigramme" der Feinschichtung im SO 1. Der in Wittingen sedimentierte ältere Teil des SO 1 läßt sich mit Hilfe des vollständigen Profils von Goldenstedt mit den jüngeren Schichten von Bersenbrück verbinden.

3.1.3. Beschreibung der Sandlößgebiete

Die folgenden Kurzbeschreibungen der einzelnen Sandlößgebiete fassen die wichtigsten neuen Geländebeobachtungen über Verbreitung, Mächtigkeit, Schichtfolge und stratigraphische Einstufung der schluffhaltigen äolischen Deckschichten Niedersachsens zusammen. Jedes Kapitel beginnt mit einer möglichst kurz gefaßten allgemeinen Übersicht der geologischen und morphologischen Situation des Gebietes, wobei darauf geachtet wird, ob im Untergrund oder in der Nähe der Sandlöße

feinsandig-schluffige Sedimente vorhanden sind, die als Liefergestein in Frage kommen könnten, Die darauffolgenden Bemerkungen über die Sandlößverbreitung beziehen sich vor allem auf die Geologische Übersichtskarte von Nordwestdeutschland 1:300 000 (MARTINI u. WOLDSTEDT 1951), abgekürzt: Geol. Karte Nieders.. Außer der durchschnittlichen Mächtigkeit wird die beobachtete Maximalmächtigkeit (abgekürzt max.) und deren Ort angegeben. Für die Beschreibung der Schichtenfolge wurden nur einzelne kennzeichnende Aufschlüsse ausgewählt; das vollständige Aufschlußverzeichnis ist im Anhang beigelegt. Am Schluß werden noch kurz die beobachteten Bodentypen aufgeführt. Die Sandlößgebiete sind in der gleichen Weise wie in der Tab.1 geordnet.

3.1.3.1. Das Apenser Gebiet

Das Sandlößgebiet bei Apensen liegt auf dem Rande der Stader Geest zum Elbtal an der Stelle, wo der Talrand aus der NNW- in die WNW-Richtung umschwenkt. Am Steilabfall treten glimmerreiche Fein- und Mittelsande zu Tage, die von einem Geschiebemergel der ausgehenden Saale-Eiszeit (Warthe i. w. S. nach K. RICHTER 1958) überlagert sind. An der Verbreitung des Sandlösses ist zu berichten, daß Sandlöß südlich von Apensen fehlt, jedoch im NW von Apensen weiter verbreitet und auch nördlich von Ottensen vorhanden ist. Trockentäler, die das Gebiet durchziehen, sind frei von äolischen Ablagerungen. Die Mächtigkeit beträgt 40 cm (30-60cm); max. 140cm bei Bohrung (=B) 270.

Die Schichtenfolge läßt sich nur durch Handbohrungen beurteilen, da Aufschlüsse weitgehend fehlen. Auf der Steinsohle liegt am Hang eine meist 10-30 cm dicke sandig-lehmige Fließerde, darauf der Sandlöß, der meist im oberen Teil sandiger ist. Er ist im NE und E des Gebietes am reinsten, dort liegt er häufig auf Sand. Im SW geht er an der Straße Apensen - Grundoldendorf auf 1 km Entfernung allmählich durch Zunahme des Sandgehaltes in Decksand über. Eine sichere stratigra-

phische Einstufung ist nicht möglich; da keine Frostbodener-scheinungen zu beobachten waren, handelt es sich wahrschein-lich um die jüngere Sandlößfolge.

3.1.3.2. Das Harburger Gebiet

Der Sandlöß des Harburger Gebietes ist an die NE- und E-Ab-dachung der "Schwarzen Berge" angelehnt, die als Stauchmorä-nenzug die Stader Geest im E begrenzen und Höhen bis 150 m über NN erreichen. Sie bestehen aus Sanden, Kiesen und schluf-figen, glimmerreichen Feinsanden. Die Sandlößverbreitung ist am besten aus den Geol.Karten 1:25 000 Harburg, Hittfeld und Allermöhe (KOERT 1914) zu entnehmen. In der Geol.Karte Nieders. ist die Ausdehnung nach W zu groß angegeben, und ein isolier-tes Vorkommen im Stuwenvald eingezeichnet, das nicht existiert.

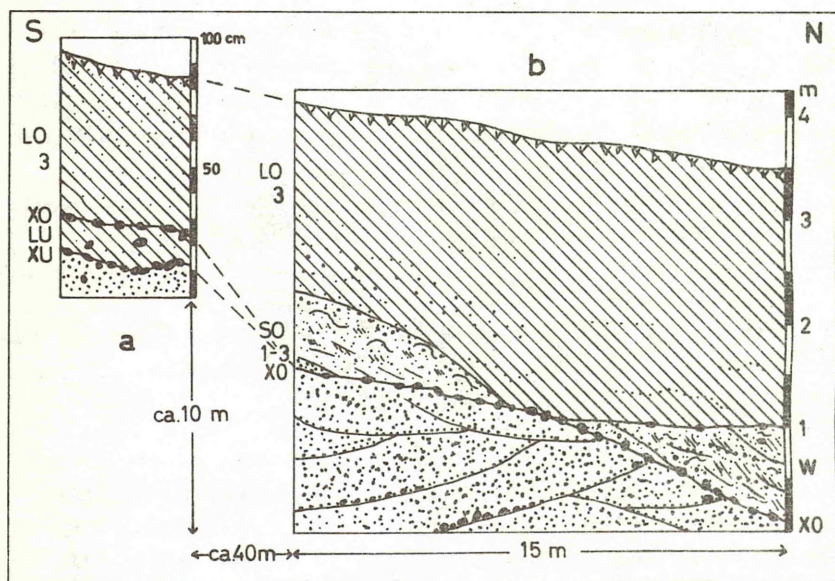


Abb.6 Aufschluß (17), südliche (a) und westliche (b) Auf-schlußwand. Oben am Hang liegt ein zweiteiliger Sandlöß, LU und LO, im Taltiefsten liegen Abschwemmassen (W) des LU, dar-auf ein mächtiger LO, teilweise unterlagert von Flugsanden (SO 1-3).

Die Mächtigkeit beträgt 100 cm, die größten Mächtigkeiten treten im NE des Gebietes auf (max. 3,5 m bei (13)).

Im Aufschluß (17) südlich von Metzendorf ist die ganze Sedimentationsfolge zu beobachten (Abb.6, s.S.30). Während oben am Hang in einer schwachen Verebnung unter einem verbraunten, sandigen Sandlöß, durch eine schwache Steinsohle getrennt, der steinige graubraune Rest eines etwas älteren Sandlösses erhalten ist, liegt unten am Hangfuß die vollständige jüngere Folge: Zuunterst Schwemmschichten (W), dann eine Flugsandfolge, die oben schwach kryoturbiert ist, darauf der mächtige Obere Sandlöß. Er trägt eine stark ausgebildete Bänderparabraunerde mit einem 30-50 cm mächtigen Al-Horizont. Aus Handbohrungen geht hervor, daß der Flugsand in E-W verlaufenden Tälern nur am N-exponierten Hang vorkommt, während am S-exponierten Hang der Sandlöß besonders mächtig ist. Im Flugsand können zwei schluffreichere Partien beobachtet werden (vielleicht L0 1 und L0 2).

3.1.3.3. Das Garlstorfer Gebiet

Zwischen den Tälern der Aue und der Luhe zieht sich in NNW-SSE-Richtung ein S-förmiger warthezeitlicher Endmoränenbogen entlang, dem der Sandlöß als schmaler Streifen am NE-exponierten Hang aufliegt, aber auch, stark zerlappt, im NW über die Höhen hinwegzieht, teilweise weiter, als in der Geol.Karte Nieders. dargestellt ist. Die Mächtigkeit beträgt meist 80 cm, auf der Höhe 50 cm, in NE-Tälchen bis 180 cm (21).

Abb.7 (s.S.32) zeigt den gleichen Schichtaufbau, wie er vom Harburger Gebiet beschrieben wurde. Flugsand und Schwemmschichten schieben sich hangab zwischen zwei Sandlößpakete, die teilweise durch eine Steinanreicherung von einander getrennt sind. Bemerkenswert ist die wächtenartige Anhäufung des Flugsandes (S0) im E des herausragenden Steines, die auf eine Ablagerung aus westlicher Richtung schließen läßt. In einer schwachen Mulde auf der Höhe östlich von Schätzendorf (B 216,217) trafen Bohrungen zwischen zwei Sandlößhorizonten

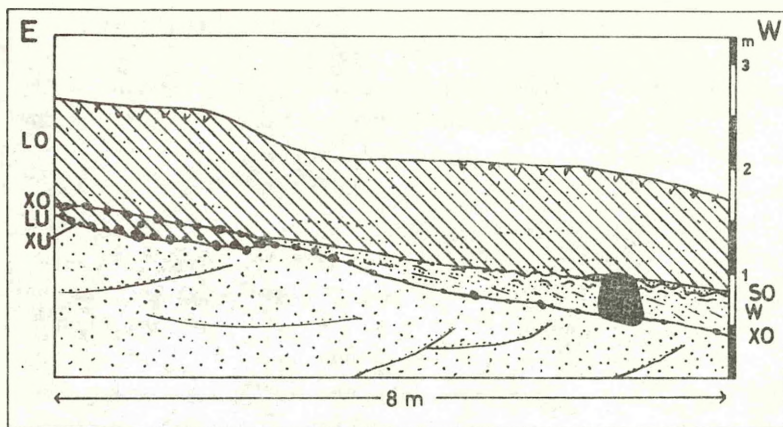


Abb.7 Aufschluß (25), südliche Aufschlußwand, Blick nach S. Über einem Rest des unteren Sandlösses LU schließen sich hangabwärts Schwemmschichten (W) an, die oben schwach krypturbiert und von einem Flugsand (SO) von W her überdeckt sind. Darüber schwach sandiger Sandlöß (LO). Die Schwemmschichten umschließen einen großen Stein.

als Schwemmschicht eine Schicht von fettem, violettbraunem Ton, wie er in unmittelbarer Umgebung im liegenden Geschiebelehm vorkommt. Örtlich, besonders an der W-Grenze, kann auch ein junger Flugsand (D) über Sandlöß beobachtet werden.

3.1.3.4. Das Bevenser Gebiet

Der Höhenrücken der Garlstorfer Berge zieht sich in SE-Richtung in den Süsing hinein, wo er sich in drei einzelne Hügelketten auflöst, die sich nach E in das Ilmenautal hinein allmählich abflachen. Mit dem Beginn des E-Abfalles setzen parallel zu den Hügelketten in schmalen Streifen drei Sandlößvorkommen ein, die nebeneinander mit 2-3 km Abstand nach ESE ziehen, wo sie sich verbreitern und teilweise miteinander verschmelzen. Die genaue Verbreitung läßt sich aus der Karte von STOLLER (1911) am besten entnehmen. In der Geol.Karte Nieders. fehlt die Verlängerung des südlichen Streifens über das Schwie-
nautal hinaus nach W, und der mittlere Streifen ist zwischen

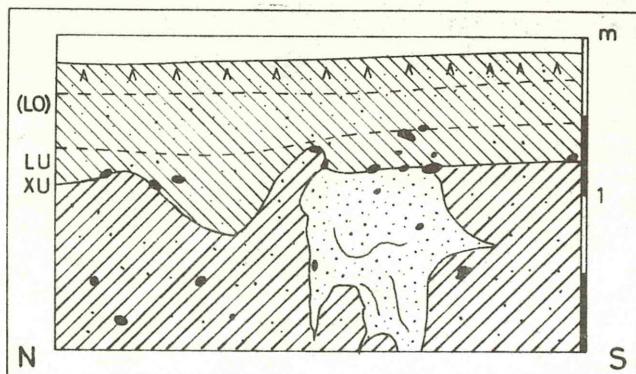


Abb.8 Aufschluß (59), östliche Wand an der Einfahrt, Blick nach E. Im rotbraunen Geschiebemergel steckt ein mit gelbem Sand gefüllter Eiskeil. Eine Steinsohle (XU) schneidet ihn oben ab, die mit dem darauffliegenden Sandlöß (LU) taschenförmig kryoturbiert wurde. Die beiden gestrichelten Linien geben die unteren Grenzen vom Ap- und Al-Horizont an.

Hohenbünstorf und Emmendorf zu schmal gezeichnet. Die Mächtigkeit beträgt 100-120 cm, auf den östlichen Hochflächen 60-80 cm, an NE-Hängen im westlichen Teil des Gebietes 180 bis über 200 cm. Im Bevenser Gebiet kann an vielen Stellen die Zweiteilung des Sandlösses nachgewiesen werden. Kryoturbate Verformung des LU ist selten, aber vorhanden (Abb.8). Im östlichen Tälchen der kleinen isolierten Lößfläche nördlich von Hanstedt, die besonders dicht abgebohrt wurde, taucht der Untere Sandlöß unter fluviatile Sande der Niederterrasse unter, die ihrerseits vom Oberen Sandlöß überdeckt sind. Der Untere Sandlöß setzt an seiner Grenze immer sehr plötzlich aus, während der Obere Sandlöß allmählich in Flugdecksand übergeht (Abb.9, s.S.34). Im Unteren Sandlöß lassen sich drei dünne Sandschichten großflächig verfolgen. Der Obere Sandlöß ist am Rande stark mit Flug- und Schwemmsand geschichtet, die im Inneren des Lößstreifens allmählich ausdünnen. Der unterste Teil (SO 1) hält am weitesten aus. Gelegentlich findet sich dicht unter dem oberen Lößpaket ein weiteres Schluffband (vielleicht LO 2). Die vollständige Schichtenfolge war neben der

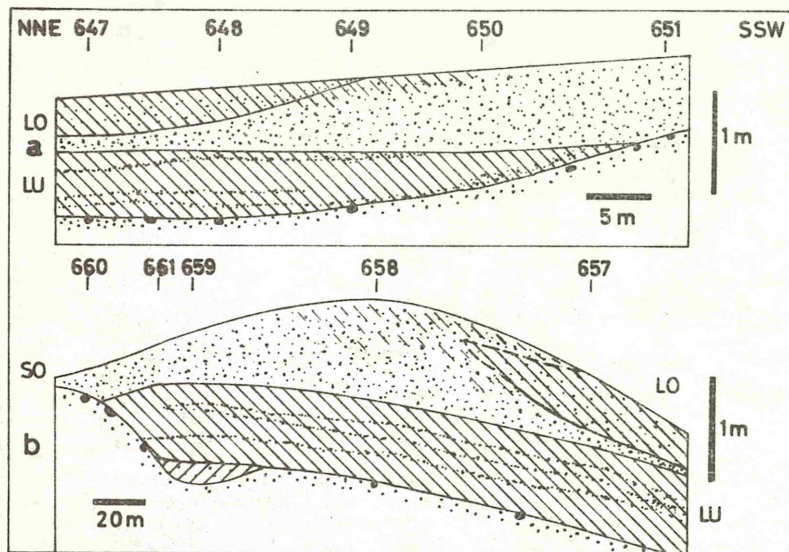


Abb.9 Aus Handbohrungen konstruierte Schnitte durch die südliche (a) und nördliche (b) Grenzzone des Sandlößstreifens im Bobenwald NE von Melzingen. Bei a) ist das topographische Profil 8-fach, das geologische 16-fach überhöht, Profil b) ist 40-fach überhöht. Zwischen zwei Lößkomplexen (LU und LO) schiebt sich von den Seiten her ein Flugsand (SO). Der LU ist randlich erodiert.

Kiesgrube Wessenstedt (40) aufgeschlossen. Aus dem Bevenser Sandlöß hat sich eine Parabraunerde mit verbrauntem Oberboden entwickelt, die häufig pseudovergleyt ist.

3.1.3.5. Das Clenzer Gebiet

In der Verlängerung der Richtung des Bevenser Gebietes nach E liegen einzelne Vorkommen von schluffigem Decksand ziemlich verstreut in der unregelmäßig hügeligen Landschaft. Bei dem in der Geol.Karte Nieders. eingezeichneten Vorkommen westlich von Prießbeck handelt es sich nicht um Sandlöß, sondern um einen mächtigen, gelben, schwach tonigen Beckenschluff. Die Mächtigkeit der Deckschichten beträgt 50 cm, max. 70 cm bei B 681. Reiner äolischer Schluff kommt nicht vor; es handelt

sich hier um lokal schluffreichere Decksande, die wegen der geringen Mächtigkeit vollständig entschichtet und deshalb nicht gliederbar sind.

3.1.3.6. Das Hamberger Gebiet

Wo die Stufe der Osterholz-Scharmbecker Geest, deren Sockel vor allem aus Tonen, Schluffen und Feinsanden des "Lauenburger Tones" besteht, zur Hamme-Niederung in einer schwachen Bucht nach NW zurückweicht, liegen die zwei kleinen, eng benachbarten Sandlößflächen des Hamberger Gebietes. Ihre Verbreitung wurde aus der Geol.Karte Nieders. übernommen. Auf einer schwach ausgeprägten Steinsohle über Geschiebelehm oder Sand liegt eine meist 40-80 cm mächtige äolische Deckschicht, die in den untersten 10-30 cm stark grobschluffig bis feinsandig ist, nach oben aber in fast reinen Mittelsand übergeht, in dem eine schwach podsolige Braunerde entwickelt ist.

3.1.3.7. Das Jettebrucher Gebiet

Am westlichen Talhang der Böhme liegt in einer Einsattelung bei Jettebruch, ähnlich der Position des Hamberger Gebietes, ein kleines Sandlößvorkommen. Die Hochfläche der Geest besteht dort aus glazifluviatilen Sanden und feinen Beckensedimenten, die weitflächig von Geschiebelehm bedeckt, aber an Taleinschnitten freigelegt sind. Die Mächtigkeit der Deckschichten beträgt durchschnittlich 45 cm, max. 110 cm bei B 691. Die Schichtfolge besteht aus einem unteren sandigen Paket, einer schluffreicheren Zone und einem hangenden Sand. Der Schluff ist wie bei Hamberger sehr grob. Wahrscheinlich handelt es sich bei diesen kleinen und geringmächtigen Sandlößvorkommen um die jüngere Folge, den Oberen Sandlöß.

3.1.3.8. Das Bergener Gebiet

Östlich von Fallingbostel stauen sich mehrere Endmoränenketten zu relativ großer Höhe und Breite auf, deren östliche Abflachung vom Bergener Sandlöß eingenommen wird. Er beginnt bei

Wardböhlen als schmaler Streifen in über 100 m Höhe, setzt dann E des Meißetales in breiter Front von ca. 10 km ein und zieht etwa ebenso weit bis an die Niederungen des Örtzetales heran, nur die höchsten Moränenwälle und die Talauen freilassend. Nach N und S geht der Sandlöß kontinuierlich in geringmächtigen, schluffigen Decksand über. Für die Blätter Hermannsburg und Sülze stellt die Kartierung von STOLLER (1915) die beste Unterlage dar. Die Mächtigkeit beträgt 60-90 cm, max. 320 cm bei (93).

Im Bergener Gebiet ist der Untere Sandlöß die vorherrschende Ablagerung. Kryoturbationen sind häufig zu beobachten (z.B. Abb.10).

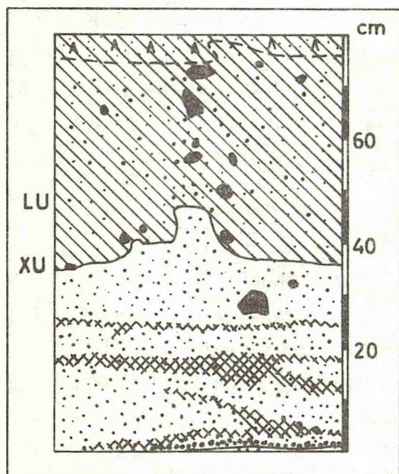


Abb. 10 Aufschluß (95), nördliche Nebengrube, östliche Wand, Blick nach NNE, 40 cm unter Geländeoberkante. Stark sandiger, entschichteter Unterer Sandlöß, verbraunt, mit kryoturbarer Grenzfläche auf kiesigem glazifluviatilem Sand, der noch 35 cm tief entschichtet ist. Die Steine der Steinschle wurden durch Kryoturbationswirbel nach oben getragen.

Am N-exponierten Hang von Aufschluß (93) ist er auf einer geringmächtigen Fließerde in fast ungestörter Lagerung erhalten (Abb.11, s.S.37). Er enthält mehrere dünne Sandlagen, die häufig von direkt darüber ansetzenden, sehr schmalen Eiskeilen durchbrochen werden. Hangaufwärts wird er von Schwemmschichten abgeschnitten. Im Oberen Sandlöß lassen sich zwei besonders schluffreiche Zonen unterscheiden (LO 2 und LO 3). Diese enthalten, von der jeweils hangenden Sandschicht ausgehend, kurze,

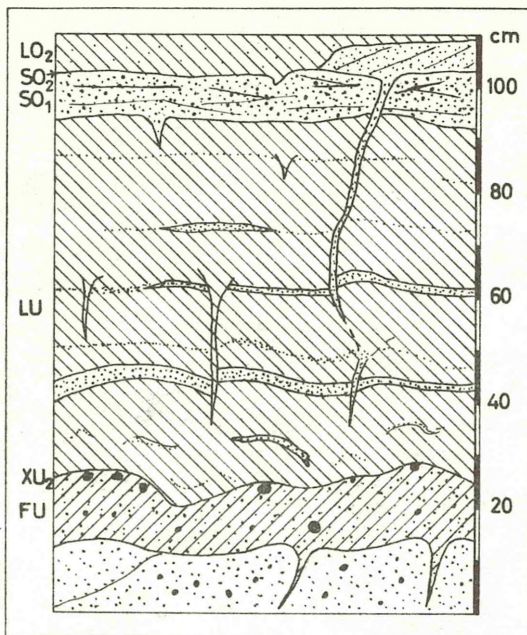


Abb.11 Aufschluß (93) westliche Wand, Blick nach S, Beginn 2 m unter Geländeoberkante. Fast ungestörter Unterer Sandlöß (LU), unterlagert von einer sandig-kiesigen Fließerde, überlagert von Sanden und Schluffen der jüngeren Folge (LO). Schmale Eiskeile setzen meist knapp über den dünnen Sand-schichten ein.

relativ breite (5-10 cm) Eiskeile. An mehreren Stellen (83, 86, 94) ist der Untere Sandlöß im obersten Teil entschichtet. Andere Spuren von fossilen Bodenbildungen lassen sich nicht nachweisen. Der rezente Boden ist im sandarmen Sandlöß als Parabraunerde mit ziemlich stark verbrauntem Oberboden, im stark sandigen Sandlöß als Braunerde mit rostbraunen Bändern im Liegenden entwickelt.

3.1.3.9. Das Wittinger Gebiet

Das Wittinger Sandlößgebiet beginnt auf den südlichen Ausläufern des großen Warthe- und Drenthe-zeitlichen Endmoränensystems südwestlich des Uelzener Beckens. Es wird durch das Isetal unterbrochen und breitet sich dann nach SE und E auf die Geschiebelehmfläche von Wittingen aus. Die Verbreitung ist in der Geol.Karte Nieders. zutreffend wiedergegeben. Der Sandlöß ist im Zentrum des Gebietes 60 cm mächtig, max. 150 cm (115), am Rande 40 cm, stark sandig und steinig. Die sandige

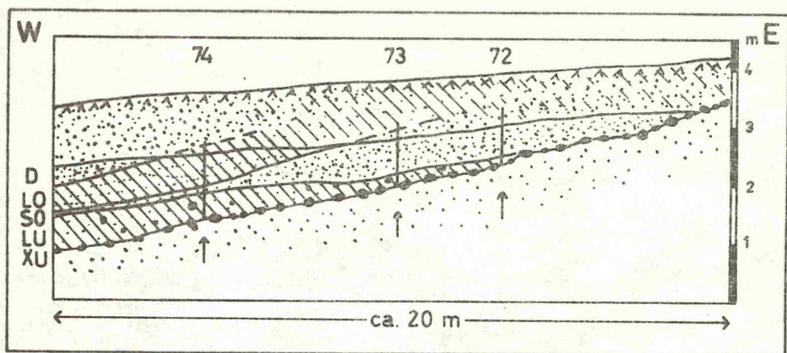


Abb.12 Aufschluß (112) nördliche Wand, Blick nach N. Zwischen dem hier stark sandigen Oberen Sandlöß (LO) und dem etwas steinigem Unteren Sandlöß (LU) schiebt sich ein reiner Flugsand ein, dessen Feinschichtung mit der des SO 1 von Goldenstedt korreliert werden kann. Die Nummern und Pfeile geben die Lage der Lackprofile an.

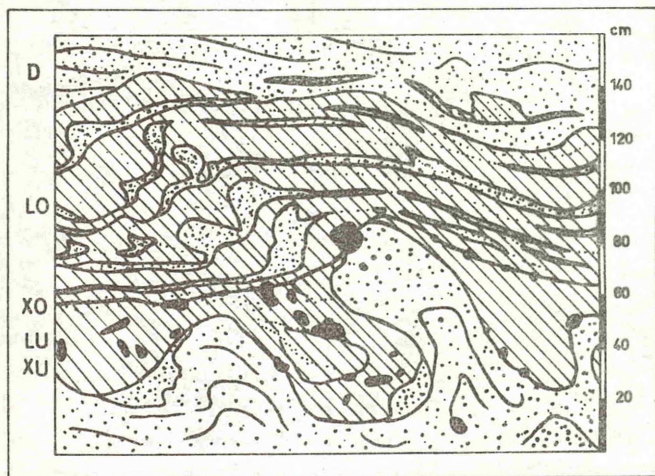


Abb.13 Aufschluß (112) westliche Wand, Südende, Blick nach W. Zwei Kryoturbationsstockwerke liegen übereinander. Unterer Sandlöß mit tiefen Taschen ist durch eine schwache Steinschle (XO) von dem schwächer verwürgten, stark sandstreifigen Oberen Sandlöß getrennt. Darüber liegt ungestörter jüngerer Flugsand (D).

Randfazies ist meist geringmächtig, schlecht aufgeschlossen und entschichtet, so daß eine Gliederung nur selten möglich ist. LÖBtaschen lassen sich jedoch häufig beobachten. Eine vollständige Folge zeigte nur Aufschluß (112), Abb. 12 und 13 (s.S.38), in dem zwei durch je eine Kryoturbations- Abschwemm- und Flugsandphase getrennte Sandlößkomplexe nachgewiesen werden können. Der Obere Sandlöß ist hier nicht weiter gliederbar. Der diese Folge einleitende Flugsand ließ sich mit Hilfe seiner Feinschichtung mit dem liegenden Flugsand von Goldenstedt (SO 1) korrelieren.

Im Wittinger Sandlöß hat sich in den unreinen und geringmächtigen Profilen eine Braunerde entwickelt, die in tieferen Teilen, z.B. in Taschen, noch Teile eines Tonanreicherungs-horizontes enthalten kann. Mächtigere Profile tragen eine Parabraunerde mit verbrauntem Oberboden. Häufig ist eine Pseudovergleyung eingetreten.

3.1.3.10. Das Bersenbrücker Gebiet

Das westliche Ende der Fürstenauer Berge, die sich mit den Dammer Bergen als frühsaalezeitliche Stauchmoränenwälle aus dem Flachland erheben, ist auf dem allmählichen stufenweisen Abfall zum Hasetal von Sandlöß bedeckt. Seine Verbreitung ist am besten bei DEWERS (1952) zu entnehmen, da sie in der Geol. Karte Nieders. im NW und SW etwas zu groß angegeben ist. Die Mächtigkeit beträgt 80-100 cm, max. mit Sandschichten 270 cm bei (133).

Der Untere Sandlöß ist nur selten erhalten. Er ist dann ganz oben etwas entschichtet. Meist beginnt das Profil mit Schwemmschichten (W) und Flugsand (SO 1), (Abb.14, s.S.40), über dem eine erste Lößschicht folgt (LO 1). Darauf liegt eine Sandfolge, die nach oben in charakteristischer Weise immer gröber wird, bis plötzlich der LO 2 einsetzt. Manchmal ist als dünnes grobsandiges Band auch der SO 3 vertreten. Die größte Lößmächtigkeit wird vom LO 3 gebildet. Als rezenter Boden hat sich eine Parabraunerde gebildet, die häufig schwach pseudo-

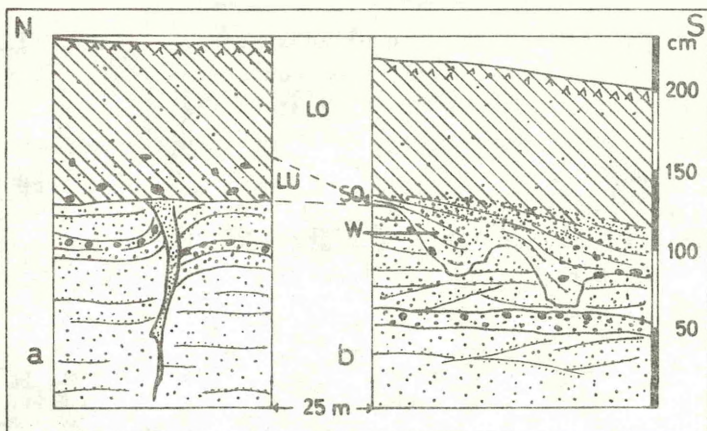


Abb.14 Aufschluß (134), östliche Wand, Blick nach E (a) und NE (b). Auf der Hochfläche (a) ist ein Rest des steinigen, sandigen LU, der einen großen Eiskeil in glazifluviatilen kiesigen Sanden diskordant überlagert, erhalten geblieben, während am Hang (b) eine Abschwemmungsphase Rinnen in den Untergrund geschnitten und diese später mit Schwemm Massen (W) gefüllt hat. Darauf liegt SO 1 und nicht weiter gliederbarer LO.

vergleyt ist. Der Bt-Horizont ist reich an kleinen, erdigen, rostbraunen Konkretionen.

3.1.3.11. Das Dammer Gebiet

Der Stauchmoränenlobus der Dammer Berge öffnet sich nach NW und erreicht an der Umbiegungsstelle von der E-W-in die N-S-Richtung seine größten Höhen. Von hier zieht sich nach ESE das Dammer Lößgebiet den Hang in Richtung auf den Dümmer hinunter. Die Verbreitung ist in der Geol.Karte Nieders. richtiger dargestellt als bei DEWERS (1932). Der Sandlöß ist 80-100 cm mächtig, max. 350 cm im westlichen Teil bei Holte (151). Meist beginnen die Profile unten mit sandigen Schichten, auf denen reinerer Schluff liegt, der nach oben wieder stärker sandig wird. Auch eine Fließerde kann die Lößfolge einleiten. Wahrscheinlich handelt es sich ausschließlich um die jüngere Sandlößfolge (LO). Es ist meist eine kräftige Parabraunerde

entwickelt, die an tiefliegenden Stellen stark pseudovergleyt ist. Bei Rüschenndorf (158) ist der Bt-Horizont von einem senkrechten Spaltennetz durchzogen, das von grauem Material gefüllt ist, wie es von ROESCHMANN (1963) aus dem Syker Sandlöß beschrieben wurde.

3.1.3.12. Das Wehdemer Gebiet

Südwestlich von Lemförde liegen die Stemmweder Berge, eine Aufragung von Höherer Oberkreide, die rings von pleistozänen Sedimenten umgeben ist. Von N legt sich ein breiter Dünengürtel herum, während von dem Hängen der SE-Ecke ein kleines Lößvorkommen herunterzieht. Die Verbreitung wurde von der Geol. Karte Nieders. übernommen. Es besteht aus relativ grobem Löß, der sich an seiner N-Grenze schwach mit Flugsanden verzahnt. Aufschlüsse sind nicht vorhanden.

3.1.3.13. Das Goldenstedter Gebiet

Das größte zusammenhängende Geestplateau Westniedersachsens erstreckt sich in W-E-Richtung zwischen der Ems und der Weser. Es besteht aus glazifluviatilen Sanden und feinen Beckensedimenten. Darüber liegt, großflächig verbreitet, ein rotbrauner Geschiebelehm. Im östlichen Teil werden diese pleistozänen Ablagerungen häufig durch Aufragungen von tonigen Schluffen und Glimmersanden des Tertiärs unterbrochen. Dieser Geestfläche liegt eine nahezu zusammenhängende Sandlößdecke auf, deren zwei durch das Tal der Hunte durchschnittene Teile getrennt beschrieben werden.

Das Goldenstedter Sandlößgebiet ist der westliche, schmalere und kleinere Teil, ist aber größer als jedes andere der niedersächsischen Sandlößgebiete. Es wurde von DEWERS (1932) kartiert und beschrieben. Der Sandlöß beginnt in der Nähe von Cloppenburg in Form von schmalen Streifen, die sich nach E zu einer zusammenhängenden Fläche verbreitern und vereinigen. Im N grenzt er meist gegen Flugsande, im Süden dünnt er auf

der Geschiebelehmunterlage allmählich aus. Beide Grenzen sind fast geradlinig, divergieren aber schwach nach E. Am Huntetal wird der Sandlöß wieder etwas sandiger und dünnt meist auf der Hochfläche noch aus. Die Talhänge selber werden bei Goldenstedt von fluviatilen sandigen und schluffigen Ablagerungen gebildet, die große Ähnlichkeit mit geschichtetem Sandlöß besitzen. Die Mächtigkeit des Sandlösses beträgt im westlichen Teil 80-100 cm, max. 130 cm bei (163), mit Sand 200 cm (165), und im östlichen Teil 40-60 cm, max. 200 cm bei (171).

Im Verlauf des Autobahnbaues der Hansalinie ergaben sich eine Reihe von Aufschlüssen quer durch den westlichen Zipfel des Sandlößstreifens bei Drantum. Es handelt sich hier um die jün-

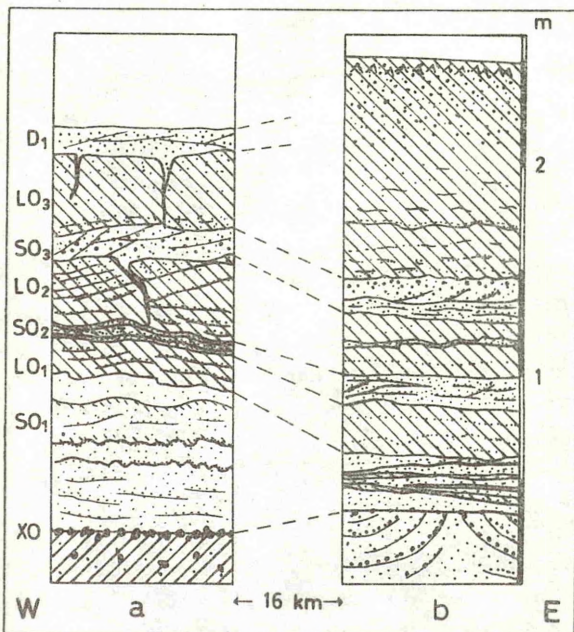


Abb.15 a) Aufschluß (165), SW-Wand, Blick nach W,
b) Aufschluß (171), Mittelteil der N-Wand, Blick nach N
Die normale Abfolge des Oberen Sandlösses zwischen Cloppenburg und Goldenstedt besteht aus dreimaligem Wechsel von mehr sandigen und mehr schluffigen Schichtkomplexen. Sie sind leicht kryoturbat verformt und enthalten schmale Eiskeile, die mit Sand gefüllt sind.

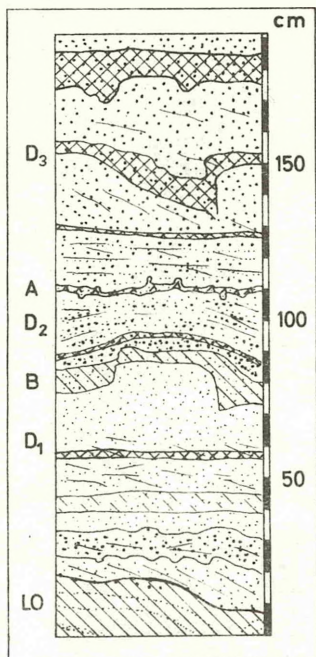


Abb.16 Aufschluß (165)
W-Ecke der N-Wand,
Blick nach N
Über dem Sandlöß (L0)
liegt mit scharfer
Grenze feiner Decksand
der Ältesten Dryaszeit
(D1), oben durch einen
etwas lehmigen Hori-
zont begrenzt (B, Böll-
ling). Darüber Sand
der Älteren (D2) und
Jüngeren Dryaszeit (D3),
geteilt durch den Usse-
lo-Horizont (A, Alleröd)

jüngere Flugsande (D) hat keine oder nur eine sehr schwache Tonwanderung stattgefunden. Die oberen Lagen von L0 2 und L0 3 sind lediglich etwas entschichtet.

gere Folge, die von W her mit einem Flugsand eingeleitet wird (SO 1). Ein mittlerer Flugsand (SO 2) kommt von S bis SW, während der dritte (SO3) wieder aus nördlicher Richtung stammt. Der dritte Sandkomplex ist besonders stark im Aufschluß (165) ausgebildet (Abb.15 a, s.S.42). Dieser Aufschluß ist wichtig für die zeitliche Einstufung, weil hier im Hangenden des Sandlösses eine jüngere Decksandfolge liegt, die in die bekannte Decksandgliederung eingestuft werden kann (Abb.16). Nördlich des Sandlößstreifens wurde durch den Autobahnbau noch ein kleines isoliertes Sandlößvorkommen freigelegt, das die oberste Füllung einer schmalen grabenartigen, mit Mudde und Torf gefüllten Rinne bildet. Im Torf fanden sich Früchte von Eiche und Hasel, Birkenrinde und Schilfrhizome. Die 14C-Analyse des Torfes ergab ein Alter von mehr als 44 000 Jahren, so daß mit einem Eemzeitlichen Alter gerechnet werden muß. Der hangende Sandlöß war sehr gleichförmig und ließ sich daher nicht weiter gliedern.

Auf dem Goldenstedter Sandlöß hat sich je nach dem Schluffgehalt eine Parabraunerde oder eine Braunerde entwickelt. Unter der Bedeckung durch

3.1.3.14. Das Syker Gebiet

Das Syker Sandlößgebiet ist die östliche Fortsetzung des Goldenstedter Gebietes. Vom Huntetal in ungefähr gleicher Breite beginnend, verbreitert es sich bald nach S und besonders nach N, wo es einen eigenen Ast bildet, der von Syke bis Hoya das Wesertal westlich begleitet. Die Karte von DEWERS (1932) und die Geol.Karte Nieders. stimmen im wesentlichen überein und geben ein richtiges Bild. Im allgemeinen kann bei abweichenden Kartierungen die Fassung bestätigt werden, die die kleinere Verbreitung angibt. Auf den Flächen beträgt die Mächtigkeit meist 70 cm; max. 240 cm bei Neubruchhausen (193).

Im Syker Gebiet kann an vielen Stellen, besonders in den südlichen Teilen, der kryoturbierte Ältere Sandlöß beobachtet werden (Abb.17). Er entspricht dem "steinigen Flottsand", den DEWERS auskartierte.

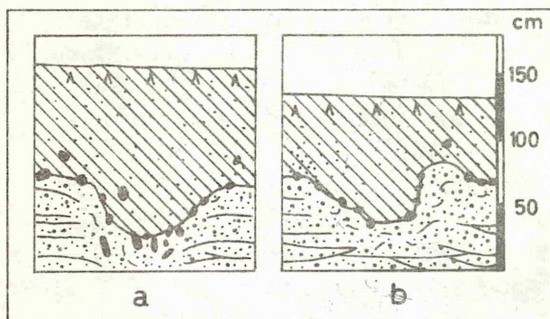


Abb.17
a) Aufschluß (207), mittlerer Teil der Aufschlußwand, Blick nach E
b) Aufschluß (208) mittlerer Teil, Blick nach S
Taschenböden im Sandlöß (LU) des Syker Sandlößgebietes, Aufpressung des Liegenden in die Deckschichten.

Im N sind die Schichten größtenteils ungestört und gehören zur jüngeren Folge. Sie beginnt mit Flug- und Schwemmsanden, über denen nach einer geringen Lössschicht eine zweite Flugsandfolge liegt, die nach oben gröber wird (SO 2). Darüber folgt sehr sandarmer Löß, der nach oben oft wieder sandiger wird. Der SO 3 ist nur manchmal als dünne Grobsandlage vertreten.

Die Bodenbildungen wurden von ROESCHMANN (1963) ausführlich beschrieben. Nach ihm muß die Tondurchschlammung vor der letzten Kaltphase der Weichseleiszeit stattgefunden haben, da der Bt-

Horizont von einem Eisspaltennetz durchzogen ist. Das Studium der Flugsande (D) über dem Sandlöß erlaubt noch eine etwas genauere Zeitbestimmung für die Lessivierung.

3.1.3.15. Das Rehburger Gebiet

Am NW-Abhang der Rehburger Berge sind in der Geol.Karte Nieders. zwei kleine Sandlößvorkommen angegeben, die aber bei einer Übersichtsbegehung nicht in der gezeichneten Form aufgefunden werden konnten. Es handelt sich nur um ein kleines Gebiet, in dem über der Steinsohle ein schluffiger Decksand liegt, der nur teilweise den Namen Sandlöß verdient. Es kommen an einigen Stellen, z.B. (221) und (222), aquatische schluffige und feinsandige Sedimente an die Oberfläche, ähnlich denen des Huntetales (174). Aufschlüsse in den Deckschichten fehlen weitgehend. Das Rehburger Gebiet kann als äußerster Teil des Sandlöß- und Lößgebietes von Wunstorf und Pattensen angesehen werden.

3.1.3.16. Das Wunstorfer Gebiet

Am Austritt der Leine aus dem Mittelgebirge in das Flachland springt die Lößgrenze nach N vor (GRAHMANN 1932). Wahrscheinlich ist diese Lößhalbinsel auf die Wirkung der hier nach N vorspringenden Höhenzüge aus mesozoischen Gesteinen zurückzuführen (WORTMANN 1941). Da sich hier häufig der Übergang von sandigen Deckschichten über den Sandlöß zum reinen, häufig noch kalkhaltigen Löß beobachten läßt, wurden diese Gebiete in die Bearbeitung einbezogen. Der Sandlöß ist an die Nähe von sandigen Lockergesteinen gebunden und tritt daher vor allem in den nördlichen Teilen bei Wunstorf und in einem schmalen Streifen entlang der Leine, auf der Mittelterrasse, auf. Der Übergang vom Flugsand zum Löß vollzieht sich von NW nach SE auf ungefähr 4 km, von NE nach SW auf ungefähr 2 km Länge. Die Mächtigkeit des Decksandes beträgt 50 cm; der Sandlöß erreicht 80-100 cm, max. 215 cm bei (225).

Bei Bekeloh, Aufschluß (225), Abb.18 (s.S.46), ist ein Profil

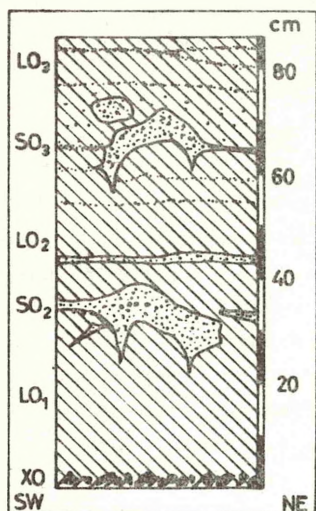


Abb.18 Aufschluß (225), westliche Wand, Blick nach NW, 130 cm unter Geländeoberkante. Obere Sandlößfolge mit kryoturbier-ten Sandstreifen, die mit ungestör-ten abwechseln. Der oberste Teil enthält den Beginn des Bt-Horizon-tes der holozänen Parabraunerde.

der jüngeren Sandlößfolge aufgeschlossen, dem nur der SO 1 fehlt. Es enthält zwei schwache Kryoturbationshorizonte, die an Sandschüttungen gebunden sind. Dieses Profil ist vollständig entkalkt, während südlich von Dedensen auf undurchlässigem Untergrund unten häufig noch Kalk vorhanden ist. Je nach dem Sandgehalt hat sich eine Braunerde, eine Bänderparabraunerde oder eine Parabraunerde gebildet; Pseudovergleyung ist häufig. Der Kalkgehalt des Lösses ist auf die kalkreichen Gesteine zurückzuführen, die hier mit Einsetzen des Mittelgebirges zu Tage anstehen.

3.1.3.17. Das Pattenser Gebiet

Auch südlich von Hannover ist der Lößstreifen zwischen Leine und Deister in einer schmalen Zone entlang der Leine sehr sandhaltig. Der Sandlöß beschränkt sich auf die Verbreitung der Leine-Mittelterrasse und endet daher auf der linken Leine-seite in der Höhe von Sarstedt. Zu diesem Gebiet wird noch ein Aufschluß an der Spitze des Hildesheimer Waldes gerechnet, der ebenfalls Sandschichten im Löß enthält, die aus dem Leinege-biet stammen (237). Die Mächtigkeiten haben im Vergleich zum

Wunstorfer Gebiet zugenommen und schwanken zwischen 100 und 200 cm, max. 500 bei (237). Bei Grabarbeiten für eine Ferngasleitung im Sommer 1966 waren die Deckschichten zwischen Gehrden und Sarstedt aufgeschlossen. Der Löß enthält parallel geschichtete Sande, die sich ganz unten und in zwei darüberliegenden Niveaus häufen, und liegt glatt auf einer denudierten Unterlage. Diese zeigt die Spuren einer starken Frostbeanspruchung, die durch die Steinsohle abgeschnitten werden. In Abb.19 ist eine vorher entkalkte Zone von dem Eiskeil und der Kryoturbation miterfaßt worden.

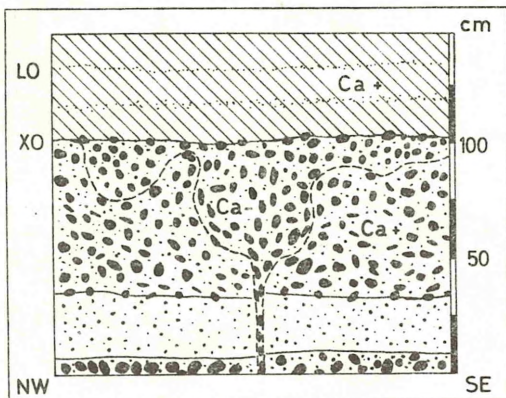


Abb.19 Aufschluß (235) Blick nach NE, 150 cm unter Geländeoberkante.

Kalkhaltiger Löß mit Sandstreifen auf Kies und Sand der Mittelterrasse. Die obere, entkalkte Kiesschicht ist kryoturbiert und füllt einen Eiskeil aus. Die mit kalkhaltigem Löß überdeckte Steinsohle schneidet diese Formen glatt ab.

Im Aufschluß (237) (Abb.20, s.S.48) südlich von Heyersum ist unter der Folge des Oberen Sandlösses und Schwemmschichten auch ein Rest des Unteren Sandlösses erhalten. Er ist stark verflossen, zeigt aber keine Veränderung durch bodenbildende Vorgänge. Der den Lößschichten eingelagerte Sand ist rötlichbraun gefärbt und gleicht dem Sand der Leine-Terrassen, aus denen er nur durch Windwirkung hangauf herantransportiert worden sein kann.

Die postglaziale Entkalkung reicht je nach der Durchlässigkeit des Liegenden 100-250 cm tief. Es hat sich meist eine typische Parabraunerde entwickelt. Rechts der Leine kommen auch Schwarzerde-ähnliche Bildungen vor.

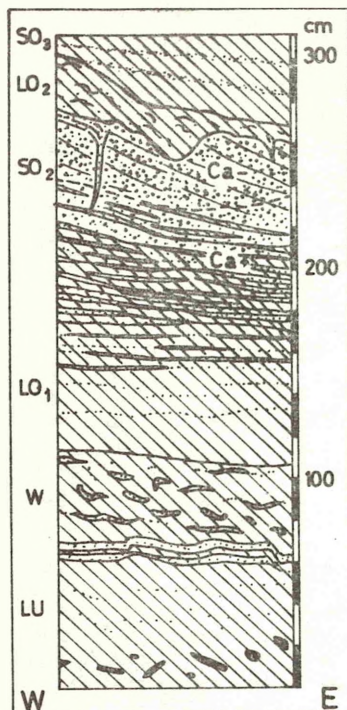


Abb. 20 Aufschluß (237), Blick nach N, 200 cm unter Gelände.

Wenig gestörte Schwemm- und Flugsandschichten mit Löß über Unterem Sandlöß (LU). Der Flugsand enthält oben schmale Eiskeile und ist von einer dünnen kryoturbierten Lößschicht (LO 2) bedeckt. Darüber folgt ungestörter LO 3. Die Entkalkungsgrenze der holozänen Bodenbildung ist gestrichelt eingezeichnet.

20

5.1.3.18. Das Peiner Gebiet

Das Lößgebiet nördlich und östlich von Hildesheim reicht im Norden ungefähr so weit, wie der mesozoische Untergrund nicht durch andere pleistozäne Sedimente verdeckt ist. An der Grenze dünnt der Löß allmählich aus oder wird, wenn lockere Sande in der Nähe sind, immer stärker sandig. STOLLER (1931) hat zwischen Peine und Burgdorf einzelne Stellen dieses Überganges auskartiert. Da keine Aufschlüsse in mächtigeren Deckschichten zu finden waren, können keine genaueren stratigraphischen Beobachtungen mitgeteilt werden.

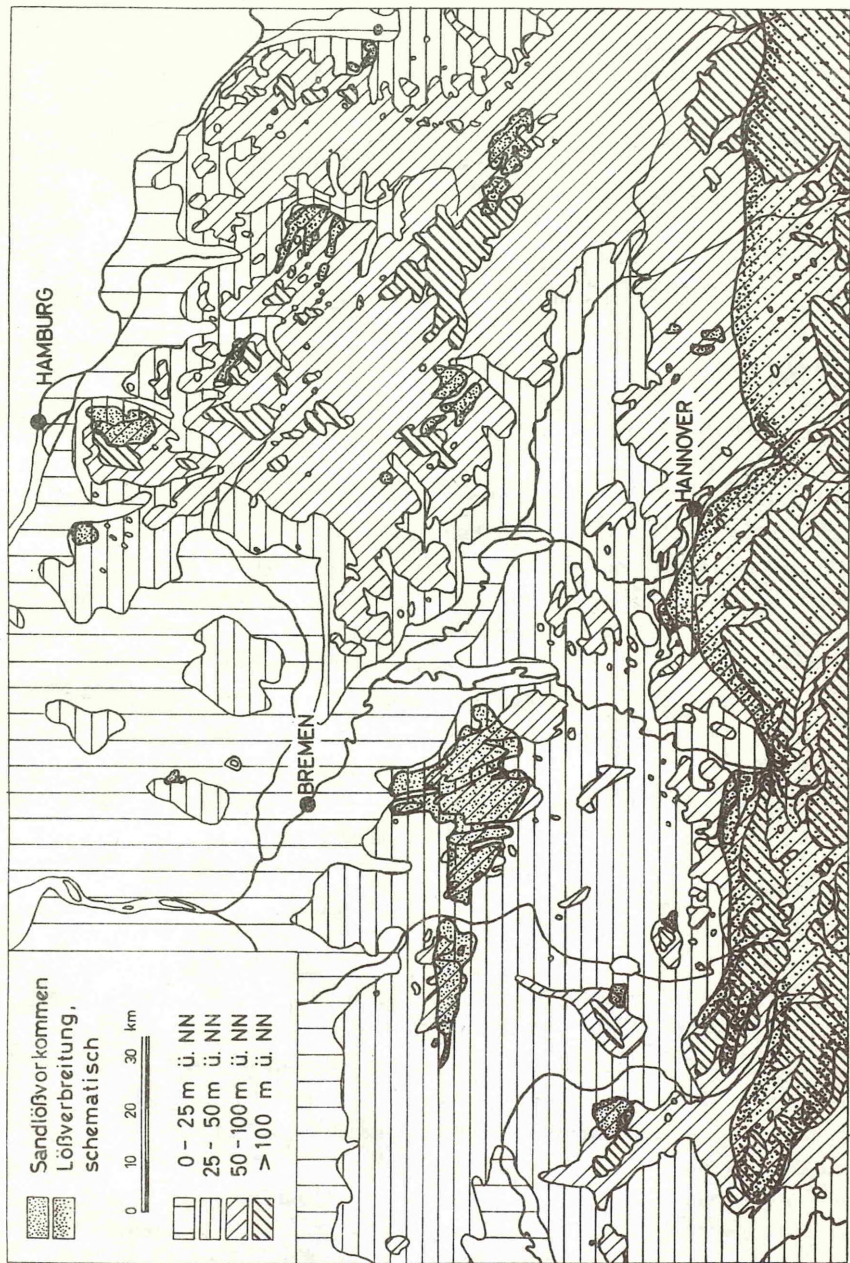


Abb. 21 Höhensichtenkarte des Niedersächsischen Flachlandes mit der Sandlöß- und Lößverbreitung

3.1.4. Vergleiche der Sandlößgebiete untereinander

3.1.4.1. Die räumliche Lage der Sandlößgebiete

Die bereits bekannte großräumige Anordnung der Sandlößgebiete in einzelnen NW-SE-gerichteten Streifen wie auch ihre Lage im E von höheren Erhebungen ist auf Abb.21 (s.S.49) deutlich zu erkennen. Von den Gebieten nördlich der Aller kann man sagen, daß sie, die Täler von Elbe und Aller im Abstand von 10-30 km begleitend, östlich von größeren Erhebungen liegen, wenn diese stufenweise etwas zum Tal hin vorspringen. Die einzelnen Gebiete können in lange, schmale Streifen aufgelöst sein, die seitlich scharf begrenzt sind und weitgehend unabhängig von der Geländeform und -exposition die gleiche Mächtigkeit behalten. Diese Eigenschaften sind auch teilweise in dem großen Syke-Goldenstedter Sandlößgebiet verwirklicht, das aber, außer im westlichen Teil, auf den Höhen selber aufliegt. Es besteht anscheinend aus zwei Teilen: der erste begleitet das Wesertal unmittelbar auf der angrenzenden Hochfläche, der andere verläuft in W-E-Richtung und zeichnet damit in ca. 20 km Entfernung den nördlichen Rand der Geest nach. Merkwürdig scheint es zu sein, daß sich das Bersenbrücker Gebiet im NE, das Dammer wie auch das Wehdemer Gebiet aber im SE der höchsten Erhebungen befindet. Es ist diesen Gebieten aber gemeinsam, daß sie, von W gesehen, jeweils hinter länglichen Erhebungen liegen, die nur wenig von der W-E-Richtung abweichen.

3.1.4.2. Stratigraphische Beziehungen zwischen den verschiedenen Sandlößgebieten

Alle wichtigen stratigraphischen Beobachtungen der größeren Sandlößgebiete sind in schematischen Sammelprofilen auf der Abb.22 (s.S.51) dargestellt. Die Sandlößgebiete nördlich der Aller (Abb.22a) haben gemeinsam, daß ihre Ablagerungen in zwei zeitlich getrennte Komplexe zu gliedern sind, den Unteren und den Oberen Sandlöß. Es fällt jedoch auf, daß von NW nach SE der Untere Sandlöß an Bedeutung gewinnt, während der Obere Sandlöß in der gleichen Richtung allmählich geringmächtiger

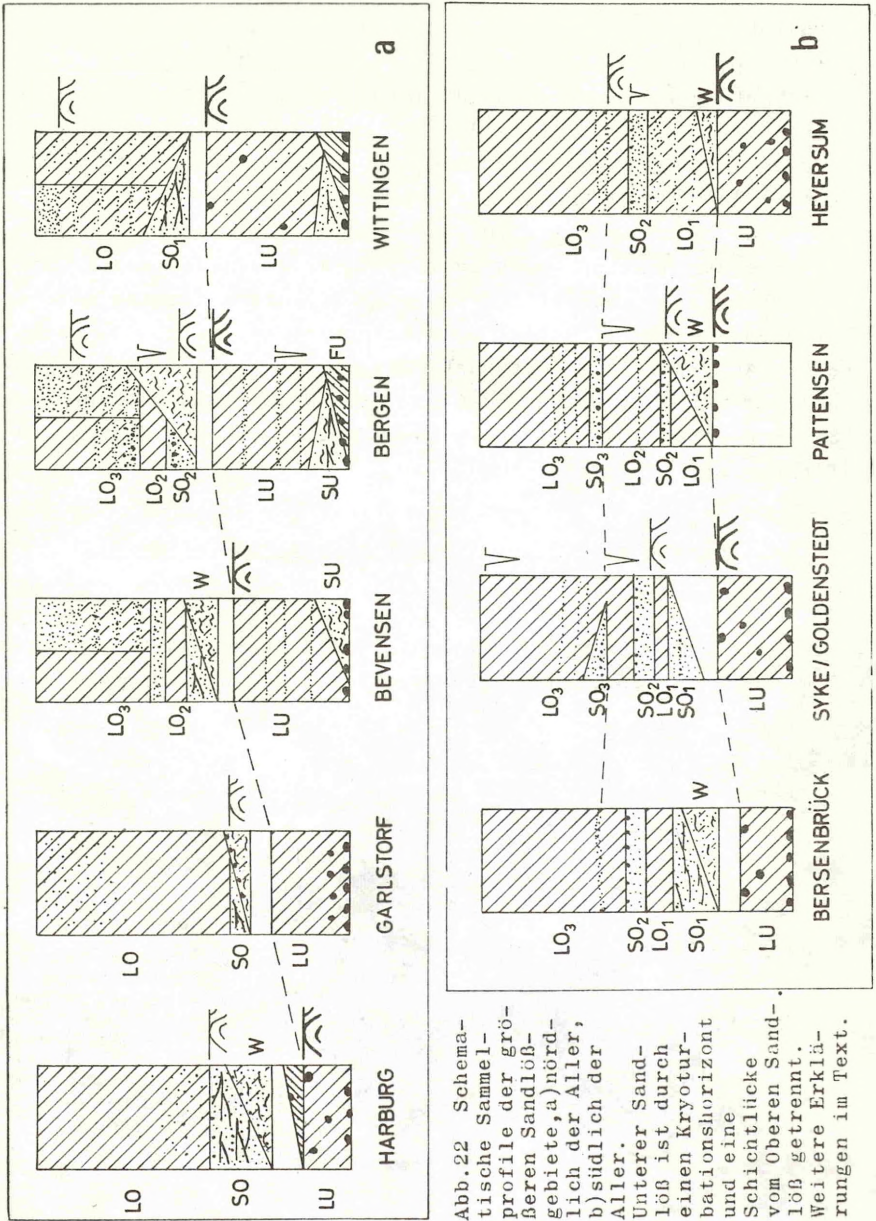


Abb. 22 Schematische Sammelprofile der größten Sandlößgebiete, a) nördlich der Aller, b) südlich der Aller.
 Unterer Sandlöß ist durch einen Kryotur-bationshorizont und eine Schichtlücke vom Oberen Sandlöß getrennt.
 Weitere Erklärungen im Text.

und sandiger wird. Wahrscheinlich nimmt innerhalb des Oberen Sandlösses die Bedeutung der beiden unteren schluffigen Komplexe (LO 1 und LO 2) auch in der gleichen Richtung zu, so daß bei Harburg der Obere Sandlöß nur durch den LO 3 gebildet wird. Der SO 1 konnte mit Hilfe der Feinschichtung nur bei Wittingen erkannt werden; möglicherweise ist er in den nördlicheren Gebieten durch Schwemmschichten vertreten. Südlich der Aller (Abb.22b) läßt sich die vollständige Gliederung des Oberen Sandlösses in allen Gebieten verfolgen. Lediglich der SO 1 ist auch hier nicht überall vertreten. Der Untere Sandlöß ist im Syke-Goldenstedter Gebiet am stärksten entwickelt, das damit große Ähnlichkeit mit den Gebieten von Bergen und Wittingen hat. Er verliert seine Bedeutung nach N wie auch zunächst nach S, wo er erst wieder im Bereich größerer Lößmächtigkeiten zu finden ist.

3.2. Untersuchungen zum Windschliff in der Steinsohle

3.2.1. Windkanterzählungen

Die Untersuchungen der Steinsohle wurden benutzt, um zu Aussagen über die Windverhältnisse und das Klima der Zeit vor der

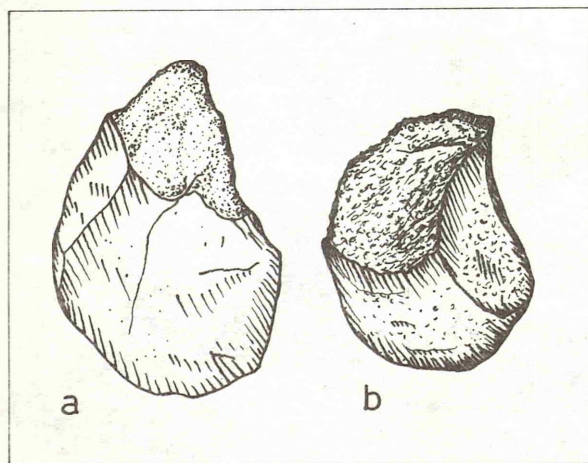


Abb.23

Windschliffene
Steine mit Wü-
stenlackbildung.

- a) Aufschluß (40)
unter Sandlöß.
- b) Aufschluß (343)
unter Decksand.

Überdeckung durch Sandlöß und Flugsand zu gelangen.

Die Steine der Steinsohle unter Decksand, Sandlöß und Löß besitzen häufig eine glatte Oberfläche, die anscheinend gegen Verwitterung etwas widerstandsfähiger ist als das Innere des Gesteins (Abb.23, s.S.52). Sie zeigen also eine schwache Ausbildung von Wüstenlack.

Die Windkanter der Steinsohle wurden in drei Gesteinsgruppen ausgezählt (K: Kristalline Gesteine, S: Sedimente, F: Feuersteine und Quarze) und ihre Anteile in Prozent der Gesamtprobe ausgerechnet (K_w , S_w , F_w). Zur Charakterisierung einer Probe dienten die Summe dieser Prozentzahlen G_w und der Quotient K_w/G_w . Die Werte sind in den Zähltabellen am Schluß der Arbeit zusammengestellt.

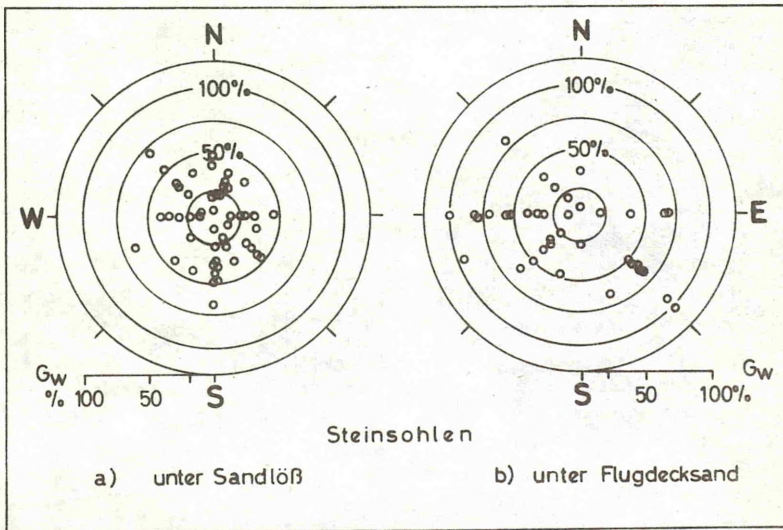


Abb.24 Windkantergehalt G_w in Abhängigkeit von der Hangexposition. Unter Sandlöß ist keine Abhängigkeit festzustellen. Unter Flugdecksand scheint es eine Bevorzugung der W-exponierten Stellen zu geben, doch kann diese auch durch das Fehlen von E-exponierten Aufschlüssen vorgetäuscht werden.

Wie aus Abb.24 (s.S.53) hervorgeht, kann eine Abhängigkeit des Windkantergehaltes G_w von der Hangexposition nicht sicher festgestellt werden. Dagegen zeigt sich eine Abhängigkeit des Windkantergehaltes von den überlagernden Deckschichten in der Weise, daß Steinsohlen unter Sand mehr Windkanter führen als unter schluffigen Deckschichten (Abb.25). Auch zwischen den Deckschichten und der Art der geschliffenen Steine besteht ein Zusammenhang (Abb.26, s.S.55): In Löß- und Sandlößgebieten ist der Anteil der kristallinen Windkanter K_w am Gesamtwindkantergehalt G_w , also der Quotient Q_w , höher als in Decksandgebieten. Das bedeutet zusammen mit der vorigen Beobachtung: Die Tatsache, daß der Windkantergehalt G_w unter Sand höher ist als unter Schluff, ist vor allem auf den höheren Gehalt an geschliffenen Sandsteinen zurückzuführen. Die Zahl der Windkanter von kristallinen Gesteinen variiert nicht so stark.

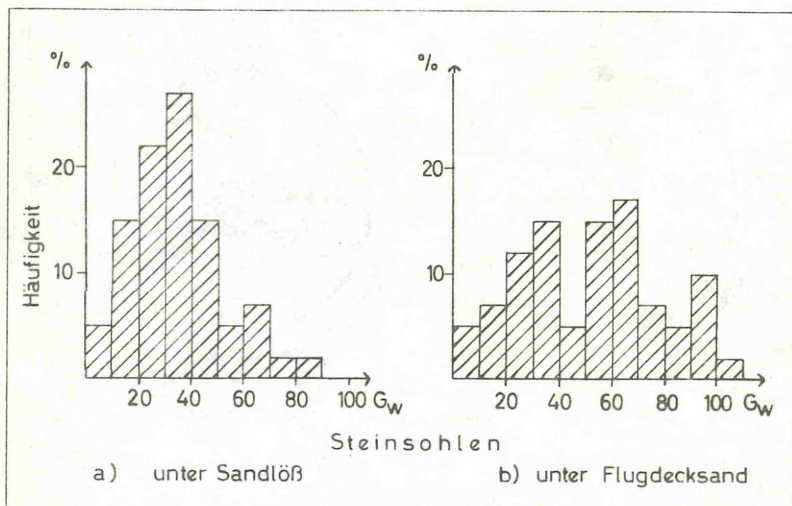


Abb.25 Häufigkeitsverteilung des Windkantergehaltes von Steinsohlen unter verschiedener Bedeckung. Unter Sandlöß liegt das Häufigkeitsmaximum des Windkantergehaltes bei 30-40, unter Flugdecksand bei 50-70.

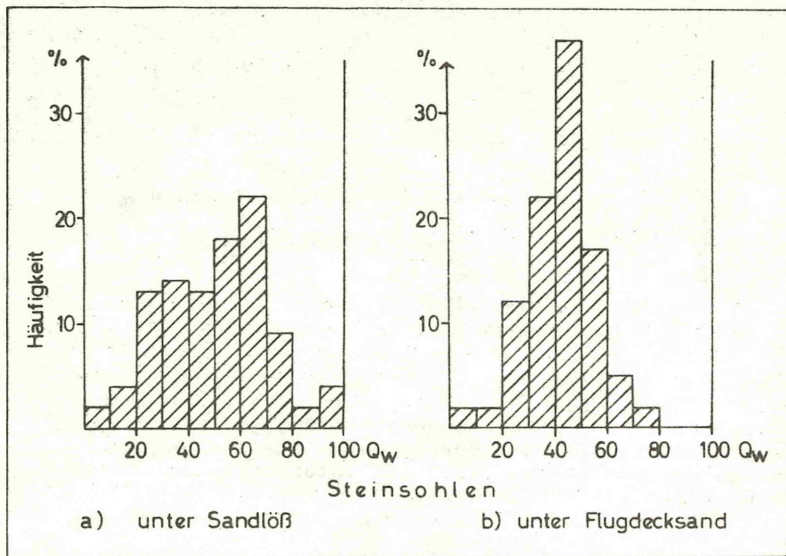


Abb.26 Häufigkeitsverteilung des Anteils von kristallinen Windkantern am Gesamtwindkantergehalt (Q_w). Unter Sandlöß hat das Häufigkeitsmaximum einen höheren Q_w -Wert als unter Flugdecksand.

3.2.2. Versuche mit dem Sandstrahlgebläse

Um das Ergebnis der Windkanterzählungen deuten zu können, wurden mit einem Sandstrahlgebläse Versuche zum äolischen Gesteinsabtrag durchgeführt. Bei der Auswertung wurden die Gewichtsverluste des feinkörnigen, homogenen Leptits V_L als Eichwerte für den Apparat benutzt und die gemittelten Gewichtsverluste der beiden anderen Gesteine auf sie bezogen. Abb.27 (s.S.56) zeigt die Abhängigkeit dieser Quotienten Q_v von den Sandstrahlkorngrößen.

Man erkennt, daß sich die beiden Gesteine Porphyr und Sandstein deutlich voneinander unterscheiden: Porphyr wird stets stärker angegriffen als der Sandstein. Der Unterschied ist jedoch bei den beiden Fraktionen des Feinsandes deutlicher ausgeprägt als beim Mittelsand. Während die größeren Körner nur

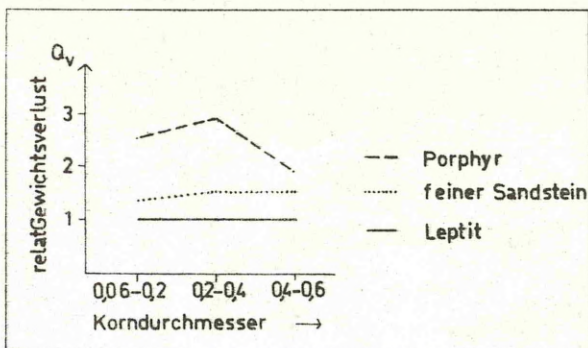


Abb.27 Abhängigkeit des Abtrages verschiedener Gesteine von der Korngröße des Sandes bei Sandstrahlversuchen, bezogen auf Leptit. Der Porphyr wird stärker angegriffen als der Sandstein, wobei der Unterschied zur feineren Fraktion hin größer wird.

einen geringen Unterschied bei der Abtragung verschiedener Gesteine machen, können feinere Körner anscheinend bevorzugt kristalline, feldspatreiche Gesteine bearbeiten.

3.3. Schwermineraluntersuchungen

3.3.1. Die stabilen Minerale im Sandlöß und anderen Sedimenten

3.3.1.1. Qualitative Beobachtungen

1.) Die Zirkone der pleistozänen Sedimente sind sehr häufig idiomorph säulig oder nadelig, die des Tertiärs sind fast immer stark gerundet, z.T. fast kugelig. Im Gebiet der Lüneburger Heide treten in den pleistozänen Sedimenten, besonders dem Sandlöß, manchmal auch gelbliche Zirkone auf.

2.) Der Rutil ist in den pleistozänen Sedimenten ebenfalls häufig stengelig oder säulig. In den Proben der Tertiärs zeigt er die Spuren einer Aufarbeitung und ist körnig und unregelmäßig geformt. Neben den typischen gelben Exemplaren kommen auch braune oder fast farblose Stücke vor. Die anderen TiO_2 -Modifikationen sind recht selten. Brookit und Pseudobrookit wurden kaum beobachtet, während Anatas ungefähr 5-10 % des Rutilge-

haltes erreicht. Er ist im Lauenburger Ton anscheinend besonders häufig.

3.) Die Turmaline sind meist kurzsäulig. Daneben kommen auch gut gerundete Bruchstücke und lange Säulchen oder sogar Nadeln vor. Auch hier sind die Formen in den pleistozänen Sedimenten frischer als in denen des Tertiärs. Die grüne Farbe herrscht bei weitem vor, aber es gibt alle Übergänge zu blauen, roten und farblosen Turmalinen.

4.) Der Korund wurde in seiner typischen blauen Varietät vereinzelt in Sandlöß-Proben der Lüneburger Heide, des südniedersächsischen Lösses und häufiger im Sandlöß bei Wunstorf gefunden. Es sind unregelmäßige Bruchstücke von schwärzlich blauer bis reinblauer Farbe, gelegentlich mit gelben Stellen, relativ hoher Lichtbrechung und mittlerer Doppelbrechung, optisch einachsigt mit häufig als positiv (!) bestimmtem optischen Charakter.

5.) Unter den übrigen Schwermineralen herrschen neben den opaken Körnern Hornblende und Epidot bei weitem vor. Nach S ist eine Abnahme des Epidot- und eine Zunahme des Granatgehaltes zu bemerken. Aber auch die nördlichen Sandlöße von Harburg und Garlstorf besitzen einen relativ hohen Gehalt an Granat und anderen weniger resistenten Schwermineralen. Im Vergleich mit den stabilen Mineralen kann festgestellt werden, daß Proben, die weniger Rutil als Zirkon enthalten, häufig verhältnismäßig wenige verwitterbare Schwerminerale enthalten. Diese im Flachland und besonders bei den Tertiärproben beobachtete Abhängigkeit verliert sich im südlichen Lößgebiet, wo niedrige Rutilgehalte bei hohem Granat- und Hornblendeanteilen auftreten.

6.) Hinsichtlich der Größe der Körner läßt sich deutlich beobachten, daß in den nördlichen Sandlößproben die Schwermineral Körner vor allem in der Grobschluff-Fraktion auftreten, und daß sie, je weiter man nach Süden in den Löß kommt, immer mehr in der Mittel- und Feinschluff-Fraktion liegen.

3.3.1.2. Quantitative Beobachtungen

Zur Charakterisierung des Gehaltes an Stabilen Mineralen wurde der Zirkonanteil pro Summe Zirkon + Rutil (Q_z) und der Turmalinanteil pro Gesamt-Stabil-Gehalt (T), beides in Prozent, bestimmt und in Diagramme eingetragen.

Es zeigte sich (Abb.28), daß sich die aquatischen Sedimente des Tertiärs und des Pleistozäns stabilmineralanalytisch trennen lassen. Die Schluffe des Tertiärs enthalten mehr Zirkon als Rutil, während in denen des Pleistozäns der Rutilanteil höher liegt. Die äolischen Sedimente haben einen Streubereich, der mit dem der pleistozänen aquatischen Ablagerungen übereinstimmt. Abb.29 (s.S.59) zeigt, daß aus dem großen Feld, das die äolischen Sedimente einnehmen, zwei geographische Bereiche

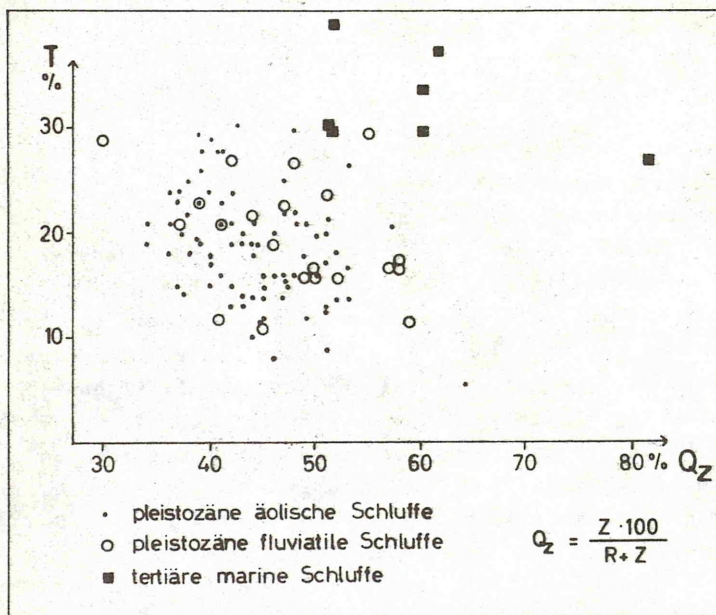


Abb.28 Stabilmineralgehalte von tertiären und pleistozänen Schluffen. Q_z = Zirkonanteil in % der Summe Zirkon + Rutil, T = Turmalingehalt in % pro Gesamt-Stabil-Gehalt. Die pleistozänen Schluffe (Sandlössе und Lössе wie auch glazialfluviatile Schluffe und Lauenburger Ton) liegen im gleichen Feld, die des Tertiärs liegen außerhalb.

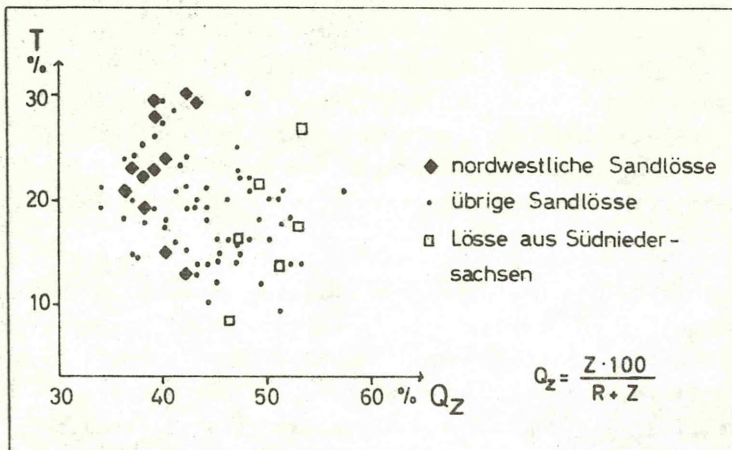


Abb.29 Die Stabilmineralgehalte von äolischen Schluffen aus Niedersachsen. Nordwestliche Sandlössе enthalten weniger Zirkon und etwas mehr Turmalin als südliche Lössе.

herausgestellt werden können.

Die nordwestlich gelegenen Sandlößgebiete (Apenser, Harburger, Garlstorfer, Hamberger und Jettebrucher Gebiet) enthalten besonders wenig Zirkon, dessen Anteil nach S zunimmt. Anscheinend fällt der Turmalingehalt in der gleichen Richtung etwas ab, der aber sehr starken Schwankungen unterworfen ist. Auch übereinanderliegende Proben eines Profils können große Unterschiede in der Turmalinführung aufweisen (Tab.2).

Aufschluß-Nr.	(237)		(17)	
	Tiefe u.G.	T	Tiefe u.G.	T
	200 cm	16	90 cm	23
	350 cm	8	150 cm	13

Tab.2 Turmalingehalte übereinanderliegender Proben in Sandlößprofilen

Diese Unterschiede lassen sich möglicherweise zur stratigraphischen Kennzeichnung verschiedener Horizonte im Sandlöß verwenden, wurden aber in dieser Arbeit nicht weiter verfolgt.

3.3.2. Die Tuffminerale in jungweichselzeitlichen Sedimenten

Die Suche nach Tuffmineralen des "Kärlicher Tuffbändchens" in verschiedenen Niveaus von Sandlößprofilen führte zu keinem Erfolg. Gelegentlich kommen in den Profilen graue Bändchen vor, die ihm sehr ähnlich sehen, die aber entweder an Erzkörnern besonders reiche Schichten darstellen oder durch bodendynamische Vorgänge entfärbt sind.

Tuffminerale des Laacher-See-Ausbruches konnten an zwei Stellen nachgewiesen werden, die in unmittelbarer Nähe von Sandlößablagerungen liegen. Bei Aufschluß (352) handelt es sich um ein millimeterdickes Muddeband, das auf der Niederterrasse der Örtze liegt und von Dünen sand bedeckt ist. Es enthält in geringen Mengen vulkanisches Material (Tab. 3).

Gesamtzahl	Augit	br.Hornbl.	gr.Hornbl.	Titanit	Übrige
199	5	77	17	40	30

Tab.3 Schwermineralgehalt der Muddeschicht von Aufschluß (352) bei Sülze.

Bemerkenswert ist der hohe Titanit- und der niedrige Augitgehalt. Es handelt sich wohl um etwas umgelagertes Material der Teilschicht a des Laacher-See-Tuffes (FRECHEN 1952). Äolische Fremd Beimengungen sind sehr gering.

Im Usselo-Horizont von Drantum (165) und besonders bei Bispingen (312) kann ein verstärktes Auftreten von basaltischer Hornblende ebenfalls als stark verdünnter und verwitterter Rest dieses Tuffes gedeutet werden.

3.4. Die Ergebnisse der Korngrößenanalysen

Die Korngrößenbestimmungen von Sandlössen des Bevenser Gebietes dienen zur Charakterisierung der Sedimente (Abb.1, s.S.7), und wurden für Aussagen über die Transportrichtung verwendet. Hierfür wurde das Verhältnis Grobschluff/Mittel- plus Feinschluff in einem Diagramm nach der Herkunft der Probe von NW nach SE geordnet aufgetragen (Abb.30, s.S.61). Es läßt erken-

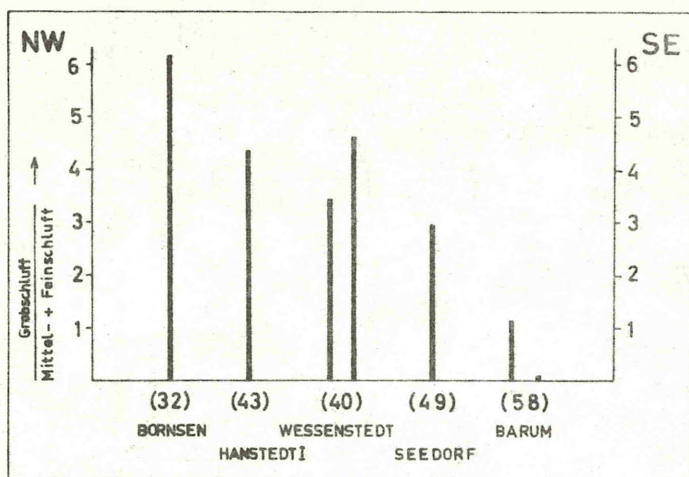


Abb.30 Verhältnisse der Schluff-Fractionen untereinander von Sandlößproben des Bevenser Gebietes, in Abhängigkeit von der Herkunft. Von den Aufschlüssen (40) und (58) sind je zwei verschiedene Proben untersucht worden. Man erkennt eine von NW nach SE gerichtete Verfeinerung der Korngrößen.

nen, daß die Schluff-Fraktion von NW nach SE stetig feiner wird.

3.5. Die Bestimmung der Richtung der niedersächsischen Binnendünen

Aus den Längsrichtungen der Strichdünen kann auf die bevorzugte Windrichtung während ihrer Entstehung geschlossen werden (POSER 1949). Um für das bearbeitete Gebiet ein genaueres Bild zu gewinnen, wurden möglichst alle kartographisch erfaßten Dünen ausgewertet. Die Karte der Abb.31 (s.S.62) zeigt die gewonnenen Ergebnisse. Im bearbeiteten Gebiet sind vier Hauptverbreitungsgebiete von Binnendünen erkennbar:

- 1.) das Talgebiet der unteren Ems
- 2.) das Talgebiet der unteren Weser, der Wümme und die Hohe Heide,
- 3.) das Talgebiet der Aller,

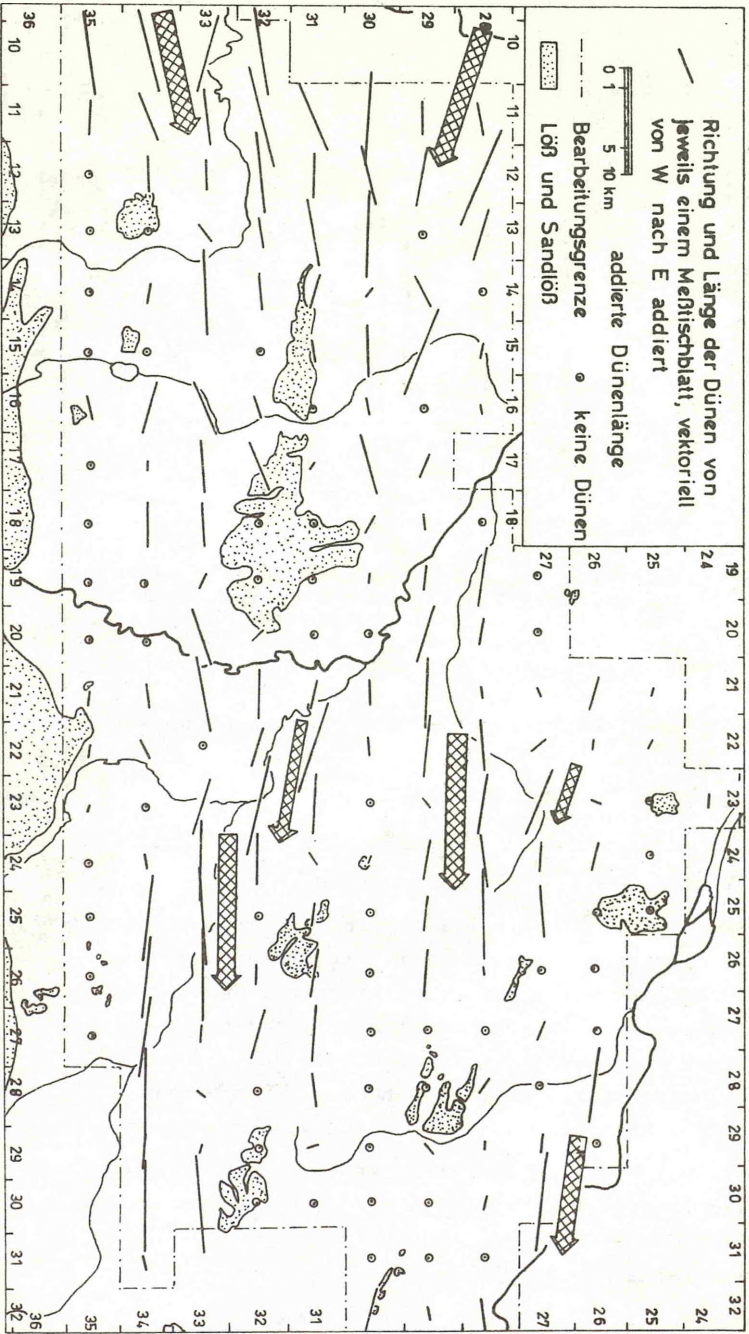


Abb. 51 Richtungen der Strichdünen in Niedersachsen. Die schraffierten Pfeile geben die Hauptdünenrichtungen an. Sie zeigen ungefähr auf die Sandlößgebiete.

4.) das Talgebiet der unteren Elbe.

Löß- und Sandlößgebiete sind durch das deutliche Zurücktreten oder Fehlen von Dünenbildungen gekennzeichnet. Ganz generell herrscht die Westrichtung vor, die im W etwas mehr aus S, im E etwas mehr aus N gerichtet ist. Jedes der drei ersten der genannten Dünengebiete läßt sich darüber hinaus jedoch in zwei Dünenscharen aufteilen, die schwach konvergent aufeinander zulaufen. Die Sandlößgebiete liegen ungefähr dort, wo die Verlängerungen dieser Dünenscharen sich schneiden.

3.6. Die heutigen Windverhältnisse im bearbeiteten Gebiet

Die mittlere Windgeschwindigkeit (Abb.32, s.S.64) wird stark durch die Morphologie bestimmt und verringert sich in der Richtung vom Meere auf das Land allmählich, um nur auf höheren Erhebungen wieder größere Werte anzunehmen. Es läßt sich ein enger Zusammenhang zwischen der heutigen mittleren Windgeschwindigkeit und den Sandlößgebieten erkennen. Sie alle außer dem Syke-Goldenstedter Gebiet liegen an Stellen, wo örtlich stärkere Winde nach E wieder schwächer werden. Es ist möglich, daß dieser Zusammenhang für das Syke-Goldenstedter Gebiet, das hinter einer schwachen Geeststufe liegt, in geringer Weise ebenfalls zutrifft.

In Abb.32 (s.S.64) sind außer den Windgeschwindigkeiten die vorherrschenden Windrichtungen im Jahresmittel eingetragen. Sie wurden aus Karten der mittleren Häufigkeit von Windrichtungen (Klimaatlas von Niedersachsen 1964) durch vektorielle Addition konstruiert. Das Jahresmittel der Windrichtungen zeigt an allen Orten ein Vorherrschen der SW-Richtung, die nur nördlich des Mittelgebirgsrandes etwas in die W-Richtung abgelenkt ist. Dagegen decken sich die vorherrschenden Windrichtungen im Juni (Abb.33, s.S.64) ungefähr mit den Richtungen der Binnendünen der Abb.31 (s.S.62). Die allgemeine Richtung ist rein westlich und wird nur im Bereich der Talsysteme von Aller und Elbe nach WNW abgelenkt.

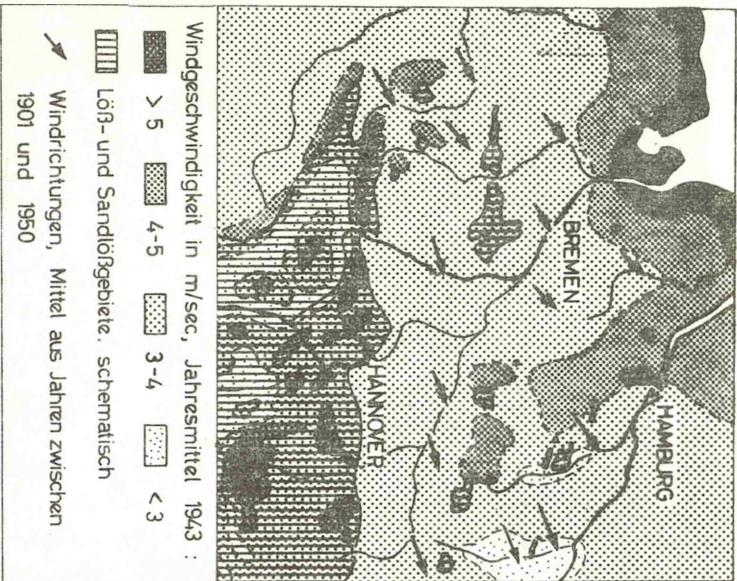


Abb. 52 Mittlere Windgeschwindigkeit (nach MANNIG 1952) und vorherrschende Windrichtungen (Klimatlas von Niedersachsen 1964) in Niedersachsen. Die Sandloßgebiete liegen an Stellen von W nach E abnehmender Windgeschwindigkeit. Die häufigste Windrichtung ist SW.

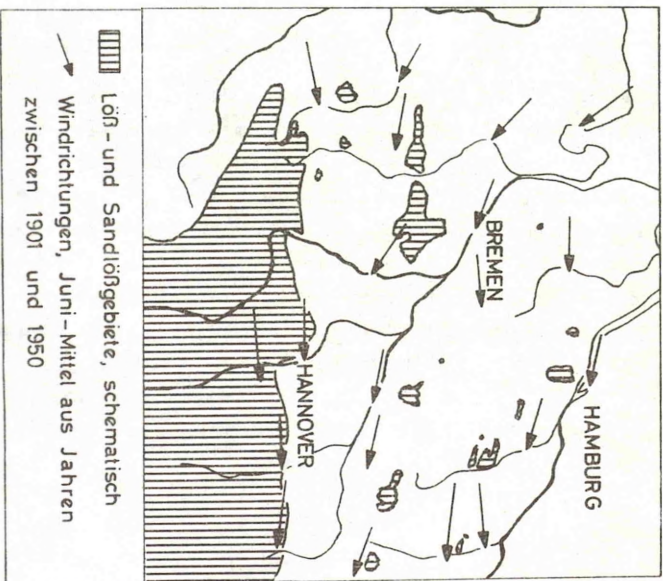


Abb. 53 Vorherrschende Windrichtungen im Juni (Klimatlas von Niedersachsen 1964). Sie stimmen mit der Richtung der Binnendünen gut überein (s. Abb. 51, S. 62). Die allgemeine W-Richtung wird durch die großen Falssysteme in nordwestliche Richtung abgelenkt.

4. DISKUSSION UND DEUTUNG

4.1. Die Geschichte der Windverhältnisse im bearbeiteten Gebiet

4.1.1. Die Zeit der Steinsohle-Bildung

Die experimentellen Untersuchungen mit dem Sandstrahlapparat lassen vermuten, daß kristalline Gesteine im Vergleich mit Sandsteinen bevorzugt von kleineren Körnern bearbeitet werden. Die Größe der durch den Wind am Boden bewegten Körner verhält sich ungefähr proportional dem Quadrat der Windgeschwindigkeit (BAGNOLD 1941). Aus der Tatsache, daß in den Gebieten, die mit Löß und Sandlöß bedeckt sind, die Steinsohle besonders viele kristalline Windkanter enthält, läßt sich daher schließen, daß hier wahrscheinlich schon während der Bildung der Steinsohle geringere Windgeschwindigkeiten herrschten als in den umliegenden Decksandgebieten. Allein die kleinere Windkanterzahl unter Lößbedeckung hätte diesen Schluß nicht zugelassen, denn sie hätte auch durch eine frühere Überdeckung und damit kürzere Bearbeitungszeit erklärt werden können. Wahrscheinlich war das Klima wesentlich stärker als heute kontinental geprägt, so daß es trotz der geringen Temperatur zu schwacher Wüstenlackbildung an den Steinen kommen konnte. Die vorherrschenden Windrichtungen können nicht wesentlich von den heutigen Verhältnissen abgewichen sein, weil die Lößinseln mit den jetzigen wind-schwachen Stellen übereinstimmen.

4.1.2. Die Zeit der Löß-Bildung

Die in den Sandlöß eingelagerten Sandschichten lassen nur Schlüsse auf die Richtungen der Winde zu, die den Sand transportiert haben. Wie schon DEWERS (1932) beobachtete, sind die Flugsande vom Rande her aus allen Richtungen in ein Lößgebiet eingeweht worden. Die Flugsandfazies ist jedoch im Westen im allgemeinen sehr mächtig ausgebildet und reicht weit in das Lößgebiet hinein. Die nördlichen und südlichen Grenzzonen sind meistens sehr schmal und fast symmetrisch, während der Sand im Osten wieder ein wenig weiter hineinreicht. Hieraus läßt sich

schließen, daß die sandbringenden Winde während der Lößbildung vor allem aus westlichen bis nordwestlichen Richtungen, parallel zu den Sandlößstreifen, kamen. Sie pendelten leicht um diese Richtung und kamen gelegentlich auch von Osten.

Über die Richtung der lößbringenden Winde konnten die Korngrößenanalysen Auskunft geben, die im Sandlöß des Bevenser Gebietes von NW nach SE eine kontinuierliche Verschiebung der Schluffkorngrößen zu den feineren Fraktionen hin erkennen ließen. Diese Tatsache muß so gedeutet werden, daß der Lößstaub in der gleichen Richtung, ungefähr von NW nach SE, transportiert wurde und dabei seine Korngröße durch allmähliche Seigerung immer mehr verfeinerte. Nach diesen Ergebnissen muß, im Gegensatz zur Annahme HAGEDORNS (1964), wie der Sand, so auch das Staubmaterial der Sandlöße im Bevenser Gebiet durch nordwestliche Winde transportiert und abgelagert worden sein. Wahrscheinlich kann dieses Ergebnis auf alle jungweichselzeitlichen Lößablagerungen Norddeutschlands ausgedehnt werden.

4.1.3. Die Zeit der Dünenbildung

Das Studium der Richtung der Binnendünen ergab für die Zeit ihrer Bildung ähnliche Windverhältnisse, wie sie während der Lößzeit geherrscht haben. Im ganzen Gebiet werden die Dünen bestimmt durch Westwinde, die im westlichen Teil etwas stärker aus Süden kommen und sich im östlichen Teil etwas nach Norden drehen. Sie stimmen mit der Wetterkarte für das Spätglazial von POSER (1948) überein, zeigen aber örtliche Abweichungen, die sich durch die ablenkende Wirkung der Geländeformen auf die Windrichtung erklären lassen. Besonders stark wirken sich morphologische Hindernisse aus, wenn sie langgestreckt sind und nur wenig von der allgemeinen Windrichtung abweichen. Da die Dünen sich wahrscheinlich vor allem im Sommer gebildet haben (POSER 1948), gelten die erarbeiteten Windverhältnisse nur für diese Jahreszeit.

4.1.4. Vergleich mit der heutigen Zeit

Unsere heutigen Windverhältnisse werden durch ein besonders in den Wintermonaten häufiges Tiefdruckgebiet über den Britischen Inseln bestimmt, in das über Nordwestdeutschland südwestliche Winde einströmen. Wenn in den Sommermonaten über Mitteleuropa höherer Luftdruck an Einfluß gewinnt, können die nordwestlichen Winde vorherrschen. Aus der Steinschleife wie aus den darüberliegenden äolischen Sedimenten wurden westliche bis nordwestliche Winde abgeleitet. Man kann daher für die Zeiten der äolischen Ablagerung im bearbeiteten Gebiet ungefähr die gleichen Windverhältnisse und damit auch eine ähnliche Luftdruckverteilung wie im heutigen Sommer annehmen. Eine Darstellung dieser Wetterlage ist bei REITER (1961) als Verbesserung der Karte von POSER (1948) abgebildet.

4.2. Die Art und die Herkunft des Lößmaterials

Die Untersuchung der stabilen Minerale im Sandlöß und anderen schluffhaltigen Sedimenten des niedersächsischen Flachlandes ergab, daß sich Schluffe des Tertiärs von pleistozänen Schluffen unterscheiden lassen. Im Tertiär weisen die stabilen Minerale Anzeichen einer starken physikalischen und chemischen Aufarbeitung durch den langen Transportweg im marinen Milieu auf. Die aquatischen Schluffe des Pleistozäns dagegen enthalten vorwiegend sehr frische Minerale. Diese Tatsache ist auf die fehlende Aufarbeitung während des Eistransportes und den relativ kurzen fluviatilen oder glazifluviatilen Transportweg zurückzuführen. Die Sandlössen lassen sich aufgrund des Gehaltes an stabilen Mineralen nicht von den aquatischen pleistozänen Schluffsedimenten trennen und sind deshalb wohl vor allem aus diesen im Flachland weit verbreiteten Sedimenten entstanden.

Regional gesehen, nimmt im Sandlöß von Norden nach Süden der Rutilgehalt allmählich ab und der Zirkongehalt zu. Die Pleistozän-Fazies der Sandlössen geht im Süden durch Zunahme des Granat- und Abnahme des Epidotgehaltes in die Trias-Fazies der Mittelgebirgslössen über, wie es schon von BRINKMANN (1938) be-

schrieben wurde.

Im Wunstorfer Gebiet kann mit dem verstärkten Auftreten von Korund auch eine Lokalfazies des Sandlösses nachgewiesen werden.

Diese Materialunterschiede mit ihren regionalen und lokalen Änderungen erlauben Schlüsse auf die Entfernung, über die der Flugstaub transportiert wurde. Der allmähliche Übergang von Norden nach Süden vollzieht sich über eine Strecke von 100 bis 200 km. Der mittlere Transportweg des Lösses wird ungefähr in dieser Größenordnung gelegen haben; in der häufigsten Transportrichtung von W nach E oder NW nach SE kann man vielleicht mit noch etwas größeren Entfernungen rechnen. Außer diesem mittleren Transport hat auch eine kleinräumige Verfrachtung von lokalem Material stattgefunden, die vielleicht nur wenige Kilometer betrug. Weitere Nachweise von Lokaltransport in niedersächsischen Sandlössen und die Abschätzung ihres Anteils werden sehr erschwert durch die große Ähnlichkeit ihrer Ausgangsgesteine.

Die Frage nach dem ursprünglichen Kalkgehalt im Sandlöß läßt sich nicht sicher beantworten. Drei Gründe können jedoch für einen ehemaligen schwachen Kalkgehalt der Sandlössen angeführt werden: Aus den schwermineralanalytischen Untersuchungen kann der allmähliche Übergang des Materials vom Löß des Mittelgebirges bis in die nördlichen Sandlössen verfolgt werden, wodurch auch eine allmähliche und nicht sprunghafte Abnahme des Kalkgehaltes von S nach N wahrscheinlich ist. Außerdem sind die feinsandigen und schluffigen Sedimente, die als Liefergesteine der Sandlössen angesehen werden können, häufig kalkhaltig und besitzen nur einen geringmächtigen entkalkten oberflächennahen Horizont. Sie werden daher während der starken kaltzeitlichen Denudation und Deflation auch kalkhaltiges Material geliefert haben können. Drittens spricht die vorherrschende Bodenentwicklung im Sandlöß zu einer Parabraunerde für einen ehemaligen schwachen Kalkgehalt. Denn da die Lessivierung vor allem in einem eng begrenzten schwach sauren Milieu ab-

läuft ($P_H5 - 7$, SCHEFFER u. SCHACHTSCHABEL 1965), wäre bei vollständigem Fehlen von Kalk die Versauerung wahrscheinlich zu rasch fortgeschritten, als daß sich wohl ausgebildete Parabraunerden hätten entwickeln können.

Auf welche Weise konnten die großen Mengen Staub von dem Wind aufgenommen werden? Am Boden liegender reiner Schluff oder feinere Korngrößen können kaum vom Wind angegriffen werden (SHAFFER 1965). Feinsandige Sedimente sind dagegen durch die Winderosion besonders gefährdet (BAGNOLD 1941, GROSSE 1956). Wenn daher Feinsand, der etwas Schluff enthält, vom Wind bewegt wird, kann der Wind auch die Schluffkörner aufnehmen, emportragen und weit transportieren. Feine Beckensande, die "Feinsandstufe" des Lauenburger Tones und andere feinsandige Sedimente, auch wenn sie nur wenig Schluff enthalten, dürften damit die wichtigsten Lieferanten des Flugstaubes darstellen, der in den Sandlößgebieten Niedersachsens abgelagert wurde. Bei der Besprechung der einzelnen Sandlößgebiete konnten in den meisten Fällen derartige schluffhaltige Pleistozänsedimente angegeben werden, die in der näheren oder weiteren Umgebung anstehen und als lokale Liefergesteine angesehen werden können.

Damit der Wind diese Gesteine überhaupt angreifen kann, müssen zwei notwendige Bedingungen erfüllt sein: Es darf keine Vegetation den Boden bedecken, und er muß vollständig ausgetrocknet sein, so daß keine Kapillarkräfte die Einzelkörnchen zusammenhalten können. Daher kann für die Zeit der Lößbildung ein kaltes und trockenes Klima angenommen werden.

4.3. Die Form und die Anordnung der Sandlößgebiete

Die Sandlößinseln zwischen Elbe und Aller ordnen sich ungefähr in zwei Reihen an, die die großen Talgebiete seitlich begleiten. Sie haben außerdem mit allen anderen Gebieten gemeinsam, daß sie an Stellen liegen, wo sich eine örtlich höhere Windgeschwindigkeit wieder abschwächt. Charakteristisch sind ferner die scharfen seitlichen Begrenzungen, die geringe Abhängigkeit der Lößmächtigkeit von der lokalen Geländeform und der Hang-

exposition und die häufige streifenartige Form.

Die scharfen seitlichen Begrenzungen der Sandlößablagerungen gegen Decksand lassen sich teilweise durch Umlagerungsvorgänge erklären, die jeweils vom Rande her die leichter angreifbaren sandhaltigen Mischsedimente noch erfaßten und erst an den reineren Schluffen halt machten.

Die gleichbleibenden Mächtigkeiten sind vom Vorgang der Schluffsedimentation her zu verstehen. Da die Schluffkörner eine höhere Grenzgeschwindigkeit für die Winderosion, aber eine geringere Sinkgeschwindigkeit besitzen als Sandkörner, werden sie nicht wie diese am Boden gerollt und je nach dessen Form an günstigen Stellen angehäuft, sondern sie werden, sobald sie in den Bereich der ruhenden bodennahen Luftschicht gelangen, von dieser eingefangen und sedimentiert ("The surface of the ground acts as a sort of dust trap." BAGNOLD 1941, p.90). Erst wesentlich stärkere Winde können den einmal abgelagerten Schluff wieder aufnehmen. Die Luvhänge sind daher je nach der Windstärke entweder für die Sedimentation oder die Ablation von Schluff begünstigt, so daß sich auf ihnen im Mittel die gleiche Schluffmenge ansammeln kann wie auf den Lechhängen.

Für die Erklärung der streifenförmigen Ablagerung der Sandlöße können vielleicht Beobachtungen von Ablagerungsvorgängen aus Suspensionsströmungen (turbidity currents) im marinen Milieu herangezogen werden, die experimentell untersucht worden sind (DZULYNSKI 1965). Im proximalen Bereich von Suspensionsströmungen bilden sich manchmal "longitudinal current ridges", deren Entstehung man sich folgendermaßen vorzustellen hat (E.KEMPER 1967, Manuskript): "Ein sich mit mittlerer bis mäßiger Geschwindigkeit bewegendes Suspensionsstrom erleidet an seiner Basis Reibungsverluste an Energie. Er kann seine Sedimentlast daher nicht mehr tragen. Die unterste Wasserschicht wird durch diesen Verlust an Feststoffen spezifisch leichter als das sie überlagernde Wasser. Dadurch entsteht ein senkrecht gerichteter Dichteausgleichsstrom, der die horizontale Bewegungskomponente überlagert, so daß sich spiralförmige Rotationsbewegungen in dünnen, langen Säulen parallel zum Meeres-

boden ergeben". Ersetzt man hier die Wörter Suspension, Wasser und Meeresboden durch Dispersion, Luft und Erdboden, dann ist damit der Vorgang der streifenförmigen Ablagerung von Sandlöß vielleicht schon im wesentlichen beschrieben. Jeder Sandlößstreifen wäre demnach das Produkt eines großen staubbeladenen Luftwirbels, dessen Längsachse in der Haupt-Windrichtung verläuft. Der wichtigste Unterschied zum Suspensionsstrom liegt darin, daß dieser eine einmalige Ablagerung bewirkt, während die Sandlöse über lange Zeiträume hinweg und immer wieder an der gleichen Stelle sedimentiert wurden. Diese Tatsache läßt sich nur durch den Einfluß der Geländeform auf die Windrichtung erklären:

Den Sandlößgebieten ist gemeinsam, daß sie seitlich hinter morphologischen Hindernissen liegen, die in ihrer Längsrichtung nur wenig von der vorherrschenden Windrichtung abweichen. Wahrscheinlich wird durch die ablenkende Wirkung der Geländeformen auf die bodennahen Winde eine schraubenförmige Drehbewegung längs ihrer Bewegungsrichtung hervorgerufen, die den geschilderten Sedimentationsvorgang immer wieder an der gleichen Stelle auslöst und in Gang hält.

4.4. Die Klimageschichte während der Sandlößablagerung

Die Sandlößschichten konnten mit Hilfe von sedimentologischen Beobachtungen in verschiedene Horizonte gegliedert werden. Das wichtigste Ergebnis ist der Nachweis von zwei Lößkomplexen, die durch Kryoturbationen und Schwemmschichten getrennt sind. Bei der klimatischen Ausdeutung der erarbeiteten Sandlößstratigraphie wurden nach den üblichen Anschauungen folgende Annahmen gemacht: Kryoturbationen und Fließerden bildeten sich unter feuchten, Eiskeile unter trockenen Permafrostbedingungen, die auch der Löß zur Entstehung benötigt. Schwemmschichten sind Zeugen etwas wärmeren, niederschlagsreichen Klimas, Flugsande brauchen dagegen trockeneres Wetter, gleich, welcher Temperatur. Es läßt sich dann folgender schematischer Klimaablauf nachweisen (Abb. 34, s.S.72):

Ein erster kalter Abschnitt beginnt und endet mit je einer

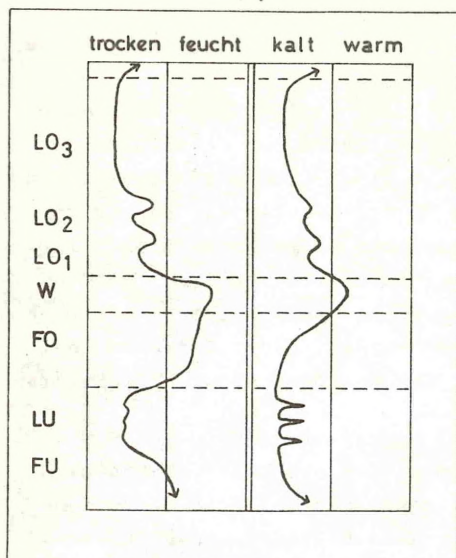


Abb.34 Versuch einer klimatischen Deutung der Schichteinheiten im niedersächsischen Sandlöß.

Zwei trocken-kalte Zeitabschnitte werden durch eine wärmere Phase getrennt. Die erste Kaltphase endet mit einer feucht-kalten Zeit, die zweite bleibt bis zu der Erwärmung relativ trocken.

feucht-kalten Zeit, in denen sich Fließerden und Kryoturbationen bildeten, und hat in der Mitte einen trockeneren Teil, der durch Lösssedimentation gekennzeichnet ist. Einzelne dünne Sandschichten, von denen Frostspalten und schmale Eiskeile ausgehen, werden als Zeugen kurzer Zeiten mit feuchterem und etwas wärmerem Wetter gedeutet. Während einer etwas längeren wärmeren Periode danach, die sehr niederschlagsreich gewesen sein muß, entstanden die Schwemmschichten und die obere Steinsohle. Die folgende zweite Kälteperiode ist zu Beginn durch Sandeinschaltungen mit anschließender Kryoturbation in bis zu drei feuchtere Abschnitte gliederbar. Da im oberen Teil des Oberen Sandlösses starke Kryoturbationen fehlen, endet diese zweite kalte Zeit nicht wie die erste mit einem feucht-kalten Klima, sondern bleibt trocken, bis sich bei schwacher Erwärmung die Flugsande des Spätglazials ablagerten. Die Kurven von Feuchtigkeit und Temperatur verlaufen daher in diesem Zeitabschnitt weitgehend parallel. Die beschriebenen regionalen Mächtigkeitsunterschiede vom Unteren und Oberen Sandlöß lassen sich damit erklären, daß eine zu große Nähe des Eisrandes, vielleicht durch Änderung der Windverhältnisse oder der Niederschläge, die Lösssedimentation hemmen könnte. Wahrscheinlich

ist deshalb in den nördlichen Gebieten der Untere Sandlöß nicht so mächtig ausgebildet. Erst der Obere Sandlöß fand hier während des endgültigen Rückschmelzens des Eises gute Bildungsbedingungen, die in den südlichen Gebieten durch die beginnende Erwärmung nicht mehr so lange gegeben waren.

4.5. Die zeitliche Einordnung der Sandlößschichten

Da in den Sandlößschichten keine Bodenbildung nachgewiesen werden konnte, die dem braunen Lohner Boden (ROHDENBURG 1966) des Paudorfer Interstadials entsprechen könnte, müssen sie insgesamt jünger sein als dieses Interstadial. Die obere Zeitgrenze ergibt sich daraus, daß die spätglazialen Interstadiale Alleröd und wahrscheinlich auch Bölling in Flugsanden über den obersten Sandlößschichten gefunden wurden. Da in vollständigen Profilen des Spätglazials (z.B. Wallensen/Hils und Seckbruch/Hannover) nur geringe äolische Schluffkomponenten vorhanden sind, dürfte im ganzen niedersächsischen Raum die Lößsedimentation bereits vor dem Bölling-Interstadial, also mit dem Ende des Hochglazials, zuende gegangen sein. Für die Bildung der Sandlöße in Niedersachsen bleibt damit die Zeitspanne des Hochglazials nach DÜCKER u. MAARLEVELD (1957) übrig (Vergl. Abb.35, s.S.74).

Die Bildungszeit der Sandlöße läßt sich auch dadurch bestimmen, daß z.B. im Syke-Goldenstedter Gebiet der Sandlöß zwar den höheren Terrassen der Hunte auflagert, aber auf der Niederterrasse fehlt (K.RICHTER, mündl.Mitt.). Eine genauere Bestimmung ist im Bevenser Gebiet möglich, wo an einer Stelle der Untere Sandlöß unter fluviatilen Ablagerungen eines heute trocken liegenden Tälchens liegt, der Obere Sandlöß aber darüber (s.S.33). Hier läßt sich also die Bildung einer Niederterrasse zwischen zwei äolischen Phasen nachweisen.

Nach der Ablagerung des Sandlößes wurden auf ihm in den Älteren Dryaszeiten Flugsande abgelagert, die während der Allerödzeit eine schwache Bodenbildung erfuhren. Wo der Sandlöß durch diese Sande bedeckt ist, fehlt in ihm jegliche Lessivierung,

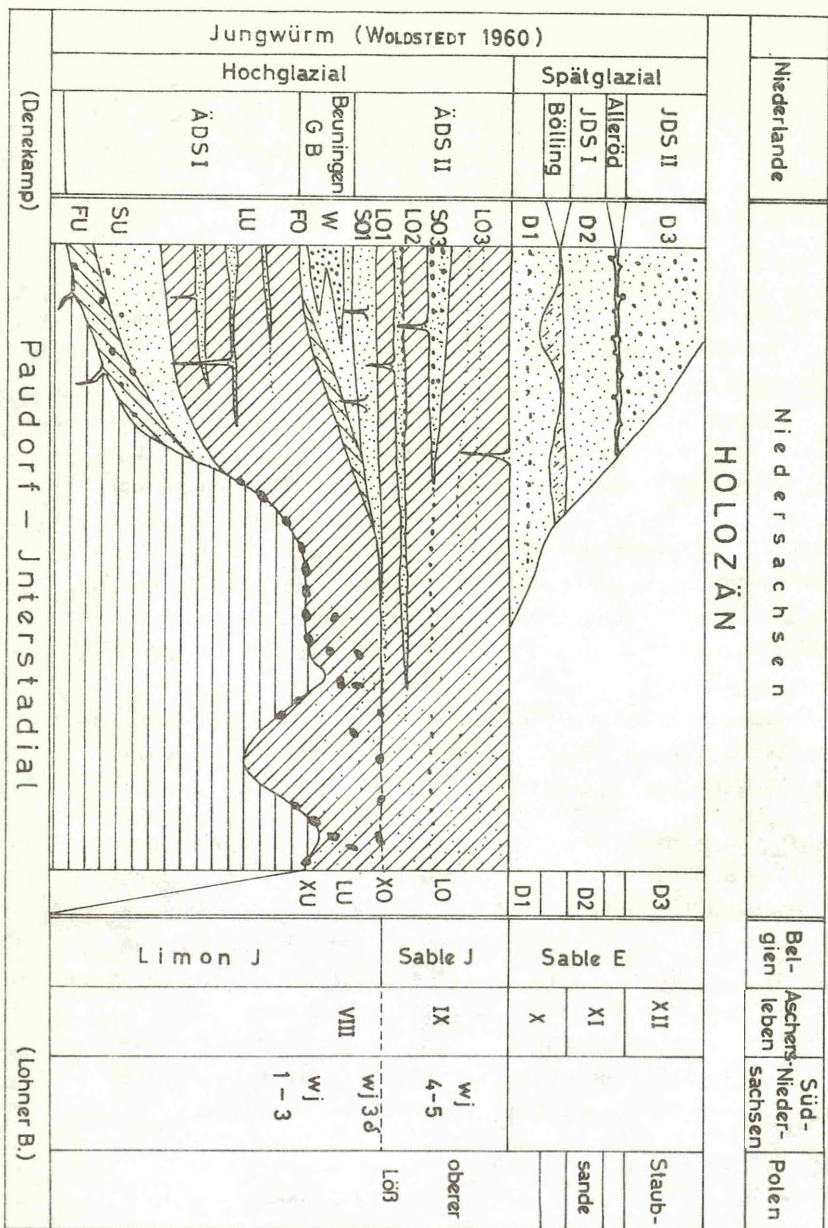


Abb.35 Schematisches Sammelprofil der Sandlössе in Niedersachsen und deren Korrellierung mit ähnlichen Sedimenten in Mitteleuropa. Literaturangaben im Text.

die also erst während des Spätglazials, vor allem wohl während der Allerödzeit erfolgt sein kann. Die Eisspalten im Bt-Horizont vom Syker Sandlöß (ROESCHMANN 1963) können daher nur aus der jüngeren Dryaszeit stammen. Wahrscheinlich ist der Beginn der Tondurchschlammung, da sie an einen bestimmten Säuregrad des Bodens gebunden ist, abhängig von dem primären Kalkgehalt im Sandlöß. Je geringer der Kalkgehalt war, desto früher konnte die Lessivierung einsetzen. Die Tatsache, daß Eisspaltenetze im Bt-Horizont nur im Syker und Dammer Gebiet und nicht in den nördlichen Gebieten gefunden worden sind, könnte also darauf hindeuten, daß in den nördlichen Gebieten ein relativ hoher Kalkgehalt vorhanden war. Wahrscheinlicher ist jedoch, daß hier die besseren klimatischen Verhältnisse erst später einsetzten.

Die erarbeitete Gliederung der Sandlöße stimmt mit jener der Älteren Decksande in den Niederlanden überein (v.d.HAMMEN u.a. 1967). In beiden Gebieten schaltet sich eine niveofluviatile Schwemmschicht zwischen zwei eolische, z.T. schluffige Pakete. Ebenso gut ist die Übereinstimmung mit den sandigen Lößschichten in Belgien (PAEPE 1965). Auch mit der Schichtfolge des Jungquartärs in der Ascherslebener Depression (MANIA 1967) lassen sich die Sandlößschichten vergleichen; sie würden in die Zykloteme VIII und IX nach KAISER (1966) zu stellen sein. Die Verbindung mit der Lößgliederung in Niedersachsen durch ROHDENBURG (1966) läßt sich leider nicht so gut durchführen, da in den Sandlößprofilen keine fossilen Böden oder Humuszonen nachzuweisen waren und auch das "Kärlicher Tuffbändchen" noch nicht weiter nach Norden verfolgt werden konnte. Wahrscheinlich ist jedoch der Lößhorizont, von dem die größten Eiskeile ausgehen und in dem der stärkste Boden entwickelt ist (wj 3 delta), mit der Schichtlücke zwischen den beiden Sandlößpaketen LU und LO zu parallelisieren. Die in der stratigraphischen Abfolge dem niedersächsischen Sandlöß sehr ähnlichen polnischen Schichten sind nach MYCIELSKA-D. (1966) erst später, im Spätglazial, abgelagert worden.

In der neuesten Zeit wird eine Dreigliederung der jungweich-

selzeitlichen Moränen in Ostdeutschland angezweifelt und auch hier nur eine Zweiteilung in das Brandenburger und das Pommersche Stadium vorgenommen, die durch eine interstadiale Bildung, das "Blenkenberg-Interstadial", getrennt sind (CEPEK 1967). Nach K. RICHTER (frdl. mündl. Mitt.) begannen diese beiden Stadia jeweils mit einer feucht-kalten Zeit, in der das Eis vorstieß, und endeten mit einer trocken-kalten Toteisphase. In dieses Schema läßt sich die Sandlößgliederung sehr gut einfügen. Die erste trocken-kalte Zeit nach dem Paudorf-Interstadial, die durch den Unteren Sandlöß repräsentiert wird, gehört demnach in die Zeit nach dem Vorstoß des Brandenburger und die zweite, in der der Obere Sandlöß abgelagert wurde, in die zweite Hälfte des Pommerschen Stadiums. In den feucht-kühlen Zeiten vor der Lößablagerung bildeten sich die Fließerden FU und FO und als Übergang die Flugsande SU und SO. Bemerkenswert ist, daß aus den Sandlößschichten für das Brandenburger im Gegensatz zum Pommerschen Stadium nach dem trocken-kalten Zeitabschnitt wieder eine Rückkehr zum feucht-kalten Klima gefolgert werden kann. Dieses wird dann durch die feuchte und etwas wärmere Abschwemmphase abgelöst, die mit dem "Blenkenberg-Interstadial" gleichgestellt werden kann.

5. Z U S A M M E N F A S S U N G

Die niedersächsischen Sandlöß-(Flotssand-)vorkommen wurden gemeinsam petrographisch und stratigraphisch neu bearbeitet, und es wurde ihre Beziehung zu der Morphologie und den heutigen Windverhältnissen untersucht.

Aufgrund der geologischen Aufnahme aller erreichbaren Aufschlüsse in Sandlössen, ergänzt durch Entnahme von Analysen-Lackfilmen und durch Handbohrungen, können zwei durch eine Abschwemmungsphase getrennte Lößbildungszeiten unterschieden werden, die durch Sandeinschaltungen noch weiter gliederbar sind. Sie entsprechen den zwei Einheiten des "Älteren Decksandes" in den Niederlanden und werden in das Brandenburger und das Pommersche Stadium der Weichsel-Eiszeit gestellt.

Die Auszählung der Stablen Minerale in der Schluff-Fraktion von Sandlössen, pleistozänen aquatischen Sedimenten und Tertiär-Schluffen ergab, daß das Lößmaterial der Sandlössе aus feinsandig-schluffigen aquatischen Sedimenten des Pleistozäns ausgeweht worden ist. Die Entstehung aus Tertiär-Ablagerungen kann ausgeschlossen werden.

Mit Hilfe der Schwermineralanalyse wurde der allerödzeitliche Laacher-See-Tuff in einem neuen Vorkommen bei Sülze nachgewiesen und an zwei weiteren Punkten wahrscheinlich gemacht. Der Versuch, das "Kärlicher Tuffbändchen" der nordhessischen Lößprofile weiter nach Norden zu verfolgen, führte zu keinem Erfolg.

Aus Korngrößenanalysen von Sandlössen des Bevenser Gebietes wurden die Verhältnisse der Schluff-Fractionen untereinander bestimmt. Es ergab sich eine allmähliche Kornverfeinerung von NW nach SE, die auf einen Transport des Flugstaubes in ungefähr der gleichen Richtung hinweist. Die eingelagerten Sandschichten sind vor allem durch westliche, teilweise auch durch östliche Winde transportiert worden.

Die Bestimmung der Windkanterführung von Steinsohlen unter schluffigen und sandigen Deckschichten führte zu dem Ergebnis, daß die Windkanterzahl von außen in die Mitte eines Sandlößgebietes abnimmt. Der Anteil der kristallinen Windkanter an der Gesamtzahl steigt in der gleichen Richtung an, was nach Modellversuchen mit dem Sandstrahlgebläse auf schwächere Winde in den Sandlößgebieten während der Steinsohlebildung schließen läßt.

Die Lage der niedersächsischen Lößinseln steht in engem Zusammenhang mit den Richtungen der Binnendünen, mit der heutigen Windstärkenverteilung und mit den mittleren Windrichtungen im Juni. Daraus kann auf ähnliche Windverhältnisse während der äolischen Sedimentation des Hoch- und des Spätglazials wie im heutigen Sommer, also auf westliche bis nordwestliche Winde, geschlossen werden. Das Vorkommen der Lößinseln kann als Folge der ablenkenden Wirkung der Morphologie auf die bodennahen

Winde erklärt werden. Ihre häufige streifenförmige Ablagerung entstand vielleicht durch schmale Luftwirbel, die durch den Einfluß der Morphologie auf die Windrichtung an bestimmten Stellen ausgelöst und durch den Sedimentationsvorgang möglicherweise noch verstärkt und stabilgehalten wurden.

6. L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

- ACKERMANN, E. : Gliederung, Kinematik und paläoklimatische Bedeutung der würmeiszeitlichen Ablagerungen in Göttingen.- Mitt.Geol.Staatsinstitut Hamburg, 23, 126-141, Hamburg 1954.
- AVERDIECK, F.R. u. DÖBLING, H. : Das Spätglazial am Niederrhein.- Fortschr.Geol.Rheinld u.Westf., 4, 341-362, Krefeld 1959.
- BAGNOLD, R.A. : The physics of blown sand and desert dunes.- 265 S., 1941, Reprinted London, 1965.
- BARSCHE, O. : Bericht über die wissenschaftlichen Ergebnisse der Aufnahmen der Blätter Kunrau und Solpke.- Jb.preuß.geol.Landesanst. für 1911, 32, 510, Berlin 1914.
- BENZLER, J.-H. : Über Aufbau und Altersgliederung des Holozäns der Lüneburger Elbmarsch.- Eiszeitalter und Gegenwart, 16, 113-115, Öhringen 1965.
- BORCHERT, H. : Einfluß der Bodenerosion auf die Bodenstruktur und Methoden zu ihrer Kennzeichnung.- Geol.Jb., 78, 439-502, Hannover 1961.
- BREDDIN, H. : Löß, Flugsand und Niederterrasse am Niederrhein.- Jb.preuß.geol.Landesanst. für 1925, 46, 635-662, Berlin 1925.
- BRINKMANN, R. : Schwerminerale und Paläogeographie.- Geol.Rdsch., 29, 348-356, Stuttgart 1938.
- CEPEK, A.G. : Ergebnisse neuerer Untersuchungen im Pleistozän Brandenburgs.- Ber.geol.Ges.DDR, 4, 233-234, Berlin 1959.
- : Stand und Probleme der Quartärstratigraphie im Nordteil der DDR.- Ber.deutsch.Ges.geol. Wiss. A, 12, 375-404, Berlin 1967.
- DAMMER, B. : Über Flottsande in der östlichen Mark Brandenburg.- Jb.Reichst.f.Bodenf., 61, 186-197, Berlin 1941.
- DEUTSCHER WETTERDIENST : Klimaatlas von Niedersachsen.- Im Selbstverlag des Dtsch. Wetterdienstes, Offenbach a.M. 1964.
- DEWERS, F. : Flottsandgebiete in NW-Deutschland, ein Beitrag zum Lößproblem.- Abh.naturwiss.Ver.Bremen, 28, 131-204, Bremen 1932.
- : Probleme der Flugsandbildung in Nordwestdeutschland.- Abh.naturwiss.Ver.Bremen, 29, 324-366, Bremen 1934/35.
- DIETZ, C., GRAHLE, H.-O. u. MÜLLER, H. : Ein spätglaziales Kalkmudde-Vorkommen im Seck-Bruch bei Hannover.- Geol.Jb., 73, 67-102, Hannover 1958.

- DÜCKER, A. : Die Windkanter des norddeutschen Diluviums in ihren Beziehungen zu periglazialen Erscheinungen und zum Decksand.- Jb.preuß.geol.Landesanst. 54, 457-530, Berlin 1934.
- : Über Strukturboden im Riesengebirge. Ein Beitrag zum Bodenfrost- und Lößproblem.- Z. deutsch.geol.Ges., 89, 113-129, Stuttgart 1937.
- DÜCKER, A. u. MAARLEVELD, G.C. : Hoch- und spätglaziale äolische Sande in Nordwestdeutschland und in den Niederlanden.- Geol.Jb., 73, 215-234, Hannover 1958.
- DZULYNSKI, St. : New data on experimental production of sedimentary structures.- J.sed.Petrol., 35, 196-212, Tulsa 1965.
- EDELMANN, C.H. : Ergebnisse der sedimentpetrologischen Forschung in den Niederlanden und den angrenzenden Gebieten 1932-1937.- Geol.Rdsch., 29, 223-273, Stuttgart 1938.
- EDELMANN, C.H. u. MAARLEVELD, G.C. : Pleistozän-geologische Ergebnisse der Bodenkartierung in den Niederlanden.- Geol.Jb., 73, 639-684, Hannover 1958.
- ENGELHARDT, W.v. : Die Unterscheidung wasser- und windsortierter Sande auf Grund der Korngrößenverteilung ihrer leichten und schweren Gemengteile.- Chemie der Erde, 12, 451(445)-465, Jena 1939/40.
- ERBE, J. : Spätglaziale Ablagerungen im Emsland und seinen Nachbargebieten.- Geol.Jb., 76, 103-128, Hannover 1959.
- FIEDLER, H.J. u. ALTERMANN, M. : Verbreitung, Entstehung und Eigenschaften von Sandlöß (Flotssand) im norddeutschen Flachland und angrenzenden Gebieten.- Geologie, 13, 1199-1226, Berlin 1964.
- FINK, J. : Die Gliederung des Jungpleistozäns in Österreich.- Mitt.geol.Ges.Wien, 54, 1-25, Wien 1962.
- FLOHN, H. : Allgemeine atmosphärische Zirkulation und Paläoklimatologie.- Geol.Rdsch., 40, 153-178, Stuttgart 1952.
- : Studie über die atmosphärische Zirkulation in der letzten Eiszeit.- Erdkde, 7, 266-275, Bonn 1953.
- FOTAKIEWA, E. u. MINKOV, M. : Der Löß in Bulgarien.- Eiszeitalter u. Gegenwart, 17, 87-96, Öhringen 1966.
- FRECHEN, J. : Die basaltischen "Ausbläser" von Kärlich (Neuwieder Becken) und die Verbreitung ihrer Tuffe.- Fortschr.Geol.Rheinld. u. Westf., 4, 301-312, Krefeld 1959 a.

- FRECHEN, J. : Die Tuffe des Laacher Vulkangebietes als quar-
tärgeologische Leitgesteine und Zeitmarken.-
Fortschr.Geol.Rheinld.u.Westf., 4, 336-370,
Krefeld 1959 b.
- GRAHMANN, R. : Der LÖB in Europa.- Mitt.Ges.Erdkde.Leipzig,
51, 5-24, Leipzig 1930/31.
- GRIPP, K. : Die Oberflächenformen im Landkreise Harburg.
Aus: Ein Heimatbuch des Landkreises Harburg,
1-18, Harburg 1925.
- GROSSE, B. : Die Erodierbarkeit von Böden durch Wind.-
Geol.Jb., 71, 527-530, Hannover 1956.
- GUENTHER, E.W. : Methoden zur Untersuchung von Lössen.- N.Jb.
Geol.Paläont.Mh., 1953, 97-111, Stuttgart 1953.
- HAASE, G. : Stand und Probleme der Lössforschung in Europa.-
Geograph. Ber., 27, 97-129, Berlin 1963.
- HAGEDORN, J. : Geomorphologie des Uelzener Beckens.- Göttin-
ger geograph.Abh., 31, Göttingen 1964.
- v.d.HAMMEN, T., MAARLEVELD, G.C., VOGEL, J.C. u. ZAGWIJN, W.H. :
Stratigraphy, climatic succession and radio-
carbon dating of the last Glacial in the Nether-
lands.- Geol. en Mijnb., 46, 79-95, s'Graven-
hage 1967.
- HYSZELER, G.C. : De ondiepkundige opgravingen in Twente in
de laatste jaren.- Ondiepkundige Bodemon-
zoek in Nederland, 327-349, 1947.
- KAISER, K. : Das Quartär zwischen Harz und Elbe. Bericht
über das 5.Treffen der Sektion Quartärgeologie
der Geol.Ges.DDR 10.-13.Juni 1965 in Magdeburg.-
Eiszeitalter u.Gegenwart, 17, 200-204,
Öhringen 1966.
- KALLENBACH, H. : Mineralbestand und Genese der südbayerischen
Lössen,- Geol.Rdsch., 55, 582-607, Stuttgart
1966.
- KELLER, G. : Neue Ergebnisse der Quartärgeologie Westfalens
XXIII. Faziesverhältnisse im Randgebiet der
nordwestfälischen Lössverbreitung.- N.Jb.Geol.
Paläont.Mh., 1953, 533-643, Stuttgart 1953.
- KOERT, W. : Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preus-
sen, Lieferung 155, Blatt Harburg, 61 S.,
2.Aufl., Berlin 1914.
- LIEBEROTH, J. : Lösssedimentation und Bodenbildung während des
Pleistozäns in Sachsen.- Geologie, 12, 149-187,
Berlin 1963.
- v.LINSTOW, O. : Über jungglaziale Feinsande des Fläming.- Jb.
preuß.geol.Landesanst. 26, 278-295, Berlin
1902.
- LUDWIG, G. : Untersuchungs- und Darstellungsmethoden von
Schwermineralanalysen.- Geologie, 2, 208-219,
Berlin 1953.

- MANIA, D. : Das Quartär der Ascherslebener Depression im Nordharzvorland.- Herzynia 4, 51-82, Halle 1967.
- MANIG, M. : Karte der Windgeschwindigkeit für das westliche Deutschland.- Ber.Deutsch.Wetterd. US-Zone, 5, Nr.34, 3-5, Bad Kissingen 1952.
- MARTINI, H.J. u. WOLDSTEDT, P. : Geologische Übersichtskarte von Nordwestdeutschland 1 : 300 000.- Hannover 1951.
- MEYER, B. u. KALK, E. : Verwitterungs-Mikromorphologie der Mineralspezies in mitteleuropäischen Holozän-Böden aus pleistozänen und holozänen Lockersedimenten.- Soil Micromorphology, 109-129, Amsterdam 1964.
- MÜLLER, E.H. : Über die Herkunft des Lösses und Bodenbildungen in den äolischen Ablagerungen Nordrhein-Westfalens unter Berücksichtigung der Nachbargebiete.- Fortschr.Geol.Rheinld u. Westf., 4, 255-265, Krefeld 1959.
- MYCIELSKA-DOWGIAŁA, E. : Mutual relation between Loess and Dune Accumulation in southern Poland.- Geographia Polonica, 6, 105-115, Warszawa 1965.
- : Zarys rozwoju rzeźby w plejstocenie południowej części Wyżyny Sandomierskiej.- (Development of the pleistocene Relief in the southern Part of the Sandomierz Upland.) - Kwartalnik Geologiczny, 10, 157-176, Warszawa 1966.
- PAEPE, R. : Les dépôts quarternaires de la plaine de la Lys.- Bull.Soc.Belge Géol. 73, 327-365, Bruxelles 1965.
- POSER, H. : Äolische Ablagerungen und Klima des Spätglazials in Mittel- und Westeuropa.- Die Naturwiss., 35, 269-276 und 307-312, Berlin 1948.
- : Die nördliche Lößgrenze in Mitteleuropa und das Spätglaziale Klima.- Eiszeitalter und Gegenwart, 1, Öhringen 1951.
- RAU, D. : Untersuchungen zur Morphologie und Genese der Lößböden im Thüringer Becken.- Abh.zentr.geol. Inst., 4, 1-71, Berlin 1965.
- REITER, E.R. : Meteorologie der Strahlströme (Jet Streams).- Wien 1961.
- RICHTER, K. : Geochronologische Bedeutung der Flugsandrhythmen an der pommerschen Küste.- Dohrniana, 19, 84-90, Stettin 1940.
- : Geschiebegrenzen und Eisrandlagen in Niedersachsen.- Geol.Jb., 76, 223-234, Hannover 1958.
- : Quartär und Tertiär im Raum der Emsniederung, des Hümmlings und Oldenburgs.- Z.deutsch.geol. Ges., 112, 542-554, Hannover 1961.

- RICHTER, K. : Konnektierungsmöglichkeit niedersächsischer Flugsandrhythmen.- Mitt.geol.Inst.T.H.Hannover, 3 (Lüneburg-Heft), 46-50, Hannover 1966.
- ROESCHMANN, G. : Zur Entstehungsgeschichte von Parabraunerden und Pseudogleyen aus Sandlöß südlich von Bremen.- N.Jb.Geol.Paläont. Abh., 117 (Festband Lotze), 268-302, Stuttgart 1965.
- ROHDENBURG, H. : Eiskeilhorizonte in südniedersächsischen und nordhessischen Lößprofilen.- Mitt.deutsch. bodenkdl.Ges., 5, 137-170, Göttingen 1966.
- ROHDENBURG, H. u. MEYER, B. : Zur Feinstratigraphie und Paläopedologie des Jungpleistozäns nach Untersuchungen an südniedersächsischen und nordhessischen Lößprofilen.- Mitt.deutsch.bodenkd.Ges., 5, 1-135, Göttingen 1966.
- RUSKE, R. u. WÜNSCHE, M. : LÖße und fossile Böden im mittleren Saale- und Unteren Unstruttal.- Geologie, 10, 9-29, Berlin 1961.
- SAUER, A. : Über die äolische Entstehung des Lößes am Rand der Norddeutschen Tiefebene.- Z.f.Naturwiss., 62, 326-351, Halle a.d.Saale 1889.
- SCHEIDHAUER, W. : Gravitative Auslesevorgänge bei der Sedimentation von Sanden.- Chemie der Erde, 12, 466-507, Jena 1939/40.
- SCHÖNHALS, E. : Gesetzmäßigkeiten im Feinaufbau von Talrandlössen mit Bemerkungen über die Entstehung des Lösses.- Eiszeitalter u. Gegenwart, 3, 19-36, Öhringen 1953.
- : Der Basalt-Tuff von Kärlich als Leithorizont des Würm-Hochglazials.- Fortschr.Geol.Rheinld u. Westf., 4, 313-322, Krefeld 1959 a.
- : Ein äolisches Sediment der Jüngeren Dryas-Zeit auf dem Laacher See-Tuff.- Fortschr.Geol. Rheinld u. Westf., 4, 337-340, Krefeld 1959 b.
- SCHÖNHALS, E., ROHDENBURG, H. u. SEMMEL, A. : Ergebnisse neuerer Untersuchungen zur Würmlöß-Gliederung in Hessen.- Eiszeitalter u. Gegenwart, 15, 199-206, Öhringen 1964.
- SCHRAPS, A. : Schwermineraluntersuchungen an quartären Sanden im Bereich der Ostfriesischen Inseln Baltrum, Langeoog und Spiekeroog.- Mitt.geol.Inst. T.H.Hannover, 4, 1-149, Hannover 1966.
- SHAFFER, H. J. : A model study of the reduction of wind transport of fine particles by aerodynamic barriers.- Confer.Aviation Astron., 5, 57-63, Israel 1963.
- SOERGEL, W. : Löss, Eiszeiten und paläolithische Kulturen.- Jena 1919.

- STEINER, W. : Zyklen und Rhythmen in der Sedimentation-
eine terminologische Betrachtung.- Geologie, 15, 496-502, Berlin 1966.
- STEINERT, H. : Stratigraphie und Schwermineralprovinzen im
Diluvium Schleswig-Holsteins und Norddeutschlands.-
Meyniana, 1, 107-111, Kiel 1952.
- STEINMÜLLER, A. : Die Facies und die Herkunft des Lösses und
die Lösswinde im Buntsandsteingebiet des süd-
östlichen Thüringer Beckens.- Geologie, 11,
1133-1148, Berlin 1962.
- STOLLER, J. : Erläuterungen zur Geolog. Karte von Preußen,
Blatt Ebstorf, Lieferung 156, 67 S., Berlin
1911.
- : Erläuterungen zur Geolog. Karte von Preußen,
Blätter Hermannsburg und Sülze, Lieferung 191,
61 S., Berlin 1915.
- : Bericht über die Aufnahmeergebnisse der Blät-
ter Hermannsburg und Wriedel.- Jb.preuß.geol.
Landesanst., 31, 495-499, Berlin 1910.
- : Erläuterungen zur Geolog. Karte von Preußen,
Blatt Burgdorf, Lieferung 302, Berlin 1931.
- TIETZE, O. : Zur Geologie des mittleren Emsgebietes; ver-
gleichende Untersuchungen über die Entwicklung
des alten Diluviums im Westen und Osten des
norddeutschen Flachlandes.- Jb.preuß.geol.
Landesanst., 33, 108-200, Berlin 1912.
- TUTKOWSKI, P.A. : Zur Frage über die Bildungsweise des Lösses.-
Moskau 1889 (russ.), Ref. geol. Zentralblatt,
1, Nr. 1283, 1901.
- VALETON, I. : Zur Petrographie der miozänen Glimmerton- und
Glimmersandfazies Nordwestdeutschlands.- Mitt.
geol.Staatsinst.Hamburg, 28, 110-125,
Hamburg 1959.
- WAHNSCHAFFE, F. : Die lössartigen Bildungen am Rande des nord-
deutschen Flachlandes.- Z.deutsch.geol.Ges.,
38, 353-369, Berlin 1886.
- WILDVANG, D. : Über Flugsande der ostfriesischen Geest.- Abh.
naturwiss.Ver.Bremen, 29, 292-307, Bremen
1934/35.
- : Über Flottlehme und ihre Stellung im Diluvial-
profil.- Jb.preuß.geol.Landesanst., 54,
211-216, Berlin 1934.
- WOLDSTEDT, P. : Über die Gliederung des Quartärs und Plei-
stozäns.- Eiszeitalter und Gegenwart, 13,
115-124, Öhringen 1962.
- WILCKENS, O. : Die deutschen Binnendünen.- Festschrift zur
400-Jahrfeier des alt. Gymnasiums zu Bremen
1528-1928, 462-476, Bremen 1928.

- WOLFF, W. : Geologische Beschreibung der Oberförsterei
Syke bei Bremen.- Jb. preuß. geol. Landesanst.,
47, 341-348, Berlin 1926.
- WORTMANN, H. : Bemerkungen zu einer Karte der Lößverbreitung
in Niedersachsen.- Archiv Landes- und Volkskde
von Niedersachsen, 12, 192-202, Oldenburg
1942.

Anschrift des Verfassers:
3001 Wettmar, Gartenstr. 336

7. A U F S C H L U S S V E R Z E I C H N I S

Im Aufschlußverzeichnis sind alle Aufschlüsse zusammengestellt, die im Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit besucht und aufgenommen wurden, oder von denen Material untersucht wurde. Bohrpunkte wurden nur angegeben, wenn sie Material für die Analysen geliefert haben oder in Abbildungen erscheinen. In der Tabelle folgen hintereinander:

1.) Die Aufschlußnummern.

Sie beginnen bei jedem der Sandlößgebiete, die in der gleichen Weise wie im beschreibenden Teil der Arbeit geordnet wurden, mit einem neuen Zehner. Auf jedem Blatt der Top.Karte 1 : 25000 sind sie von NW nach SE geordnet. Aufschlüsse in Decksanden, von denen nur Proben der Steinsohle entnommen wurden, und Aufschlüsse, die lediglich Material für die Stabilmineralanalyse geliefert haben, sind gesondert aufgeführt.

2.) Die gekürzten Rechts- und Hochwerte.

Die ersten beiden und die letzte Ziffer werden fortgelassen: Aufschluß (1) wird angegeben: 4002/2240 statt der vollständigen Bezeichnung R 35 40 025, H 59 22 400.

3.) Art des Aufschlusses und Ortsbeschreibung.

Abkürzungen:

KG : Kiesgrube	SG : Sandgrube	MG : Mergelgrube
ZG : Ziegeleigrube	BG : Baugrube	RG : Rohrgraben
SB : Straßenböschung	WB : Wegeböschung	

4.) Die Schichtenfolge von oben nach unten.

Abkürzungen:

Die Kurzbezeichnungen der Deckschichten wie im beschreibenden Teil der Arbeit; außerdem :

gS : glazifluviatiler Sand, Schluff oder Kies	SL : Sandlöß	
gM : Geschiebemergel	gL : Geschiebelehm	Ca : kalkhaltig

Zahlen sind Mächtigkeitsangaben in cm.

5.) Ausgeführte Analysen und Zählungen.

X : Windkanter-Zählung der Steinsohle
SM : Schwermineral- und Stabilmineralanalyse
KG : Korngrößenanalyse
LP : Lackprofilentnahme

1 Apenser Gebiet

Blatt 2523 Harsefeld

{	1)	4002/2240	SG w Apensen	DS/X/gS	X
{	2)	4076/2334	BG in Apensen	SL/X/gL/gS	X,SM
{	3)	4170/2825	SG in Neukloster	gS,fein (kein SL	
{	4)	4372/2696	SB w Buxtehude	DS/X/gL/gS, fein	SM
B	270	4308/2542	ssw Neukloster	140 LO/X/FE	SM

Blatt 2524 Buxtehude

B	252	4440/2485	s Buxtehude	100+ SL	SM
---	-----	-----------	-------------	---------	----

2 Harburger Gebiet

Blatt 2525 Harburg

{	11)	6348/2384	BG sw Harburg	300 SL/FE/gS,fein	SM,LP
{	12)	6391/2350	BG nw Marmstorf	150 SL/X/gS	
{	13)	6408/2330	SB in Marmstorf	350+ SL	
{	14)	6338/2203	SG sw Marmstorf	200 SL/X/gL/gS	LP
{	15)	6450/2150	SG+SB n Beckedorf	0-100 SL/X/gS	X
{	16)	6280/1960	SG w Metzendorf	0-130 SL/X/gS	
{	17)	6331/1912	KG s Metzendorf	LO/SO/W/LU/XU/gS	LP,SM,X

Blatt 2625 Hittfeld

{	18)	6520/1560	SG w Helmstorf	LO/0-150 W/X/gS	X
---	-----	-----------	----------------	-----------------	---

3 Garlstorfer Gebiet

Blatt 2726 Garlstorf

{	21)	7210/9960	Forst-Bodeneinschlag	180 SL,rein/gS	
{	22)	7232/9960	SG sw Garlstorf	gS, keine Deckschichten	
B	47	7087/9822	e Schätzendorf	SL+DS/gL	SM
{	23)	6965/9726	SG e Sahrendorf	gS, ab 100 Ca	
{	24)	7747/9716	BG in Eyendorf	SL/X/gL/gS	
{	25)	7697/9680	SG s Eyendorf	LO/W/LU/X/gS	SM,X
B	232	7634/9570	s Eyendorf	gS,fein	SM

4 Bevenser Gebiet

Blatt 2828 Bienenbüttel

{	31)	9776/8632	SG n Varendorf	110 DS,fein	
---	-----	-----------	----------------	-------------	--

Blatt 2928 Ebstorf

{	32)	9565/8580	SB w Bornsen	SL/X/gL	SM,X
{	33)	9667/8540	SB s Bornsen	SL/X/gS	X
B	342	9710/8540	e Bornsen	gS, lößähnlich	SM
{	34)	9783/8555	SGsw Varendorf	gM/gS,fein, Ca	SM
{	35)	0011/8590	SB e Rockemühle	110 SL/X/gS	SM,X
{	36)	0018/8565	SG se Rockemühle	50 SL/X/gS, grob	
{	37)	0010/8520	Tal s Rockemühle	DS/XgL	
{	38)	9776/8448	SB w Natendorf	100 LO/X/gS	SM,X

(39)	0022/8430	SG e Natendorf	120 LO/W/X/gS	SM
(40)	7920/8135	KG Wessenstedt	LO/W/LU/SU/X/gS	SM,X,KG
(41)	9706/8102	KG se Wessenstedt	50 SL/X/gS	
(42)	0018/8050	SG ne Vinstedt	SL/X/gL/gS	
(43)	9200/7950	SG s Hanstedt I	LO/LU/X/gL/gS	SM,X,KG
(44)	9434/7855	RG in Ebstorf	200+ LO/W	
B 357	9381/7825	w Ebstorf	LO/W/LU/X	SM
(45)	9065/7830	SG nw Allenbostel	DS/X/gS	
(46)	9850/7908	SG w Vinstedt	DS/X/gS	
(47)	9950/7770	ZG sw Barum	DS(L0)/X/gS/gS fein	SM
(48)	8808/7568	SG e Melzingen	DS/X/gS,fein/X/gS	gestaucht
B 647	9842/7816	im Bobenwald öst-		
B 651	9840/7610	lich Ebstorf,süd-		
B 657	0001/7658	liche und nördli-	LO(DS)/SO/LU/X/gS	
B 660	0003/7678	che Grenzzone		

Blatt 2929 Bevensen

(49)	KG w Seedorf	0000/8400	SL/X/gS	SM,KG
(50)	0400/8435	BG in Bevensen	170DS+SL/X/gL/gS	LP
(51)	0392/8425	BG in Bevensen	70 SL/gL/gS	SM,KG
(52)	0416/8352	BG w Bevensen	100 SL+W/X/gS	X,LP
(53)	0087/8377	SG se Seedorf	0-60 SL/gS	
(54)	0112/8364	KG e Seedorf	LO/LU/SU/X/gL/gS	X,SM
(55)	0290/8394	ehem. SG e der B4	SL/X/gS	SM
(56)	0350/8240	Forst-G im Lohn	100 SL/X/gL	
(57)	0160/8174	KG bei Barum	LO/LU/X/gS	KG
(58)	0095/8110	LG e Barum	LO/LU/X/gS	KG,SM
(59)	0300/7880	ZG w Emmendorf	LO/LU bzw.W/gL/gS	SM,LP
(60)	0418/7973	SG Nassennotorf	40 SL(DS)/X/gS	X
(61)	0245/7897	KG n Tetendorf	0-50 DS(L0)/X/gS	
(62)	0200/7808	Müllkippe Uelzen	80 SL/X/gS/Ton	SM

5 Glenzer Gebiet

Blatt 3031 Clenze

B 680	2446/6939	Feld e Dallahn	50 SL(DS)/X/gS	SM
(71)	2560/7010	SG s Vaddensen	40 DS(SL)/X/gS	X
(72)	2667/7080	SB s Reddereitz	30DS(SL)/X/gS,gL	X,SM
(73)	3660/3610	Feld e Luckau	90 DS(SL)/X/gL/gS	
B 681	3535/6746	Feld ne Köhlen	80 SL(DS)/X	SM
(74)	3315/6808	SG sw Zeetze	40 DS/X/gS	X

6 Hamberger Gebiet

Blatt 2618 Hambergen

(75)	8880/0880	BG Hambergen	0-50 SL(DS)/X/gL	SM
--------	-----------	--------------	------------------	----

7 Jettebrucher Gebiet

Blatt 3025 Dorfmark

B 686	5260/6762	w Jettebruch	80 SL(DS)/W/X/gS	SM
B 697	5238/6765	w Jettebruch	50 SL/X	SM

8 Bergener Gebiet

Blatt 3125 Bergen

(81)	6136/5806	SG Wardböhmen	120 SL/SO/X/gS	
(82)	6192/5642	SG w Bleckmar	110 DS(LO)/LU	SM
(83)	6204/5638	SB w Bleckmar	DS(LO)/LU	LP
(84)	6300/5670	SG nne Bleckmar	60 SL/X/gS	
(85)	6560/5804	SG sw Widdernhausen	gS,Keine Decksch.	SM
(86)	6484/5527	Wiese w Hagen	200 DS(LO)+LU/X	SM,X,LP
(87)	6653/5449	KG ne Bergen	80 DS(LO)/X/gS	
(88)	6349/5355	SG w Bergen	50 SL(DS)/X/gS	SM,X
(89)	6360/5500	LG se Bleckmar	30 SL(DS)/X/gS	

Blatt 3126 Hermannsburg

(90)	6924/5524	SG Rübenberg	20-90 DS(LU)/X/gS	
(91)	7000/5280	SG s Beckedorf	40 DS/X/gS	
(92)	7000/5450	Wiese w Beckedorf	DS(SL) als Terrasse	
(93)	7035/5375	SG w Beckedorf	DS(LO)/W/LU/FU/gS	X,SM,LP
(94)	7130/5360	SB s Beckedorf	200 SL(LO)/LU/X/gS	LP

Blatt 3225 Offen

(95)	6710/5088	SG s Offen	80 DS(LU)/X/gS	X,SM
-------	-----------	------------	----------------	------

Blatt 3226 Sülze

(96)	6978/5108	SG Horst-Berg	30-90DS(LU)/X/gS	SM
(97)	6982/5090	Miete Horstberg	40-60DS(SL)/X/gS	X,SM
(98)	7050/5190	SG n Huxal	50-120 DS(SL)/X/gS	
(99)	6805/5095	KG n Katensen	40-60 DS/X/gS	X
(100)	6886/4857	KG n Waldhof	50 DS/X/gS	X

9 Wittinger Gebiet

Blatt 3229 Hankensbüttel

(111)	0120/4865	Windbruch n Masel	60 SL,sandig/X	
(112)	0147/7766	SG w Masel	D/LO/SO/LU/X/gS	SM,LP
(113)	0605/5012	SG n Schweimke	DS/X/gS	X
(114)	0553/4760	SB n Steimke	70 SL,sandig/X/gS	
(115)	0885/4687	SB w Wentorf	150 SL/SO/X/gL	LP

Blatt 3230 Wittingen

(116)	1190/4609	SG Darrigsdorf	40-80SL(DS)/X/gS	X
(117)	1550/4480	BG n Wittingen	40-80SL/X/gS bzw.gL	SM
(118)	1470/4405	SG s Wittingen	60 SL/X/gS	X
(119)	1300/4275	SG n Etzen	20 SL(DS)/X/gS	SM
(121)	1800/4327	SG ne Suderwittingen	100 DS+SL	

Blatt 3330 Knesebeck

(120)	1972/4072	BG s Ohrdorf	40-80SL,sandig/X/gL	SM
(122)	1109/4033	SG se Wunderbüttel	50DS(SL)/X/gS	X

10 Bersenbrücker Gebiet

Blatt 3413 Bersenbrück

(131)	2145/2438	SG w Ankum	200 L0+S0+W/X/gS	X,LP
(132)	2168/2430	SG w Ankum	80 SL/X/gS	
(133)	2104/2395	SG Ankum-Aslage	270 SL+S0+W/gS	SM
(134)	2106/2375	SG n ZG Aslage	L0/S0/W bzw. L0/LU/X	SM
(135)	2206/2280	SB Aslage	200 L0+S0/X	LP
(136)	2270/2280	SB sw Ankum	80 SL(DS)/X/gS/gL	X
(137)	2330/2158	SB s Tütingen	50 DS/(X)/gS,fein	SM
(138)	2626/2282	SG e Rüssel	20-60 SL/X	SM
(139)	2798/2182	Wald Wehbergen	100 SL/X	SM
(140)	2848/2094	SB B68 Woltrup	100 SL/X	SM
(141)	2876/2084	ehem. G e B68	30-80 SL, sandig	
(142)	2690/2138	SG Wald e Brickwedde	50-120SL/X/gS	LP
(143)	2566/2080	SG Rüsseler Holz	80-130 L0+LU/X/gS	SM,LP
(144)	2680/2046	SB Lemmermöhle	90 SL/gS	SM
(145)	2795/2072	SG Brickwedde	80-160SL+S0+W/X/gS	LP
(146)	2728/1970	KG w Wallen	80-100 SL+S0/X	

Blatt 3513 Bramsche

(147)	2517/1791	SG w Thiene	150 SL(DS)/X/gS	X
(148)	2608/1738	ehem.KG w Thiene	0-30 DS/X/gS,fein	X,SM

11 Dammer Gebiet

Blatt 3415 Damme

(151)	4650/2318	Holter Tal	350 SL+FE	LP
(152)	4632/2258	BG im Holter Tal	SL/FE/W/FE/W/gS	SM,LP
(153)	4768/2335	SB n Bokern	250 SL(DS)	LP
(154)	4800/2367	SB s Dalinghausen	60 SL/FE	SM
(155)	4894/2250	SB nw Ihendorf	200 SL, 3S-Lagen/X/gS	
(156)	4789/2184	SB Borrigh. Mühle	85 SL/X/gS	SM,X
(157)	5010/2124	BG Rüschenndorf	100+ SL,graue Spalten	SM
(158)	5091/2128	BG ne Rüschenndorf	100+ SL, oben sandig	LP

12 Goldenstedter Gebiet

Blatt 3115 Visbek

(161)	4913/5979	SB Autobahn	SL/gS/Torf/gL/gS	LP,C-14
(162)	4742/5660	SB Autobahn Drantum	L0/S0/X/gS,fein	SM,LP
(163)	4684/5388			
bis	4742/5660	SB Autob. Drantum	L0/S0/X/gL	LP
(164)	4737/5502	SG w Schneiderkrug	SL(DS)	LP
(165)	4700/5524	SG w "	D1-3/L01-3/X/gL	SM,X,LP
(166)	4842/5434	ehem.SG a.d.B69	SL/X/gS	X
(167)	4860/5543	SG n Schneiderk.	L0/X0/LU/X/gS	
(168)	5290/5700	SG n Visbek	DS/X/gS	X
(169)	5278/5732	SG n Visbek	DS/X/gS	LP

Blatt 3116 Wildeshausen

(170)	6230/5290	SG w Einen	70 SL/X/gS	X,SM
(171)	6308/5220	SG a.d.Ellenbäke	L01-3/X/fluv.S	LP

Blatt 3215 Vechta

- (172) 4631/5132 SB Autobahn 60 SL/X/gL
 (173) 4454/4611 SB " Westerbakum 100 DS/X/gL

Blatt 3216 Goldenstedt

- (174) 6210/5020 SB se Goldenstedt gS, fein, SL-ähnlich SM

13 Syker Gebiet

Blatt 3018 Syke

- (181) 8760/6650 SG Gessel 60 SL, sandig/X/gS X
 (182) 8735/6550 ehem. SG Radeberg 80 SL/X/gS

Blatt 3019 Riede

- (183) 8960/6455 ehem. SG Friedeholz 120SL/W/X mit Findling LP

Blatt 3117 Twistringen

- (184) 7578/5275 Feld n Twistr. 200+ DS(LO) LP
 (185) 7380/5370 ZG Twistringen 40 SL/X/gL/Miozän SM

Blatt 3118 Bassum

- (186) 8756/6136 SG Kolonie Hoop SL(LU+LO)/X/gS, fein SM, X
 (187) 8846/5995 SG Henstedter Berg SL/SO/W bzw. SL/FE
 (188) 8070/5745 SG nw Bassum 50 DS(LO)/X/gS

Blatt 3119 Vilsen

- (189) 9286/6285 SG nw Güdestorf 30-60 SL/X/gS SM
 (190) 9354/6018 SB sw Wachendorf 130 SL/X
 (191) 9498/5767 SG s Süstedt, (WB) 120 SL/X/gS
 (192) 9028/5934 SG Henstedter Mühle 50 SL, steinig/X/gS
 (193) 9164/5610 SG Fuchsberg SL/W/X/gS/gL/gS SM, X, LP
 (194) 9083/5698 SG Jardinghausen DS(SL)/X/gL/gS
 (195) 9845/5492 SG n Vilsen DS(SL)/X/gS SM, X, LP
 (196) 9532/5445 SG se Ochtmannien SL/X/gS, fein SM, X
 (198) 9358/5424 Forsteinschlag J.114 100 SL/X/gS
 (197) 8955/5515 SG s Neubruchhausen 40-80SL(DS)/X/gS
 (199) 9038/5385 SG Hachelal n Bensen 120 DS bzw. 60SL/X/gS
 (200) 9018/5348 e Menninghausen 60 LO+LU/X/gL SM, X
 (201) 9075/5256 RG sw Bensen 70 SL/X/gL
 (202) 8990/5346 WB Tal e Menningh. 40-60 SL(DS)/X/gS

Blatt 3216 Goldenstedt

- (203) 6440/5030 SG e Goldenstedt 100SL, oben sandig/X/gL
 (204) 6330/5012 SB e Goldenstedt gS, SL-ähnlich SM

Blatt 3217 Barnstorf

- (205) 6826/5063 BG in Natenstedt 70 SL, grob/X/gS
 (206) 6714/5022 SG bei Natenstedt 40 DS/X/gL/gS X

Blatt 3218 Schmalförden

- (207) 8765/4340 SG s Schwaförden SL(LU)60-120/X/gS X
 (208) 7886/5114 SG Stelle 40-80 SL(LU)/X/gS X
 (209) 8275/4385 SG Vohrde 40 DS/X/gS X
 (210) 8684/4540 SG e Scholen J.31 50-70 SL/X/gL/gS

Blatt 3219 Schwaförden

(211) 9565/4556 B Wiese Großenmoor 40-60 SL(LU)/X/gS

14 Rehburger Gebiet

Blatt 3521 Rehburg

(221)	1540/1455	SG s Rehburg	30 DS/X/gS,fein	X,SM
(222)	1695/1352	SG nw Winzlar	gS,fein	LP
(223)	1720/1380	SG nw Winzlar	30 DS/X/gS	

15 Wunstorfer Gebiet

Blatt 3522 Wunstorf

(224)	2378/1165	BG Altenhagen	60-80SL/X/FE/gS	X
(225)	2550/1003	KG Bokeloh	210 L01-3/X/gS	SM,X,LP
(226)	2648/1135	SG Silberberg	DS/X/gS, z.T.fein	SM,X
(227)	3100/8855	SG "Stadtfeld"	DS/gS	
(228)	3335/0780	MG Kolenfeld	DS(SL)50-100/X/gL	X

16 Pattenser Gebiet

Blatt 3623 Gehrden

(229) 3450/0585 RG e Holtensen 80Lößlehm/20+SL,Ca

Blatt 3723 Springe

(230) 4255/9540 RG w Weetzen 140L/FE/gL X,SM

Blatt 3724 Pattensen

(231)	5398/9438	KG s Reden	170SL(L0)/X/Terr.	SM,LP
(232)	5152/9130	KG s Pattensen	80 SL/X/Terrasse	X
(233)	5120/9128	RG sw Pattensen	SL/W	LP
(234)	5440/8988	RG e Hüpede	SL/X/Terrasse	
(235)	5578/8910	RG s Schliekum	L/SL/X/Terrasse	LP

Blatt 3725 Sarstedt

(236) 6630/8570 ZG s Harsum Löß/(X)/FE/Kreide mit Eisk.

Blatt 3824 Elze

(237) 5562/7897 Wald s Heyersum 500SL(L0/W/LU)/FE SM,LP

Löß-Aufschlüsse

Blatt 4226 Northeim

(241) 7603/3172 WB n Elvershausen mächtiger Löß mit Boden-
horizonten und dem "Kärlicher Tuffbändchen"

Blatt 4326 Lindau

(242)	7568/2980	KG s Elvershausen	SL/Terrasse	SM
(243)	7538/2810	LG nw Katlenburg	400 Löß	SM,LP
(244)	ZG Großenritte sw Kassel		mächtiger Löß mit Boden- horizonten und dem "Kärlicher Tuffbändchen" SM	

Aufschlüsse mit Steinsohlen unter Decksand

(301)	Blatt 2725	Holm	6470/0775	KG	w	Asendorf
(302)	Blatt 2727	Kirchgell.	7900/9880	SG	s	Salzhausen
(303)	Blatt 2728	Lüneburg	9126/9855	SG	w	Rettmere
(304)	Blatt 2729	Neetze	0685/9820	SB	se	Horndorf
(305)	Blatt 2730	Bleckede	1495/9795	SG		Marienu
(306)	Blatt 2825	Behringen	6695/8720	WB	s	Volkwardingen
(307)	Blatt 2827	Amelinghaus	8737/9380	SG	ne	Drüggennindorf
(308)	Blatt 2827	Amelingh.	8470/9580	SB	w	Oerzen
(309)	Blatt 2827	Amelingh.	8172/9500	KG	w	Wetzen
(310)	Blatt 2925	Bispingen	5780/7462	SB	ne	Soltau
(311)	Blatt 2925	Bispingen	6672/8150	SB(BG)	s	Bispingen
(312)	Blatt 2925	Bispingen	6665/8280	SG	sw	Bispingen
(313)	Blatt 2926	Brelöh	7062/7700	SG	s	Haus Ilster
(314)	Blatt 2928	Ebstorf	9060/7968	SG	bei	Brauel
(315)	Blatt 2929	Bevensen	0630/8240	SB	se	Bevensen
(316)	Blatt 2930	Himbergen	1480/7785	SG	s	Bruchwedel
(317)	Blatt 3025	Dorfmark	5120/6558	KG	nw	Mengebostel
(318)	Blatt 3026	Munster	7587/6597	SG	bei	Kreuzen
(319)	Blatt 3029	Uelzen	0150/6450	WB	Wald	s Holdenstedt
(320)	Blatt 3029	Uelzen	0495/7465	SG	w	Molzen
(321)	Blatt 3031	Clenze	2930/7170	WB	Wald	w Priebeck
(322)	Blatt 3120	Hoya	0050/5200	WB	s	Wilsen
(323)	Blatt 3126	Hermannsb.	7323/5970	SG	Willinghausen	
(324)	Blatt 3126	Hermannsb.	7265/5780	ehem.	SG	Baven
(325)	Blatt 3126	Hermannsb.	7835/5480	Schneise	e	Hermannsb.
(326)	Blatt 3127	Unterlüß	8930/5750	SG	n	Lünewald
(327)	Blatt 3128	Suderburg	9295/5305	SB	w	Weyhausen
(328)	Blatt 3225	Offen	6600/4296	WB	in	Hassel
(329)	Blatt 3225	Offen	6712/4678	KG	Wald	e Grünewald
(330)	Blatt 3226	Sülze	6770/4700	KG	Wald	sw Sülze
(331)	Blatt 3226	Sülze	7395/4237	SG	ne	Bhf.Hustedt
(332)	Blatt 3226	Sülze	7800/4296	Schneise	s	Rebberlah
(333)	Blatt 3227	Eschede	8603/4930	SG	n	Eschede
(334)	Blatt 3228	Sprakensehl	9830/4200	SG	ne	Steinhorst
(335)	Blatt 3320	Liebenau	1010/3690	KG	n	Lemke
(336)	Blatt 3321	Nienburg	1674/2302	ehem.	SG	se Nienburg
(337)	Blatt 3322	Rodewald	3310/3070	SG	se	Laderholz
(338)	Blatt 3415	Damme	4924/2822	SB	s	Holthausen
(339)	Blatt 3415	Damme	5102/2504	SG	s	Haverbek
(340)	Blatt 3423	Otternhagen	4305/2405	KG	n	Negenborn
(341)	Blatt 3424	Mellendorf	5040/3202	SG	nw	Wennebostel
(342)	Blatt 3424	Mellendorf	5052/2340	KG	e	Mellendorf
(343)	Blatt 3425	Fuhrberg	2000/5842	SG	ne	Großburgwedel

Aufschlüsse mit allerödzeitlichen Schichten oder Horizonten

(351)	Blatt 2729	Neetze	0528/0822	SG	e	Neurullstorf
(352)	Blatt 3226	Sülze	7032/4600	SG	s	Eversen
(312)	Blatt 2925	Bispingen	6665/8280	SG	sw	Bispingen
(165)	Blatt 3115	Visbek	4700/5524	SG	w	Schneiderkrug

Aufschlüsse für Schluffproben für die Stabilmineralanalyse

- | | | |
|-------|-------------------------|---|
| (361) | Blatt 2520 Bremerförde | 0063/1961 ZG Hasselhorst
Lauenburger Ton |
| (362) | Blatt 2822 Rotenburg | 2680/9570 SG s Hetzwege
pleistozäner Beckenschluff |
| (363) | Blatt 2823 Osterwesede | 3669/9585 ZG Lauenbrück
Ober-Miozän |
| (364) | Blatt 3414 Holdorf | 3900/2005 SB e Neuenkirchen
pleistozäner Beckenschluff |
| (365) | Blatt 2727 Kirchgell. | 3420/0040 ZG Kirchgellersen
Ober-Miozän |
| (366) | Blatt 2718 Osterh.-Sch. | 7840/0090 SG n Brundorf
Lauenb.Ton, sandige Fazies |
| (367) | Blatt 2821 Sottrum | 1890/8775 ZG Stürberg
Ober-Miozän |
| (368) | Blatt 2822 Rotenburg | 2725/9375 ZG Westerholz
Ober-Miozän |

8.

Z Ä H L T A B E L L E N

Windkanter-Zählungen von Steinsohlen unter Löß und Sandlöß

Nr.	Exp.	Zahl	G_w	K_w/G_w
1	-	96	13	77
2	-	136	24	28
15	S	147	11	100
17	N	179	5	65
18	SE	196	10	68
25	WNW	208	9	57
32	E	98	13	62
33	ESE	167	31	65
35	NW	135	70	54
38	SE	136	43	67
40	SE	89	38	52
40	NNE	103	22	73
43	NW	143	38	53
52	E	62	30	77
54	NW	112	36	64
54	N	79	39	56
60	S	82	51	53
71	W	107	40	47
72	S	95	68	32
74	-	110	74	35
86	SSE	182	25	68
88	SE	78	32	19
93	NNW	120	36	14
93	NNE	111	24	0
95	SSW	68	45	22
97	S	87	39	31
99	E	76	46	43
100	SSE	110	38	24
113	N	136	46	26
116	NW	116	53	41
118	SW	113	46	31
122	WSW	91	66	30
131	NW	144	24	52
147	SSE	107	17	29
148	S	53	43	30
156	NNE	65	22	68
165	NE	188	35	60
170	S	147	36	42
181	S	138	49	38
186	NNE	189	17	100
193	SW	153	21	59
195	NNE	151	33	21
196	W	189	25	65

Nr.	Exp.	Zahl	G_w	K_w/G_w
200	N	183	16	50
206	W	150	34	36
207	S	163	22	68
208	W	228	12	58
209	S	225	38	50
221	N	152	16	38
224	E	200	21	73
225	-	370	24	73
226	-	205	56	61
228	SE	59	47	47
230	E	162	18	85
232	W	155	17	67

 1814 2784

 Mittelwerte: 32,9 50,9

 =====

Nr.	Art	Zahl	Q _s	T	K
72a	L	301	57	21	+
72b	o	148	51	24	
B681	L	164	41	16	
75	L	60	43	30	
B701	L	228	39	19	
B668	L	329	39	23	+
B697	L	157	42	29	
82	L	267	52	18	
85	o	145	46	19	
86	L	348	45	14	
88	L	340	44	19	
93a	L	300	44	19	
93b	L	309	54	26	
94	L	197	47	14	
95	L	230	50	8	
96	L	298	47	25	
97	L	312	38	25	
112	L	293	41	23	
117	L	217	51	17	
119	L	300	48	16	
120	L	134	44	10	
133	L	274	44	19	
134a	L	332	37	25	
134b	L	322	39	26	
134c	L	300	42	22	
137	o	311	39	24	
138	L	311	39	19	
139	L	346	40	18	
140	L	340	42	20	
143	L	348	42	25	
144	L	292	46	16	
148	o	60	50	17	
152	L	330	39	24	
154	L	308	45	16	
156	L	345	39	19	
157	L	309	51	20	
162	o	248	50	16	
165	L	315	47	30	
170	L	300	50	20	
185a	T	187	60	34	
185b	T	78	82	28	
186a	L	327	36	19	
186b	o	219	41	12	
189	L	318	51	13	
193a	L	300	42	15	
193b	L	348	45	13	+
193c	L	340	34	21	
195	L	327	44	19	
196	L	364	34	19	

Nr.	Art	Zahl	Q _s	T	K
200a	L	314	43	18	
200b	L	319	48	23	
204	o	274	48	27	
221	o	289	41	21	
225a	o	119	58	17	
225b	L	344	40	29	1
225c	L	295	40	29	2
225d	L	304	40	18	
226	L	318	59	13	
230	L	321	51	15	
231a	L	328	51	21	+
231b	L	340	47	22	1
237a	L	300	45	8	
237b	L	300	47	16	+
242	L	313	49	21	
244	L	318	53	16	
303	o	291	44	23	
352	o	56	45	11	
361	o	141	57	18	
362	o	14	30	29	
363a	T	97	60	30	
363b	T	55	52	40	4
364	o	232	65	6	
365	T	95	62	37	
366	o	243	42	27	
367	T	33	52	30	
368	T	47	52	30	

Versuche mit dem Sandstrahlgebläse

Sand- Korngröße	Gewichtsverluste in Gramm			
		Leptit	Sandstein	Porphyr
0,06- 0,2 mm	1. Versuch	1,758	2,074	4,346
	2. Versuch	1,439	2,535	3,947
	Mittelwert	1,598	2,305	4,147
	pro Leptit	1	1,44	2,59
		1,312	2,020	3,910
0,2- 0,4 mm	pro Leptit	1	1,54	2,98
0,4- 0,6 mm	1. Versuch	1,687	2,842	2,691
	2. Versuch	3,041	2,448	3,778
	Mittelwert	2,364	2,695	3,235
	pro Leptit	1	1,18	1,37

Korngrößenbestimmungen an Sandlössen des
Bevenser Sandlößgebietes,
ausgeführt vom Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung

Herkunft	Gewichtsprozent, Durchmesser in μ				Grobschluff Mittel+Feinschl.	
	63	25 - 63	6,3 - 25	2 - 6,3		
Bornsen (32)	37,0	51,0	6,5	1,9	4,6	6,1
Hanstedt (45)	25,8	52,0	9,9	2,1	12,2	4,3
Wessen- stedt (40)	20,0	56,2	13,2	3,5	7,1	3,4
"	52,6	36,3	5,8	2,1	3,2	4,6
Seedorf (49)	18,6	51,5	14,7	3,3	11,9	2,9
Barum (58)	14,2	38,4	17,9	18,2	11,3	1,1
"	24,0	5,6	62,8	2,9	4,7	0,1

L e b e n s l a u f

Ich wurde am 18. Dezember 1938 in Goldingen in Lettland als Sohn des Lehrers Erdmann Vierhuff und seiner Ehefrau Hedwig, geb. Behling geboren. 1939 wurden wir nach Pommern umgesiedelt, von wo wir 1945 nach Westdeutschland flüchteten. Seit dem 1. August 1965 bin ich verheiratet und wohne in Wettmar, Kreis Burgdorf.

Ich wurde im Herbst 1944 eingeschult. Von 1951 bis zum Abitur am 5. März 1958 besuchte ich die Niedersächsische Heimschule in Iburg (neusprachliches Gymnasium in Kurzform).

Anschließend diente ich in der Bundeswehr, die ich am 30. September 1959 als Leutnant d.R. wieder verließ.

Ich begann darauf das Geologie-Studium an der Technischen Hochschule Hannover. 1961 wechselte ich an die Universität in Tübingen, wo ich am 23. Februar 1965 die Diplom-Hauptprüfung ablegte.

Von April bis Juli 1965 war ich Verwalter einer wissenschaftlichen Assistenten-Stelle am Institut für Geologie und Paläontologie der Technischen Hochschule Hannover. Für die vorliegende Doktor-Arbeit, die ich unter der Anweisung und Leitung von Prof.Dr.K.Richter anfertigte, erhielt ich ein Stipendium von der Stiftung Volkswagenwerk. Seit dem 23. August 1967 arbeite ich als wissenschaftlicher Angestellter am Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung in Hannover.

