

Aus dem Fachbereich Geowissenschaften  
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
Institut für Geographie

## **Luftbildgestützte Erfassung bodenerosiver Langzeitschäden**

Von **Hilmar Schröder** und **Michael Backhaus**

Mit 3 Abbildungen und 4 Tabellen

(Eingegangen am 22. November 1989)

### 1. Problemstellung

Einer der gravierendsten Prozesse, die als Folge des Eingriffes des Menschen in den Landschaftshaushalt auftreten, stellt, insbesondere auf Ackerflächen, die Boden-erosion dar. Die Ursachen liegen in einer den natürlichen Verhältnissen nur unzu-reichend angepaßten, zum Teil fehlerhaften Nutzung. Bodenerosive Auswehung und Abspülung kann aufgrund der zeitweiligen Entblößung der Erdoberfläche von der Vegetation durch die landwirtschaftliche Nutzung nicht verhindert werden. Sie muß jedoch auf ein Maß reduziert werden, welches der natürlichen Reproduzierbarkeit der Böden entspricht. Dies ist jedoch unter mitteleuropäischen Klimabedingungen auf ge-neigten Flächen weitestgehend nicht der Fall (Schmidt 1979, Schröder 1982, 1985, Seiler 1983, Dikau 1986, Leser 1986, Thiemeyer 1988, Merweg 1988 u. a.). Die For-schungen zur Bodenerosionsproblematik konzentrieren sich überwiegend auf die Untersuchung des Prozeßgefüges (Richter 1974) und auf die Quantifizierung der Ab-tragfaktoren (Wischmeier u. Smith 1978). Trotz der auch volkswirtschaftlich erheb-lichen Bedeutung – der jährliche Gesamtverlust wurde schon vor der Einführung der Großfeldwirtschaft von Flegel (1958) auf 60–80 Mill. Mark geschätzt und dürfte heute für das Gebiet der ehemaligen DDR mehrere 100 Millionen Mark betragen – sind flächendeckende Aussagen, die das Ausmaß der Schäden erfassen, kaum vorhanden. Überwiegend wird versucht, mit Hilfe der potentiellen Erosionsdisposition die am meisten gefährdeten Stellen zu fixieren (Löwa 1988, Schröder u. Löwa 1990).

Mit den Methoden der Geofernerkundung ist nun in den letzten Jahren ein Instrumentarium entstanden, das es erlaubt, Schadflächen effektiver und genauer aus-zugrenzen, als dies durch reine Geländekartierung möglich ist. Dabei kann die Geo-fernerkundung die Feldmethoden der Physischen Geographie zwar unterstützen, je-doch nicht ersetzen (Villwock 1983, Schröder 1984). Im folgenden soll eine Methoden-kombination vorgestellt werden, die es ermöglicht, bodenerosive Langzeitschäden flächendeckend zu erfassen. Die Gesamtkartierung des Kreises Querfurt im Bezirk Halle liegt bei Backhaus (1988) und Renner (1988) vor.

### 2. Das Arbeitsgebiet

Die Flächen der KAP (P) Rothenschirmbach und KAP (P) Barnstädt sind Bestand-teil der Agrarindustrievereinigung Querfurt. Etwa 30–45 km westlich bzw. südwest-lich von Halle gelegen, ordnen sie sich administrativ vollständig in den Kreis Querfurt ein und beanspruchen dessen nördlichen und östlichen Teil (Abb. 1). Aufgrund seiner im Hinblick auf die landwirtschaftliche Produktion relativ guten, natürlichen Aus-stattung präsentiert sich das Arbeitsgebiet als weitestgehend ausgeräumte Kulturland-

schaft, in der die Landwirtschaft, insbesondere der Ackerbau, als dominanter Flächen-nutzer und -gestalter der Landschaft auftritt.

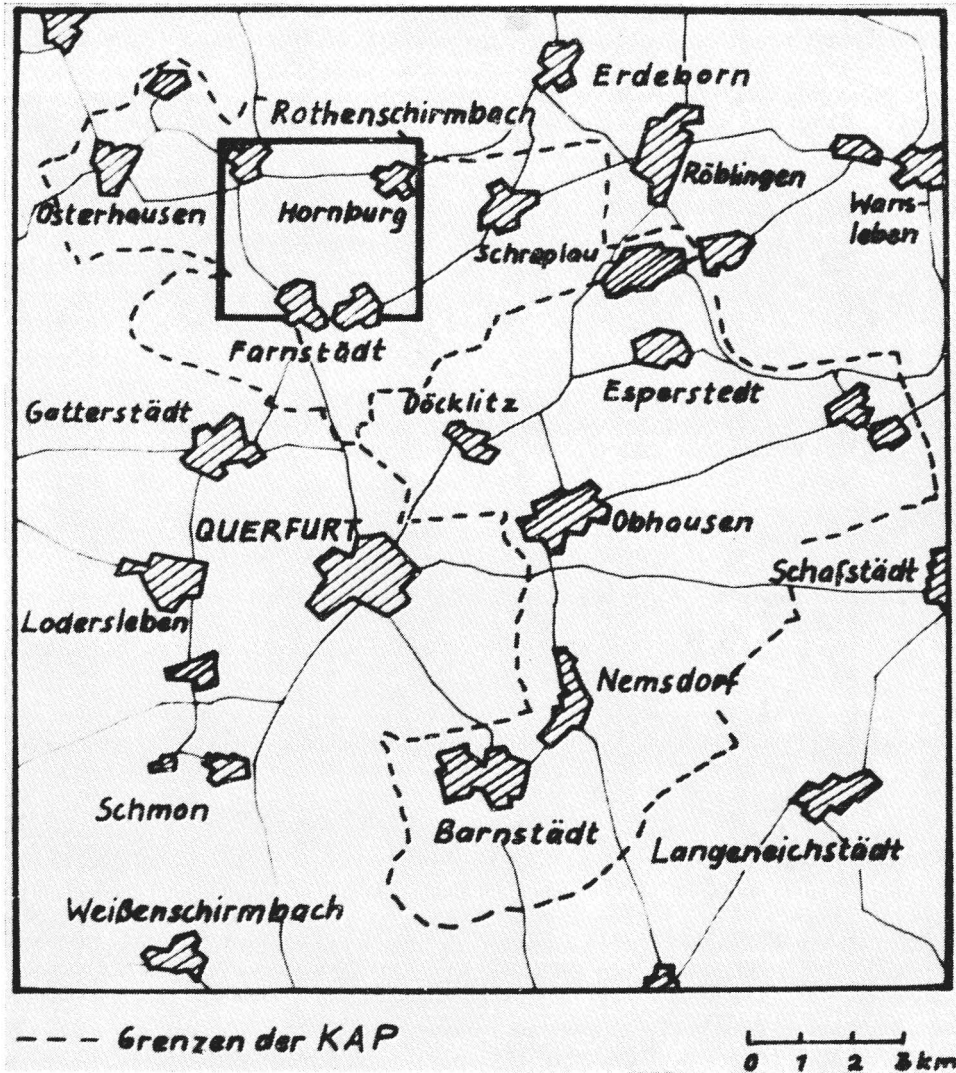


Abb. 1. Arbeitsgebiet mit Testausschnitt

In der kaltariden Phase der Weichselvereisung wurde in Abhängigkeit von der Reliefposition über Gesteinen des Rotliegenden, des Buntsandsteins und des Muschelkalkes in unterschiedlicher Mächtigkeit Löß akkumuliert, der im Bereich der Querfurter Platte Meterbeträge erreicht. Der Löß überdeckt nach Pretzschel et al. (1984) 94 % der landwirtschaftlich genutzten Flächen des Kreises Querfurt, ältere Gesteine stehen also nur in seltenen Fällen oberflächlich an. Bedingt durch die Mächtigkeit der Lößauflage, die Zusammensetzung der unterliegenden Substrate bei Mächtigkeiten kleiner als ein Meter, das Relief und der Vegetationsbedeckung, kam es unter günstigen klimatischen Bedingungen zur Ausbildung verschiedener Lößböden mit Boden-

wertezahlen zwischen 75 und 95. Überwiegen einerseits auf den ebenen und welligen Bereichen der Querfurter Platte Böden höchster Bonitätswerte wie Lößschwarzerden und Lößbraunschwarzerden, dominieren andererseits bei geringmächtigen Lößdecken etwa am Rand des Ziegelrodaer Forstes und des Hornburger Sattels Löß-Parabraunerden, Fahlerden sowie Löß-Parabraunerden über Berglehm, Bergton oder Gestein. In stark reliefiertem Gelände sind die Oberbodenhorizonte der Schwarzerden zu einem Großteil abgetragen. Derartige Flächen werden dominant durch Lößrendzinen charakterisiert. Damit eng verbunden ist die Akkumulation humosen Abtragungsmaterials in Senken und Tälern, die zur Entstehung von Kolluvialschwarzerden, bei Grundwasser-einfluß zu Schwarzgleyen führten. Der bei vollständigem Lößabtrag folgenden Rankerbildung auf entsprechenden Standorten im Bereich Rotliegender Sandsteine stehen unter gleichen Voraussetzungen auf triassischen Sedimenten verschiedene Rendzinen gegenüber. Charakteristisch für jene Areale ist jedoch, daß sie in den seltensten Fällen Ausmaße von Schlaggröße beanspruchen, statt dessen ein kleinflächiger Bodenwechsel zwischen lößfreien Böden und Boden auf flachgründigem Löß bzw. einem Lößschleier dominant ist. Die prozentuale Verteilung der Standorttypen der AIV Querfurt zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1. Prozentuale Verteilung der Standorttypen der KAP (P) Barnstädt und der KAP (P) Rothenschirnbach nach Altermann et al (1988)

Standorttyp	Barnstädt	Rothenschirnbach
Lö 1 a	79,30	58,98
Lö 1 b	0,68	6,26
Lö 1 c	3,30	1,27
Lö 2 c	0,55	2,59
Lö 2 d	10,26	6,59
Lö 3 a	3,92	15,20
Lö 6 c	—	3,86
V 2 a	0,90	2,61
V 2 c	0,64	—
V 3 a	—	0,72
V 3 c	0,27	1,34
V 4 c	—	0,58
K 1 b	0,18	—

Für das Arbeitsgebiet ist charakteristisch, daß bei nur mittlerer Erosivität der fallenden Niederschläge (Masuch 1958) die schwache bis mittlere natürliche Erosionsdisposition nutzungsbedingt stark modifiziert wird, somit große Areale einer außerordentlich hohen Erosionsgefährdung unterliegen. Die Folge dessen sind im Bereich der lößbedeckten Flächen eingetretene irreversible bodenerosive Schäden, die sich in einem hohen Anteil humusarmen Unterbodenmaterials im Ap-Horizont äußern. Eine ausführliche physisch-geographische Beschreibung des Territoriums der AIV Querfurt liegt bei Schröder (1986) vor.

### 3. Methodik

Das Verfahren zur Erkennung von Langzeitschäden der Bodenerosion stellt eine Methodenkombination dar. Neben bodenkundlichen und morphographischen Geländekartierungen zur Objektansprache ist panchromatisches Luftbildmaterial für die Flächenabgrenzung genutzt worden.

Die den Luftbildern zu entnehmenden Informationen gründen sich auf die Gliederung des Luftbildes in verschiedene Tönungen, wobei innerhalb der Ackerflächen das

Muster eine markante Widerspiegelung der standörtlichen Heterogenität darstellt (Villwock 1983, 1985), die differenziertere Wahrscheinlichkeitsaussagen über das bodenerosive Abtragsgeschehen zulassen (Schröder 1984, 1987).

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich, ist – um etwa gleiche Genauigkeiten in der Ansprache der bodenerosiven Schädigung zu erhalten – der terrestrische Kartierungsaufwand bei Verwitterungsprodukten des Buntsandsteins und des Rotliegenden etwa 2–3mal höher als im Löß bzw. Verwitterungsprodukten des Muschelkalkes.

Tabelle 2. Rückschlufwahrscheinlichkeit von Bodenfarbenänderungen auf Bodenerosionsprozesse (nach Schröder 1984, 1987) – kodiert nach Schmidt u. Diemann 1981

Standortregionaltypen	dominierendes Ausgangsgestein	Rückschlufwahrscheinlichkeit
Lö1 (öt) P, Lö1 (öW–öt) P Lö1 (öC) P, Lö2a (öC) H	Löß	bis zu 80 %
V2a (vö/nC – ö/vlT) P V2b (ö/vlC) P/H V2b (nC – vö/nC) H V2a (vö/gP) H	Muschelkalk	bis zu 80 %
V2b (nC – vö/nC) H V4/5d (vm/lS – vl/lU) P V2b (nl/gC – vt/gA) H	Sandstein, Tonstein Schluffstein, Mergel des Buntsandstein und Rotliegenden	bis zu 50 %

Ausgangspunkt der Beprobungsplanung war die Analyse flächendeckend verfügbarer panchromatischer Luftbilder im Maßstab 1 : 25 000. Während die Identifizierung von Objekten im Luftbild überwiegend mittels Untersuchung metrischer Kennziffern, wie Form, Umriß, Lage und Größe erfolgt, können Oberflächeneigenschaften dominant durch die Wertung von Tönungsunterschieden interpretiert werden. Ein Merkmal der Erdoberfläche, das dahingehend Priorität besitzt, ist die Bodenfarbe. Diese, durch verschiedene Faktoren, wie Bodenfeuchte, Humusgehalt, lithologische Eigenfarbe des Ausgangsgesteins, Bodentextur und Kalkgehalt, beeinflusst, kann durch ihre direkte Abhängigkeit von jenen Bodenparametern als sekundärer Prozeßindikator für erosiven Schadenseinfluß fungieren. Dabei ist der Vergleich der Bodenfarbe weitestgehend ungeschädigter, ebener Standorte mit geneigten Standorten unter sonst gleichen Bedingungen ausschlaggebend. Die erwähnten bodenfarbbestimmenden Parameter bestimmen fast ausschließlich das Remissionsverhalten des Oberbodens und damit den Grauton im Luftbild. Davon ausgehend ist das Luftbildmaterial unter dem Aspekt der Grautondifferenzierung ausgewertet und die ackerbaulich genutzten Flächen auf Standorte verschiedener Bodenfarbe hin kartiert worden. Aus dem Interpretationsprozeß ausgeschlossen werden müssen solcherlei Schläge, die durch den Grad der Vegetationsbedeckung keinerlei Standortdifferenzierungen aufweisen.

In einer Schlagübersichtskarte im Maßstab 1 : 25 000 werden die Areale differierenden Grautons fixiert und repräsentativ Proben des Ap-Horizontes unter Berücksichtigung morphographischer Parameter, insbesondere der Hangneigung und der Hangform, genommen. Letztere Kriterien erweisen sich für die Wahl des Probenstandortes innerhalb nicht interpretierbarer Bereiche als wichtig. Dazu sind neben einer skizzierten Hangform verbale Informationen über den Skelettgehalt sowie – sofern vorhanden – über Differenzierungen in der Dichte, Höhe und im phänologischen Zustand eines Pflanzenbestandes zu zählen.

Da die Bodenfarbe stark vom Feuchtigkeitsgrad des Bodens beeinflusst wird, der speziell in verschiedenen Hangbereichen stark differenziert, ist eine Bestimmung der

Bodenfarbe am Probenstandort ungünstig. Ein vergleichbarer, objektiv auswertbarer Probenzustand wird durch Trocknen der Proben unter gleichen Luftfeuchtigkeitsbedingungen erreicht. Auf dieser Basis ist eine nahezu einwandfreie Bestimmung der Bodenfarben (nach Farbfeld, Farbsättigung und -helligkeit) mit Hilfe der Munsell-Farbtafeln möglich, wobei diese nach Farbfeld, Farbsättigung und -helligkeit eingeordnet, in einer Buchstaben-Ziffern-Kombination verschlüsselt und dem entsprechend ausgegrenzten Areal gleichen Grautones zugeordnet werden. Des weiteren erweist es sich als notwendig, die unterschiedliche Interpretierbarkeit der Farbtonübergänge bei der Geländekartierung bzw. der Grautonübergänge im Luftbild durch eine Grenzcharakterisierung (z. B. diffus / deutlich) zu kennzeichnen.

Die Informationen der erstellten Bodenfarbkarte sind die Grundlage für die Erarbeitung einer Flächenbilanz bodenerosiv geschädigter Areale. Gestützt werden diese durch die Klärung des Abbildungsverhaltens geschädigter Standorte im Luftbild. Prinzipiell ist festzustellen, daß erosionsgeschädigte Hänge im panchromatischen Luftbild auf Grund ihres geringeren Humus- und Feuchtegehaltes heller abgebildet werden als ungeschädigte Standorte (vgl. Richter 1965). Bereits Stübner (1955) unterscheidet bei der Erosion unter liegenden Mulden einen im Luftbild dunkel erscheinenden, von Akkumulationsprozessen gezeichneten Sohlenboden, dem helle Muldenflanken gegenüberstehen. Derartige Feststellungen sind auf das spezielle Remissionsverhalten verschiedener erosionsrelevanter Bodenparameter zurückzuführen. So sinkt der Reflexionsgrad mit zunehmender Bodenfeuchte (helleres Erscheinen erosionsbeeinflusster Standorte gegenüber Normalstandorten); zudem wird das an einen relativ hohen Humusgehalt gebundene hohe Absorptionsvermögen durch das Einpflügen humusarmen Unterbodenmaterials gemindert. Der für geschädigte Lößstandorte bezeichnend höhere Kalkgehalt sorgt überdies für eine verstärkte Reflexion. Die Einflüsse genannter Parameter differieren natürlich sowohl untereinander als auch in Abhängigkeit vom Substrat. Bei sehr hohen Kalkgehalten, wie das auf stark geschädigten Standorten mit unterlagerndem Muschelkalk der Fall sein kann, verlieren alle anderen Faktoren an Wirkung.

Neben der im Luftbild erkennbaren Aufhellung geschädigter Bereiche läßt auch die Bodenfarbамplitude von sequenziell kartierten Standorten Rückschlüsse auf den Grad der Schädigung zu. Ähnlich der vorab erläuterten Wirkung verschiedener Bodenparameter auf das Remissionsverhalten des Bodens ist auch die Bodenfarbe eine Funktion solcher Faktoren. Es ist davon auszugehen, daß eine im Gegensatz zum Normalzustand hellere, aus dem Einpflügen humusarmen Unterbodenmaterials resultierende Krümenfärbung gefährdeter Areale auf einen geringmächtigen humosen Oberboden schließen läßt. Eine helle Gesteinsfarbe, wie im Falle von Muschelkalk, begünstigt dabei die Krümenaufhellung. Die erosionsbedingte Variation der bodenfarbbestimmenden Parameter zeigt sich also qualitativ in einer vom Grad der Schädigung abhängigen signifikanten Divergenz der Bodenfarbwerte der repräsentativen Proben, die zumeist sowohl Farbhelligkeit als auch Farbsättigung umfaßt und durchaus Abweichungen über mehrere Farbfehler hinweg umfassen kann. Der bei der Änderung der Reflexionseigenschaften gegenüber der Farbsättigung dominierende Faktor der Farbhelligkeit ist nicht zuletzt unter dem Aspekt der Erleichterung des Auswertvorganges ausschlaggebend für die Klassifizierung des Schädigungsgrades. Unter Einbeziehung morphographischer Referenzdaten entspricht die Festlegung des Schädigungsgrades der in Tabelle 3 aufgeführten Normative.

Die methodische Umsetzung wird durch die Abbildungen 2 und 3 verdeutlicht.

#### 4. Ergebnisse und Diskussion

Die im Zeitraum von Oktober 1987 bis April 1988 kartierten Standorte zeigen recht eindrucksvoll, welches Ausmaß bodenerosive Schädigungen erreicht haben und



Tabelle 3. Normative zur Ermittlung von Schädigungsgraden durch Bodenerosion mittels Bodenfarbenansprache

Differenz um	Schädigungsgrad
— eine Helligkeitsstufe	stark
— zwei Helligkeitsstufen	sehr stark
— drei und mehr Helligkeitsstufen	extrem stark

Tabelle 4. Prozentuale Verteilung der erosiv geschädigten Areale des Arbeitsgebietes

## I: KAP Barnstädt

Schädigungsgrad	A n t e i l	
	in % der Gesamt- ackerfläche	in % der Gesamt- ackerfläche
stark	7,5	51
sehr stark	4,8	33
extrem stark	2,3	16

## II: KAP Rothenschirmbach

Schädigungsgrad	A n t e i l	
	in % der Gesamt- schadensfläche	in % der Gesamt- schadensfläche
stark	14,5	56
sehr stark	8,7	34
extrem stark	2,7	10

insbesondere ihrer Eindämmung seitens der Verantwortlichen beigemessen werden sollte. Im einzelnen bedeutet das, daß nahezu ein Fünftel der Ackerflächen des Arbeitsgebietes in einer der drei Kategorien geschädigt und erosionsbedingt mit z. T. erheblichen Ertragseinbußen zu rechnen ist. Entsprechend der variierenden Erosionsdisposition der Flächen beider Genossenschaften gestaltet sich auch der Anteil der geschädigten Areale unterschiedlich. Beläuft sich die Quote geschädigter Ackerflächen im Bereich der KAP Barnstädt „lediglich“ auf 14,6 %, stehen dem 25,9 % anteiliger Schadensfläche innerhalb der KAP Rothenschirmbach gegenüber.

Die angewandte Methodik unterliegt verschiedenen Schwächen, die die Aussagefähigkeit der erarbeiteten Inhalte begrenzen.

Trotz großer Probandichte und eingehender Analyse der Erosionsdisposition (vgl. Schröder u. Löwa 1990) gestaltet sich die Extrapolation der kartierten Daten aus Gründen eines zum Aufnahmezeitpunkt dichten Pflanzenbestandes auf etwa 50 % der Schläge als außerordentlich schwierig. Standorte mit geringem und mäßigem Schädigungsgrad werden mit Hilfe der Bodenkartierung nicht erfaßt. Bei einer mächtigen Lössschwarzerde können durchaus schon 20–30 cm Oberbodenmaterial abgetragen sein, ohne daß sich Änderungen in der Bodenfarbe kartieren lassen. Dies bedeutet, daß die tatsächlichen Schäden durch Bodenerosion in unseren Lößlandschaften ein wesentlich größeres Ausmaß haben.

## Z u s a m m e n f a s s u n g

Bodenfarbenkartierungen im Gelände und areale Abgrenzung mittels panchromatischer Luftbilder ermöglichen das Ausgliedern von stark, sehr stark und extrem stark bodenerosiv langzeitgeschädigten Standorten in Lößlandschaften. Auf dem Territorium der KAP (P) Rothenschirmbach und KAP (P) Barnstädt, deren Standortbedingungen beschrieben werden,

sind Beispielkartierungen durchgeführt worden, in deren Ergebnis festgestellt werden muß, daß davon auszugehen ist, daß auf ca. 20 % der Ackerfläche in Lößlandschaften mit schweren bodenerosiven Schäden zu rechnen ist. Das tatsächlich zu erwartende Ausmaß der Schäden, die durch Bodenerosionsprozesse bedingt sind, liegt wesentlich höher.

### S c h r i f t t u m

- Altermann, M., et. al.: Weitere Aufgaben der Standortkennzeichnung in der AIV Querfurt. Arbeitsmaterial AIV Querfurt, Halle (1988) (unveröff.).
- Backhaus, M.: Zur terrestrischen Erfassung von Langzeitschäden der Bodenerosion im Territorium der KAP Barnstädt und der KAP Rothenschirmbach als Grundlage einer Flächenbilanz erosionsgeschädigter Standorte. Dipl.-Arb. Univ. Halle (1988).
- Dikau, R.: Experimentelle Untersuchungen zu Oberflächenabfluß und Bodenabtrag von Meßparzellen und landwirtschaftlichen Nutzflächen. Heidelberger Geogr. Arb. **81** (1986).
- Flegel, R.: Die Verbreitung der Bodenerosion in der Deutschen Demokratischen Republik. Bodenkunde und Bodenkultur **6** Leipzig (1958).
- Herweg, K.: Bodenerosion und Bodenkonservierung in der Toscana, Italien. Physiogeographica **9** Basel (1988).
- Leser, H.: Bodenerosion – Erforschung eines geoökologischen Prozesses. Hall. Jb. Geow. **11** Gotha (1986), 1–17.
- Löwa, K.: Zur Ermittlung der potentiellen Erosionsdisposition auf Ackerschlägen der AIV Querfurt als Grundlage des Aufbaus eines computergestützten Landinformationssystems „Bodenerosion“. Dipl.-Arb. Univ. Halle (1988).
- Masuch, K.: Häufigkeit und Verteilung bodengefährdender sommerlicher Niederschläge im Bereich der DDR. Acta Hydrophysica **4** Berlin (1958), 111–137.
- Pretzschel, M., et. al.: Möglichkeiten zur Verbesserung der technologischen Eignung der Lößstandorte des Kreises Querfurt. Wiss. Zeitschr. Martin-Luther-Univ. Halle **33**, M 1 (1984), 69–78.
- Renner, O.: Zur terrestrischen Erfassung von Langzeitschäden der Bodenerosion im Territorium der LPG (P) Albersroda und der LPG (P) Querfurt als Grundlage einer Flächenbilanzierung bodenerosiv geschädigter Standorte. Dipl.-Arb. Univ. Halle (1988).
- Richter, G.: Bodenerosion. Schäden und gefährdete Gebiete in der Bundesrepublik Deutschland. Forsch. deutsch. Landeskd. **152** Bad Godesberg (1965).
- Richter, G.: Zur Erfassung und Messung des Prozeßgefüges der Bodenabspülung im Kulturland Mitteleuropas. Abhd. Akad. Wiss. Göttingen, Math.-phys. Kl. **29** (1974), 372–385.
- Schmidt, R., und R. Diemann: Erläuterungen zur Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK). Eberswalde (1981).
- Schmidt, R. G.: Probleme der Erfassung und Quantifizierung von Ausmaß und Prozessen der aktuellen Bodenerosion (Abspülung) auf Ackerflächen. Physiogeographica **1** (1979).
- Schröder, H.: Quantitative und qualitative Untersuchungen zur Erfassung der bodenerosiven Abspülung. Diss. Univ. (1982).
- Schröder, H.: Visuelle Luftbildinterpretation als Methode zur Erfassung der arealen Verteilung bodenerosiver Abspülungen auf Testflächen im südlichen Harzvorland. Hall. Jb. Geowiss. **9** Gotha (1984), 93–106.
- Schröder, H.: Allgemein-geographische Charakteristik der natürlichen Standortverhältnisse des südöstlichen Harzvorlandes. Hercynia N. F. **23** (1986), 1–14.
- Schröder, H.: Multispektrale und multitemporale Analyse bodenerosiv geschädigter Standorte in Lößlandschaften. Diss. B Univ. Halle (1987).
- Schröder, H., und K. Löwa: Methodik zur Bestimmung der potentiellen Erosionsdisposition hangfluvialer Prozesse auf Ackerflächen im Raum Querfurt. Hall. Jb. Geowiss. **15** (1990) (im Druck).
- Seiler, W.: Bodenwasser- und Nährstoffhaushalt unter Einfluß der rezenten Bodenerosion am Beispiel zweier Einzugsgebiete im Baseler Tafeljura bei Rothenfluh und Anwil. Physiographica **5** (1983).



- Stübner, K.: Bodenerosion und Luftbild. Jena (1955).
- Thiemeyer, H.: Bodenerosion und holozäne Dellenentwicklung in hessischen Lößgebieten. Rhein-Mainische Forschungen 105 (1988).
- Villwock, G.: Untersuchungen zur Ermittlung von Merkmalen der standörtlichen Heterogenität landwirtschaftlicher Nutzflächen mit Methoden der Geofernerkundung. Diss. Univ. Halle (1983).
- Villwock, G.: Abbildungsverhalten bodenbedingter Standortmerkmale in multispektralen Luftbildern als Grundlage der Heterogenität landwirtschaftlicher Nutzflächen. Wiss. Zeitschr. Martin-Luther-Universität Halle, Math.-nat. R. 34 (1985), 37–45.
- Wischmeier, W. M., und D. D. Smith: Predicting rainfall erosion losses – a guide to conversation planning. US Dep. of Agriculture. Agric. Handbock 537 (1978).

Dr. sc. Hilmar Schröder  
Dipl.-Lehrer Michael Backhaus

Martin-Luther-Universität  
Halle-Wittenberg  
Institut für Geographie

Heinrich- u. Thomas-Mann-Str. 26  
O-4020 Halle/Saale