

RÄUMLICH DIFFERENZIERTE BERECHNUNG DER BODENEROSIONSGEFÄHRDUNG UNTER VERWENDUNG DER "GEOMORPHOLOGISCHEN KARTE"

Karl-Heinz Erdmann, Jörg Grunert und Ulrike Hardenbicker

ABSTRACT

In agricultural areas of the Federal Republic of Germany too, soil erosion represents a very serious threat to the geopotential of the soil. On the basis of mapping work done within the DFG programme focused on a 1 : 25,000 geomorphological map (DFG - Schwerpunktprogramme "Geomorphologische Karte, GMK-25) possibilities are discussed of how, using the "Universal Soil Loss Equation" (USLE), a map showing areas threatened by soil erosion can be developed from GMK-25 without further topographic surveying being required. Taking a section of the countryside south of Bonn as a model, a map is being developed which, based on the compilation of a landscape inventory shows the potential risk of natural soil erosion in its varying degrees throughout the area.

keywords: *soil erosion, USLE, GMK, soil conservation, potential risk of natural soil erosion*

1. EINLEITUNG

Die aquatische Bodenerosion, d.h. der durch Niederschlag ausgelöste und durch intensive Formen der Bodenbewirtschaftung begünstigte Verlust an Bodenkrume auf geeigneten Flächen, stellt auch in der Bundesrepublik Deutschland eine ernstzunehmende Gefährdung des landschaftsökologischen Partialkomplexes Boden (FINKE 1986) dar. Neben den lokalen Klimaverhältnissen (vgl. ERDMANN 1988) wird der Abtragungsprozeß von den Parametern Boden, Geländecharakteristik, Bodenbedeckung und Bodenschutzmaßnahmen beeinflusst. WISCHMEIER et al. (1978) entwickelten mit der "Universal Soil Loss Equation" (USLE) ein empirisches Verfahren, das - auf der Basis der erosionsbedingenden Faktoren - eine Prognose des potentiellen Bodenabtrags für einzelne Ackerflächen ermöglicht.

Seit nunmehr über drei Jahrzehnten wird in den USA die USLE von dem "Soil Conservation Service" bei der Planung von Maßnahmen gegen die Bodenerosion mit großem Erfolg eingesetzt.

Um diese Methode auch außerhalb der USA anwenden zu können, sind regionale Eichungen der die Bodenerosion beeinflussenden Faktoren wie

- Charakteristik des Regengeschehens (R-Faktor),
- Eigenschaft des Bodens (K-Faktor),
- Morphologie des Hanges (LS-Faktor),
- Bedeckung und Bearbeitung der Parzelle (C-Faktor) sowie
- Maßnahmen des Erosionsschutzes (P-Faktor)

erforderlich. SCHWERTMANN et al. (1987) legten deshalb das an mitteleuropäische Verhältnisse angepaßte modifizierte Verfahren "Vorausschätzung des Bodenabtrages durch Wasser mit Hilfe der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung - ABAG -" vor. Mit diesem korrigierten und verbesserten quantitativen Bemessungsinstrumentarium ist es nunmehr möglich, die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Reduzierung der Bodenerosion durch Wasser auch für mitteleuropäische Landschaften realistisch abzuschätzen.

2. BODENEROSIONS-PROGNOSEKARTEN

Eine wesentliche Grundlage für die Einleitung erosionsmindernder bzw. -schützender Maßnahmen ist die Darstellung der potentiellen Erosionsgefährdung in Karten. Mittels dieser Abtragsprognosekarten können besonders gefährdete Flächen im Landschaftsgefüge identifiziert werden.

Zur Abschätzung der regionalen Bedeutung der verschiedenen erosionsbeeinflussenden Parameter und des zu erwartenden Ausmaßes des Bodenabtrages entwarfen AUERSWALD et al. (1986) den "Atlas der Erosionsgefährdung in Bayern". Dieses - unter Verwendung der ABAG - im Maßstab 1: 2.000.000 erstellte Kartenwerk gibt eine räumlich differenzierte Übersicht über den durch Regen ausgelösten flächenhaften Bodenabtrag in Bayern. Insbesondere Planungsbehörden bzw. die Landwirtschaftsberatung sollen Informationen darüber erhalten, in welchem Ausmaß die verschiedenen bayerischen Regionen durch Bodenerosion gefährdet sind, welche Einflußgrößen diese bedingen und worauf mögliche Gegenmaßnahmen abzielen sollten. Die einzelnen Karten basieren auf einem Rasternetz mit einer mittleren Rasterlänge von ca. 2,3 km. Trotz der relativ hohen Auflösung umfassen die einzelnen Rasterflächen jedoch immer noch verhältnismäßig große Gebiete.

Neben diesen großräumigen Erosionsprognosekarten für Bayern legten neben DIEZ (1985) auch AUERSWALD et al. (1988) sowie NEUFANG et al. (1989) für einzelne Gemeindeflächen sehr hochauflösende Karten im Maßstab 1:5.000 vor. Letztere Karten, die über ein digitales Geländemodell auf der Grundlage der ABAG entwickelt wurden, sollen künftig in Bayern bei allen Flurbereinigungsverfahren und in der Landwirtschaftsberatung zum Einsatz kommen. Vorteil dieser großmaßstäbigen Karten ist, daß sie eine hohe Auflösung und eine dementsprechende Detailgenauigkeit besitzen. Schutzmaßnahmen lassen sich unmittelbar für einzelne Parzellen aus ihnen ableiten.

Mit der im folgenden vorgestellten Bodenerosionsgefährdungskarte im Maßstab 1:25.000 soll eine Lücke zwischen kleinmaßstäbigen Karten, die Angaben über das Gefährdungspotential ganzer Regionen machen, und sehr großmaßstäbigen Karten, die einzelne Gemeindeflächen charakterisieren, geschlossen werden. Ziel dieser Untersuchungen war es, eine Karte zu entwickeln, mit deren Hilfe die Erosionsgefährdung von Landschaftsräumen zu erfassen ist. Die Karte im Maßstab 1:25.000 stellt diesbezüglich einen vermittelnden Vorschlag dar (vgl. MANNSFELD 1984).

3. DIE GEOMORPHOLOGISCHE KARTE 1:25.000

Nach einer Vorlaufphase von 1972-76 wurden, ab 1976, im Rahmen eines DFG-Schwerpunktprogrammes "Geomorphologische Detailkartierung der BRD im Maßstab 1:25.000 (GMK-25)" Kartierungen zu Formenschatz und Genese typischer Landschaften der Bundesrepublik Deutschland durchgeführt (STÄBLEIN 1978, LESER et al. 1979). Hierzu wurden ca. 30 Blätter der TK 25 ausgewählt, die nach der erweiterten Fassung der sog. Grünen Legende kartiert werden sollten (LESER et al. 1979).

Die Kartenaufnahme läßt sich in die habituelle und substantielle Reliefaufnahme gliedern. Erstere umfaßt die Kartierung aller Einzelformen sowie der Hangneigungen nach bestimmten Hangneigungsklassen mit dem Ziel einer detaillierten Reliefdarstellung (Morphographie), letztere die genaue Aufnahme der Lockersubstrate bzw. der Bodenart sowie der formbildenden Festgesteine. In einem dritten Schritt werden die für die Reliefgenese wichtigen vorzeitlichen und aktuell ablaufenden Prozesse erfaßt und farbig dargestellt (Morphogenese).

Die GMK-25 ist somit konzipiert als komplexe geomorphologische Detailkarte. Maßstab und Blattschnitt machen es möglich, für einen größeren Raum bzw. eine typische Landschaftseinheit verschiedene Informationsschichten, wie Morphographie, Substrat, Prozesse und Dynamik, Geomorphogenese und oft auch Morphochronologie nebeneinander abzulesen (MÖLLER et al. 1986). Für anwendungsorientierte Zwecke können nach dieser Methode die Informationsschichten einzeln oder beliebig miteinander kombiniert und in Auszugskarten dargestellt werden (BARSCH und MAUSBACHER 1980).

4. BODENEROSION UND GMK-25

Am Beispiel der Kartierung der GMK-25 soll für die TK-25-Blätter 5308 Bonn-Bad Godesberg sowie 5309 Königswinter (in Auszügen) - in Anlehnung an STÄBLEIN (1987) - dargestellt werden, wie ohne zusätzliche Geländeaufnahme die Ableitung einer Bodenerosionsgefährdungskarte im Maßstab 1:25.000 erfolgen kann. Dabei wird das "natürliche Bodenerosionsgefährdungspotential" (nBGP) (vgl. ERDMANN et al. 1989) als Konstante bestimmt, die den jährlich zu erwartenden Bodenabtrag angibt, unabhängig von den tatsächlichen L-, C- und P-Faktoren. Zur Bestimmung der Erodibilität der Böden im Untersuchungsraum wird - unter Hinzuziehung von Tab. 1 - eine Gliederung auf der Basis der GMK-Auszugskarte "Substrat" durchgeführt (vgl. Karte 1).

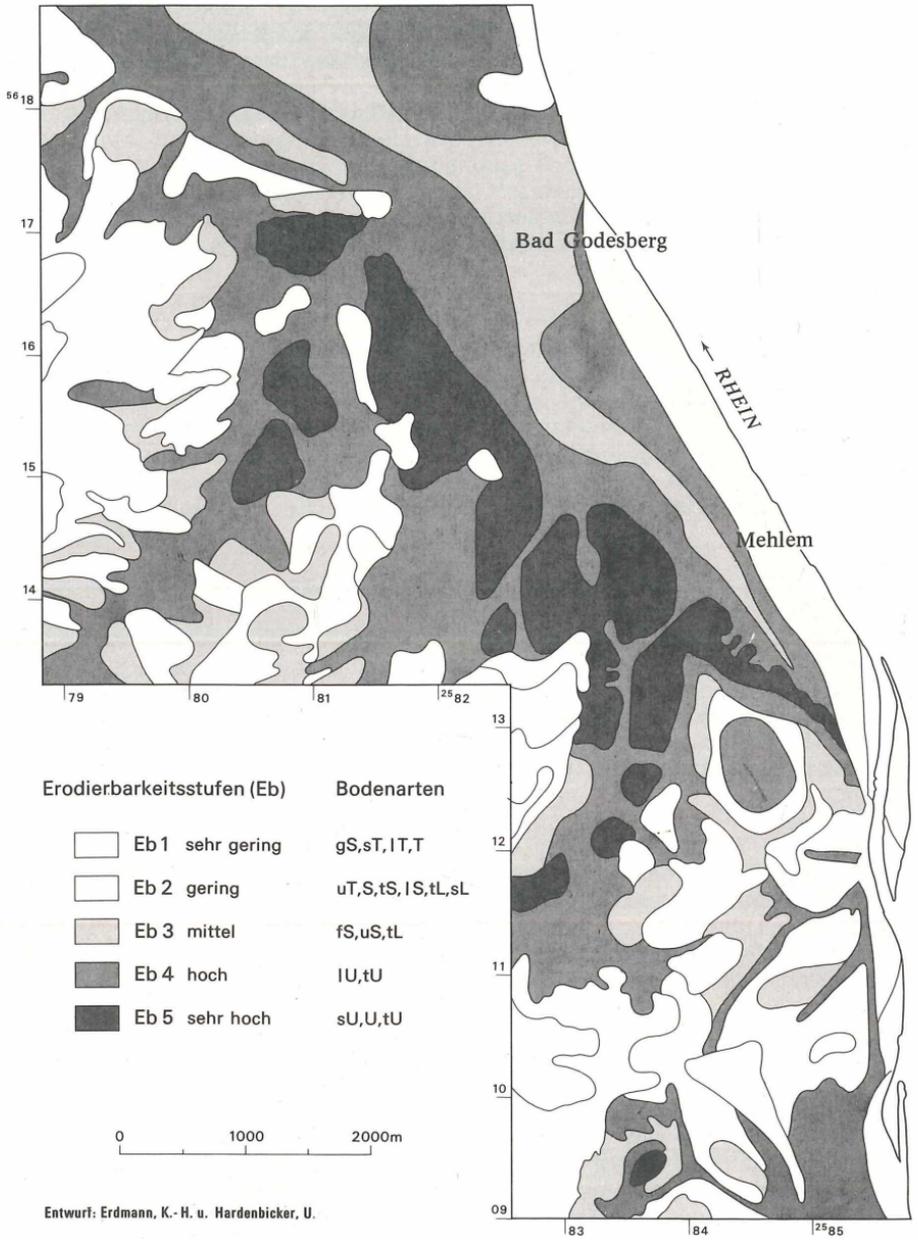
Tab. 1: Erodierbarkeit der Bodenarten durch Wasser.
(nach: ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENKUNDE 1982)

Erodierbarkeitsstufen (Eb)		Bodenarten	K-Faktoren nach Wischmeier & Smith (1978)
Kurzzeichen	Bezeichnung		
Eb 1	sehr gering	gS, sT, lT, T	≤ 0,10
Eb 2	gering	uT, S, tS, lS tL, sL	0,11 bis 0,25
Eb 3	mittel	fS, uS, tL	0,26 bis 0,50
Eb 4	hoch	lU, tU	0,51 bis 0,75
Eb 5	sehr hoch	sU, U, tU	> 0,75

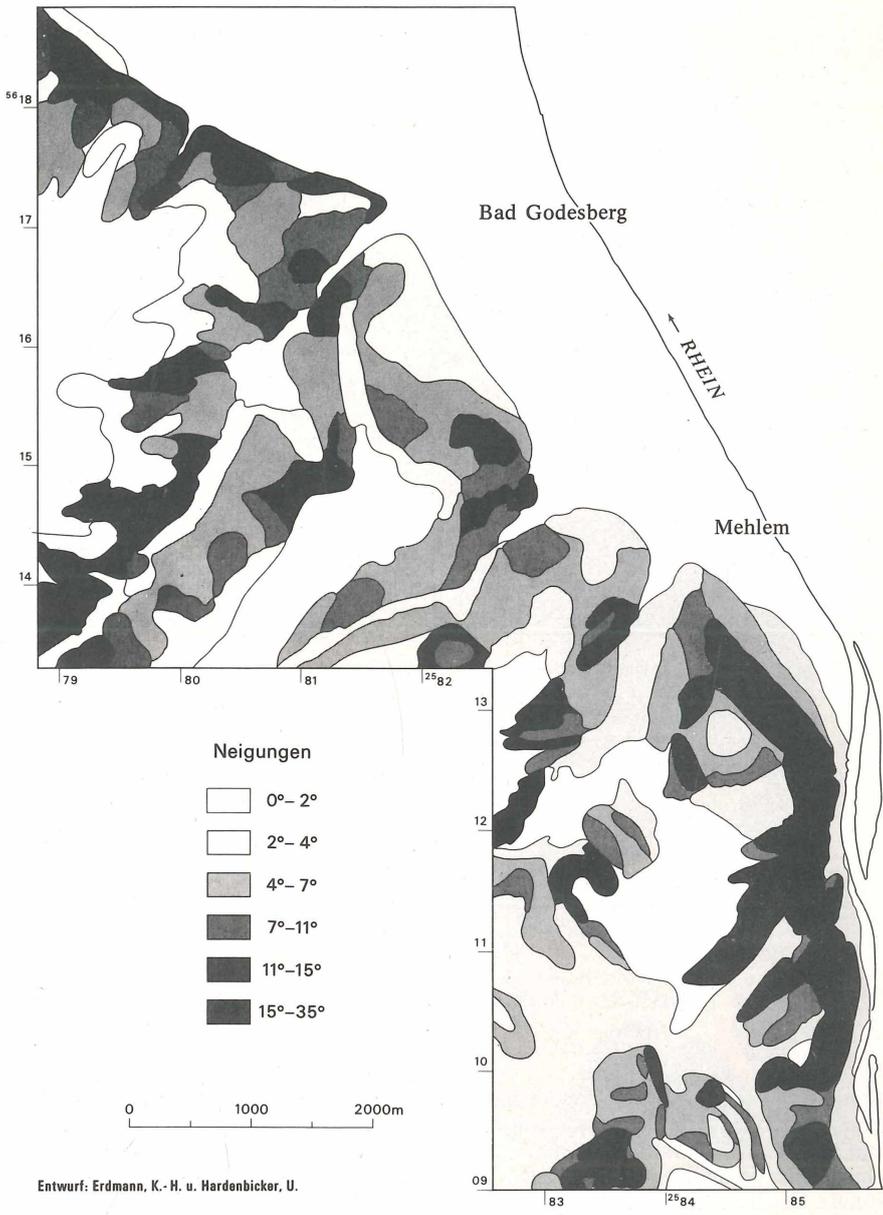
In Karte 2, die der GMK-Auszugskarte "Neigung" entspricht, wurde - abweichend von der GMK-Konzeption - aufgrund der örtlichen Gegebenheiten die Einteilung der Hangneigungsstufen (Ea) geringfügig modifiziert (vgl. Tab. 2).

Tab. 2: Potentielle Erosionsgefährdung durch Wasser (EfW) bei Regenfaktor R = 56 in Abhängigkeit von der Hangneigung (Ea) und der Erodierbarkeit der Bodenarten (Eb) auf der Basis von gleichbleibender Hanglänge (100 m) und Schwarzbrache (C = 1,0; P = 1,0).
(nach: ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENKUNDE 1982)

Erodierbarkeitsstufen der Bodenarten (Eb)	Hangneigungsstufen (Ea)					
	Ea 1	Ea 2	Ea 3	Ea 4	Ea 5	Ea 6
	0°-2°	2°-4°	4°-7°	7°-11°	11°-15°	15°-30°
Eb 1	0	0-1	1-2	2	3	4-5
Eb 2	1	1-2	3	3-4	4	5
Eb 3	1-2	2	3-4	5	5	5
Eb 4	2	3	4-5	5	5	5
Eb 5	3	4	5	5	5	5



Karte 1: Erodierbarkeit durch Wasser



Karte 2: Neigungen

Zur Berechnung der potentiellen Erosionsgefährdung durch Wasser (EfW), bzw. des nBGP, sind die Erodierbarkeitsstufen der Bodenarten (Eb) mit den Hangneigungsstufen (Ea) - auf der Basis von gleichbleibenden Hanglängen (100 m) und Schwarzbrache (C = 1; P = 1) - miteinander zu verknüpfen (vgl. Tab. 2). Die Einstufung der EfW in Tab. 3 ist an den zu erwartenden jährlichen Bodenabträgen orientiert.

Tab. 3: Einstufung der potentiellen Erosionsgefährdung durch Wasser (EfW) aufgrund der zu erwartenden jährlichen Abtragungsmengen.

(nach: ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENKUNDE 1982)

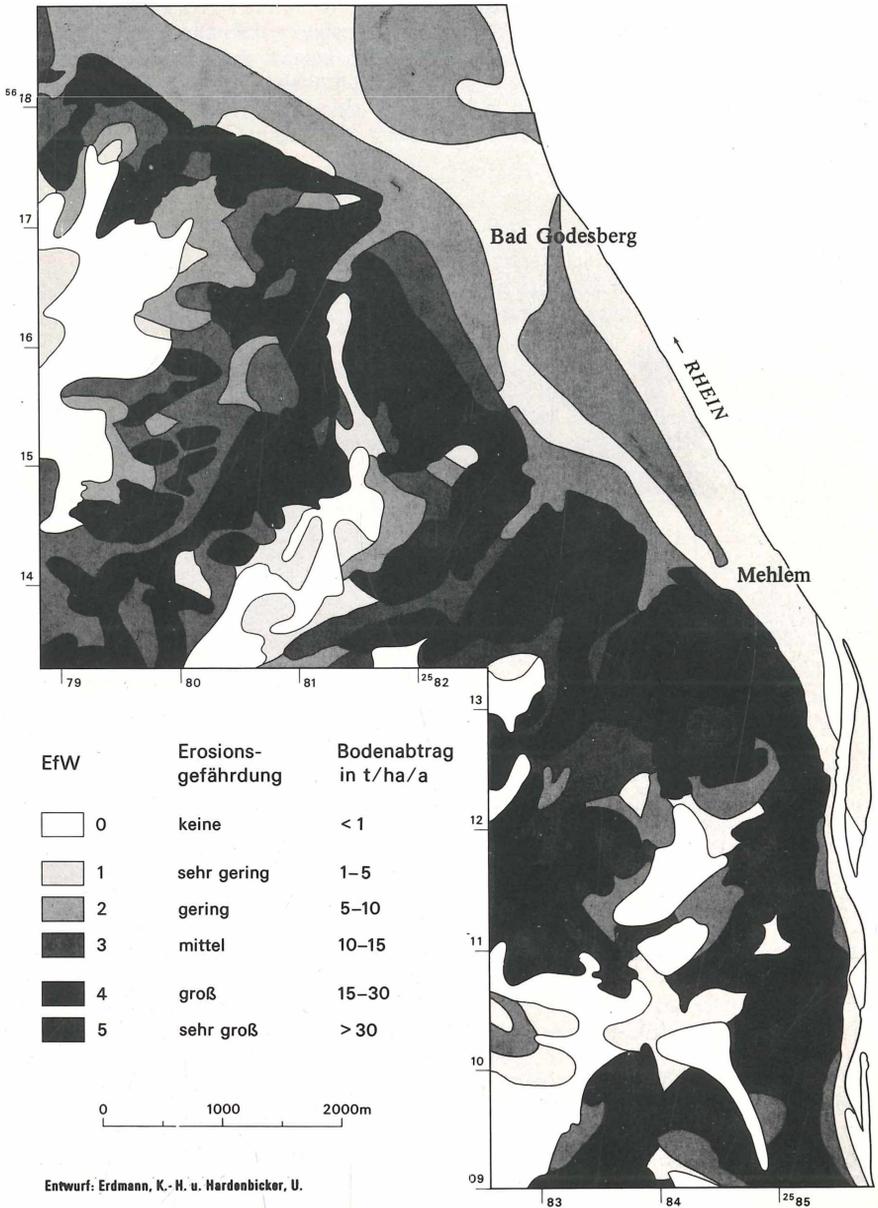
EfW	Kurzbezeichnung	Bodenabtrag in t/ha/a nach Wischmeier & Smith	Schutzmaßnahmen
0	keine	< 1	nicht erforderlich
1	sehr gering	1 - 5	je nach Nutzung differierend erforderlich
2	gering	5 - 10	
3	mittel	10 - 15	
4	groß	15 - 30	zwingend erforderlich
5	sehr groß	> 30	

Tab. 4: Verteilung der Bodenerosionsklassen auf die verschiedenen Bodennutzungstypen 1987 im Untersuchungszeitraum

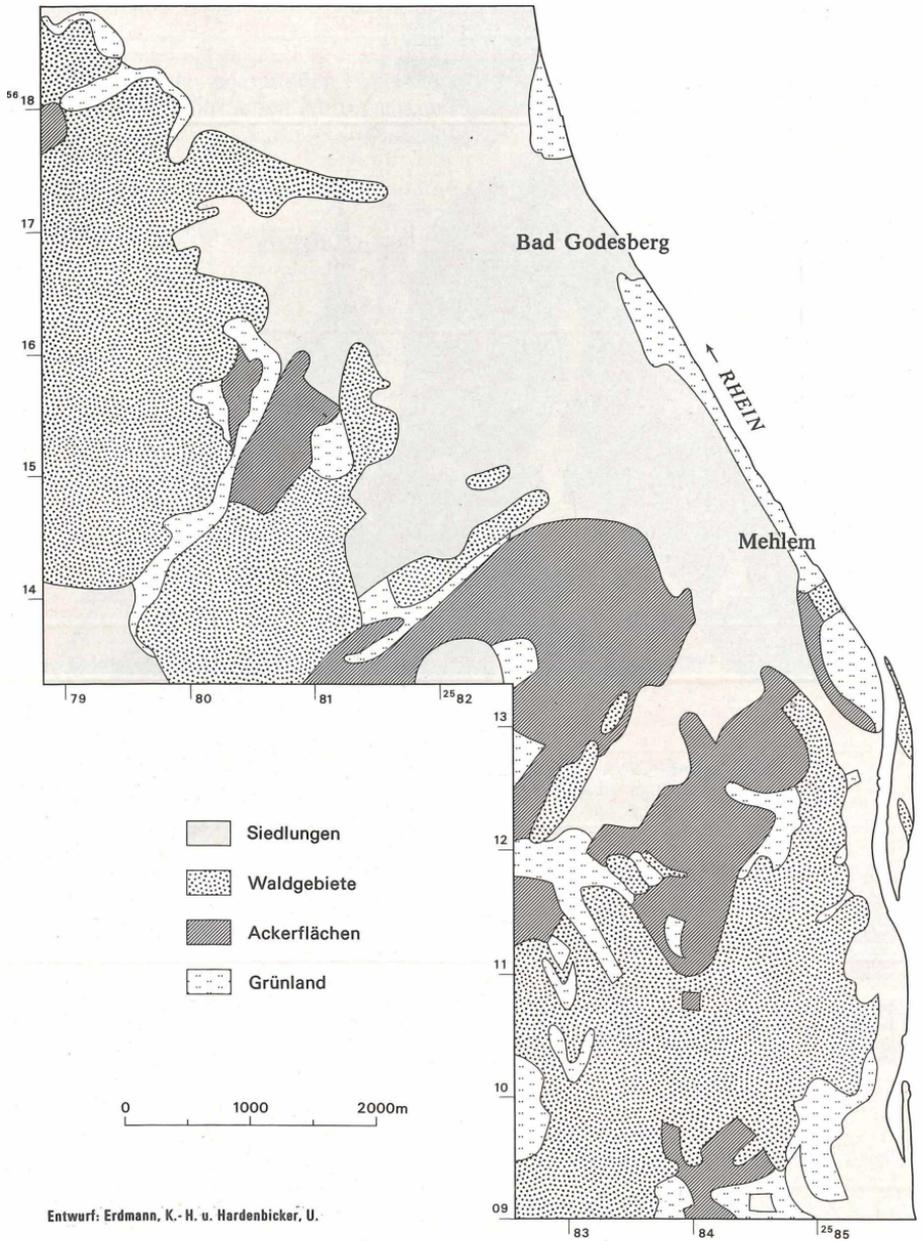
Bodennutzung	%Anteil an der Gesamtfläche	%Anteile der verschiedenen Bodenerosionsklassen auf den verschiedenen Bodennutzungstypen					
		< 1	1-5	5-10	10-15	15-30	>30
Wald	37,0	10,0	4,9	2,2	6,8	3,9	9,2
Grünland	9,6	0,8	2,3	1,5	1,4	1,3	2,3
Acker	12,4	1,5	0,6	1,0	2,3	1,9	5,1
Siedlung	41,0	0,6	9,8	12,9	3,8	4,3	9,6
Gesamt	100,0	12,9	17,6	17,6	14,3	11,4	26,2

Die Verbreitung der potentiellen Erosionsgefährdung (EfW) im Untersuchungsraum ist in Karte 3 dargestellt. Auf 11,4 % der untersuchten Fläche ist sie demnach als groß und auf 26,2 % sogar als sehr groß einzustufen, d.h. 37,6 % der Fläche des bearbeiteten Kartenausschnittes weist einen potentiellen Bodenabtrag auf, der 15 t/ha a übersteigt.

Die aktuelle Bodennutzung (1987) ist in Karte 4 dargestellt. Zur Ermittlung der prozentualen Verteilung der sechs Bodenerosionsklassen auf die verschiedenen Bodennutzungstypen waren Karte 3 und Karte 4 miteinander zu verschneiden. Das in Tab. 4 dargestellte Ergebnis verdeutlicht, daß immer noch 23,7 % der Fläche des Untersuchungsraumes auf die zwei höchsten Erosionsgefährdungsstufen entfallen, gegliedert in Wald- (13,1 %), Acker- (7,0 %) und Grünlandnutzung (3,6 %). Die Siedlungsflächen von derzeit 41,0 % bleiben dabei unberücksichtigt.



Karte 3: Potentielle Erosionsgefährdung durch Wasser



Karte 4: Landnutzung 1987 im Untersuchungsraum

Besonders der hohe waldbaulich genutzte erosionsgefährdete Flächenanteil verdeutlicht, welche bedeutende Schutzfunktion der Wald im Untersuchungsraum besitzt. Vor allem die steilen Hanglagen des Rheintales sind durch ausgedehnte Waldpflanzungen vor Abtrag geschützt und sollten deshalb in Zukunft ganz besonderen Schutz erfahren. Trotz des relativ geringen Ackeranteils von 12,4 % im Untersuchungsraum sind - da es sich fast ausnahmslos um lößbedeckte Areale handelt - bodenschützende Maßnahmen einzuleiten, denn mehr als die Hälfte dieser Flächen ist stark erosionsgefährdet.

Zur Planung wirkungsvoller Bodenschutzmaßnahmen ist das nBGP mit verschiedenen Bodennutzungsvarianten und unterschiedlichen Hanglängen zu verknüpfen, um auf diese Weise für einzelne Nutzungspartellen landschafts- sowie kulturspezifische Bodenabtragsraten zu prognostizieren.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Nach WILLIAMS und MORGAN (1976) können mit Hilfe Geomorphologischer Karten auch für größere Landschaftsräume bodenerosionsgefährdete Areale besonders gut identifiziert werden.

Neben den existierenden klein- und großmaßstäbigen Bodenerosionsgefährdungskarten stellen die im Maßstab 1:25.000 vorgestellten Karten bei der Planung von Bodenschutzmaßnahmen eine wichtige ergänzende Komponente dar. Am Beispiel eines südlich von Bonn gelegenen Landschaftsausschnittes wurde, basierend auf Kartierungen zur GMK-25, eine Karte entwickelt, in der das natürliche Bodenerosionsgefährdungspotential in seiner räumlichen Differenzierung als Ergebnis der Landschaftsinventarisierung dargestellt wird.

LITERATUR

- ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE, 1982: Bodenkundliche Kartieranleitung. - Hannover, 3. verbesserte und erweiterte Auflage.
- AUERSWALD K., FLACK W., NEUFANG L., 1988: Räumlich differenzierende Berechnung großmaßstäblicher Erosionsprognosekarten - Modellgrundlagen der dABAG. - Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, 151: 369-373.
- AUERSWALD K., SCHMIDT F., 1986: Atlas der Erosionsgefährdung in Bayern. Karten zum flächenhaften Bodenabtrag durch Regen. - GLA-Fachberichte 1.
- BARSCH D., MÄUSBACHER R., 1980: Auszugs- und Auswertungskarten als mögliche nutzungsorientierte Interpretation der Geomorphologischen Karten 1:25.000. - Berliner Geographische Abhandlungen 31: 31-48.
- DIEZ T., 1985: Grundlagen und Entwurf einer Erosionsgefährdungskarte von Bayern. - Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 43/II: 833-840.
- ERDMANN K.-H., 1988: Bodenerosion und Niederschlagsmessung. - Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 56: 67-70.
- ERDMANN K.-H., HARDENBICKER U., 1989: Erfassung der Bodenerosion mit Hilfe der GMK-25. - Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 59/II: 1049-1054.
- FINKE L., 1986: Landschaftsökologie. - Braunschweig.
- LESER H., STÄBLEIN G., 1979: Das GMK - Schwerpunktprogramm der DFG. GMK 25 - Legende, 4. Fassung. - Geographisches Taschenbuch - Jahrbuch für Landeskunde: 115-134.
- MANNFELD K., 1984: Die naturräumliche Ordnung als Grundlage für die Landschaftsdiagnose im mittleren Maßstab. - In: RICHTER, H., AURADA, K.D., (Hrsg): Umweltforschung. Zur Analyse und Diagnose der Landschaft, Gotha 1984: 63-79.
- MÖLLER K., STÄBLEIN G., 1986: Die Geomorphologische Karte 1:25.000, Blatt 17, 4725 Bad Sooden-Allendorf - Erkenntnisse und Anwendungen. - Berliner Geographische Abhandlungen 41: 227-255.
- NEUFANG L., AUERSWALD K., FLACKE W., 1989: Räumlich differenzierende Berechnung großmaßstäblicher Erosionsprognosekarten - Anwendung der dABAG in der Flurbereinigung und Landwirtschaftsberatung. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 30: 233-241.

- SCHWERTMANN U., VOGL W., KAINZ M., 1987: Bodenerosion durch Wasser. Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen. - Stuttgart.
- STABLEIN G., 1978: Feldaufnahme zur geomorphologischen Detailkartierung. - In: Geomorphologische Detailaufnahme - Beiträge zum GMK-Schwerpunktprogramm. Berliner Geographische Abhandlungen 30: 21-31.
- STABLEIN G., 1987: Bodenerosion und geomorphologische Kartierung. Probleme und Ansätze einer angewandten Geomorphologie. - Münstersche Geographische Arbeiten 27: 29-41.
- WILLIAMS A. R., MORGAN R.P.C., 1976: Geomorphologic mapping applied to soil erosion evaluation. - Journal of Soil and Water Conservation 31: 164-168.
- WISCHMEIER W.J., SMITH D.D., 1978: Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. - Agricultural Handbook No. 537.

ADRESSE

K.-H. Erdmann
MAB Geschäftsstelle
Bundesforschungsanstalt für
Naturschutz und
Landschaftsökologie
Konstantinstraße 110
D-W-5300 Bonn

Prof. Dr. J. Grunert
U. Hardenbicker
Geographische Institute der
Universität Bonn
Abteilung für spezielle und
angewandte physische
Geographie
Meckenheimer Allee 166
D-W-5300 Bonn

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: [19_2_1990](#)

Autor(en)/Author(s): Erdmann Karl-Heinz, Grunert Jörg, Hardenbicker Ulrike

Artikel/Article: [Räumlich differenzierte Berechnung der Bodenerosionsgefährdung unter Verwendung der "Geomorphologischen Karte" 736-745](#)