

# Korngrößendifferenzierungen durch Bodenerosion auf einem Testschlag im Saalkreis

VON

UWE BERGNER, JEANNETTE KLAHRE UND HILMAR SCHRÖDER

mit 4 Abbildungen und 1 Tabelle

## 1 Einleitung

Untersuchungen zur Bodenerosion im Mitteldeutschen Trockengebiet hatten bisher die Erfassung von Erosionszeugen (WINTER 1984), von Materialmengen (SCHRÖDER 1982, 1985) und die Bestimmung des flächenhaften Ausmaßes des Abtrags mit Hilfe von Fernerkundungsdaten (SCHRÖDER 1988, 1989, 1992; VILLWOCK 1985; LÖWA & SCHRÖDER 1991) und digitalen Reliefmodellen (WIESER 1992) zum Ziel. Der Differenzierung von Korngrößen bei verschiedenen Abtragsintensitäten wurde bisher nur wenig Aufmerksamkeit gewidmet.

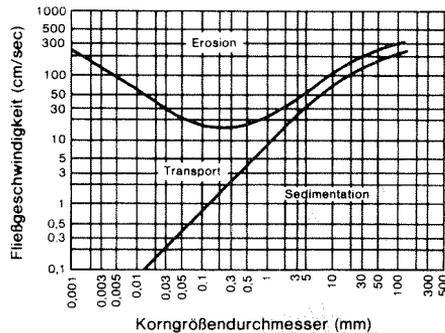
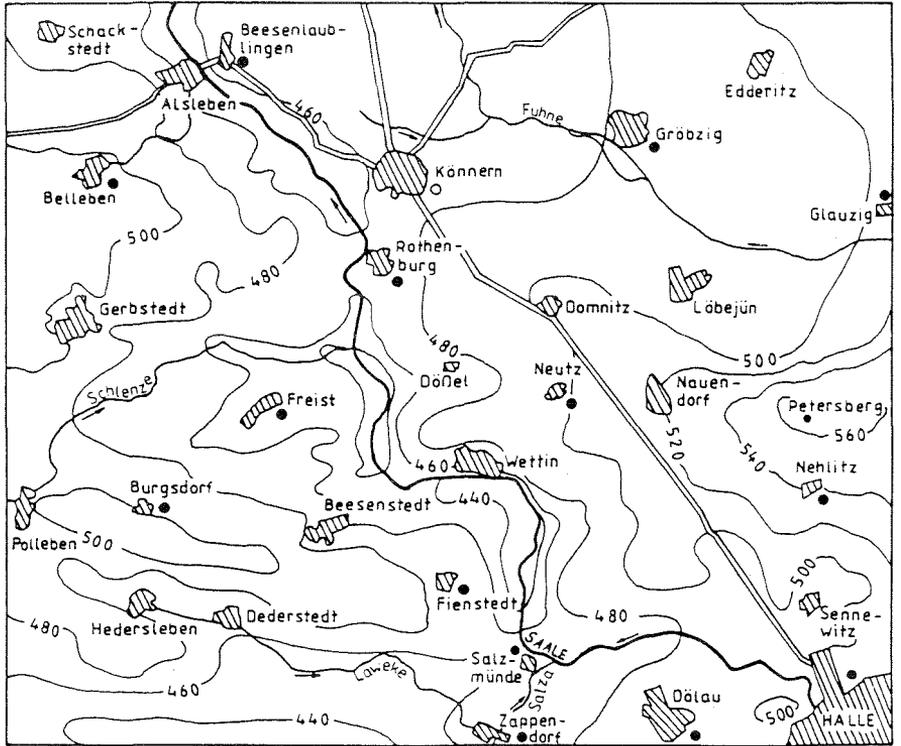


Abb. 1: Kritische Schlepplagen verschiedener Korngrößen (aus DIKAU 1986:20)

Bei den Vorgängen der Bodenabspülung findet in der Regel ein selektiver Korngrößentransport statt (SCHAUB 1989:146). Die Bodenpartikel werden je nach Teilchengewicht bzw. auch in Abhängigkeit der Anziehungskräfte zwischen den Teilchen vom oberflächlich abfließenden Wasser weggeführt. Diese sortierende Wirkung der Bodenerosion beruht auf den kritischen Schlepplagen unterschiedlicher Korngrößen (Abb. 1). Nach DIKAU (1986:131) muß man davon ausgehen, daß mit zunehmender Hanglänge die Materialsortierung durch mögliche Zwischen-



Entw.: U. Bergner / H. Schröder

- |   |              |   |                         |
|---|--------------|---|-------------------------|
|  | Ortschaft    |  | Niederschlagsmeßstation |
|  | Bundesstraße |  | Temperaturmeßstation    |



Abb.2: Verteilung der Jahresniederschlagssummen im Gebiet zwischen Könnern und Halle (langjähriges Mittel 1951- 80)

akkumulationen bzw. Mobilisierung von akkumuliertem Material am Hang stattfindet. Der gemessene Bodenabtrag kann somit nur einen Teilbereich der tatsächlich durch das konkrete Niederschlagsereignis abgespülten Korngrößenverteilung beinhalten.

Durch die annähernde Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung ist eine Abschätzung der vom Substrat abhängigen Bodenparameter (entsprechende Näherungswerte) möglich wie z.B. Wasser- und Lufthaushalt, Austauschvorgänge, Nährstoffgehalte, Anfälligkeit gegenüber Bodenerosion, Neigung zu Bodenverdichtung (HARTGE 1989:29).

## **2 Das Untersuchungsgebiet**

Das Testgelände liegt im Kerngebiet des Mitteldeutschen Trockengebietes (Begrenzung ist die 500 mm-Isohyete) ca. 30 km nordwestlich der Stadt Halle/Saale in unmittelbarer Nähe der Gemeinde Rothenburg/Saale (Abb. 2). Der Raum des Unteren Saaletals gehört naturräumlich zum östlichen Harzvorland und ist damit Teil des südlichen Schwarzerdegebietes im Lee des Harzes. Der Testschlag des Forschungsprojektes stellt einen Teil einer Talanfängsmulde am Rand einer tertiären Einebnungsfläche dar (SCHRÖDER, BERGNER, BAUM 1995) und wurde bis 1991 landwirtschaftlich genutzt.

Die wesentlichen bodenbildenden Gesteine der Testfläche sind neben dem weichselglazialen Löß (südöstliche Bereiche; Parzellen 1 und 2) die Verwitterungsprodukte saaleglazialer Moränen (nordöstlicher Teil; Parzellen 3 und 4). Hangabwärts treten neben den Verwitterungsprodukten oberkarbonischer Sandsteine, Schluffsteine, Konglomerate und Arkosen (nordwestlicher Teil; Parzelle 8) vor allem kolluviale Ablagerungen verschiedener Zusammensetzung auf. Letztere sind je nach Hanglage Moränenkolluvien (nördlicher Teil; Parzelle 5) oder Mischkolluvien aus Löß- und Moränenmaterial (Tiefenlinie; Parzelle 6 und 7). Die engräumig nebeneinander liegenden Ausgangsmaterialien der Bodenbildung ermöglichen eine gute Vergleichbarkeit des Einflusses erosionsbestimmender Parameter unter annähernd identischen witterungsklimatischen Rahmenbedingungen.

Die Substrattypen der Fläche reichen vom reinen Schluff (weichselglazialer Löß) im südöstlichen und östlichen Oberhangbereich über lehmigen Schluff (Kolluvium) im hangabwärts anschließenden Areal und sandigem Lehm (saaleglaziale Moräne) im Nordteil (Abb. 3).

## **3 Angewandte Methoden**

### **3.1 Versuchsanordnung**

Durch die Zielsetzung der Vergleichbarkeit mit der USLE wurde die Versuchsanordnung im Testgelände des Mitteldeutschen Trockengebietes soweit wie möglich der von WISCHMEIER & SMITH 1978 beschriebenen Anordnung angeglichen. Die Meßparzellen haben eine Länge von 22 Metern und eine Breite von 2 Metern und damit eine Fläche von 44 m<sup>2</sup>. Das Gefälle beträgt 9 %. Jede Parzelle wird – zur Vergleichbarkeit – frei von Vegetation gehalten (Schwarzbrache). Zur Messung des Oberflächenabflusses und des Bodenabtrags der Parzellen wurde jeweils eine Sammeleinrichtung eingerichtet.

Zusätzlich wurde neben jeder Meßparzelle ein 0,25 m<sup>2</sup> großer Splashfangkasten aufgestellt. Zur Messung der für die Interpretation wesentlichen Niederschlagsparameter (Niederschlagsintensität und Niederschlagsdauer) dient ein Regenschreiber nach HELLMANN.

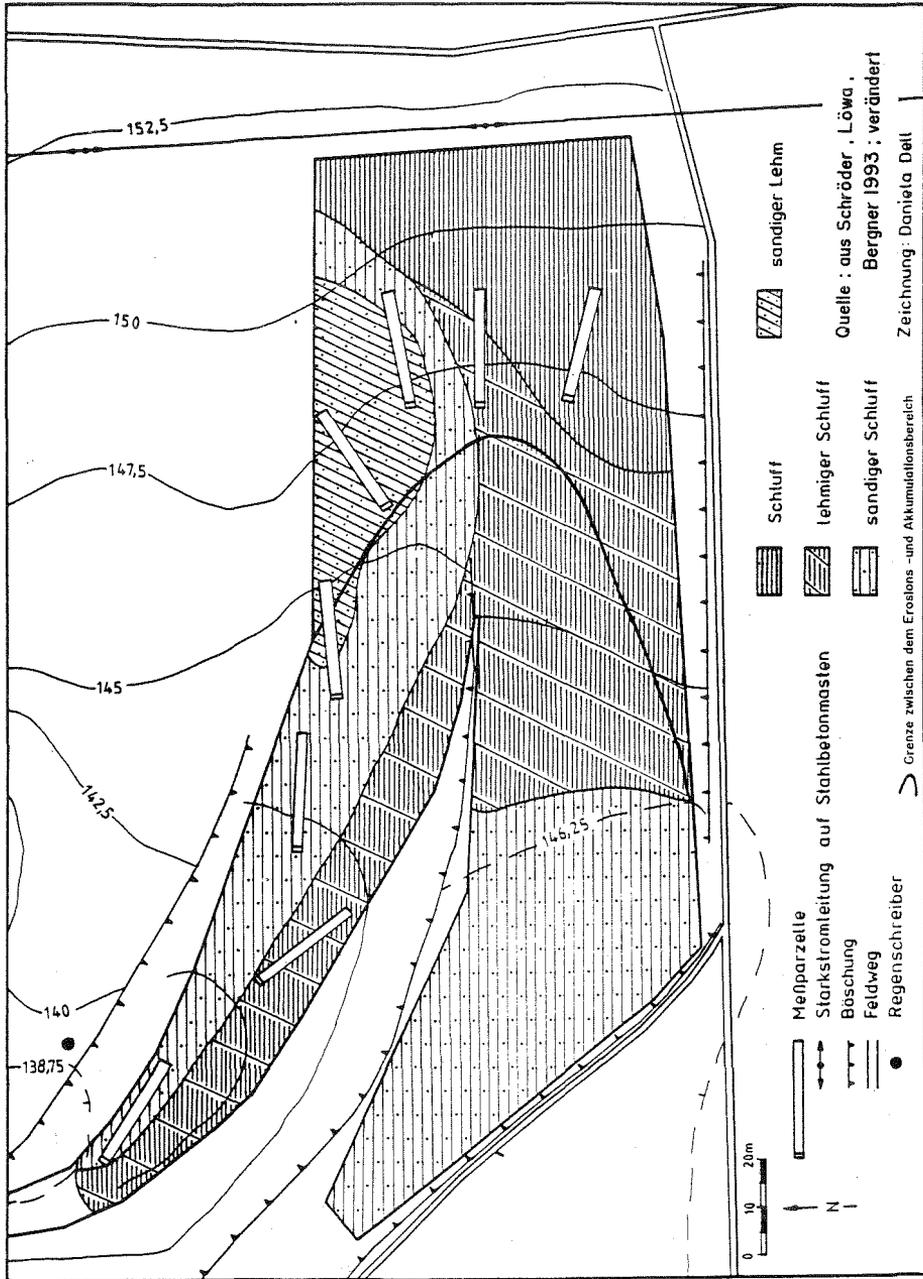


Abb. 3: Substrat der Testfläche bei Rothenburg (Saale)

### **3.2 Abtragsmessungen und Labormethodik**

Die Messungen des Oberflächenabflusses sowie des abgespülten Bodenmaterials wurden einmal wöchentlich vorgenommen bzw. unmittelbar nach einem Starkregenereignis. Das aufgefangene Bodenmaterial wurde bei kleineren Mengen abgefiltert, bei größeren Mengen im Auffanggefäß eingetrocknet. Nach dem Trocknen wurde der Bodenabtrag gewogen. Im Bodennlabor wurden die Abtragsproben sowie die Proben aller aufgeschlossenen Bodenprofile hinsichtlich ihrer Korngrößenzusammensetzung analysiert. Da die Böden der Testfläche überwiegend einen hohen Ton- und Schluffanteil aufweisen, mußte vor der weiteren Analyse zunächst die Kohärent- und Aggregatstruktur mittels Dispergierung zerstört werden. Die Korngrößenanalyse wurde mit vorheriger Karbonatzerstörung vorgenommen. Die Bestimmung der Anteile der Ton- und Schluff-Fraktion erfolgte nach der Sedimentationsmethode von KÖHN. Mit dieser Methode ist eine relativ genaue Bestimmung im Ton- und Schluffbereich möglich. Die Sandfraktion wurde mittels Siebanalyse bestimmt. Ungenauigkeiten können dadurch auftreten, daß bei länglichen Körnern nur eine bestimmte Durchgangsrichtung möglich ist und diese somit der nächst größeren Korngrößenfraktion zufallen. Die Grobskelettbestandteile wurden im Labor ausgesiebt.

Es bestehen generelle methodische Probleme bei der Korngrößenanalyse (Siebung bzw. Haftenbleiben von Teilchen an den Meßgefäßen), welche u.a. von ROHRER (1985:172) und SEILER (1983:366) beschrieben wurden. Bei den Texturvergleichen muß eine Einbeziehung der möglichen Fehler und Ungenauigkeiten erfolgen. Probleme bei der Probenentnahme bestehen darin, daß es besonders bei den feinsten Bodenfraktionen zu Materialverlusten kommen kann, da durch die längere Suspension der Teilchen beim Überlaufen der Auffangbehälter Material verloren gehen kann (SCHAUB 1989:147). Dessen Masse ist allerdings so gering, daß sie vernachlässigt werden kann (SCHRÖDER, LÖWA, BERGNER 1993:101). Auch bei einer notwendigen Probenteilung im Gelände, wie sie in einigen Fällen erfolgte, sind Texturverschiebungen möglich, da der Sand zuerst akkumuliert wird. Hier wurden mehrere Abtragsproben analysiert und miteinander verglichen. Der Vergleich der Analyseergebnisse ergab nur geringfügige Differenzen. Für den Vergleich der Abtragsproben mit der Textur des Ausgangsmaterials wird der Mittelwert eines Abtragsereignisses verwendet. Als „Ausgangsmaterial“ werden die ersten 0-25 cm der Profile (Ap) verstanden.

Die von ihrer Menge her ausreichenden Proben stammen ausschließlich aus den Jahren 1992 und 1993. Das Meßjahr 1994 war nur durch gering erosive Niederschläge gekennzeichnet. Deren Abtragsmengen reichten meist nicht für die bodenphysikalischen Untersuchungen. Insgesamt wurden 48 Abtragsproben und 42 Proben der verschiedenen Ausgangsmaterialien analysiert.

Nach SCHAUB (1989:147) kann bei Ereignissen, bei denen nur wenig Material umgelagert wird, eine Abweichung der Korngrößenzusammensetzung durch den Splash-Einfluß auftreten. Im Untersuchungsgebiet liegen die durchschnittlichen Abtragsmengen in einem Bereich, in dem diese Verschiebungen möglich sind. Aus

diesem Grund wurden nur Proben nach Starkniederschlägen auf ihre Substratzusammensetzung analysiert.

#### **4 Ausgangsboden und Abtragsmaterial im Vergleich Beispiele ausgewählter Meßparzellen**

Wichtig für die Interpretation der Analysewerte ist neben der Auswertung der Niederschlagsparameter der Bodenfeuchtezustand vor Einsetzen des erosiven Niederschlags. Die Bodenfeuchte vor dem Ereignis ist ausschlaggebend für die Abspülung, denn sie beeinflusst die Kohäsionskräfte zwischen den Teilchen. Zum Beispiel kann bei Tonmineralen durch einen starken Quellungsdruck eine Aggregatzerstörung erfolgen, die sich negativ auf das Abtragsverhalten des Bodens auswirkt (BREBUDA 1983:29).

Im Testgebiet herrschen durch den Wechsel von Trockenperioden und Starkniederschlagsereignissen häufig wechselnde Feuchteverhältnisse im Bereich der Krume. Dies kann nach KULLMANN 1965 zur Aggregatdestabilisierung führen, die gleichzeitig die Infiltrationseigenschaften des Bodens herabsetzt. In 50 cm Tiefe sind alle Böden der Testfläche durch relativ konstant bleibende Feuchtwerte charakterisiert, d.h. trockene Zeiträume wirken sich nicht unmittelbar auf den Feuchtezustand der tieferliegenden Bodenschichten aus.

In Tabelle 1 erfolgt eine Gegenüberstellung der Texturwerte des Ausgangsbodens ausgewählter Testflächen und der Werte für die entsprechenden Abtragsproben für bestimmte Ereignisse.

Ziel ist es, substratspezifische Besonderheiten im Abtragsmaterial verschiedener Niederschlagsereignisse herauszufinden. Als Beispiele dienen die beiden Löß-Standorte (1 und 2), der Moränenstandort (3), die Kolluvien der Testflächen 6 und 7 sowie die Parzelle 8 (Schuttrendzina auf oberkarbonischem Sandstein).

Auf der **Testfläche 1** ist eine Löß-Pararendzina entwickelt. Das Substrat des Oberbodens ist lehmiger Schluff. Es besteht eine hohe Korrelation zwischen Abfluß und Bodenabtrag. Der Ap-Horizont ist tonverarmt und mit 2 % nur schwach humos (nach SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1992:51). Durch intensive Abtragungsprozesse ist der Humushorizont stark verkürzt. Auf dieser Testfläche wurde der vierthöchste Gesamtabtrag gemessen. Der Löß ist eigentlich durch gute Infiltrationseigenschaften charakterisiert. Die Untersuchungen des Abtragsverhaltens ergaben für den Löß einen Schwellenwert für Bodenabspülung. Bei einer bestimmten Niederschlagsmenge und -intensität sinkt die Infiltrationsleistung des Bodens plötzlich so stark, daß von diesem Zeitpunkt an große Mengen an Bodenmaterial umgelagert werden. Die Jahresabtragsmenge betrug 1992 9,9 kg und 1993 3,0 kg.

Bei allen Ereignissen ist im Abtragsmaterial der Testfläche 1 eine Anreicherung von Ton, Fein- und Mittelschluff zu beobachten. Der Grobschluff ist im Vergleich

Tabelle 1: Texturwerte des Ausgangsbodens ausgewählter Testflächen und einzelner Ergebnisse:

Parzelle	Datum	T	fU	mU	gU	fS	mS	gS
TF1	Ausgangsboden	8,6	4,8	21,6	53,9	6,5	3,6	1,0
	22.07.92	16,4	9,4	30,8	30,2	4,5	6,2	2,5
	26.07.92	14,2	4,5	18,3	47,4	8,2	6,0	1,3
	04.09.92	12,2	11,8	36,0	35,4	1,6	1,4	1,6
TF2	07.06.93	11,8	6,3	21,3	46,7	8,2	4,2	1,5
	Ausgangsboden	11,9	3,9	16,6	56,8	6,0	3,7	1,1
	26.07.92	12,6	6,3	19,2	48,3	6,7	5,5	1,4
	04.09.92	14,6	9,7	31,8	38,8	2,1	1,4	1,5
TF3	07.06.93	13,2	6,1	20,9	46,4	7,5	4,0	1,9
	Ausgangsboden	15,1	4,4	12,2	30,0	14,3	18,0	6,0
	22.07.92	24,7	11,0	29,5	23,7	3,1	5,5	2,5
	26.07.92	17,3	5,7	11,9	16,6	18,2	22,8	7,4
TF4	04.09.92	20,3	6,0	13,2	16,8	13,8	20,1	8,7
	07.06.93	23,0	9,5	18,4	28,3	16,7	3,7	3,7
	Ausgangsboden	14,8	3,7	9,6	17,2	21,5	25,8	7,5
	26.07.92	16,1	3,8	10,3	18,2	18,5	25,1	8,0
TF5	04.09.92	23,6	9,4	18,3	18,6	7,7	12,8	9,4
	07.06.93	11,1	16,7	20,9	28,8	7,1	7,5	7,8
	Ausgangsboden	15,0	4,8	10,4	23,0	17,5	21,5	8,0
	22.07.92	26,0	12,8	28,5	26,6	1,5	1,7	0,5
TF6	26.07.92	15,5	4,6	11,8	22,2	16,6	22,0	7,3
	04.09.92	17,4	5,2	9,7	14,0	8,3	25,2	20,0
	07.06.93	22,1	11,2	22,3	23,7	4,3	9,4	6,6
	Ausgangsboden	14,3	4,8	11,7	31,2	15,0	17,6	5,4
TF7	27.06.92	15,6	4,5	12,7	25,4	15,7	20,0	6,0
	04.09.92	14,6	21,0	38,0	21,9	1,9	1,4	1,2
	07.06.93	13,4	14,9	30,0	27,5	5,2	6,9	2,1
	Ausgangsboden	19,1	6,0	15,6	26,6	11,5	16,7	4,2
TF8	26.07.92	19,0	4,8	16,3	27,7	11,6	17,0	3,6
	04.09.92	22,9	13,5	32,7	19,9	3,4	4,3	3,4
	Ausgangsboden	16,1	5,9	11,6	34,7	12,6	14,9	4,2
TF8	26.07.92	16,3	6,0	13,1	24,3	15,6	18,7	5,9
	04.09.92	15,5	19,5	39,6	21,6	1,3	1,2	1,4

Quelle: eigene Messungen

zum Ausgangsboden prozentual verringert, hat jedoch innerhalb der Korngrößenverteilung des Abtragsmaterials noch immer den höchsten Anteil. Die Sandanteile (fS/mS) differieren zwischen den Ereignissen zum Teil deutlich, liegen etwa zwischen 1 und 2,5 %. Die erste Abtragsprobe wurde am **22.7.92** genommen, nach einem Niederschlagsereignis von 16,0 mm (Oberflächenabfluß 2270,0 mm; Bodenabtrag: 235 g). Es wurde ein Splash-Wert von 7,5 g gemessen, welcher den höchsten Wert für Testfläche I im gesamten Meßzeitraum bedeutete. Der Oberboden war vor Beginn des Niederschlagsereignisses trocken, d.h. daß hier der Splash-Einfluß eine wichtige

Rolle gespielt haben muß. Durch die Zerstörung der Aggregate und die damit verbundene leichtere Verschlammung sind die prozentual hohen Gehalte an Ton, Fein- und Mittelschluff sowie an organischer Substanz zu erklären.

Der Niederschlag am **26.7.1992** hatte mit einer Dauer von nur 45 min und einer 30minütigen Intensität ( $I_{30}$ ) von 10,8 mm den Charakter eines sommerlichen Starkniederschlages, der auf allen 8 Testflächen zu hohem Oberflächenabfluß und Bodenabtrag führte, während der Niederschlag am **22.7.1992** mit einer Dauer von 330 min ein differenzierteres Erosionsverhalten der einzelnen Testflächen zur Folge hatte. Am **26.7.1992** wurden von der Testfläche 1 bei einem oberflächlichen Abfluß von 3275,0 mm 7,5 kg Boden abgetragen. Der Oberboden war aufgrund des vorherigen Niederschlages vom **22.7.92** noch stark durchfeuchtet und damit im Prinzip für eine Bodenabspülung vorbereitet.

An der Substratverteilung ist auffallend, daß neben den üblichen hohen Schluffgehalten eine Anreicherung von Fein- und Mittelsand auftritt. Dies ist durch die höhere Schleppkraft des Wassers infolge schnelleren und höheren Abflusses bedingt. Die Tongehalte sind prozentual in etwa mit der Probe vom **22.7.92** identisch, was hier wahrscheinlich auf die Tonmineralzerstörung infolge hohen Quelldrucks (Verschlammung) zurückzuführen ist. Das nächste stark erosive Niederschlagsereignis war am **4.9.1992**. Hier fielen in 1041 min 30,6 mm Niederschlag. Die Wochen davor waren sehr trocken, die oberste Bodenschicht infolge dessen ausgetrocknet.

Bei gleichem Gesamtabfluß wie am **26.7.92** wurden diesmal jedoch nur 724,0 g Boden abgetragen. Im Vergleich zum **22.7.92**, wo in etwa die gleiche Ausgangssituation da war, verschiebt sich die Korngrößenverteilung etwas in Richtung der Ton- und Schluff-Fraktion. Sande spielen im Abtragsmaterial nur eine untergeordnete Rolle. Der höhere Feinmaterialanteil im Vergleich zum **22.7.92** ist durch das längere Andauern des Niederschlages, die vergleichsweise geringere Intensität ( $I_{30}=3,6$  mm) und die damit geringere Schleppkraft bedingt. Der Splash war mit 1,9 g nicht in dem Maße ausschlaggebend wie am **22.7.92**.

Der **7.6.1993** war ein Niederschlagsereignis, das ebenfalls stark erosiv war (25,2 mm,  $I_{30} = 4,3$  mm, 1140 min). Außer auf der Meßparzelle 8 wurde auf allen Parzellen Boden umgelagert. Die Testfläche 7 fällt hier mit nur 22,0 g ebenfalls aus der Reihe. Die Abtragsmengen variieren sehr stark. Die Lößstandorte (1 und 2) sind vom Abfluß- und Abtragsverhalten her mit dem bisher Beschriebenen zu vergleichen. Bei einem geringeren Abfluß wurde mehr Boden umgelagert als am **4.9.92**, was durch die gute Aufbereitung des Bodens durch vorherige Niederschläge bedingt ist.

Die **Testfläche 2** weist ähnlich der Testfläche 1 eine hohe Abfluß-Abtrag-Korrelation auf. An diesem Standort ist die ursprüngliche Löß-Schwarzerde noch erhalten, d.h. der humose Oberboden hat noch eine Mächtigkeit größer 40 cm, ist also von der Erosion nicht in dem Maße beeinflusst worden wie das Profil der Testfläche 1. Demzufolge ist auch der Wasserabfluß durch die gute Infiltrations- und Leitfähigkeit des Schluffes relativ gering, und es wird bei kleineren Ereignissen

vergleichsweise wenig Material umgelagert (SCHRÖDER, LÖWA, BERGNER 1993:101). Ebenso wie bei der Löß-Rendzina wird auch hier verstärkt Fein- und Mittelschluff umgelagert. Der Grobschluff ist wiederum leicht verringert, aber mit durchschnittlich 47 % im Abtragsmaterial am stärksten vertreten.

Auffallend ist, daß diese ähnlich strukturierte Testfläche am **22.7.1992** nur 10,2 mm Oberflächenabfluß hatte und mit 2,4 g Bodenabtrag neben den Testflächen 7 und 8 den geringsten Wert aufweist. Grund hierfür ist wahrscheinlich das tiefgründigere A-Profil der hier ausgebildeten Löß-Schwarzerde gegenüber der stark gekappten Löß-Rendzina der Testfläche 1. Die Menge des Bodenabtrages reichte in diesem Fall für eine qualitative Analyse im Labor nicht aus.

Am **26.7.1992** wurden von der Testfläche 2 bei einem oberflächlichem Abfluß von 3275,0 mm mit 7,2 kg nur unwesentlich weniger Boden abgetragen als auf der Testfläche 1, auf der die gleiche Abflußmenge gemessen wurde. Wie oben bereits angesprochen, war der Oberboden aufgrund des vorherigen Niederschlages vom **22.7.92** infolge hoher Feuchte für eine Bodenabspülung gut aufbereitet. Die Vorteile des ungekappten Profiles konnten sich bei diesem Ereignis nicht auswirken. Der A-Horizont hat ein plattiges Gefüge, unterhalb des Pflughorizontes wird das Gefüge fester, die Anzeichen von lokaler Verdichtung wirken sich positiv auf das Abtragsverhalten des Standortes auswirken. Die Korngrößenverteilung im Abtragsmaterial vom **26.7.1992** ist dementsprechend in etwa gleich der Testfläche 1.

Der andere Niederschlagscharakter vom **4.9.1992** spiegelt sich wie bei der Löß-Pararendzina der Meßparzelle 1 auch hier in der Korngrößenverteilung wider (Abb. 4). Bei wiederum gleicher Abflußmenge von 3275,0 mm zeigte der Niederschlag mit einer Dauer von 1041 min eine geringere Erosivität als der sommerliche Starkregen vom **26.7.92**. Die Korngrößenverteilung vom Bodenabtrag des **7.6.1993** ist gegenüber der vom **26.7.** leicht in Richtung der feineren Fraktionen verschoben und entspricht dem Abtragsmaterial der Löß-Pararendzina.

Zusammenfassend läßt sich für die beiden Löß-Standorte (1 u. 2) eine ähnliche Dynamik feststellen. Besonders bei hoher Oberbodenfeuchte infolge vorheriger Niederschläge verhalten sich beide Parzellen annähernd gleich. Bei ausgetrocknetem Oberboden ist die Anfälligkeit der Löß-Schwarzerde allerdings deutlich geringer. Auch die Differenzen zwischen Ausgangsboden und Abtragsmaterial sind auf der Meßparzelle 2 geringer. Das Abtragsmaterial weist in allen Fällen die für Lößböden charakteristische Korngrößenverteilung auf.

Die sandig-lehmige Rendzina der **Parzelle 3** ist die abtragsintensivste aller Testflächen. Schon bei kleinsten Niederschlägen wird Bodenmaterial abgespült. Es ist wahrscheinlich, daß das tonige Material der saaleglazialen Moräne als Ausgangsmaterial der Bodenbildung die Poren zusetzt und damit das Wasseraufnahmevermögen des Bodens herabsetzt. Auch ist eine zunehmende Verdichtung infolge Krustenbildung durch Splash, die das lockere Oberbodengefüge negativ beeinflusst möglicherweise eine Ursache dafür. Die Korngrößendynamik der Parzelle 3 entspricht prinzi-

pielt den bereits beschriebenen Testflächen, wobei insbesondere am **26.7.92** und am **4.9.92** Sandanreicherungen zu beobachten sind.

Das Mischkolluvium aus Löß und Moränenmaterial der **Parzelle 5** zeigt im Großen und Ganzen ein ähnliches Erosionsverhalten wie Parzelle 3, nur mit einer geringeren Intensität (SCHRÖDER, LÖWA, BERGNER 1993:120). Die Tonteilchen können nicht in dem Maße eine Verschlammung der Krume bewirken wie auf der Testfläche 3. Dadurch sind zur Abspülung des Bodenmaterials höhere Abflussmengen notwendig. Bei nahezu gleicher Korngrößenverteilung im Ausgangsboden und etwa gleichem Abtragsverhalten ist eine Übereinstimmung auch im Abtragsmaterial zu erwarten.

Ähnlichkeiten sind jedoch auch zwischen den beiden Kolluvialprofilen (**Parzelle 5 und 6**) zu erkennen. Auch hier werden bevorzugt Ton, Fein- und Mittelschluff umgelagert. Auffallend auch hier ähnlich wie bei Testfläche 3 die verstärkte Sandverlagerung. Zusammenhänge zu den hohen Abflussmengen sind anzunehmen. Es ist zu beobachten, daß der Boden der Testfläche 5 eine stärkere Differenzierung zwischen den einzelnen Abtragsereignissen aufweist, d.h. der Boden reagiert hier stärker auf den Niederschlagscharakter. Die Testfläche 5 hatte am **22.7.1992** neben der Testfläche 1 die größte Abflußmenge, jedoch einen deutlich höheren Bodenabtrag. Auch hier fällt auf, daß ein höherer Anteil der Fraktionen bis einschließlich Mittelschluff transportiert wurden. Dies entspricht den Ergebnissen der Testfläche 1.

Die drei Testflächen im Unterhangbereich (**6,7,8**) sind durch die geringsten Abfluß- und Abtragsmengen gekennzeichnet, die in der gleichen Größenordnung liegen (Jahressummen). Auf die Einzelereignisse bezogen läßt sich dies allerdings nicht sagen. Dabei ist auffallend, daß von der Testfläche 8 nur bei langanhaltenden Niederschlägen mit einer geringeren Intensität mehr Bodenmaterial abgespült wird, als auf den Testflächen 6 und 7. Dies könnte an der geringen Profiltiefe der Schutttrendzina auf oberkarbonischem Sandstein liegen. Ansonsten hat die Parzelle 8 bei geringeren Niederschlagsmengen eine gute Infiltrationskapazität, zum einen durch die hohen Schluffgehalte zum anderen auch, weil der Einfluß des von den oberen Hangbereichen zufließenden Wassers durch die tiefenlinienentferntere Lage gering ist. Abtrags- und Abflußbeträge entsprechen ca.  $\frac{1}{3}$  der Lößparzellen und  $\frac{1}{11}$  der Testfläche 3. Die Korngrößenverteilungen der drei Ausgangsböden liegen etwa im selben Bereich und sind mit Testfläche 5 zu vergleichen (Abb. 4).

Auffallend bei allen Testflächen sind die Differenzen in der Substratzusammensetzung zwischen **26.7.92** und **4.9.92**. Am **4.9.92** wurde deutlich mehr Fein- und Mittelschluff transportiert, wobei am **26.7.92** erhöhte Sandanteile im Abtragsmaterial auftreten. Am **26.7.92** floß innerhalb kürzerer Zeit mehr Wasser ab als am **4.9.92**, die Kraft des Abflusses ermöglichte das Loslösen größerer Bestandteile, während am **4.9.92** durch den langsamen Abfluß eher die feineren Teilchen erodiert wurden. Das Erosionsereignis vom **7.6.1993** ist der Dynamik des **4.9.92** nahezu gleichzusetzen (insbesondere auf Testfläche 6). Ähnlich der Parzellen 1 und 2 ist bei den Unterhang-

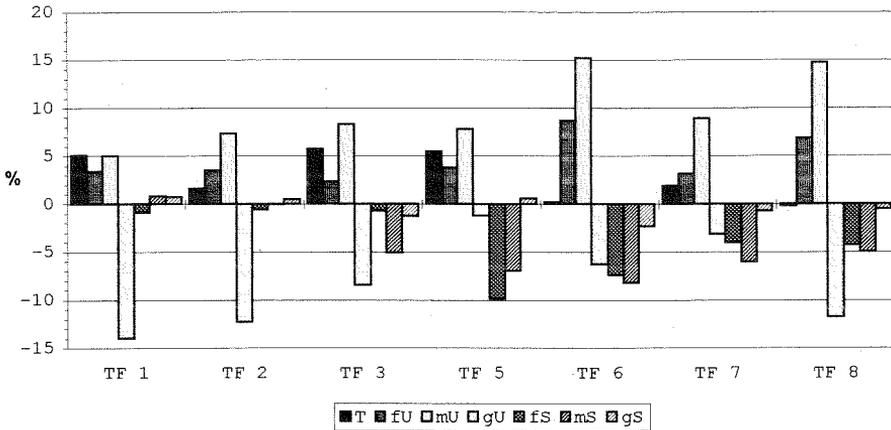


Abb. 4: Korngrößendifferenzen zwischen Ap-Horizont und Abtragungsmaterial

bereichen der überwiegende Transport der Ton- und Schluff-Fraktion besonders deutlich.

## 5 Zusammenfassung

Der Anteil an Grobskelettbestandteilen (Teilchendurchmesser größer als 2 mm) im Abtragungsmaterial aller Meßparzellen ist außerordentlich gering. Das liegt zum einen an dem begrenzten Grobskelettgehalt der Oberbodenhorizonte, zum anderen an den zu geringen Abflusssmengen. Hier reicht die Kraft nicht, um gröberes Material zu bewegen. Ergebnis dieser Dynamik ist die relative Anreicherung der gröbereren Bestandteile im Erosionsbereich und die zunehmende Verarmung des Hangbodens an Feinmaterial.

Ein hoher Grobskelettanteil wurde in einigen Proben der Testfläche 3 (Sand/Lehm-Rendzina über saaleglazialer Moräne) beobachtet. Da diese zugleich die abtragsintensivste Parzelle ist, ist ein Zusammenhang anzunehmen.

Die kleineren Korngrößen sind weitaus mobiler. Ein bevorzugter Transport der einzelnen Feinfraktionen erfolgt nach der Zerstörung der Bodenaggregate infolge Splash. Der Teilchenzusammenhalt wird aufgehoben, und der Boden wird erosionsanfälliger. Die Untersuchungen im Mitteldeutschen Lößgebiet bestätigen diese Theorie.

Bei den lößbeeinflussten Böden des Testschlages ist zu beobachten, daß im Durchschnitt neben einer leichten Erhöhung des Tonanteils die Bestandteile bis zu einem Teilchendurchmesser kleiner 0,02 mm überwiegend transportiert werden. Die

verstärkte Verlagerung der Schluff-Fraktion erklärt sich darin, daß in schluffigen Böden die Anziehungs-(Kohärenzkräfte) zwischen den Teilchen geringer sind als z.B. bei tonigen Substraten. Das heißt, daß die Aggregate somit auch leichter zerfallen können und der Boden eher zur Verschlammung neigt. Die ausgeglichene Verteilung der Korngrößen im Oberboden zeigt sich auch im Abtragsmaterial und weist auf eine relativ hohe Strukturabilität des Bodens hin (vgl. DIKAU 1986: 131). In allen Fällen ist das gesamte Spektrum der Korngrößen am Bodenabtrag beteiligt. Dies ist für Lößböden charakteristisch.

Wie auch auf den Lößstandorten sind auch auf den Moränenstandorten und den lößbeeinflussten Kolluvien alle Bodenteilchen kleiner als 0,02 mm am stärksten vom Bodenabtrag betroffen. Dabei sind neben der Parzelle 1 auf den Testflächen 3 und 5 die höchsten Tonanreicherungen zu beobachten. Starkniederschläge hoher Intensität haben eine Vergrößerung des Sandanteils im Bodenabtragsmaterial zur Folge.

## Literatur

- BREBUDA, J. 1983: Bodenerosion/Bodenerhaltung. Frankfurt(Main).
- DIKAU, R. 1986: Experimentelle Untersuchungen zu Oberflächenabfluß und Bodenabtrag von Meßparzellen und landwirtschaftlichen Nutzflächen. Im Selbstverlag des Geographischen Institutes der Universität Heidelberg.
- HARTGE, K. H. und R. HORN. 1989: Die physikalische Untersuchung von Böden. Stuttgart, 2. Aufl.
- KULLMANN, A. 1965: Über die Wasserbeständigkeit der Bodenkrümel, besonders in Abhängigkeit von Zeit und Bodenfeuchtigkeit. In: Albrecht-Thaer-Archiv, 9, S.9-45.
- LÖWA, K. & H. SCHRÖDER 1991: Zum Ausmaß bodenerosiver Abspülschäden in der Lößlandschaft des südöstlichen Harzvorlandes. In: Erdkunde, 45, S. 255-263, Bonn.
- RICHTER, G. 1965: Bodenerosion - Schäden und gefährdete Gebiete in der Bundesrepublik Deutschland. Forsch. z. Dt. Ldkd., 152. Bad Godesberg.
- ROHRER, J. 1985: Quantitative Bestimmung der Bodenerosion unter Berücksichtigung des Zusammenhangs Erosion-Nährstoff-Abfluß im oberen Langete-Einzugsgebiet. Physiogeographica, 6. Basel.
- SCHAUB, D. 1989: Die Bodenerosion im Lößgebiet des Hochrheintales (Möhliner Feld/Schweiz) als Faktor des Landschaftshaushaltes und der Landwirtschaft. Physiogeographica, 13. Basel.
- SCHEFFER, F. und P. SCHACHTSCHABEL. 1992: Lehrbuch der Bodenkunde. Stuttgart. 13. Aufl.
- SCHRÖDER, H. 1982: Qualitative und quantitative Untersuchungen zur Erfassung der bodenerosiven Abspülung. - Dargestellt mittels Testuntersuchungen im Einzugsgebiet der Weida (Pegel Stedten). MLU Halle, Dissertation A.
- SCHRÖDER, H. 1985: Erfassungsmethodik und Ausmaß bodenerosiver Abspülungen auf Hanglagen im südöstlichen Harzvorland. - Raum Querfurt. In: Hall. Jb. f. Geowiss., 10, Gotha, S. 81-92.
- SCHRÖDER, H. 1988: Multitemporale Fernerkundungsdatenanalyse bodenerosiv geschädigter Standorte in der Umgebung von Querfurt. Peterm. Geogr. Mitt. 4, S. 285-292.
- SCHRÖDER, H. 1989: Fernerkundung von Löß- und Verwitterungsstandorten und deren bodenerosive Schädigung mittels Multispektralanalyse. In: Peterm. Geogr. Mitt., 133, Gotha, 4, S. 129-139.

- SCHRÖDER, H. 1992: Bodenerosive Landschaftsschäden in Fernerkundungsaufzeichnungen. In: GRUNERT, J. und P. HÖLLERMANN, Geomorphologie und Landschaftsökologie, Heft 85, Bonn.
- SCHRÖDER, H., K. LÖWA und U. BERGNER. 1993: Erste Ergebnisse zur Erfassung des Ausmaßes geökologischer Prozesse bodenerosiver Abspülung in Lößlandschaften. Forsch.bericht. Halle.
- SCHRÖDER, H., U. BERGNER und M. BAUM. 1995: Der Nußgrund bei Rothenburg/Saale. Untersuchungen zur Morphogenese von Talanfängen im Mitteldeutschen Trockengebiet. In: Mitteilungen der Fränkischen Geographischen Gesellschaft, Band 42, S. 133-163.
- SEILER, W. 1983: Bodenwasser- und Nährstoffhaushalt unter Einfluß der rezenten Bodenerosion am Beispiel zweier Einzugsgebiete im Basler Tafeljura bei Rothenfluh und Anwil. Physiogeographica, 5. Basel.
- VAVRUCH, S. 1988: Bodenerosion und ihre Wechselbeziehungen zu Wasser, Relief, Boden und Landwirtschaft in zwei Einzugsgebieten des Basler Tafeljura (Hemmiken, Rothenfluh). Physiogeographica, 10. Basel.
- VILLWOCK, G. 1985: Abbildungsverhalten bodenbedingter Standortmerkmale in multispektralen Luftbildern als Grundlage der Erfassung der Heterogenität landwirtschaftlicher Nutzflächen. In: Wiss. Zschr. der MLU Halle-Wittenberg, Math.-nat. Reihe, 34, Halle, S. 37-45.
- WIESER, T. 1992: Das digitale Geländemodell „Polygrid“ und seine Anwendungsmöglichkeiten bei Flächenstillegungs- und Extensivierungsprogrammen für den Raum Querfurt. Halle: Diss. A.
- WINTER, H. 1984: Testuntersuchungen zur spülerosiven Bodenerosion im nordöstlichen Mansfelder Land. In: Wiss. Zschr. MLU Halle, Math.-nat. Reihe, 33, Halle, S.85-91.
- WISCHMEIER, W. und D. SMITH. 1978: Predicting soil erosion losses - a guide to conservation planning. USDA, Agric. Handbook No.537.

