

Zusammenfassung

Immer eindringlicher wird von der landwirtschaftlichen Praxis die Frage nach der quantitativen Bestimmbarkeit der Bodenerosion auf verschiedenen Standorten gestellt. Dabei werden sowohl räumliche und zeitliche Abtragungsbilanzen als auch Aussagen über zu erwartende Umlagerungsintensitäten bei bestimmten Niederschlagsereignissen gefordert. Auf Hanglagen im südöstlichen Harzvorland wurde während eines ca. eineinhalbjährigen Meßzeitraumes mittels Sedimentfallen durch bodenerosive Abspülung umgelagertes Material erfaßt. Die Meßergebnisse wurden mathematisch-statistisch überprüft und ausgewertet und unter Einbeziehung themenrelevanter Standortparameter flächenbezogen extrapoliert.

Summary

Logging methodology dealing with, and extent of, soil erosion on slopes in the south-east Harz piedmont, Querfurt region

More and more urgently agricultural practice poses the question about the quantitative ascertainability of soil erosion at various locations. The request is for both spatial and temporal erosion balances and propositions on redeposition intensities to be expected with certain rainfall events. Material redeposited by soil erosion has been logged by sediment traps on slopes in the south-east Harz piedmont over a measuring period lasting for about one and a half years. The measured results were mathematic-statistically checked and evaluated, and extrapolated in relation to area, with incorporation of subject-relevant site parameters.

Резюме

Методика учёта и размер почвенной эрозии на склонах юго-восточного предгорья Гарца (район Кверфурт)

Сельскохозяйственные предприятия всё настоятельнее ставят вопрос о количественной определённости почвенной эрозии на различных местоположениях. При этом требуются как пространственные и временные балансы смыва, так и высказывания об ожидаемых интенсивностях переотложения в определённых ситуациях выпадения осадков. В течение полуторогодичного пе-

Erfassungsmethodik und Ausmaß bodenerosiver Abspülungen auf Hanglagen im südöstlichen Harzvorland – Raum Querfurt

Mit 6 Abbildungen und 9 Tabellen im Text

Autor:

Dr. HILMAR SCHRÖDER
Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg
Sektion Geographie
Wissenschaftsbereich
Physische Geographie
4020 Halle (Saale)
Domstraße 5

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd. 10
Seite 81...92
VEB H. Haack Gotha 1985

риода измерений на склонах юго-восточного предгорья Гарца посредством ловушек для отложений регистрировался переотложенный эрозией почвы материал. Результаты измерений подвергались математико-статистической проверке и оценке и экстраполировались на другие площади, включая важные для темы параметры местоположения.

1. Einleitung

Die Erkenntnis, daß unter mitteleuropäischen Klimabedingungen bodenerosive Abspülungen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen zu beträchtlichen Substrat- und Nährstoffverlusten führen (SCHULTZE 1952, FLEGEL 1958, RICHTER 1965, RICHTER und SPERLING 1976), verlangt eine verstärkte Auseinandersetzung mit dieser Problematik unter der Zielstellung, die Umlagerungsprozesse sowohl qualitativ kartierend als auch quantitativ messend zu erfassen. Räumliche und zeitliche Materialumlagerungsbilanzen nach Meßdaten können zugleich zur Eichung terrestrischer und luftbildinterpretatorischer Extrapolationen bei der Bestimmung von Abtragungsraten in Einzugsgebieten unterschiedlicher Größenordnung herangezogen werden. Bis Ende der 70er Jahre lag, außer den Kartierungsergebnissen von THOMAS (1979), derartiges Datenmaterial für lößbeeinflusste und lößbestimmte Standorte im östlichen Harzvorland nicht vor. Vom Herbst 1979 bis zum Frühjahr 1981 wurde an der Sektion Geographie der Martin-Luther-Universität Halle ein Meßprogramm zur Erfassung bodenerosiver Abspülungen im Raum Querfurt durchgeführt. Das Datenmaterial liegt bei SCHRÖDER (1982) aufgearbeitet vor. Als meßmethodisch interessant erwiesen sich die räumlichen Bezugseinheiten „Hangsegment“ und

Tabelle 1
Räumliche und zeitliche Bezugseinheiten bodenerosiver Abspülungen im Einzugsgebiet der Weida (Pegel Stedten)

Räumliche Bezugseinheit	Flächengröße (m ²)	Falllinienlänge (m)
Oberflächenrauheit	10 ⁻⁴ ...10 ⁻¹	10 ⁻² ... 1
Hangsegment	10 ⁻¹ ...10 ³	1... ≈ 3 · 10 ¹
Hang	10 ³ ...10 ⁵	3 · 10 ¹ ... ≈ 3 · 10 ²
Einzugsgebiet unterer Ordnung	10 ⁵ ...2 · 10 ⁸	3 · 10 ² ... 5 · 10 ³
Gesamteinzugsgebiet	1,73 · 10 ⁷	–
Zeitliche Bezugseinheit		Dauer
Einzelereignis		Sekunden
Ereignisfolge – Saison (rezente Prozesse)		0,5...2 a
Langzeitwirkungen (historische Prozesse)		10 ¹ ...10 ⁴ a
Landschaftsgenese		bis 10 ⁷ a

„Hang“ sowie die zeitlichen Bezugseinheiten „Einzelereignis“ und „Ereignisfolge“ (Tabelle 1). Wesentliche Ergebnisse dieser Untersuchungen sollen im folgenden vorgestellt werden.

2. Kurzkennzeichnung des Arbeitsgebietes

Im Querfurter Raum ist das Prätertiär durch Sedimentgesteine der Unteren und Mittleren Trias vertreten, die auf stärker geneigten Flächen und im Ziegelrodaer Forst mit ihren Verwitterungsprodukten oberflächlich anstehen. Tertiäre und präweichselglaziale Sedimente sind als bodenbildende Substrate nur von lokaler Bedeutung. Die gesamte Querfurter Platte und deren westliche Ränder werden von einer durchschnittlich 2 m mächtigen Lößdecke überzogen. Morphologisch entstand durch selektive Abtragung eine Schichtstufenlandschaft, die durch flache Stufenrückhänge gekennzeichnet ist.

Wegen der geringen Niederschläge (um 500 mm im langjährigen Mittel) bildeten sich im Ostteil Schwarzerde-Bodenformengesell-Parabraunerde-Fahlerde-Bodenformengesellschaften übergehen. Vorwiegend unter forstwirtschaftlicher Nutzung befinden sich die Staugley - Braunstaugley - Bodenformengesellschaften.

Abbildung 1
Lagebeziehungen der Meßeinrichtungen und Testhänge

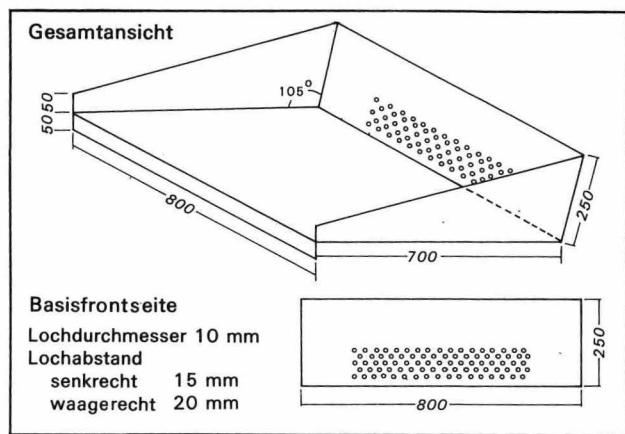
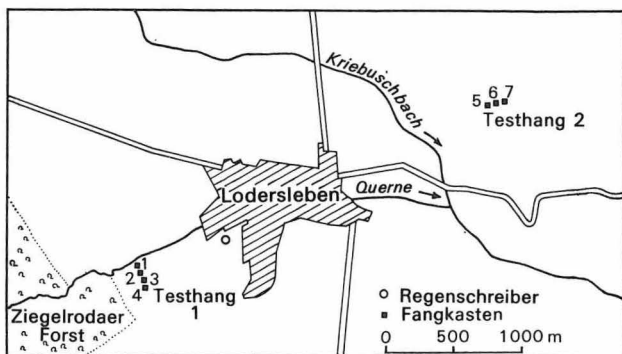


Abbildung 2
Materialfangkasten

3. Methodik

3.1.

Niederschlagserfassung

Es kam ein im Meteorologischen Dienst der DDR üblicher Regenschreiber zum Einsatz, der Aussagen über Niederschlagsereignisse bis zur Untergrenze von 5 min und 0,1 mm zulässt. Er wurde am Hochflächenrand südwestlich der Ortschaft Lodersleben in geeigneter Lage zu anderen Geräten der Bodenabtragsmessung (Abbildung 1) bei 2° Hangneigung in nordwestlicher Exposition und unter Beachtung der Positionsnormen des Meteorologischen Dienstes installiert. Der Regenschreiber kam während des Zeitraumes mit geringer Frostgefährdung (Anfang April bis Ende Oktober) zum Einsatz. Zur Absicherung der Werte wurde zusätzlich ein Hellmannscher Regensmesser in wenigen Metern Entfernung betrieben. Während der Wintermonate war es aus methodischen Gründen nur möglich, die Niederschlagsmengen innerhalb von 24 Stunden summarisch zu erfassen.

3.2.

Substraterfassung mittels Fangkästen

Die verwendeten Fangkästen wurden entsprechend den Angaben in Abbildung 2 kon-

Fangkasten Nr.	Textur							Substrattyp nach LIEBEROTH 1971
	GS 2,0 bis 0,6	MS bis 0,2	FS bis 0,06	GU bis 0,002	MU bis 0,006	FU bis 0,002	T <0,002	
1	1	20	21	24	9	11	14	sandiger Lehm sL
2	1	11	26	25	17	8	12	sandiger Lehm sL
3	1	7	10	39	23	8	12	lehmiger Schluff IZ
4	0	2	8	53	20	6	11	sandiger Lehm sL
5	1	2	2	13	11	14	57	Ton T
6	1	4	4	21	18	10	42	schluffiger Ton zT
7	4	6	11	20	13	7	39	lehmiger Ton IT
Hochfläche Testfläche 1	0	0	7	56	21	4	12	sandiger Lehm sL
Hochfläche Testfläche 2	6	2	4	17	10	17	44	schluffiger Ton zT

Tabelle 2

Bodenphysikalische und bodenchemische Kennziffern des Ap-Horizontes im engeren Einzugsgebiet des jeweiligen Fangkastens

struiert. Die Vor- und Nachteile der angewandten Methodik sind ausführlich von SCHMIDT (1979), SEILER (1980a) und LESER, SCHMIDT und SEILER (1981) diskutiert worden. Sie ermöglicht bei hinreichender Genauigkeit eine rationelle Datenerfassung. Die Aufstellung der Fangkästen erfolgte in der Hangfalllinie und gegeneinander versetzt im Abstand von 35 m. Die Bodenbearbeitung auf den ackerbaulich genutzten Schlägen geschah während des Meßzeitraumes ausnahmslos in Gefällerrichtung. Daraus ergibt sich, daß die seitliche Begrenzung des konkreten Einzugsgebietes mit den Endpunkten der Erosionskante am Fangkasten übereinstimmt. In Richtung der Hangfalllinie wurde das Einzugsgebiet nicht begrenzt, da die Materialzufuhr in die Fangkästen über endlich kleine Flächen nicht als gleichverteilt angenommen werden kann. Die somit gesetzten Bedingungen entsprachen am besten den realen Abtragsbedingungen auf den Schlägen des Arbeitsgebietes.

Um Unterspülungen zu vermeiden, mußten die Fangkästen etwas unterhalb der Bodenoberfläche angesetzt werden. Mit der angewandten Methodik ist es schwierig, zwischen Verspülungen und flächenhaft-denudativer

Abtragung zu unterscheiden. Höchstwahrscheinlich ist ein großer Teil der Ergebnisse, die weniger als 100 g/Fangkasten brachten, den Verspülungen zuzurechnen und somit als Vorstufe bodenerosiver Abspülungen anzusprechen. Da eine qualitative Prozeßtrennung nur durch direkte Beobachtung erfolgen könnte und dies nur in einem Fall möglich war, wurde das gesamte Material, welches über die Erosionskante gelangte, als Erosionsmaterial angesprochen und einheitlich behandelt. Mögliche andere mitwirkende Transportformen sind neben der Verspülung z. B. die Winderosion, die Spritz- und Planschwirkung und Materialverschleppung durch Tiere. Ein weiteres Problem bei der Berechnung von Abtragsbilanzen stellt der linear-konzentrische Abtrag dar. Auf eine derartige Prozeßform zurückgehende Erosionsspuren endeten nur bei insgesamt 4 Ereignissen an der Erosionskante (am 4. 2. 1980 FK 1 und 2, am 11. 6. 1980 FK 3 und 4, am 19. 12. 1980 FK 1 und am 27. 3. 1981 FK 4; FK = Fangkasten). Die dabei akkumulierten Materialmengen betrug ausnahmslos mehr als 1 000 g. In welchen Mengen bei späteren Erosionsereignissen das Abspülmaterial über die vorgezeichneten Bahnen transportiert

Chemische Kennziffern				
pH	P mg/100 g	K mg/100 g	CaCO ₃ %	Humus %
6,6	2,6	17	0,3	0,51
6,5	3,2	20	0,2	0,98
6,0	1,5	14	0,6	1,65
6,7	4,1	13	0,4	1,78
7,0	2,7	8	29,9	1,55
6,9	3,3	10	37,5	1,36
6,9	2,8	10	28,9	1,81
6,7	11,0	28	0,1	2,27
7,0	3,6	8	31,4	1,85

wurde, läßt sich mit den angewandten Methoden nicht ermitteln. Daß dies jedoch der Fall sein muß, konnte an der sich ständig ändernden Form der Erosionsspuren erkannt werden.

Das Ausmaß bodenerosiver Abspülungen ist wesentlich vom Kompensationsvermögen des Bodens (HERZ 1980), insbesondere vom geophysikalischen und geochemischen Zustand der Ackerkrume (Ap) abhängig. Die für das Ziel der Untersuchungen wichtigen Kennziffern sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Die Vergesellschaftung der Bodenformen ist durch einen catenalen Gefügestil gekennzeichnet (Abbildung 3).

3.3.

Laboranalysen und allgemein-statistische Methoden

Das in den Fangkästen akkumulierte Material wurde abgeseiht und das Gewicht der Trockensubstanz (105 °C) bestimmt. Soweit es die Menge des Akkumulationsmaterials zuließ, wurden Texturanalysen nach TGL 31 222/02 durchgeführt. Die Abtragsmengen wurden mit den einzelnen Niederschlagsparametern korre-

liert. Anschließend erfolgte die Ermittlung der Regressionsfunktion für die den strengsten Kausalzusammenhang aufweisenden Beziehungen. Daraus erfolgte die Berechnung von zu erwartenden Umlagerungsraten bei Niederschlagsmengen, die während des Meßzeitraums nicht auftraten.

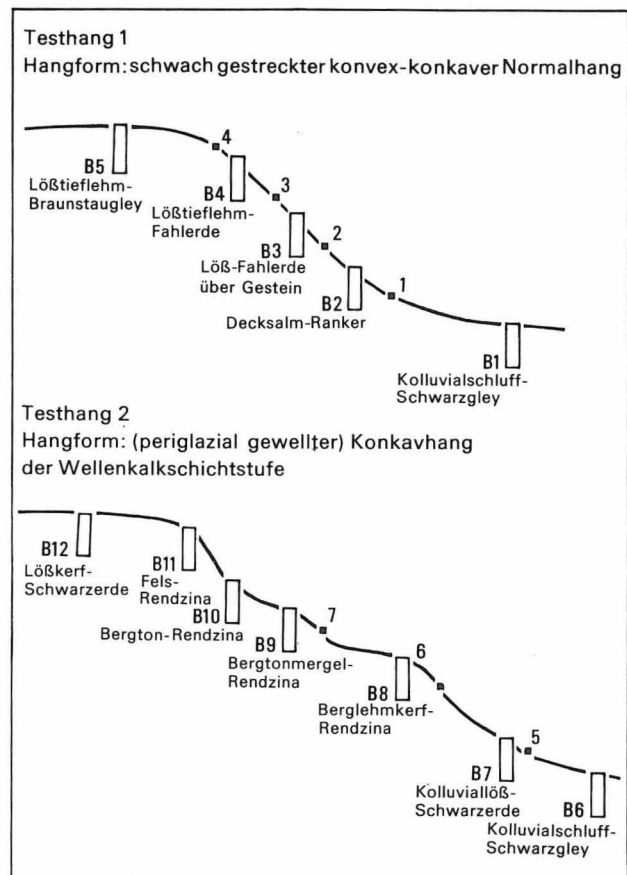
4.

Der Witterungsablauf während des Meßzeitraums

Die Messungen begannen in der letzten Septemberdekade 1979 und liefen bis zur ersten Aprildekade 1981. Der Meßabstand betrug sieben Tage.

Das langjährige Mittel (1901...50) für die Jahresniederschlagssummen beträgt für den Querfurter Raum zwischen 480 und 540 mm

Abbildung 3
Hangposition der Fangkästen und der Bodenprofile



	Winter 1979/80	Sommer 1980 (bis Ernte)	Winter 1980/81
Testhang 1 Fangkasten 1...4	Winter- weizen	Winter- weizen	Winter- gerste
Testhang 2 Fangkasten 5...7	Winter- brache	Luzerne	Luzerne

Tabelle 3
Nutzung der Testhänge

(Station Querfurt 489 mm/a, Station Gatterstädt 539 mm/a). Das Jahr 1980 brachte am Regenschreiber Lodersleben 522 mm Niederschlag und liegt damit im langjährigen Mittel. Ungewöhnlich war die Niederschlagsverteilung. So fielen im April 1980 fast 90 mm und in der zweiten Junihälfte und ersten Julihälfte 110 mm Niederschlag. Ähnlich hoch war die Monatsniederschlagssumme mit 95 mm im März 1981. In diesen kurzen Zeiträumen sind zwei Drittel aller Abtragsereignisse registriert worden.

Im Winter 1979/80 fand eine, 1980/81 hingegen fanden insgesamt fünf Schneeschmelzen statt. Verursachen zyklonale Wetterlagen die Schneeschmelze, so ist im südöstlichen Harzvorland unter niederschlagsfreien bzw. -armen Bedingungen ab ca. 15 cm Schneehöhe mit Erosion zu rechnen. Bei beträchtlichen Niederschlägen (Januar 1980 bzw. März 1981) kann eine Schneedeckenmächtigkeit von 5 cm ausreichend sein. Findet hingegen eine Schneeschmelze bei Hochdruckwetterlagen statt, so tritt auf Grund der verbreiteten Nachtfroste und der hohen Verdunstung kaum bodenerosive Abspülung auf.

5. Der Einfluß der Wirtschaftsweise

Nach RICHTER (1974) wirkt die Wirtschaftsweise des Menschen durch Flurgliederung, Bodenbearbeitung, Feldfrucht/Fruchtfolge, Bewachungsgrad, Durchwurzelungsgrad und

Schutzmaßnahmen bestimmend auf die Bodenumlagerungsprozesse ein. Die Meßflächen waren während des gesamten Zeitraums unter Ackernutzung. Eine Übersicht über die Nutzung (Feldfrucht/Fruchtfolge) und den Bewachungsgrad geben die Tabellen 3 und 4. Die maschinelle Bearbeitung der Ackerflächen erfolgte entsprechend den Neigungsverhältnissen hangabwärts. Flurgliederung und Schutzmaßnahmen bedingen einander weitestgehend. Eine dem Relief angepaßte Flurgliederung kann eine direkte Schutzmaßnahme sein (MAIER und SCHWERTMANN 1981, HURNI 1980). So führt z. B. eine Terrassierung sowohl zur Verminderung der Neigung als auch zu verkürzten Hanglängen, wobei als Folgeerscheinung oft eine isohypsenparallele Bodenbearbeitung einsetzt.

6. Das Niederschlags-Abtragungs- Verhältnis

Einen Überblick über die straffen Kausalbeziehungen zwischen den einzelnen Niederschlagsparametern und der in den Fangkästen akkumulierten Materialmenge veranschaulicht Tabelle 5.

Den strengsten Kausalzusammenhang mit dem Material in den Fangkästen weist die *Niederschlagsmenge des erosionsauslösenden Ereignisses* auf. 15 mm Niederschlag waren auf feinsandig-schluffigem Material immer erosionsauslösend (FK 1...4). Auf den skelettreichen Tonstandorten trifft dies nur in fünf von insgesamt sieben Fällen zu. Keine Erosion erfolgte bei 21,6 mm Niederschlag am 8. 11. 1979, wobei die Ursache dafür sicherlich darin zu sehen ist, daß einige Tage vor dem Ereignis die Ackerfläche gepflügt worden war. Am 13. 10. 1980 gab es ein zweites Ereignis ohne Erosionsauslösung bei mehr als 15 mm Niederschlag. Es wurden 19,5 mm registriert, die nach einer Periode mit höherem Niederschlagsdefizit (in 3½ Wochen nur 25 mm) fielen. Niederschlagsmengen zwischen 10 und 15 mm sind an den FK 1...4 zu 60% und an den FK 5...7 zu 40% erosionsauslösend gewesen.

Fangkasten	Herbst 1979	Winter 1979/80	Frühjahr 1980	Sommer 1980 (bis Ernte)	Herbst 1980	Winter 1980/81
1	0...20	20...30	30...40	40	0...20	20...30
2	0...20	20...30	30...40	40	0...20	20...30
3	0...25	25...40	40...50	50	0...30	30...40
4	0...40	40...50	50...60	60	0...30	30...50
5	0	0	20...30	30...60	60	60
6	0	0	25...40	40...70	70	70
7	0	0	10...15	15...30	30	30

Tabelle 4

Bewachungsgrade (prozentualer Anteil der mit Feldfrüchten und Ackerunkräutern bewachsenen Fläche am Fangkasten-Einzugsgebiet) der unmittelbaren Einzugsgebiete der Fangkästen (%)

Die vergleichbaren Zahlen verringern sich bei Niederschlagsmengen von 5...10 mm auf 30% bzw. 15%. Bei Niederschlagsmengen unter 5 mm während eines Erosionsereignisses konnten in keinem Fall Akkumulationen gemessen werden. Der geringste erosionsauslösende Niederschlag fiel am 2. 7. 1980 mit 5,1 mm auf einen stark labilisierten Oberboden.

Von entscheidender Bedeutung für die bodenerosive Abspülung ist neben der Niederschlagsmenge der konkrete Ablauf des Ereignisses (RICHTER 1965), der sich in der *Niederschlagsintensität* (Menge pro Zeiteinheit) widerspiegelt. Dabei gilt der grundlegende Zusammenhang, daß die Stärke des Gradienten bzw. die Steilheit des Kurvenanstiegs die Auslösewahrscheinlichkeit repräsentieren. Gradienten von 2,8 mm in 10 min, 3,7 mm in 30 min, 4,7 mm in 60 min bzw. 5,7 mm in 120 min waren während des gesamten Meßzeitraumes erosionsauslösend.

Am problematischsten ist der Einfluß der *Niederschlagsdauer* auf Umlagerungen am Hang. Die Korrelationskoeffizienten (Tabelle 5) sind dementsprechend gering und der Zusammenhang ist statistisch nur noch gering signifikant. Das wird ganz deutlich bei Gegenüberstellung der während des Meßzeitraums auftretenden Extremwerte. So war am 12. 8. 1980 ein Niederschlagsereignis von 15 min Dauer und 8,4 mm Regenmenge erosionsauslösend, wogegen am 5. 11. 1979 nach insgesamt 960 min bei 13,1 mm Niederschlag keinerlei Materialumlagerungen gemessen wurden.

Einige Grundtendenzen zeichnen sich ab. Von den insgesamt zwölf Ereignissen, die länger als 600 min dauerten, waren sieben erosionsauslösend. Bei einer Dauer von 300...600 min liegt die Auslösewahrscheinlichkeit, differenziert nach den jeweiligen Fangkästen, zwischen 21,4 und 42,9 %, bei weniger als 300 min zwischen 20 und 36 %.

Tabelle 5

Korrelationskoeffizienten einzelner Niederschlagsparameter mit den Akkumulationsmaterialmengen in den Kästen (n Anzahl der durchgeführten Messungen)

Fangkasten	Niederschlagswochensumme über gesamte Zeit n = 72	Niederschlagsmenge des auslösenden Ereignisses n = 72	Niederschlagsdauer n = 38	durchschnittliche Niederschlagsintensität n = 38	maximale Niederschlagsmenge in			
					10 min n = 38	30 min n = 38	60 min n = 38	120 min n = 38
1	0,67	0,72	0,41	0,12	0,35	0,48	0,54	0,59
2	0,69	0,75	0,40	0,12	0,38	0,53	0,58	0,62
3	0,69	0,73	0,36	0,04	0,36	0,54	0,60	0,64
4	0,57	0,72	0,30	0,05	0,39	0,57	0,62	0,64
5	0,57	0,49	0,23	0,03	0,29	0,43	0,50	0,52
6	0,57	0,46	0,24	0,03	0,23	0,38	0,42	0,45
7	0,54	0,54	0,28	0,01	0,28	0,42	0,46	0,57

7. Das Akkumulationsmaterial in den Fangkästen

7.1.

Die Materialmengen

Während auf den skelettreichen tonigen Standorten rund 60% der Abtragsereignisse registriert wurden, die auch auf den feinsandig-schluffigen Substraten auftraten, zeigt die Tabelle 6 bei den Materialmengen eine wesentlich stärkere Differenzierung.

Auf der Testfläche 1 gehen die Materialmengen von FK 1 nach FK 3 zurück, erst am FK 4 erfolgt wieder eine deutliche Steigerung. Der Rückgang der Materialmengen korreliert mit der Verminderung der Hangneigung, die am FK 4 durch Substratänderung kompensiert wird. Man kann am Hochflächenrand mit stärkeren Materialumlagerungen rechnen als am eigentlichen Hang. Nachdem der Löß weitestgehend erodiert ist, geht auch die Materialumlagerung zurück und die Neignungsverhältnisse treten bei geringer Substratdifferenzierung in den Vordergrund. Auf der Testfläche 2 geht die Erosion ohne nachweisbare Differenzierung vonstatten.

7.2.

Texturelle Materialdifferenzierungen

Bei der Anwendung der Fangkastenmethode wird der eigentliche Erosionsprozeß am Hang unterbrochen. Die Folge davon ist, daß das in den Kästen akkumulierte Material nur einen geringen Sortierungsgrad aufweist, der wesentlich unter den von JUNG (1962) oder SEILER (1980b) bei natürlichen Akkumulationskörpern ermittelten Sortierungsgraden liegt. Einige Tendenzen seien angedeutet. Gegenüber dem Ausgangsmaterial zeigt sich in FK 1...4 eine deutliche Zunahme in der Feinsandfraktion und eine etwas geringere Zunahme in der Grobschlufffraktion. Ein Rückgang ist dagegen bei der Mittelsandfraktion

Fangkasten	Akkumulationsmaterialmenge (g)	Materialmenge je Ereignis (g)
1	10 335	413
2	8 198	356
3	5 992	285
4	9 171	486
5	1 196	80
6	1 180	84
7	1 494	100

Tabelle 6
Akkumulationsmaterialmengen während des Meßzeitraumes

(großes Eigengewicht) und der Tonfraktion (starke Bindekräfte) zu verzeichnen. Der Schwankungsbereich innerhalb einer Fraktion kann bis zu 25% betragen. Das Maximum liegt bei FK 1 und 2 im Feinsand- und Grobschluffbereich, bei FK 3 und 4 dagegen nur noch im Grobschluffbereich. Die geringsten Schwankungen sind im Mittel- und Feinschluffbereich (etwa 10%) festzustellen.

Bei Akkumulationsmengen über 500 g übersteigt die Tonfraktion in FK 1 und 2 nur noch selten 10%. Dagegen erhöht sich die Mittelsandfraktion. Letzteres trifft bei FK 3 und 4 auch auf die Feinsandfraktion zu. Der Grobschluffbereich weist keinerlei korrelates Verhalten auf. Bei FK 5...7 waren die Materialdifferenzierungen sehr gering. Dies deutet auf eine insgesamt hohe Aggregatstabilität (Kohäsionskräfte der Tonfraktion) hin. Die Schwankungsbreiten liegen in der Tonfraktion unter 15% und in der Schlufffraktion unter 10%. Neben dem Grad der Aggregatzerstörung (WERNER 1968, 1969) geben Sortierungsgrad und

Tabelle 7
Curvilineare Korrelations- und Regressionsrechnung:
Niederschlagsereignismenge – Kastenmenge.
Erläuterung der Symbole im Text

Fangkasten	1	2	3	4	5	6	7
n	72	72	72	72	72	72	72
\bar{x}_1	6,56	6,56	6,56	6,56	6,56	6,56	6,56
\bar{x}_2	3,32	3,24	3,13	3,26	2,65	2,63	2,65
s_1	5,77	5,77	5,77	5,77	5,77	5,77	5,77
s_2	1,63	1,55	1,42	1,74	0,80	0,80	0,85
$r_{1/2}$	0,72	0,75	0,73	0,72	0,49	0,46	0,54
B	0,52	0,56	0,54	0,52	0,24	0,21	0,29
b	0,20	0,20	0,18	0,19	0,06	0,05	0,07
a	1,98	1,91	1,90	1,89	2,21	2,21	2,22

Schwankungsbreite in den einzelnen Fraktionen wichtige Anhaltspunkte für die Prozeßintensität. Je stärker das Material sortiert wird und je größer die Schwankungsbreite in den einzelnen Fraktionen ist, desto stärker ist die Intensität der ablaufenden Bodenerosionsprozesse.

8.

Zur Vorausberechnung bodenerosiver Abspülungen

Die curvilineare Korrelations- und Regressionsrechnung wurde mit dem Modell

$$y = ae^{bx}$$

durchgeführt. Dabei fungierte als variable Größe x der einzelne Niederschlagsparameter (Menge, Intensität, Dauer) und als Zielgröße y die zu erwartende Akkumulationsmenge in den Fangkästen mit a als Koeffizient, e als natürlicher Logarithmus und b als Kurvenanstieg. Das oben genannte Modell erbringt Werte für die Zielgröße y , die eine bessere Anpassung an den konkreten Prozeßablauf darstellen als die vergleichbaren Werte linearer und exponentieller Modelle. Am Beispiel des straffsten Kausalzusammenhanges zwischen Niederschlagsmenge des auslösenden Ereignisses (kurz: Niederschlagsereignismenge) und Materialmenge in den jeweiligen Fangkästen (kurz: Kastenmenge) soll die Vorausberechnung erläutert werden. In Tabelle 7 bedeutet dabei n die Anzahl der durchgeführten Messungen bei einer durchschnittlichen Niederschlagsmenge (über den gesamten Zeitraum) \bar{x}_1 mit der Streuung s_1 und der durchschnittlichen Akkumulationsmenge \bar{x}_2 mit der Streuung s_2 . Aus den Korrelationskoeffizienten $r_{1/2}$ der Wertefolgen \bar{x}_1 und \bar{x}_2 wurde das Bestimmtheitsmaß B ermittelt. Die Kausalität wird auf der Testfläche 1 (Entfernung zum Regenschreiber 600 m) zu etwa 50 % und auf der Testfläche 2 (Entfernung zum Regenschreiber 1 500 m) nur noch zu ca. 25 % widergespiegelt. Es ist zu erwarten, daß bei einer Entfernung von etwa 3...4 km die ermittelten Werte statistisch nicht mehr signifikant sind. Die Abbildung 4

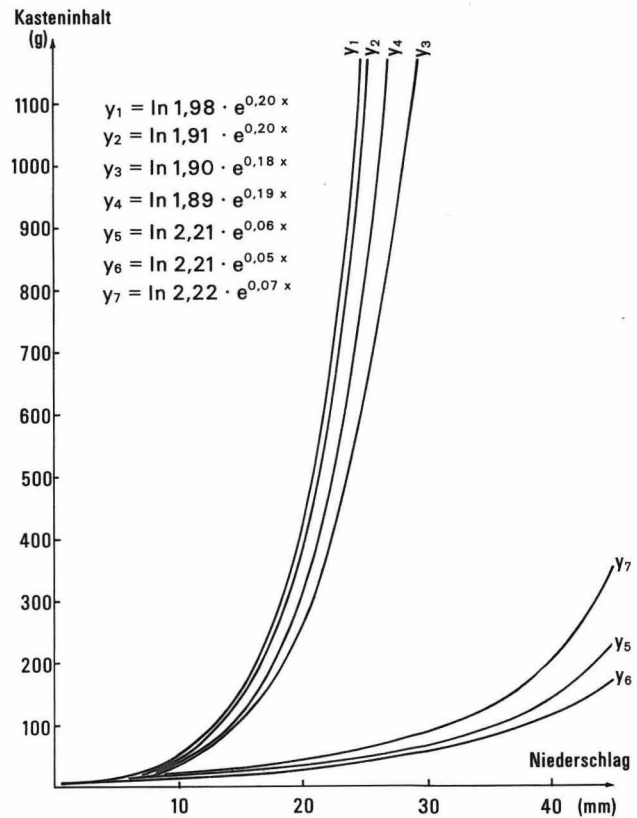


Abbildung 4
Regressionsfunktionen der Fangkastenakkumulationsmengen in Abhängigkeit von der Niederschlagsmenge des erosionsauslösenden Ereignisses

zeigt die Regressionskurven des oben genannten Modells. Aus ihnen ist die extreme Differenzierung in der Erosionsdisposition der feinsandig-schluffigen Substrate auf der Testfläche 1 und der skelettreichen tonigen Substrate auf der Testfläche 2 abzulesen.

Vergleicht man die Akkumulationsmengen in den Fangkästen miteinander, so erhält man

Tabelle 8
Curvilineare Korrelationsmatrix der Fangkastenakkumulationsmengen ($n = 25$)

Fangkasten	1	2	3	4	5	6	7
1	-	0,87	0,79	0,74	0,37	0,35	0,31
2		-	0,83	0,79	0,45	0,45	0,52
3			-	0,96	0,45	0,45	0,50
4				-	0,37	0,39	0,43
5					-	0,92	0,82
6						-	0,75
7							-

Niederschlagsmengen (mm)	Fangkastenakkumulationsmengen (g)						
	Fangkasten						
	1	2	3	4	5	6	7
5	20,2	18,6	17,3	17,5	12,8	12,7	12,5
10	55,9	50,8	42,6	45,8	17,9	17,4	18,5
15	154,5	138,9	105,3	119,7	25,1	23,9	27,6
20	427,5	379,5	259,8	313,0	35,2	32,9	40,9
25	1 182,5	1 035,3	641,2	818,2	49,2	45,2	60,8
30	3 271,1	2 835,4	1 582,7	2 139,0	69,1	62,2	90,4
40	25 031,1	21 182,3	9 642,3	14 619,4	135,9	117,6	199,6

Tabelle 9

Durchschnittlich zu erwartende Fangkastenakkumulationsmengen bei Niederschlagsmengen von 5...40 mm je auslösendes Ereignis

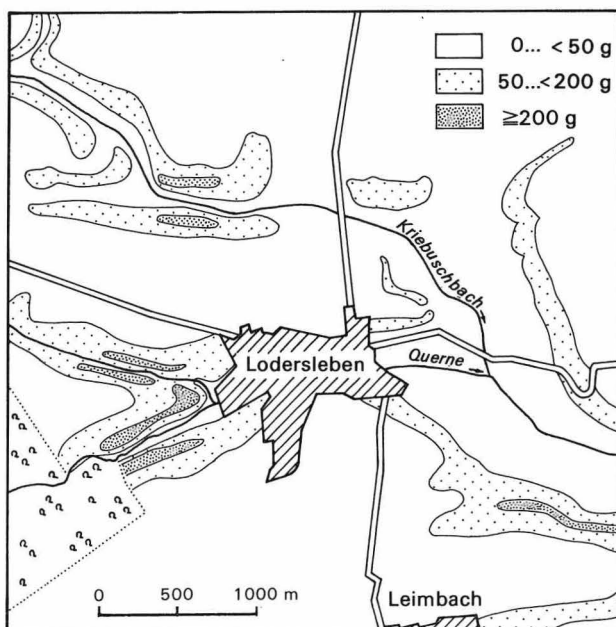
Korrelationskoeffizienten, die ein quantitatives Maß der standörtlichen Ähnlichkeit (Erosionsdisposition) gegenüber der bodenerosiven Abspülung darstellen (Tabelle 8).

Wie schon erwähnt, traten während des Meßzeitraums keine Niederschlagsmengen von über 25 mm pro Ereignis auf. Mittels der Funktionsberechnung der Regressionsfunktionen ist es möglich, die durchschnittlich (bezogen auf die konkreten Standortbedingungen und den Witterungsablauf während des Meßzeitraumes) zu erwartenden Akkumulations-

mengen in den Fangkästen abzuschätzen (Tabelle 9). Es ist sicherlich wenig sinnvoll, Umlagerungsmengen zu berechnen, die sich auf Ereignisse gründen, deren Gesamtniederschlagsmenge mehr als 40 mm beträgt, da die Singularität des Ereignisses selbst die durchschnittlichen Vorbedingungen während des Witterungsablaufes im Meßzeitraum überdeckt. Die arealen Muster der durchschnittlich zu erwartenden Materialumlagerungen im engeren Testgebiet bei 20 mm und bei 40 mm zeigen unter Einbeziehung der Substrat- und Neigungsverhältnisse die Abbildungen 5 und 6.

Abbildung 5

Durchschnittlich zu erwartende Fangkastenakkumulationsmengen bei 20 mm Niederschlag pro Ereignis



9.

Ergebnisse

1. Alle hier getroffenen Aussagen gelten nur für Flächen unter Ackernutzung.

2. Die Erfahrungen bei den Geländemessungen zeigen, daß zur Verbesserung der Meßergebnisse die Fangkästen mit Deckeln (Verminderung von Meßfehlern durch Spritz- und Planschwirkung) und mit Erosionskantenstabilisierung (Standunsicherheiten bei Bodengeformnis und Auftauprozessen) ausgerüstet werden sollten.

3. Die ausgewählten Standorte besitzen eine neigungsbedingt extrem hohe Erosionsdisposition, so daß die gemessenen Werte für den Querfurter Raum Maximalwerte darstellen.

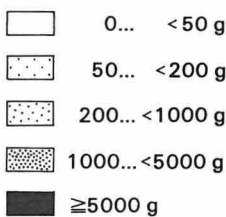
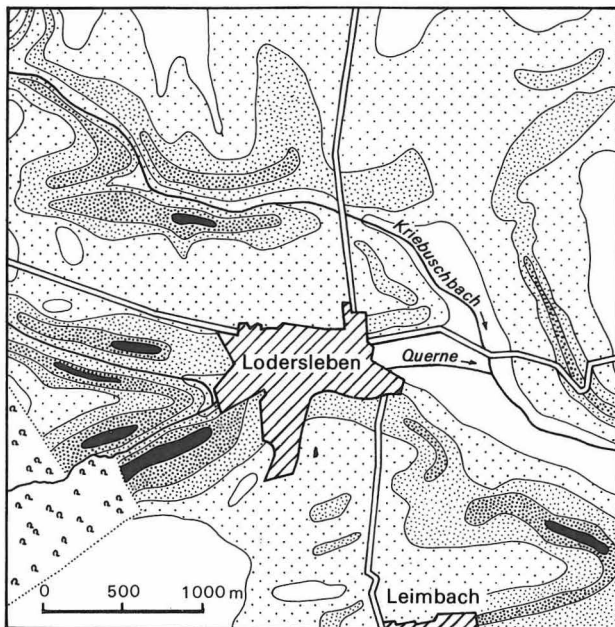


Abbildung 6
Durchschnittlich zu erwartende Fangkastenakkumulationsmengen bei 40 mm Niederschlag pro Ereignis

4. Durchgeführte Parallelkartierungen auf einem Testschlag mit mächtiger Lößdecke (vgl. SCHRÖDER 1984) ergaben, daß die Erosionsauslösewahrscheinlichkeit wegen des größeren Kompensationsvermögens geringer ist als auf der Testfläche 1. Sie zeigten jedoch zugleich, daß die umgelagerten Materialmengen wegen der extrem hohen Erosionsdisposition durch hohen Grobschluffanteil (vgl. HJULSTRÖM 1935, SCHEIDEGGER 1961) größer sind als die der Testfläche 1.

5. Der Querfurter Raum besitzt bezüglich des Substrats eine mittlere bis hohe, bezüglich der Neigungsverhältnisse eine niedrige und bezüglich der Starkregenanfälligkeit (vgl. MASUCH 1958) eine mittlere Erosionsdisposition. In ähnlich ausgestatteten Naturräumen (lößgeprägtes Mittelgebirgsvorland) scheint unter Variierung der Einflußfaktoren eine Abschätzung der Erosionsschädigung in mittleren Maßstäben möglich.

Literatur

- FLEGEL, R.:
Die Verbreitung der Bodenerosion in der DDR. — Leipzig, 1958. — (Bodenkunde und Bodenkultur; 6)
- HERZ, K.:
Ein Begriffssystem der Bodenerosion. — In: Wiss. Zeitschr. d. PH Dresden. — (1980), Beiheft 3, S. 3...10.
- HJULSTRÖM, F.:
Studies on the morphological activity of rivers. — In: Bull. Geol. Inst. of Uppsala. — Uppsala 25 (1935), S. 221...527.
- HURNI, H.:
Bodenerosion in Ökosystemen mit Brandrodungshackbau in Nord-Thailand. — In: Regio Basiliensis. — Basel 21 (1980), 3, S. 30...41.
- JUNG, L.:
Soil particle size distribution on eroded slopes. — In: Intern. Assoc. of Scient. Hydrol. — Bari (1962), S. 105...113.
- LESER, H., R.-G. SCHMIDT und W. SEILER:
Bodenerosionsmessungen im Hochrheintal und Jura (Schweiz). — In: Peterm. Geogr. Mitt. — Gotha/Leipzig 125 (1981), 2, S. 83...91.
- LIEBEROTH, I., u. a.:
Hauptbodenformenliste mit Bestimmungsschlüssel für die landwirtschaftlich genutzten Standorte der DDR. — Institut für Bodenkunde der AdL der DDR. — Eberswalde, 1971.
- MAIER, J., und U. SCHWERTMANN:
Das Ausmaß des Bodenabtrags in einer Lößlandschaft Niederbayerns. — In: Bayer. Landw. Jb. — 58 (1981), S. 189...195.
- MASUCH, K.:
Häufigkeit und Verteilung bodengefährdender sommerlicher Niederschläge im Bereich der DDR. — In: Acta Hydrophysica. — Berlin 4 (1958), 3, S. 111...137.
- RICHTER, G.:
Bodenerosion. Schäden und gefährdete Gebiete in der Bundesrepublik Deutschland. — Bad Godesberg, 1965. — (Forsch. dt. Landeskunde; 152)
—: Zur Erfassung und Messung des Prozeßgefüges der Bodenabspülung im Kulturland Mitteleuropas. — In: Abh. Akad. Wiss. Göttingen, Math.-phys. Klasse. — Göttingen 29 (1974), S. 372...385.
- RICHTER, G., und W. SPERLING (Hrsg.):
Bodenerosion in Mitteleuropa. — Darmstadt, 1976. — (Wege d. Forschung; 430)

SCHEIDEGGER, A. E.:

Theoretical Geomorphology. — Berlin [West];
Göttingen; Heidelberg, 1961.

SCHMIDT, R.-G.:

Probleme der Erfassung und Quantifizierung
von Ausmaß und Prozessen der aktuellen Boden-
erosion (Abspülung) auf Ackerflächen.

Methoden und ihre Anwendung in der Rhein-
schlinge zwischen Rheinfeldern und Wallbach
(Schweiz). — Basel, 1979.

— (Physiogeographica; 1).

SCHRÖDER, H.:

Qualitative und quantitative Untersuchungen
zur Erfassung der bodenerosiven Abspülung:
dargestellt mittels Testuntersuchungen im
Einzugsgebiet der Weida (Pegel Stedten).

— Halle (Diss. A) 1982.

—: Visuelle Luftbildinterpretation als Methode
zur Erfassung der arealen Verteilung boden-
erosiver Abspülungen auf Testflächen im
südöstlichen Harzvorland.

— In: *Hall. Jb. Geowiss.* — 9 (1984), S. 93...105.

SCHULTZE, J. H. (Hrsg.):

Die Bodenerosion in Thüringen. Wesen, Stärke
und Abwehrmöglichkeiten. — Erg.-H. Nr. 247
zu *Peterm. Geogr. Mitt.* — Gotha, 1952.

SEILER, W.:

Meßeinrichtungen zur quantitativen Bestim-
mung des Geoökofaktors in der topologischen
Dimension auf Ackerflächen im Jura (südöst-
lich Basel). — In: *Catena*. — Gießen 7
(1980), S. 233...250 (1980a).

—: Die rezente Morphodynamik in einem kleinen
Einzugsgebiet im semiariden Südtalien unter
besonderer Berücksichtigung des Winters 1980.

— In: *Regio Basiliensis*. — Basel 21 (1980), 3,
S. 14...29 (1980b).

THOMAS, M.:

Bodenerosion und Sedimenteintrag in den
Süßen See bei Eisleben. — In: *Wiss. Beitr.*
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
— Q6 (1979), 54, S. 3...12.

TGL 31222/02

WERNER, D.:

Zur Beurteilung der Erodierbarkeit verschie-
dener Böden am Beispiel der Sand-Braunerde
und Tonmergel-Rendzina. — In: *Albrecht-Thaer-*
Archiv. — Berlin 12 (1968), 7, S. 569...589.

—: Zur Beurteilung der Erodierbarkeit verschie-
dener Böden am Beispiel von Sandlöß-Staugley
und Ton-Ranker. — In: *Albrecht-Thaer-Archiv*.
— Berlin 13 (1969), 3, S. 247...265.