

Zusammenfassung

Die Bodenerosion muß als Prozeß im Landschaftshaushalt erforscht werden. Die dafür entwickelte mehrstufige Methodik basiert auf punkthaften bis flächendeckenden Aufnahmetechniken mit unterschiedlichen Genauigkeitskriterien. Der Übergang von punktuellen Meßdaten zur Flächenkennzeichnung ist dabei das zentrale methodische Problem. Die Felduntersuchungen werden durch parallellaufende Laboranalysen boden- und wasserchemischer Zustände begleitet. Damit wird zugleich der Nährstoffhaushalt der Landschaft in die Analysen einbezogen. Die Untersuchungen werden langfristig durchgeführt, um die zeitliche Variabilität des Bodenerosionsprozesses und seiner landschaftshaushaltlichen Folgen zu erforschen. Eine Datenbank befindet sich im Ausbau.

Summary

Soil erosion – exploration of a geoecological process

Soil erosion must be explored as a process in landscape metabolism. The multistage methodology developed for the purpose is based on point-by-point and areal logging techniques with different accuracy criteria. Transition from point-monitored measured data to areal marking is the central methodological problem involved. The field investigations are accompanied by concurrent laboratory analyses of soil-chemical and water-chemical states. In this way the nutrient metabolism of the landscape is covered by the analyses at the same time. The investigations are long-term projects in order to explore the temporal variability of the soil erosion process and its consequences for landscape metabolism. A data bank is being set up.

Резюме

Эрозия почвы – исследование геоэкологического процесса

Эрозию почвы необходимо исследовать как процесс в режиме ландшафта. Разработанная для этого многоступенчатая методика базируется на технике съёмки с различными критериями точности. Переход от точечных данных измерения к маркировке поверхностей является центральной методической проблемой. Исследования полей сопровождаются параллельно идущими лабораторными анализами химического состояния

Bodenerosion – Erforschung eines geoökologischen Prozesses

*Mit 4 Abbildungen, 2 Photos und
3 Tabellen im Text*

Autor:

Prof. Dr. rer. nat. habil. HARTMUT LESER
Geographisches Institut der Universität Basel
(Forschungsgruppe Physiogeographie und
Geoökologie)
Klingelbergstraße 16
CH-4056 Basel

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd. 11
Seite 1...17
VEB H. Haack Gotha 1986

грунта и воды. Этим самым одновременно в анализ вовлекается режим питательных веществ ландшафта. Исследования проводятся на долгосрочной основе, чтобы изучить изменчивость процесса эрозии почвы по времени и его ландшафтных последствий. Сооружается центр по обработке данных.

1.

Problemstellung

Den Einstieg in die nachfolgend genauer darzustellende Forschungsstrategie bilden zwei Feststellungen. Die wissenschaftliche Lehrbuchliteratur stellte bis vor etwa zehn Jahren quasi in Abrede, daß in der gemäßigten Klimazone Europas die Bodenerosion einen wesentlichen Faktor darstelle. Inzwischen hat sich die Vorstellung darüber gewandelt. *Bodenerosion* ist nicht nur ein *geomorphodynamischer Prozeß*, sondern sie reicht weit in den *Stoffhaushalt der Landschaftsökosysteme* hinein. Eine rein agrotechnische oder rein geomorphologische Betrachtung der Bodenerosion wird ihrem komplexen Charakter nicht gerecht.

Seit 1978 ermöglichte der Schweizerische Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (SNF) das Projekt „Quantitative Bodenerosionsforschung auf Agrarflächen“. Die Forschungen zielen vor allem auf Grundlagenaussagen ab und sind erforderlich, weil

- durchaus keine Klarheit über das Prozeßgeschehen der Bodenerosion in der gemäßigten Klimazone Mitteleuropas besteht;
- Ergebnisse aus anderen Klimazonen, wie den Steppen Südosteuropas oder den Prärien Nordamerikas, nicht übertragbar sind, zumal dort hinsichtlich Wirtschaftsflächengrößen und Landnutzungsstil anders als in Mitteleuropa gewirtschaftet wird;
- die Kenntnis vom landschaftshaushaltlichen Charakter des Bodenerosionsprozesses zwar nicht grundsätzlich neu ist, doch forschungspraktisch – vor allem durch umfangreiche Felduntersuchungen – noch nicht realisiert wurde;
- die bisherigen Bodenerosionsuntersuchungen überwiegend auf Sonderkulturflächen durchgeführt wurden und der Normalfall der anderen Agrarflächen unberücksichtigt blieb, obwohl diese weitaus größere Areale einnehmen;
- in der raumbezogenen quantitativen landschaftshaushaltlichen Aussage auch außerhalb von Mitteleuropa noch beträchtliche Defizite herrschen.

Daraus leitet sich das *Arbeitsprogramm* der Arbeitsgruppe Bodenerosion in der Forschungs-

gruppe Physiogeographie und Geoökologie des Geographischen Institutes Basel ab. Seine Schwerpunkte sind:

- Relativierung der Lehrbuchaussagen durch eine Konzentrierung der Arbeit auf Agrarflächen normalen Typus mit durchschnittlichen Hangneigungen um 5 bis 10°, ohne Sonderkulturnutzung und ohne erosionsfördernde Großflächennutzung;
- Entwicklung einer Methodik, welche die durch die reguläre und permanente Bodenbearbeitung „verwischten“ Erosionsspuren als Form und als landschaftshaushaltlichen Effekt flächendeckend und exakt erfaßt;
- Systematisierung der Aussagen zu Prozeß und Prozeßwirkung über das Formale hinaus in Richtung flächendeckender quantitativer Aussagen mit dem Ziel, Beziehungen zu den Nutzungsarten und Nutzungstechniken herzustellen;
- Einbeziehung der Methodik einer solch komplexen Bodenerosionsforschung in die komplexe landschaftsökologische Methodik aus rein wissenschaftlicher und somit theoretischer Sicht.

Seit den ersten Feldarbeiten 1975 liegen zahlreiche quantitative Aussagen für die ausgewählten Testgebiete vor, so daß für Material- und Prozeßaussagen allmählich eine Zusammenfassung nötig würde. Diese setzt aber die Komplettierung der bereits eingerichteten Bodenerosionsdatenbank voraus. Mehrere umfassende Arbeiten durch SCHMIDT (1979), SEILER (1983) und ROHRER (1985) dokumentieren bereits die Forschungen in den Testgebieten. Weitere Einzelarbeiten umfaßt das „Schriftenverzeichnis Bodenerosion“ der Forschungsgruppe (vgl. LESER 1983a, SEILER 1983).

Bei der gegenwärtigen *Ökosystemforschung* drängt die Spezialisierung immer stärker zur Untersuchung einzelner Stoffe und Prozesse im Ökosystem. Durch flächendeckende geoökologische Aussagen zur dreidimensionalen Funktionalität der Geoökosysteme ist dazu ein methodisches Gegengewicht zu schaffen. Mittels mehrjähriger Feldforschungen in verschiedenen Testlandschaften vor methodisch-theoretischem Hintergrund mit Daueruntersuchungscharakter im weiteren Baseler Umland wurde dieses Vorhaben realisiert (vgl. LESER 1983b und

1984a...d, MOSIMANN 1984a und b, 1985). Diese Arbeiten basieren u. a. auf jenem seit TROLL (1939, 1950, 1970) für die Geographie wichtigen landschaftsökologischen Konzept, das durch NEEF, RICHTER und HAASE in den Jahren zwischen 1960 und 1975 wesentlich weiterentwickelt und mehrfach dargestellt wurde und dessen Grundidee allmählich Eingang in den englischen Sprachraum findet (FORTESCUE 1980, NAVEH und LIEBERMAN 1984).

Besonders die aus methodischen Gründen erfolgte Bewertung der geoökologischen Methodik (LESER 1984c und d) erbrachte, daß die Prozeßforschung in der Landschaft durchaus mehr offene als gelöste Probleme enthält und daß eine der Hauptschwierigkeiten die flächendeckende quantitative Haushaltsaussage ist, um die sich die Forschung immer noch bemüht. Vor diesem Hintergrund wird verständlich, daß eine auf Flächenaussage zielende quantitative und zugleich stoffhaushaltliche Bodenerosionsforschung auch einen Beitrag zum Problem der Flächenaussage in der Geoökologie bzw. Landschaftsökologie leisten kann. Zugleich wäre festzuhalten, daß – wegen der geoökologischen Forschungsdefizite – nicht einfach eine Übernahme der Flächen- und Prozeßausagemethodik aus der Geoökologie erfolgen kann, sondern daß die Bodenerosionsforschung dazu selber einen Beitrag zu leisten hat.

2.

Das Projekt „Quantitative Bodenerosionsforschung auf Agrarflächen“

Gearbeitet wird in *Testgebieten* unterschiedlicher geomorphologischer und geoökologischer Landschaftstypen (Abbildung 1). Diese sind:

- Hochrhein (Möhliner Feld = H);
- Tafeljura (Jura I, Rothenfluh-Anwil = JI);
- Napf-Bergland (Napf, Eriswil = N) und
- Tafeljura (Jura II, Oberlauf Ergolz = JII),

Die Gebiete unterscheiden sich nach Niederschlagssummen, Substraten und Böden, teilweise im Stil der Landnutzung. Ihre Detail-

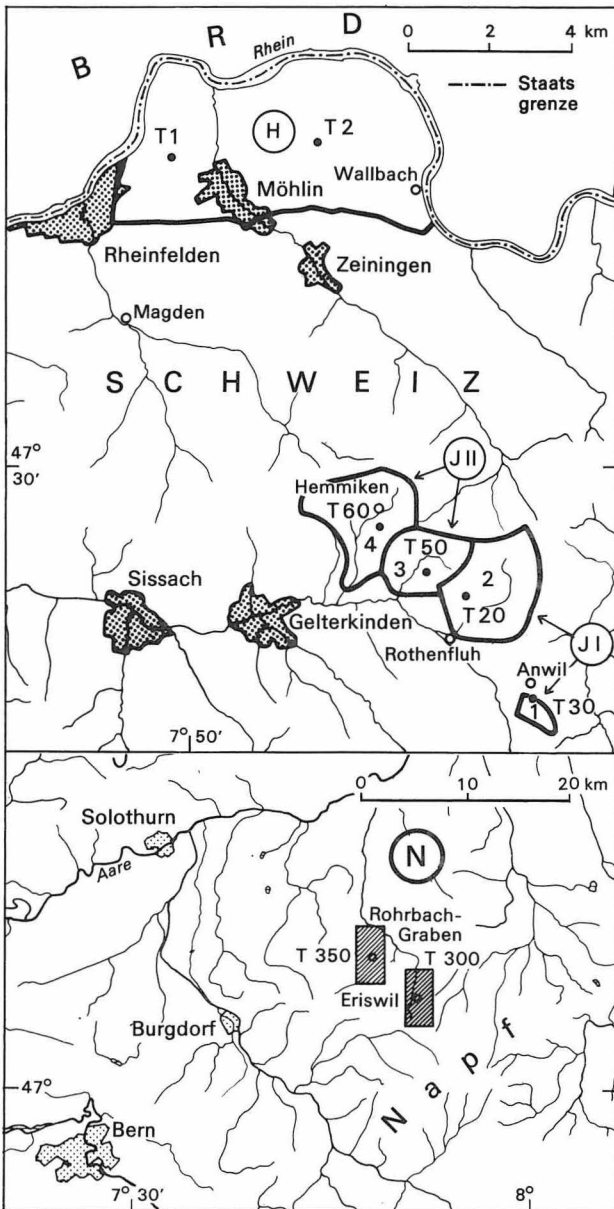


Abbildung 1
 Bodenerosionsforschungsgebiete der Baseler Arbeitsgruppe. Gegenwärtig betrieben werden:
 H – Hochrheintal (Möhliner Feld), J II – Jura II, J I – Jura I.
 In ihnen wird die landschaftshaushaltliche Komponente der Bodenerosion verstärkt berücksichtigt. Die jüngeren Untersuchungsgebiete sind Kleineinzugsgebiete.
 Einzugsgebiete:
 1 – Ribach, 2 – Dübach, 3 – Länenbach, 4 – Hemmikenbach
 T 1, T 30, T 50, T 60 – Testflächen.
 Das Arbeitsgebiet Napf (N) mit T 300 und T 350 bestand nur zwischen 1980 und 1983, T 20 im Gebiet Jura I zwischen 1978 und 1983 und T 2 im Gebiet Hochrheintal (Möhliner Feld) zwischen 1975 und 1984.

kennzeichnung ist den ausführlichen Gebietsstudien von SCHMIDT (1979), SEILER (1983) und ROHRER (1985) zu entnehmen. Verwiesen werden muß auch auf den Arbeits- und Methodikbericht von LESER, SCHMIDT und SEILER (1981).

Die in den heute noch betriebenen Testgebieten verfolgten Forschungsziele stellt Tabelle 1 dar.

Die Ermittlung *geomorphodynamischer Basisdaten* (vgl. Kapitel 3) bildet das datentechnische Grundgerüst, in das die spezielleren Datenerhebungsmethoden „eingehängt“ werden. Ihr besonderer Wert liegt darin, daß sie in einem methodischen Verbund kartiert, beobachtet und gemessen werden konnten und daß sie Dauererhebungen darstellen.

Ihr Nutzen besteht in der geomorphodynamischen Mikroprozeßaussage, dem Vergleich von Landschaftstyp zu Landschaftstyp, der Erleichterung der überregionalen „mitteleuropäischen“ Vergleiche und der mit ihnen gegebenen Grundlage für geökologische Prozeßaussagen.

Die Anwendung künstlicher Beregnung für die Prozeßforschung und die entsprechende Datenermittlung erfolgte bisher nur auf Testfläche T 1 (H) und auf dieser zugeordneten Miniparzellen. Es handelt sich um Freilandexperimente mit über den regulären Testparzellen simulierten Niederschlägen. Die Versuche werden in niederschlagsfreien Jahresabschnitten durchgeführt, um nicht mit den natürlichen Ereignissen zu kollidieren. Ab 1985 erfolgt die Beregnung auch auf der Hochterrasse des Möhliner Feldes (H). Die bei SCHMIDT (1979) beschriebene Testfläche T 2 auf der Lößhochfläche der Rhein-Hochterrasse wurde Ende 1984 aufgegeben, weil der Besitzer die Fläche – nach rund zehnjähriger Fremdnutzung – für den Eigenbedarf benötigte.

Der Nutzen der künstlichen Beregnung ist durch die Ermittlung von separierten Einzelgrößen der Prozesse gegeben, durch die Bodenschutzaussage wegen des Nachvollzuges konkreter geökologischer Situationen ähnlicher Fremdgebiete, durch das Auffüllen der Beobachtungslücken der natürlichen Ereignisse und somit durch teilweises Aufheben des Zufallscharakters solcher natürlichen Ereignisse sowie schließlich durch den direkten Vergleich natürlicher und künstlicher Niederschlagsereignisse

Forschungsziele	Gebiete		
	H	J I	J II
0. <i>Ermittlung geomorphodynamischer Basisdaten</i>			
0.1. Punktueller Messungen – Testflächen – Miniparzellen	x x	x	x
0.2. Quasiflächenhafte Messungen – Feldstationen – Feldkästen – Erosionsmeßstäbe	x x x	x x	
0.3. Flächenhafte Messungen – komplexe Schadenskartierungen – Gebietsabfluß- und Sedimentmessungen	x	x x	x x
1. <i>Bodenerosionsprozeßforschung mit Hilfe künstlicher Beregnung</i>			
1.1. Bedeutung und Wirkung von Niederschlagsmenge und -intensität	x		
1.2. Bedeutung der Hangneigung	x		
1.3. Bedeutung von Bearbeitungsrichtung, -zustand und einzelnen Feldfrüchten	x		
1.4. Ablauf und Wirkung einzelner Abtragsereignisse unter verschiedenen Randbedingungen, insbesondere auf – Auslösemechanismen der Bodenerosion – Oberflächenabflußgang – Materialtransport (Menge und Zusammensetzung im Ereignisverlauf) – Stoffausträge	x x x x		
1.5. Test einzelner Bodenschutzmaßnahmen	x		

Forschungsziele	Gebiete		
	H	J I	J II
2. <i>Regionale Differenzierung der Bodenerosionsprozesse und -formen</i>			
2.1. Regionale Differenzierung der Bodenerosionsprozesse und ihrer jeweils dominanten Steuerfaktoren	x	x	x
2.2. Regionale Differenzierung des Bodenerosionsformenschatzes	x	x	x
2.3. Vergleich verschiedener Einzugsgebietstypen (Einzugsgebietsverhalten, Stoffaustrag)		x	x
2.4. Aufstellung von Gebietsabtragsbilanzen		x	x
3. <i>Universelle Bodenverlustgleichung (USLE)</i>			
3.1. Anwendung der USLE	x	x	x
3.2. Überprüfung der Anwendbarkeit durch Vergleich mit den tatsächlichen durchschnittlichen Abtragsbeträgen	x	x	x
3.3. Ggf. Modifikation der USLE für mitteleuropäische Verhältnisse	x	x	x

Tabelle 1
Forschungsziele und ihre Realisierung in den Arbeitsgebieten Hochrhein (H), Jura I (J I), und Jura II (J II)

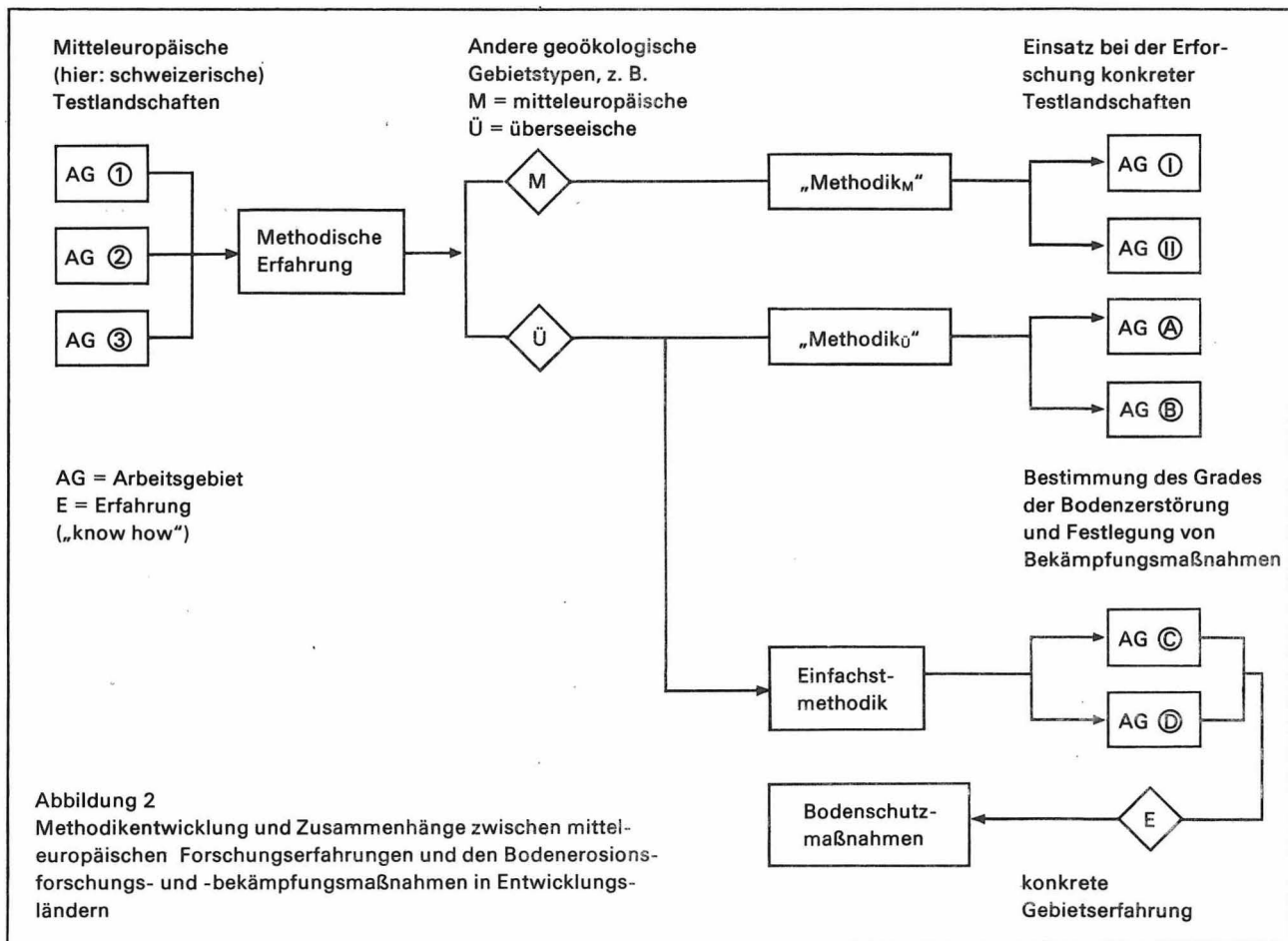
unter den gleichen Randbedingungen einunddesselben Freilandstückes.

Die Ermittlung der regionalen Differenzierung von Bodenerosionsformen und -prozessen und des geökologischen Gebietshaushalts der untersuchten Testlandschaften führt zu Gebietsvergleichen und auf der Basis der einheitlich in allen Gebieten eingesetzten Methodik zu umfassenden landschaftsökologischen Aussagen.

Der Nutzen dieses Ansatzes besteht im Erkennen der Steuerfaktoren des Bodenerosions-

prozesses durch den Gebietsvergleich. Zugleich werden Beziehungen zwischen geökologischer und geomorphodynamischer Prozeßaussage aufgedeckt, und die Ausscheidung geökologischer Gebietstypen wird möglich. Schließlich ist eine gebietsdifferenzierte Bodenschutzaussage mit der Möglichkeit des Übergangs in kleinere Aussagemaßstäbe und somit zu großräumigeren Bodenschutzaussagen zu gewinnen.

Wesentlich ist die Prüfung der „Universellen Bodenverlustgleichung“ (USLE). Die für nordamerikanische Landnutzungsstrukturen und



ökologische Verhältnisse entwickelte USLE (Universal Soil Loss Equation) kann nur in Gebieten angewendet werden, die denen der ursprünglichen Untersuchungslandschaften gleichen. Eine nicht mittels Felddaten geprüfte Übertragung auf andere Klima-, Boden- und Nutzungsverhältnisse ist kritisch zu werten. Daher soll mit den vorliegenden, gebietsbezogenen Meßdaten in die USLE eingestiegen werden und eine Aussage über deren Wert oder über eine eventuell erforderliche Modifikation für die gemäßigte Klimazone Mitteleuropas erfolgen. Der mit diesem Ansatz erreichbare Nutzen liegt im konkreten Test der USLE mit feldbezogenem mitteleuropäischem Datenmaterial, in der Aussage über die Anwendbarkeit/Nichtanwendbarkeit der USLE in Mitteleuropa durch die Bewertung ihres Einsatzes in den verschiedenen Testlandschaften sowie in Aussagen über errechnete und gemessene Bodenerosionsdaten und somit zur Methodik der Bodenerosionsforschung selbst im Hinblick auf deren notwendige Verfeinerung oder Vergrößerung.

Mitarbeiter des Geographischen Institutes Bern haben unter Mitwirkung von Mitgliedern der Basler Forschungsgruppe bei der Bodenkartierung und Erodibilitätsbestimmung (BONO, SEILER u. a. 1984 a und b) im Rahmen eines mehrjährigen Entwicklungshilfeprojektes in Äthiopien Einfachstanwendungen solcher methodischer Grundsätze vorgenommen, wie sie z. B. in mitteleuropäischen Testlandschaften erarbeitet und angewandt wurden (HURNI 1984). Einen ähnlichen Aspekt verfolgen die seit 1984 in der Toscana laufenden Bodenuntersuchungen der Arbeitsgruppe durch HERWEG. Hier werden, wiederum ausgehend von den Erfahrungen in der Schweiz, Grob- und Einfachmethodiken – gleichwohl mit dem Ziel einer exakten Aussage über Bodenerosionsprozeß und Bodenschutz – eingesetzt und entwickelt. Durch das andersartige Klimagebiet mit seinen extremen Niederschlagsereignissen ist die Methodik wesentlich zu modifizieren. In beiden Fällen werden vereinfachte Methoden angewendet, die von dem in den schweizerischen Testgebieten

entwickelten differenzierten Methodenkomplex abgeleitet wurden (Abbildung 2).

Die Perspektiven des Gesamtprojektes zielen insgesamt nicht nur auf die Bodenerosionsforschung in der Schweiz, sondern auf generelle methodische Erfahrungen und auf den Einsatz von Bodenerosionsuntersuchungen und Bodenschutzmaßnahmen auch in Entwicklungsländern.

3. Grundlagen der Methodik

3.1.

Genereller Ansatz

Die andernorts (vgl. z. B. SCHMIDT 1983 a) differenziert dargestellte Methodik basiert auf *Feld- und Laborarbeit*, wobei sich die Feldarbeit auf eine räumliche Datenerfassung konzentriert. Die raumbezogene Aussage ist oberstes Gebot, wenn man die Bodenerosion als einen landschaftshaushaltlichen Prozeß begreifen will. Aus der Zielstellung „raumbezogene Datengewinnung“ ergeben sich jedoch zahlreiche methodische Probleme, die in der Bodenerosionsforschung bisher nur selten oder gar nicht Berücksichtigung fanden.

Der Begriff „Raumbezug“ wird dabei in zweifacher Hinsicht interpretiert:

- Untersuchung von Testlandschaften im Sinne geökologischer Elementarlandschaften, innerhalb derer eine möglichst flächendeckende Datenermittlung unter flächenhaftem Bezug auf die geökologischen Randbedingungen des Bodenerosionsprozesses zu erfolgen hat;
- Untersuchung der räumlichen Beziehungen zwischen Testlandschaft und ihrer weiteren Umgebung sowie Vergleiche der Testlandschaften untereinander, um die Eigenschaften und Merkmale des Bodenerosionsprozesses innerhalb der geökologischen Landschaftstypen, welche die Elementarlandschaften repräsentieren sollen, zu ermitteln.

Die Untersuchungen innerhalb der Testlandschaften sind eindeutig topologischer Natur. Die Vergleiche zwischen den Testlandschaften mit dem Ziel einer großräumigen Aussage sind

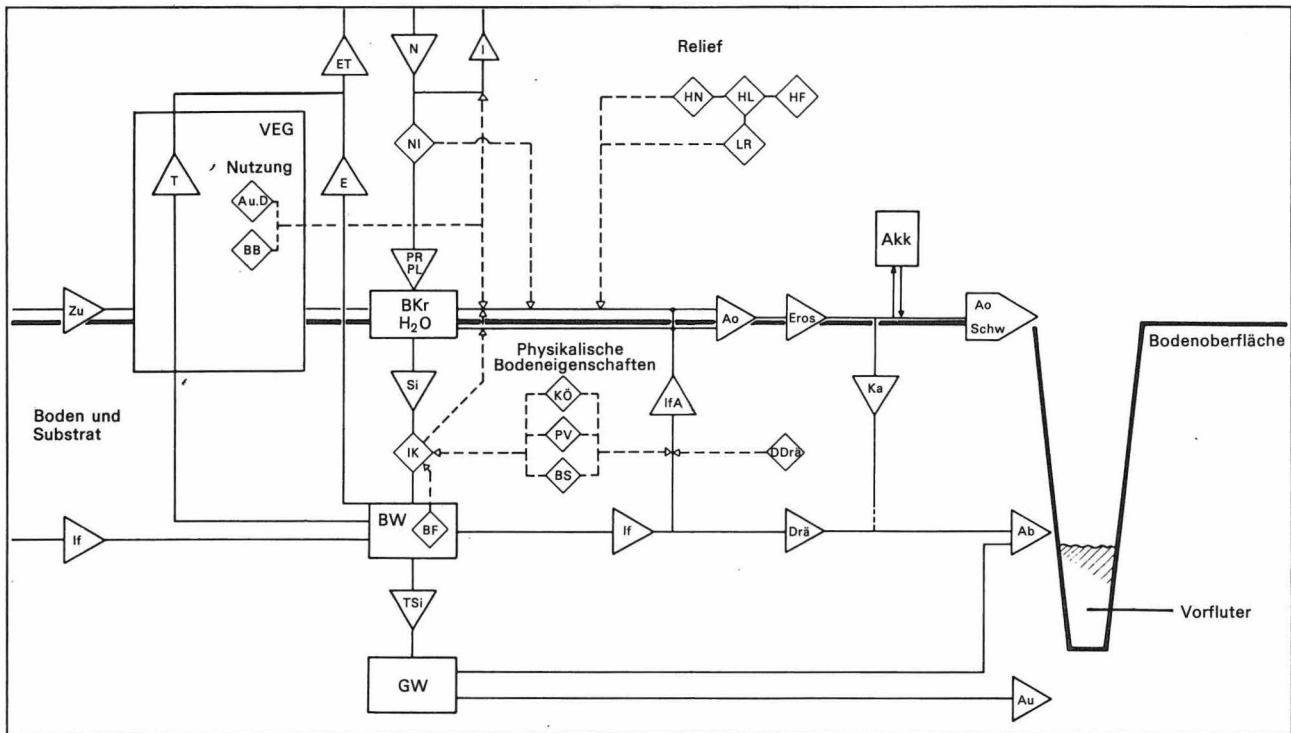
chorologischer Art. Der geökologische topologische Ansatz der Bodenerosionsforschung im Felde wird durch den *Regelkreis* „Wasserhaushalt und Bodenerosion: Auslösende und steuernde Faktoren“ (Abbildung 3) zum Ausdruck gebracht. Dieser bildet die methodische Grundproblematik der Bodenerosionsforschung ab, denn er erfaßt neben den *Prozessen* gewisse *Speicher* und *Regler*, die sowohl geomorphologischen Charakter haben als auch dem Wasser- und Stoffhaushalt der Landschaft angehören. Diese Speicher und Regler stellen nicht nur „Randgrößen“ schlechthin dar, sondern sind integrierte Bestandteile des *Systemzusammenhanges Bodenerosion*. Die Betrachtung der Speicher, Regler und Prozesse erhellt, daß jene nicht nur durch einfache Beobachtung zu ermitteln sind, sondern durch eine komplexe, mehrstufige Methodik erfaßt werden müssen. Diese umfaßt über die verschiedenen Feldarbeitsebenen hinausgehend auch umfangreiche Bestimmungen physikalischer und chemischer Bodenmerkmale sowie chemischer Wassereigenschaften im Labor.

Da konkrete, d. h. objektbezogene und auf die geographische Realität gerichtete Bodenerosionsforschung von der topischen Größenordnung auszugehen hat, ist dieser Regelkreis in leicht modifizierter Form als Arbeitsinstrument im Sinne eines „Meßplanes“ für das System Bodenerosion universell einsetzbar. Die chorologische Aussage des regionalen bis überregionalen Vergleichs basiert auf der zusammenfassenden Bewertung solcher ausgearbeiteten Gebietsregelkreise.

3.2.

Probleme der Feldmethodik

Die *Mehrstufigkeit* der Methodik im Felde stellte SCHMIDT (1983 a, dort Abbildung 1) dar. Dabei wurde auf den Kern des methodischen Problems verwiesen. Punktuelle bzw. auf kleine und kleinste Flächen bezogene Messungen und Beobachtungen sind im Prinzip zwar richtige und oft nur die einzigen praktisch möglichen Vorgehensweisen, um quantitative Aussagen über die Bodenerosion vor Ort erzielen zu können. Solche Analysen sind aber räumlich und



Regler ◊----->

NI Niederschlagsintensität
 HN Hangneigung
 HL Hanglänge
 HF Hangform
 LR Lage im Relief
 IK Infiltrationskapazität
 PV Porenvolumen
 KÖ Körnung
 BS Bodenstruktur
 BF Bodenfeuchte
 A u. D Art und Dichte der Vegetation
 BB Bodenbearbeitung
 DDrä Dichte des Dränageleitungsnetzes

Prozesse ->▷

N Niederschlag
 I Interception
 E Evaporation

T Transpiration
 ET Evapotranspiration
 Si Sickerung
 TSi Tiefensickerung
 If Interflow (= Hangwasser)
 IfA Interflowaustritt
 Ka Straßenkanalisationsaustritt
 Drä Drainageabfluß
 Zu Zuschußwasser
 Ao oberflächlich (und oberflächennah) abfließendes Wasser
 Schw Schwebstofftransport durch Ao
 Ab Basisabfluß
 Au unterirdischer Abfluß
 PR, PL Prall- und Planschwirkung durch Niederschlagstropfen
 Eros Bodenerosion, Bodenabtragung

Speicher □

VEG Vegetation
 BKr, H₂O Bodenkrume und Wasser
 BW Bodenwasser
 GW Grundwasser
 Akk akkumuliertes Bodenmaterial (Zwischenablagerungen)

Abbildung 3

Regelkreis Wasserhaushalt und die Bodenerosion auslösende und steuernde Faktoren. Der Regelkreis stellt den Funktionszusammenhang zwischen Boden, Wasserhaushalt und Landnutzung unter dem Aspekt des geomorphodynamischen Prozesses Bodenerosion dar. Die Kompartimente des „Systems Bodenerosion“ weisen auf die Notwendigkeit einer umfangreichen Erfassung geoökologischer Randparameter (Klima, Wasser, Georelief u. a.) hin.

zeitlich so zu vermehren und zu verdichten, daß eine Aussage über die wichtigsten Merkmale des Bodenerosionsprozesses zustande kommt.

Der Bodenerosionsprozeß

- verläuft in Form von Klein- und Kleinstkatastrophen mit episodischem bis periodischem Auftreten;
- erfaßt zwar ganze Einzugsgebiete, erfolgt jedoch innerhalb dieser geomorphodynamisch schwerpunkthaft und ist zugleich mit haushaltlichen Effekten für das Gesamteinzugsgebiet verbunden;
- wiederholt sich in Zeit und Raum.

Für die Untersuchungsmethodik folgt daraus einerseits die notwendige Längerfristigkeit der Untersuchungen, um die zeitliche Variabilität des Bodenerosionsprozesses als naturgesetzlich ablaufendem, wengleich anthropogen ausgelöstem bzw. in Gang gehaltenem Vorgang zu erfassen. Zum anderen ist die Aggregation von punktuellen, quasiflächenhaften und flächenhaften Messungen und Kartierungen erforderlich, aus deren Überlagerung sich die quantitativ-flächenhafte Aussage über den Bodenerosionsprozeß und seine Auswirkungen auf den Landschaftshaushalt des Einzugsgebietes ergibt. Ver-

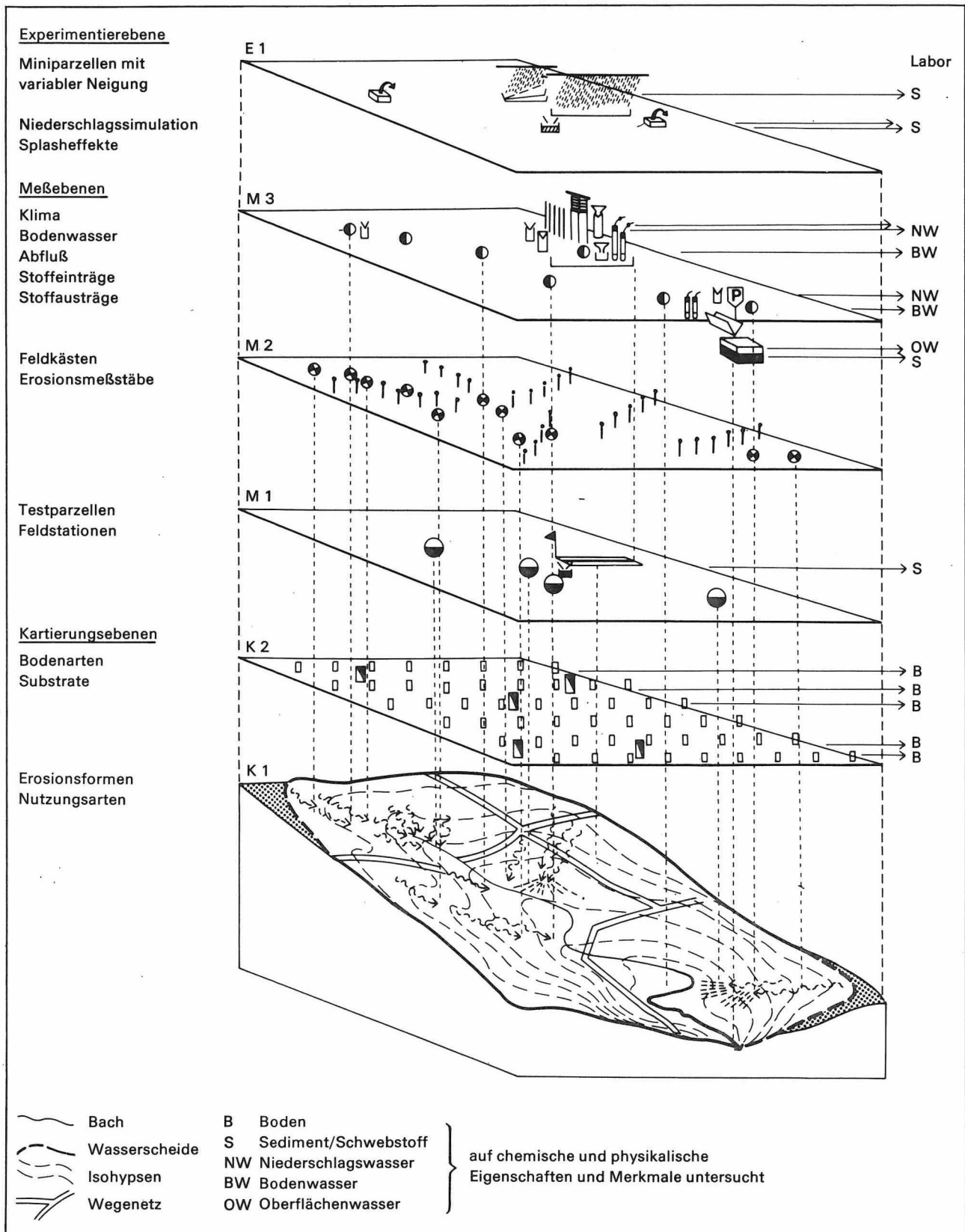


Abbildung 4
 Methodische Verfahrensebenen der Bodenerosionsforschung im Felde. Die Kartierung „statischer“ und „dynamischer“ Faktoren liefert die flächenhafte Bezugsbasis für die Meßwerte der anderen Arbeitsebenen. Die Experimentierebene hat Ergänzungsfunktion, weil der quasinatürliche Prozeß Bodenerosion vor allem unter natürlichen Bedingungen untersucht werden sollte.

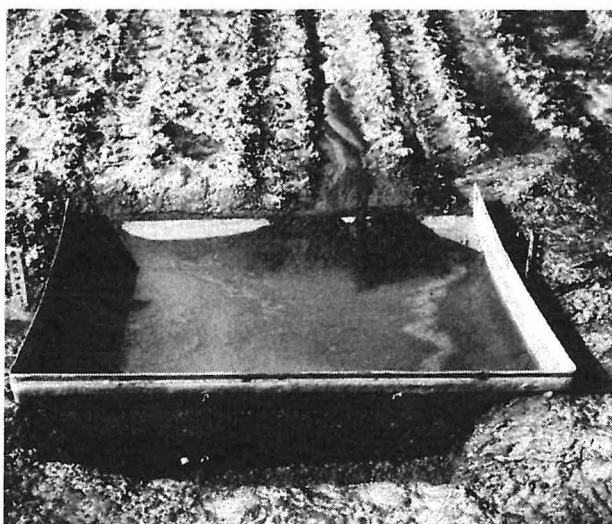


Photo 1
„Feldkasten“, der während landwirtschaftlicher Bearbeitungsvorgänge kurzfristig entfernt werden kann. Das Sediment wird in der abgedeckten Wanne aufgefangen. Überschüssiges Wasser läuft durch die Lochplatte, vor der sich ein Feinfilter befindet, ab.

Tabelle 2
Abtragsereignisse in der Testlandschaft „Hochrheintal“ (H) aus den Jahren 1982 und 1983 als Beispiel für die unterschiedlich große Häufigkeit des Auftretens von Erosionsereignissen an den verschiedenen Meßstandorten der beiden geoökologischen Gebietstypen Niederterrasse (lößfrei) und Hochterrasse (lößbedeckt).

Autor: R.-G. SCHMIDT
T = Testfläche, P = Parzelle, M = Miniparzelle

Standort/Meßstelle	Winterhalbjahr (November 81 – April 82)				Sommerhalbjahr (Mai 82 – Oktober 82)				Summe 1982	
	insgesamt		davon		insgesamt		davon		insgesamt	
			> 100 g	< 100 g			> 100 g	< 100 g		
	Anzahl	%	Anzahl	Anzahl	Anzahl	%	Anzahl	Anzahl	Anzahl	%
Niederterrasse (insgesamt)	6	7	2	4	24	29	7	17	30	36
davon T 1										
P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P2	0	0	0	0	2	2,5	1	1	2	2,5
P3	0	0	0	0	2	2,5	0	2	2	2,5
M1	3	3,5	0	3	10	12	3	7	13	15,5
M2	3	3,5	2	1	10	12	3	7	13	15,5
2 Feldmeßpunkte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hochterrasse (insgesamt)	25	30	22	3	29	34	17	12	54	64
davon T2										
P1	5	6	4	1	1	1	1	0	6	7
P2	3	3,5	3	0	1	1	1	0	4	4,5
P3	2	2,5	0	2	1	1	0	1	3	3,5
11 Feldmeßpunkte	15	18	15	0	26	31	15	11	41	49
Summe	31	37	24	7	53	63	24	29	84	100

fahrenstechnisch lassen sich die Teile des verwendeten Methodenkomplexes in verschiedene *Arbeitsebenen* gliedern (Abbildung 4).

In der *Kartierungsebene* werden Basisdaten flächenhaft ermittelt. Abgesehen von Landnutzungs- und Bodenerosionskartierungen stellt die flächendeckende Boden- und Substrataufnahme die Basis dar, ohne die andere Kartierungen und Messungen keine Bezugsgrundlage hätten. Rationalisierungen bei der Bodenaufnahme würden die Aussagegenauigkeit erheblich mindern.

Auf der *Meßebe* werden die geoökologischen Rahmenbedingungen im Klima-, Wasser- und Stoffhaushaltsbereich nach den üblichen Standards ermittelt. Zugleich erfolgen diverse Messungen der Bodenerosion, die SCHMIDT (1979, 1983 a) und SEILER (1980) detailliert diskutierten.

Punktuelle Aussagen in hoher Anzahl und Dichte sind in der Regel durch Grobarbeitsweisen zu gewinnen. Die exakten Messungen der Abtragsraten auf Testflächen (Photo 1) oder in Feldstationen haben den Mangel einer punktuellen bis allenfalls quasiflächenhaften Aussage mit großen räumlichen Abständen zueinander.

Dabei sind sich die Bearbeiter darüber im Klaren, daß solch eine aufwendige Erosionsdatenermittlung nicht in beliebig hoher Dichte erfolgen kann. Daraus ergibt sich auch der Rückgriff auf Kartierungstechniken und Einfachmeßtechniken mit flächendeckender bzw. quasiflächhafter Aussage.

Bis heute spricht die Frage nach der geeigneten räumlichen und zeitlichen Dichte solcher Messungen ein offenes Problem an. Natürlich ist diese vom angestrebten Untersuchungsziel wie auch vom geoökologischen Landschaftstyp abhängig. Gerade die Arbeiten auf den von Basel aus untersuchten geoökologisch unterschiedlichen Gebieten Napf, Jura und Hochrheintal haben dazu wichtige, demnächst zu publizierende Erfahrungen vermittelt (ROHRER 1985).

Als Minimum für die Zeitdauer der Messungen sind für mitteleuropäische Klimabereiche bei Normalverlauf der Witterung drei Meßjahre anzunehmen. Vier Jahre genügen bereits für eine repräsentative Gebietsaussage. Längerfristige Untersuchungen haben für die Grundlagenforschung Bedeutung. Eine praxisbezogene Aussage, bei der Grobdaten, Kartierungsfakten und Berechnungen (z. B. Erodibilität) im Vor-

dergrund stehen, kann schon nach drei bis vier Jahren vorgenommen werden. In anderen Klimazonen und Landschaftstypen stellt sich die Problematik anders dar. Das zeigten die Untersuchungen der Berner Arbeitsgruppe in Äthiopien.

Die zeitliche und räumliche Heterogenität der erfaßten Abtragungsereignisse erschwerte die Bodenerosionsforschung. Werte aus der Testlandschaft Hochrhein über das Möhliner Feld (Tabelle 2) belegen diesen Umstand deutlich.

Die Einzelereignisse zeigen entsprechend dem Kontinuumcharakter geowissenschaftlicher Phänomene eine große Variabilität, die sich aber bei genügend langer Meßdauer auch in ihrer Wertigkeit („Normalfall“/ „Extremfall“) abschätzen läßt. Darauf weisen die Ergebnistabellen vom Möhliner Feld hin (Tabelle 3).

Die Untersuchungsebene der *Experimente* hat immer noch Zusatzcharakter, obwohl diese zahlreiche wichtige Ergänzungen der Beobachtungen und Messungen in der Natur erbringen. Das Hauptproblem ist der große Aufwand, z. B. bei der Beregnung. Dabei wird unterstellt, daß die Niederschlagssimulation auch eine solche

		Winterhalbjahr (November 82 – April 83)				Sommerhalbjahr (Mai 83 – Oktober 83)				Summe 1983			
davon		insgesamt		davon		insgesamt		davon		insgesamt		davon	
< 100 g	> 100 g			> 100 g	< 100 g			> 100 g	< 100 g			> 100 g	< 100 g
Anzahl	Anzahl	Anzahl	%	Anzahl	Anzahl	Anzahl	%	Anzahl	Anzahl	Anzahl	%	Anzahl	Anzahl
9	21	12	13	0	12	4	4	1	3	16	17	1	15
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	10	6	6,5	0	6	2	2	1	1	8	8,5	1	7
5	8	4	4,5	0	4	2	2	0	2	6	6,5	0	6
0	0	2	2	0	2	0	0	0	0	2	2	0	2
39	15	57	61	23	34	20	21,5	12	8	77	83	35	42
5	1	11	12	2	9	1	1	0	1	12	13	2	10
4	0	4	4	0	4	0	0	0	0	4	4,5	0	4
0	3	3	3	0	3	0	0	0	0	3	3	0	3
30	11	39	42	21	18	19	20,5	12	7	58	62,5	33	25
48	36	69	74	23	46	24	26	13	11	93	100	36	57

Normalparzellen (P 10 m ² Flächengröße)									
Ereignis	Niederschlag					Abtrag			
	Uhrzeit		Höhe (mm)	Intensität (mm/min)		Menge (l/10 m ²)	davon Abfluß		
	von	bis		$\frac{I_{30}}{I_5}$	I_{max}		auf P	absolut (l)	% von N
A 09./10.06.1981	20.00	0.33	10,8	$\frac{0,17}{0,26}$	0,30	108	P 2/1 P 2/2 P 2/3	10,8 6,7 6,5	10,0 6,2 6,0
B 03.06.1981	20.33	23.10	17,4	$\frac{0,54}{1,75}$	2,10	174	P 2/1 P 2/2 P 2/3	45,2 29,7 33,8	25,9 17,0 19,4
C 10./11.07.1981	20.30 4.30	24.00 9.20	12,7 79,8	$\frac{0,17}{0,64}{1,11}{1,16}$	1,40 1,80	925	P 2/1 P 1/1 P 1/2 P 1/3	> 153 > 173 > 178 66	> 16,7 > 18,7 > 19,2 7,1
Miniparzellen (M – 2,5 m ² Flächengröße)									
Ereignis	Niederschlag					Abtrag			
	Uhrzeit		Höhe (mm)	Intensität (mm/min)		Menge (l/2,5 m ²)	davon Abfluß		
	von	bis		$\frac{I_{30}}{I_5}$	I_{max}		auf M (12° geneigt)	absolut	% von N
A 03./04.02.1981	19.33	6.54	21,2	$\frac{0,06}{0,10}$	0,20	53	→ M 1 ↓ M 2	4,0 7,6	7,5 14,3
B 03.06.1981	20.33	23.20	20,4	$\frac{0,38}{1,50}$	2,10	51	→ M 1 ↓ M 2	22,4 24,2	43,9 47,5
C 10./11.07.1981	20.30 4.30	24.00 9.20	12,7 79,8	$\frac{0,17}{0,64}{1,11}{1,16}$	1,40 1,80	231,3	→ M 1 ↓ M 2	94,7 90,5	40,9 39,1

Die Daten geben zugleich einen Grobüberblick über die Abtragsraten im Untersuchungsgebiet.

A = „Normalfall, unterer Bereich“;

B = „Normalfall, oberer Bereich“;

C = „Extremfall“.

I_{30} , I_5 bezeichnen die Niederschlagsintensität innerhalb 30 Minuten bzw. 5 Minuten Zeitdauer. Die Pfeilsignaturen bezeichnen die gewählte Bodenbearbeitungsrichtung auf den Miniparzellen quer oder längs zur angegebenen Gefällsrichtung. Die Differenz der Niederschlagsdaten für die Normal- und Miniparzellen des Normalfalles B resultiert aus dem Bezug der Werte auf unterschiedliche, einige Kilometer entfernt gelegene Testparzellen.

Tabelle 3

Beispiele von Abtragereignissen der Testlandschaft „Hochrheintal“ (H – Möhliner Feld) auf Normal- und Miniparzellen, die sich durch längere Meßdauer gewissen Ereignistypen zuordnen lassen (Autor: R.-G. SCHMIDT).

ist, das heißt, es wird ein möglichst natürlicher Niederschlagseffekt angestrebt. Die geeignete technische Lösung dafür stellt wohl jene Anlage dar, die SCHMIDT (1980, 1982, 1983 b) in der Baseler Forschungsgruppe konstruierte und testete (Photo 2).

Das Betreiben der Anlage auf denselben Testflächen, die der natürlichen Bodenerosionsmessung dienen, scheint der entscheidende Vorteil der Anlage zu sein. Ihr Einsatz wird ab 1985 stärker forciert. Der wünschenswerte Einsatz in allen Testlandschaften verbietet sich durch die

Erosionsmasse (g)	Materialmenge		Abtragsdichte (g/l)
	(g/10 m ²)	(kg/ha)	
10 949	181		17
6 753	57		9
6 656	178		28
51 998	6 840		151
32 045	2 387		80
38 423	4 633		137
> 258 219	> 105 042		< 687
> 216 926	> 44 098		< 255
> 207 766	> 29 981		< 168
72 992	7 271		< 111

Erosionsmasse (g)	Materialmenge		Abtragsdichte (g/l)
	(g/2,5 m ²)	(kg/ha)	
4 040	76	304	19
7 567	12	48	2
24 508	2 130	8 520	95
27 283	3 059	12 236	126
107 933	13 248	52 992	140
102 347	11 837	47 348	131

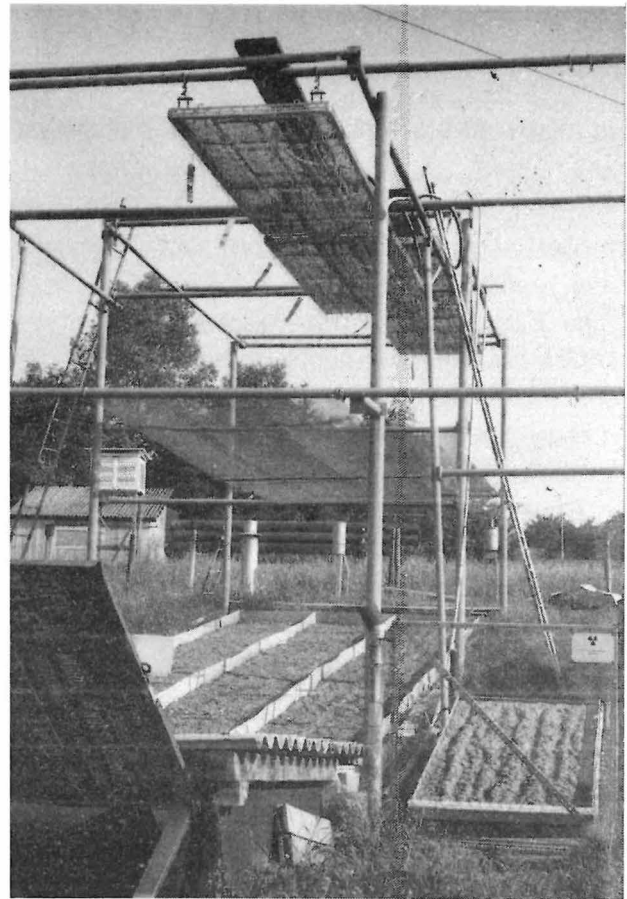


Photo 2
Testfläche T 1 / Möhliner Feld mit einer der beiden kippbaren Miniparzellen und der arbeitsbereiten Beregnungsanlage. Es wird jeweils nur eine der drei 1 × 10 m-Parzellen, die jeweils unterschiedliche Bearbeitungsrichtungen und -zustände aufweisen, beregnet. Die zwei nicht-beregneten Parzellen werden abgedeckt. Ein Windschutz am Gerüst verhindert das Abdriften der Niederschläge. Im Vordergrund links der Unterstand, in dem sich die Ablaufbleche der drei Parzellen und die Auffangtonnen befinden. Im Hintergrund meteorologisches Meßgerät.

damit verbundenen umfangreichen Anforderungen an die Infrastruktur.¹

Auf den Einsatz einer Beregnungsanlage im Labor verzichteten die Bearbeiter, um die Natürlichkeit der Randbedingungen nicht aufzugeben, die im Labor praktisch nicht zu simulieren sind. Zudem haben die Feldexperimente eine Ergänzungsfunktion, um die methodischen Lücken im Konzept, die sich u. a. auch aus den Witterungsbedingungen fast zwangsläufig ergeben, zu schließen. Soll Bodenerosionsforschung nicht zum technischen Spiel werden, muß die

Experimentierebene eine unter anderen Arbeitsebenen bleiben – und zwar mit eindeutig ergänzendem Charakter.

1 Damit soll ganz bewußt vorschneller Kritik begegnet werden, die am grünen Tisch formuliert wird. Daß die Bodenerosionsmessungen im Baseler Raum überhaupt in der hier angedeuteten Intensität und Dauer möglich wurden, ist sowohl dem hohen materiellen Aufwand, aber auch und besonders dem persönlichen Einsatz sämtlicher wissenschaftlicher und technischer Mitarbeiter der Bodenerosions-Forschungsgruppe Basel zu verdanken.

3.3.

Probleme der Labormethodik

In den in Abbildung 4 gezeigten Verfahrensebenen erfolgt die Probenahme von Boden und Substrat, Schwebstoff, Boden- und Oberflächenwasser. Die Proben werden auf chemische und – soweit erforderlich – auch auf physikalische Eigenschaften und Merkmale untersucht. Durch die ergänzenden und zugleich vertiefenden Laboranalysen werden die Bodenerosionsmessungen und -kartierungen im Felde erst zur landschaftshaushaltlichen Aussage verdichtet.

Die Probenahme erfolgt generell an repräsentativen Punkten, an denen Bodenerosion und Wasserhaushalt gemessen werden bzw. dort, wo Leitprofile aufgenommen wurden. Letztere werden einmalig gründlich untersucht, während die Probenahmen auf dem Meßebenenbereich an die Erosionsereignisse gebunden sind. Geoökologische Randbedingungen werden routinemäßig einmal wöchentlich registriert, abgesehen von den selbstregistrierenden Dauermeß- und -schreibeinrichtungen.

Unter normalen Witterungsbedingungen reichen drei- bis vierjährige Untersuchungszeiträume aus, um auch durch Probenahme gebietsrepräsentative Daten zu gewinnen. Darin sind sich Bodenerosionsuntersuchungen und geoökologische Feldmeßreihen ähnlich. Sollen durch Probenahme im Boden- und Wasserbereich alle für das stoffliche Geschehen in der Testlandschaft wesentlichen chemischen und physikalischen Kenngrößen ermittelt werden, dann kann die Probenahme weder in zeitlicher noch in räumlicher Dichte ins Uferlose getrieben werden. Daraus leitet sich der Zwang zu einer Schwerpunktbildung in der Probenahme und im Forschungsansatz generell ab.

Der „Regelkreis Bodenerosion“ (Abbildung 3) gibt den Meßplan vor, der zeigt, welche Größen im Labor ermittelt werden müssen. Er verdeutlicht zugleich die Konzentration auf jene landschaftshaushaltlich wichtigen Größen, die im Rahmen des Funktionsschemas der Bodenerosion eine Rolle spielen. Beeinflußt wird das Stoffmeßprogramm von der jeweiligen Nutzung der Testlandschaft, weil eine direkte Beziehung zu Düngung und sonstigen Stoffeinträgen besteht. Ergebnisse solcher Messungen bieten die

Arbeiten von SEILER (1983) und STAUSS (1983), die beide stark stoffhaushaltlich gewichtet sind.

Die Laborarbeit kann zurückgedrängt werden, wenn der klassische Aspekt der Bodenerosionsuntersuchungen mit Kartierung und Ausmessung der Formen sowie Mengenbestimmungen von Boden- und Substratumlagerungen im Vordergrund steht. Der zunehmendes Forschungsinteresse beanspruchende haushaltliche Charakter des Bodenerosionsvorganges zwingt jedoch dazu, der Stoffhaushaltskomponente immer mehr Rechnung zu tragen, woraus sich der Zwang zu aufwendiger Laboranalytik ergibt.

Besonders im Falle der Laborarbeit stellt sich für den Bearbeiter die Frage des Umfanges der Laborarbeit und der Menge der Daten. Ein Zweckbezug ist auch hier wieder sichtbar. Je enger die Beziehung zu einem praktischen Problem ist, um so eingegrenzter kann auch die Menge der Probenahmen und damit der Laboraten sein. Im Grundlagenforschungsbereich ist ein Vorgehen nach dem Motto „Je mehr Daten, um so besser“ nicht angebracht, hingegen führen programmbezogene ausgewählte Probenahme und Laboranalytik zum Erfolg. Das schließt nicht aus, daß bei der Weiterarbeit sich als irrelevant herausstellende Probenahmen und Laboranalysen sofort zu beenden sind, anstatt sie aus falsch verstandenem „Traditionsbewußtsein“ weiterzuführen. Permanente kritische Überprüfungen des Feld- und Laborforschungsprogrammes sind stets zweckmäßig und sollten routinemäßig erfolgen.

3.4.

Datenprobleme

Die mehrjährigen Untersuchungen in verschiedenen Testlandschaften nach dem dargestellten Arbeitsprogramm ließen allmählich einen „Datenberg“ anwachsen. Bereits die Feld- und Laboraten aus einem einzigen Untersuchungsgebiet stellten den Einzelbearbeiter vor beträchtliche Probleme, die sich aber rasch lösten, als die EDV zum Routinearbeitsinstrument wurde. Trotzdem bleiben zahlreiche Probleme, wie die Auswertung der Schreibstreifen oder die Abspeicherung der Daten, bestehen. Vom Idealzustand einer vollautomatischen Datenerfassung,

-speicherung und -weiterverarbeitung ist die Bodenerosionsforschungsgruppe Basel noch entfernt, weil sie sich auch an ökonomischen Realitäten zu orientieren hat. Gleichwohl wird versucht, so weit wie möglich zu automatisieren, obwohl hierzu erst Anfänge bestehen.

Verfolgt wird die Idee einer *Bodenerosionsdatenbank*, in der auch die geoökologischen und sonstigen Randdaten abgespeichert sind. Der Vorteil einer solchen Datensammlung liegt aus mehreren Gründen nahe:

- Die Daten vermehren sich durch die Ausweitung des Forschungsprogrammes, die Zahl der Bearbeiter und die Dauer der Meßzeiten;
- Überregionale Vergleiche, sollen sie quantitativ ausfallen, sind praktisch nicht mehr „zu Fuß“ machbar, sondern erfordern aufwendigen EDV-Einsatz, speziell auch bei der Nutzung von Fernerkundungsdaten;
- Theoriebeiträge mit quasiquantitativer oder quantitativer Aussage, sowohl im Geoökologie- als auch im Geomorphodynamikbereich, sind nur auf eine große Datenmenge gestützt zu leisten.

Die Speicherung der Daten aus den Einzelarbeitsgebieten ist realisiert, wofür in verschiedenen Arbeiten auch graphische Belege ausgedruckt wurden (vgl. SEILER 1983). Die Koordination der Datenspeicherung aller Arbeitsgebiete unter einheitlichen Prinzipien befindet sich noch in Arbeit. Als erschwerend erweisen sich in der Praxis

- die Wechsel der Bearbeiter in den Dauerarbeitsgebieten (ein administrationsbedingtes Problem mit Folgen für die Qualität der Ergebnisse);
- die Änderungen der Forschungsschwerpunkte von Gebiet zu Gebiet und innerhalb eines Gebietes (mit dem Wechsel der Bearbeiter);
- die laufenden technischen Neuerungen im Gerätesektor (Feldgeräte), die zu anderen und/oder zusätzlichen Daten führen, die mit den vorherigen – „zu Fuß“ ermittelten – rein qualitätsmäßig nicht mehr in Einklang zu bringen sind, woraus sich Datenspeicherungs- und -weiterverarbeitungsprobleme ableiten;
- die Änderungen im EDV-Angebot (Hard- und Software), die zu zeitaufwendigen Umstrukturierungen der bisherigen Datenspeicherungen und -aufarbeitungen führen.

Sämtliche geoökologischen und geomorphodynamischen Forschungsgruppen stehen daher vor dem gleichen Problem: Der wünschenswerte Gesamtüberblick über die Daten aus allen Arbeitsgebieten der jeweiligen Forschungsgruppe läßt wohl noch längere Zeit auf sich warten, weil trotz des EDV-Einsatzes die Heterogenität der Daten und die angedeuteten technischen Randbedingungen weitgehend unveränderbare Größen bleiben. Die euphorischen Erklärungen der Informatiker und der EDV-Anbieter müssen in der Institutsrealität relativiert werden. Der Zweck und die Notwendigkeit des EDV-Einsatzes im Bodenerosionsdatenbereich sind dabei unbestritten. Die Realisierung einer homogenen Datenbank scheitert aber an der Datenheterogenität, die teilweise infrastrukturell und/oder organisatorisch bedingt ist und die sich auch auf den „Gegenstand“ Bodenerosion selbst gründet. Diese ist ein geowissenschaftliches Kontinuum, bei dem schon die Datenermittlung im Felde ein großes technisches und forschungslogisches Problem darstellt.

4. Bodenerosionsforschung und geoökologische Forschung

Ansatz und Methodik zeigen, daß zwischen einer umfassend betriebenen Bodenerosionsforschung und der „reinen“ geoökologischen Forschung kein wesentlicher Unterschied besteht, zumal ja bei der Bodenerosionsforschung ein landschaftshaushaltlich wesentlicher Prozeß in den Mittelpunkt der Untersuchung gestellt wird. Die Ermittlung der geoökologischen Randgrößen unterscheidet sich ebensowenig von landschaftsökologischen Untersuchungen wie die Bestimmung und Einbeziehung des anthropogenen Anteils am Landschaftshaushalt.

Die Bodenerosionsforschung kann keineswegs die landschaftsökologische Forschung ersetzen und deren Rahmen ausfüllen, doch sie kann sich für diese als methodisch anregend erweisen. Gedacht ist hier an den experimentellen Aspekt, der sich bei der Bodenerosion durch die Niederschlagssimulation eher aufdrängt als bei

der landschaftsökologischen Forschung. Auch ließe sich das Konzept der mehrstufigen Methodik, das zumindest schon versteckt in der landschaftsökologischen Forschung existiert, für den geoökologisch-landschaftsökologischen Forschungsansatz weiter ausbauen und diesem zu einer perfekteren, mehr gebietsbezogenen Aussage verhelfen.

Bei neuaufzunehmenden Bodenerosionsforschungen sollte im jeweils konkreten Fall geprüft werden, ob das jeweilige Konzept nicht in Richtung eines landschaftsökologischen Konzeptes auszuweiten wäre. Gerade wegen der starken Ähnlichkeit in Ansatz und Methodik bietet sich diese Ausweitung an, mit der zugleich eine geoökologische Gebietsaussage erzielt werden kann, die sonst rudimentär bleiben müßte.

Die Bodenerosion wird zunehmend als eines der Übel und eine der Ursachen der Hungerkatastrophen in den Entwicklungsländern erkannt. Gleichzeitig ist zumindest dem Bodenerosionsforscher klar, daß es ohne *methodische Einbindung des Bodenerosionsprozesses in den Landschaftshaushalt und in die Landnutzung* nicht geht. Die Landschaftshaushaltsaussage ist also eine Notwendigkeit, um Wirkung und Folgen, aber auch um Bekämpfungsmaßnahmen abzuschätzen. Sicherlich gibt es respektable und zugleich gute Gründe dafür, immer kleinere Feinheiten des Bodenerosionsprozesses zu erforschen. Daraus resultiert aber auch eine zunehmende Entfernung vom geoökologischen Ansatz und schließlich auch von der geographischen Realität des Lebens- und Nutzungsraumes. Geoökologische Bodenerosionsforschung sollte, will sie ihren Realitätsbezug zu den geowissenschaftlichen Kontinua Bodenerosion, Boden und Landschaftshaushalt nicht verlieren, auf eine konkrete topologische Fundierung nicht verzichten. Dieser Maßstabbereich geographischer Forschung erweist sich zudem als unabdingbarer methodischer und arbeitstechnischer Filter für die Feld- und Laborarbeit und zugleich für die Anwendung der Ergebnisse in der landwirtschaftlichen Praxis.

Literatur

BONO, R., und W. SEILER:

Suitability of the Soils in the Suke-Harerge and Andit Tid Research Units (Ethiopia) for Contour Bunding. With 2 Soil Depth Maps 1:10000. – Research Report 4, Soil Conservation Research Project (S.C.R.P.), Ethiopia, P.O. Box 2597. – Addis Abeba, 1984. (1984 a).

–: Erodibility in the Suke-Harerge and Andit Tid Research Units (Ethiopia). With 2 Erodibility Maps 1:10000.

– Research Report 5, Soil Conservation Research Projects (S.C.R.P.), Ethiopia, P.O.Box 2597. – Addis Abeba, 1984. (1984 b).

FORTESCUE, J.A.C.:

Environmental Geochemistry. A Holistic Approach. – Ecological Studies, 35. – New York; Heidelberg; Berlin [West], 1980.

HURNI, H.:

Compilation of Phase I Progress Reports (Years 1981, 1982 and 1983). – Soil Conservation Research Project (S.C.R.P.), Ethiopia, P.O.Box 2597. – Addis Abeba, 1984.

LESER, H.:

Landschaftsökologie. – 2. Aufl. – Stuttgart, 1978.

–: Das Basler Bodenerosionsforschungskonzept: Stand und Perspektiven.

– In: Physiographica. – Basel 5 (1983), S.1...VII. (1983 a).

–: Geoökologie: Probleme, Möglichkeiten und Grenzen geoökologischer Arbeit heute. – In: Geogr. Rundschau. – Braunschweig 35 (1983), 5, S.212...221. (1983 b).

–: Zum Ökologie-, Ökosystem- und Ökotoptbegriff. – In: Natur und Landschaft. – Bonn/Bad Godesberg 59 (1984), S.351...357. (1984 a).

–: Geoökosysteme und ihre Erforschung. – In: Verhandlungen d. Ges. f. Ökologie. – Göttingen 12 (1984), S.577...587. (1984 b).

–: Das neunte „Basler Geomethodisches Colloquium“: Umsatzmessungs- und Bilanzierungsprobleme bei topologischen Geoökosystemforschungen. – In: Geomethodica. – Basel 9 (1984), S.5...29. (1984 c).

–: Fazit zum 9.BGC: „Umsatzmessungs- und Bilanzierungsprobleme bei topologischen Geoökosystemforschungen“. – In: Geomethodica. – Basel 9 (1984), S.171...179. (1984 d).

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.

MOSIMANN, T.:

Methodische Grundprinzipien für die Untersuchung von Geoökosystemen in der topologischen Dimension. – In: Geomethodica. – Basel 9 (1984), S.31...65. (1984 a).

–: Landschaftsökologische Komplexanalyse. – Wiesbaden, 1984. (1984 b).

–: Untersuchungen zur Funktion subarktischer, subalpiner und alpiner Geoökosysteme (Finnmark/Nordnorwegen und Zentralalpen). – Basel, 1985. – (Physiogeographica; 8)

NAVEH, Z., und A.S. LIEBERMAN:

Landscape Ecology – Theory and Application. – Springer Series on Environmental Management. – New York; Berlin [West]; Heidelberg; Tokyo, 1984.

ROHRER, J.:

Quantitative Bestimmung der Bodenerosion unter Berücksichtigung des Zusammenhanges Erosion-Nährstoff-Abfluß im oberen Langete-Einzugsgebiet (Napfgebiet, östlich Langenau). – Basel, 1985. – (Physiogeographica; 6)

SCHMIDT, R.-G.:

Probleme der Erfassung und Quantifizierung von Ausmaß und Prozessen der aktuellen Bodenerosion (Abspülung) auf Ackerflächen. Methoden und ihre Anwendung in der Rheinschlinge zwischen Rheinfeldern und Wallbach (Schweiz) – Basel, 1979. – (Physiogeographica; 1)

–: Probleme der Simulation erosiver Starkregen – Versuche auf Bodenerosions-Testflächen. – In: Regio Basiliensis. – Basel 21 (1980), S.174...185.

–: Bodenerosionsversuche unter künstlicher Beregnung. – In: Zeitschr. f. Geomorphol., Suppl.-Bd. – Berlin [West]; Stuttgart 43 (1982), S.67...79.

–: Technische und methodische Probleme von Feldmethoden der Bodenerosionsforschung. – In: Geomethodica. – Basel 8 (1983), S.51...85. (1983 a).

–: Ein Regensimulator für Feldversuche. – In: Wasser und Boden. – Hamburg 35 (1983), S.179...182. (1983 b).

SEILER, W.:

Meßeinrichtungen zur quantitativen Bestimmung des Geoökofaktors Bodenerosion in der topologischen Dimension auf Ackerflächen im Jura. – In: Catena. – Gießen 7 (1980), S.233...250.

–: Bodenwasser- und Nährstoffhaushalt unter Einfluß der rezenten Bodenerosion am Beispiel zweier Einzugsgebiete im Basler Tafeljura bei Rothenfluh und Anwil. – Basel, 1983. – (Physiogeographica; 5)

STAUSS, T.:

Bodenerosion, Wasser- und Nährstoffhaushalt in der Bodenerosionstestlandschaft Jura I im Hydrologischen Jahr 1982. – Basel (Diplomarbeit) 1983.

TROLL, C.:

Luftbildplan und ökologische Bodenforschung. – In: Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde z. Berlin. – Berlin 1939, S.241...311.

–: Die geographische Landschaft und ihre Erforschung. – In: Studium generale. – Berlin [West]; Göttingen; Heidelberg 3 (1950), 4/5, S.163...181.

–: Landschaftsökologie (Geoecology) und Biogeocoenologie. Eine terminologische Studie. – In: Rev. roumaine de géol., géophys. et géogr., Série de géogr. – Bukarest 14 (1970), 1, S.9...18.

Besprechungen

TRÖGER, K.-A. (Hrsg.)

Abriß der historischen Geologie.

718 Seiten, 132 Abbildungen, 48 Tafeln und
Photos, 28 Tabellen und 27 Schemata.

Akademie-Verlag: Berlin, 1984.

Der „Abriß der historischen Geologie“ liegt in der Tradition der deutschsprachigen Lehrbücher der Historischen Geologie, die in unserem Jahrhundert mit den Namen E. KAYSER, S. v. BUBNOFF und R. BRINKMANN verbunden ist. Nach Umfang und Form setzt der „Abriß“ die „Einführung in die Erdgeschichte“ von S. v. BUBNOFF fort, deren 3. Auflage 1956 ebenfalls im Akademie-Verlag erschien. Seitdem fehlte ein entsprechendes Lehrbuch in unserem Land, sieht man von den ausführlichen Darstellungen der Erdgeschichte in der „Entwicklungsgeschichte der Erde“ aus dem Brockhaus-Verlag (5. Aufl. 1981, Hrsg. R. HOHL) ab.

Dem Autorenkollektiv unter K.-A. TRÖGER mit H.-D. KAHLKE (Quartär), H. KOZUR (Perm, Trias, Tertiär), K. RUCHHOLZ (Silur, Devon, Karbon) und A. WATZNAUER (Präkambrium) ist für die sorgfältige Arbeit zu danken, die nach einem Zeitraum von 30 Jahren einer Neufassung der „Einführung“ v. BUBNOFFS gleichkommt. Der Hauptteil des Buches (Kambrium, Ordovizium, Jura, Kreide sowie die Kapitel „Allgemeine Grundlagen“ und die Zusammenfassungen) wurde vom Herausgeber verfaßt. Des weiteren zeichnete er zahlreiche, zumeist auf die mitteleuropäische Kreide bezogene Schemata und 42 Tafeln mit den Leitfossilien der verschiedenen Systeme. Der Herausgeber hat sich sehr bemüht, dem Werk einen einheitlichen Charakter zu verleihen. Ein Vorhaben, das bei der Vielfalt der Quellen nur schwer bis zur letzten Konsequenz zu realisieren war. Bei einem Redaktionsschluß am 31.12.1980 ist es verständlich, daß teilweise die Literatur nur bis 1975 ausgewertet wurde, so daß manche bereits überholte regionale Darstellungen dem Buche zugrunde liegen. Dies trifft z. B. für das mitteleuropäische Kambrium und Ordovizium zu.

Die größte Schwäche des Buches, das als Lehrbuch konzipiert wurde, ist nach Ansicht des Rezensenten die unentschlossene Haltung der Autoren gegenüber dem modernen Mobilismus. Die Ankündigung, daß die Paläotektonik ein Teilgebiet der Historischen Geologie sei, reicht nicht. Hierunter ist mehr zu verstehen als nur die tektonischen Methoden für die Zeitbestimmung oder der Hinweis „daß für wesentliche Etappen der erdgeschichtlichen Entwicklung die Paläogeographie auch unter dem Blickwinkel des sea-

floor-spreading dargestellt wird“. So gesehen, ist der Abriß ein Rückschritt gegenüber der „Erdgeschichte“ v. BUBNOFFS, der mit seinem Werk den wissenschaftlichen Fortschritt auf dem Gebiete der Historischen Geologie mitbestimmte. Im „Abriß“ wird der Trend der modernen geowissenschaftlichen Entwicklung nicht transparent. In diesem Zusammenhang kann auch kritisiert werden, daß die Bedeutung der Sedimentationsraten kaum hervorgehoben wird, geschweige denn, BUBNOFF als Einheit für die Sedimentationsraten Erwähnung findet. Zu den Grundlagen der Lithostratigraphie gehört die WALTHERSche Regel, die in keinem modernen Lehrbuch mehr unerwähnt bleibt. Warum gerade aber in einem Lehrbuch des Landes, in dem JOHANNES WALTHER wirkte?

Schließlich noch einige Bemerkungen zur Illustration: Die Wiedergabequalität der Photographien ist zumeist so schlecht, daß man besser auf sie verzichtet hätte. Abhilfe könnte wohl nur ein Tafelteil mit Kunstdruckpapier bringen. Die Beifügung einer Beilagenmappe in der gewählten Form verdient die Bezeichnung „Notbehelf“. Der Verzicht auf Klapptafeln ist ein üblich gewordenes Zugeständnis der Autoren, dem dann Verständnis gegenüber angebracht ist, wenn technisch einwandfreier Ersatz gefunden wird. Im vorliegenden Fall sind wohl Autoren und Verlag gleichermaßen zu kritisieren. Bei zahlreichen Tabellen wäre zugunsten der Leser (Studenten!) weniger mehr gewesen.

Mit den kritischen Hinweisen folgt der Rezensent der Bitte des Herausgebers im Vorwort. Er möchte jedoch auch nicht versäumen, Autoren und Verlag für dieses langerwartete, notwendige Buch in der Hoffnung zu danken, daß bald eine 2. Auflage die notwendigen Verbesserungen und Aktualisierungen ermöglichen wird.

M. SCHWAB