

Zeitschrift: Regio Basiliensis : Basler Zeitschrift für Geographie
Herausgeber: Geographisch-Ethnologische Gesellschaft Basel ; Geographisches Institut der Universität Basel
Band: 31 (1990)
Heft: 1

Artikel: Bodenerosion im Feuerbachtal : Gefährdungspotential, Schadensbilder und standortgerechte Fruchtfolgetypen
Autor: Rüttimann, Markus
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1088713>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Bodenerosion im Feuerbachtal

Gefährdungspotential, Schadensbilder und standortgerechte Fruchtfolgetypen

Markus Rüttimann

Zusammenfassung

In den letzten Jahren wurde im Feuerbachtal die Zunahme der Erosion beobachtet. Um Entscheidungsgrundlagen für die landwirtschaftliche Praxis zu erhalten, wurde mit einem vereinfachten Verfahren das Erosionsrisiko der landwirtschaftlichen Nutzflächen bestimmt und im Niederschlagsjahr 1988 durch die Schadensaufnahmen auf repräsentativen Ackerstandorten ergänzt. Mit diesem Vorgehen konnten der landwirtschaftlichen Beratungsstelle Richtwerte für standortgerechte Fruchtfolgetypen geliefert werden.

Erosion des sols dans la vallée du Feuerbach

Résumé

Au cours des dernières années, on a observé une augmentation des phénomènes d'érosion dans la vallée du Feuerbach. Afin d'obtenir des éléments de décision pour la pratique culturale, on a, par un procédé simplifié, déterminé le risque d'érosion des surfaces agricoles utiles (SAU). On l'a complété par la représentation cartographique des risques de dégâts dans les zones culturales caractéristiques au cours de la saison pluviométrique 1988. Grâce à ce procédé on a pu livrer aux centres d'informations agricoles des directives pour des types de rotations culturales adaptées à chaque secteur.

Anschrift des Autors: Dipl.geogr. Markus Rüttimann, Forschungsgruppe Bodenerosion, Geographisches Institut der Universität Basel, Klingelbergstr. 16, CH-4056 Basel

1. Einleitung

Anlass für die vorliegenden Untersuchungen im Feuerbachtal war eine Anfrage von Ing. H. Zitzer (Maugenhard) an das Geographische Institut der Universität Basel. Es sollten für die projektierte Feuerbach-Sanierung Entscheidungsgrundlagen über das Ausmass potentieller und aktueller Erosionsprozesse bereitgestellt werden. Die häufigeren Hochwasser des Feuerbaches während der letzten Jahre, die Schäden in angrenzenden Nutzflächen sowie die markant beschleunigte vertikale und laterale Erosion im Bachbett deuten auf ein weitflächig vermindertes Wasserrückhaltepotential der landwirtschaftlichen Nutzfläche hin. Mit geringerem Rückhaltevermögen gehen erhöhte Abflussraten des oberflächlich abfliessenden Niederschlagswassers einher. Sie verstärken die Abscherwirkung auf das Bodenmaterial und begünstigen in Kulturen mit grossen Saatreihenabständen und geringer Flächenwurzelung den Bodenabtrag.

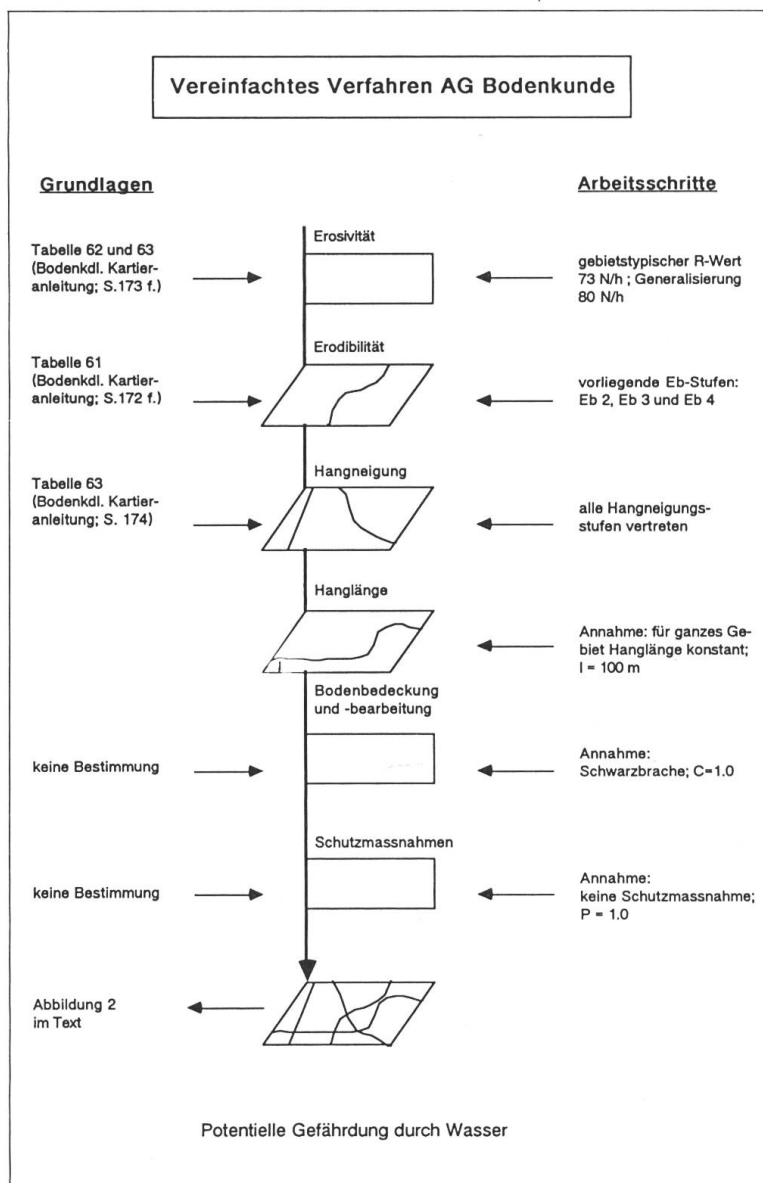


Abb. 1 Arbeitsschritte zur Ermittlung der potentiellen Erosionsgefährdung durch Wasser nach dem vereinfachten Verfahren der AG Bodenkunde.

Die bodenspezifische Erosionsgefährdung hängt vor allem von der Bodenart ab, die im wesentlichen die Gefügestabilität bedingt. Abflussgeschwindigkeit und Menge des Oberflächenwassers werden durch Hangneigung und Hanglänge beeinflusst. Da die Hanglänge durch acker- und pflanzenbauliche Massnahmen kurzfristig verändert werden kann, wurde zur Beurteilung der Erosionsgefährdung die Hangneigung verwendet; für eine einheitliche Bezugsbasis wurde von einer konstanten Hanglänge von 100 m ausgegangen.

Der geschwächte Erosionswiderstand der Landwirtschaftsflächen geht auf den anhaltenden Trend zu spät- und schlechtdeckenden Kulturarten zurück. In der Gemarkung Efringen-Kirchen hat der Maisanbau in der 1 740 ha grossen Ackerfläche mittlerweile einen Anteil von 35% erreicht. In mehreren Landwirtschaftsbetrieben liegt der Maisanteil in der Fruchtfolge heute zwischen 50% und 60%, in Extremfällen bei 80%.

Durch die örtlichen und überörtlichen Flurneuordnungen zu Beginn der siebziger Jahre wurden die realgeteilten Streifenfluren durch ein modernes, rationeller bewirtschaftbares Parzellenmuster mit vergrösserten Einzelschlägen abgelöst. Durch fehlende Unterteilungen erhöhte sich damit die erosive Hanglänge. Durch Meliorationsmassnahmen konnten dauerbegrünte Böden im Staunässebereich der Talsohlen in ackerbauliche Nutzung genommen werden.

Dank geeigneten Böden wie auch aus klimatischen und sozioökonomischen Gründen (Nebenerwerbstendenz) ist der Rebbau im Feuerbachtal stark vertreten. Von der "Alten Postbrücke" bei Efringen talaufwärts belegen die Rebflächen etwa 4% der knapp 20 km² grossen landwirtschaftlichen Nutzfläche. Sie bestocken steilste Hanglagen (>18%) zuweilen vom Ober- bis zum Unterhang. Obwohl deutlich sichtbare Bodenabträge zu beklagen sind, gilt die Bodenbegrünung jedoch für die Mehrzahl der Weinbauern noch immer als unpopuläre Schutzmassnahme.

Neben den anthropogen ausgelösten oder verstärkten Erosionsprozessen bedingen die naturräumlichen Gegebenheiten des Feuerbachtals eine beträchtliche Erosionsprädisposition:

- Die jährlichen Niederschlagsmengen liegen zwischen 800 und 1 000 mm (*Bider et al.* 1984). Erosive Niederschläge fallen vorwiegend während der Sommermonate, bei oftmals ungenügender Bodenbedeckung durch die angebauten Kulturen.
- Die vorliegenden Bodentypen gründen weitenteils auf Löss und Lösslehm (*Geolog. Landesamt* 1985). Ihre hohen Schluffanteile sind besonders den hydromechanischen Kräften des Oberflächenabflusses ausgesetzt.
- Das Feuerbachtal hat die für das Markgräfler Hügelland charakteristischen Reliefmerkmale: Mit Höhenunterschieden bis maximal 270 Meter, Hanglängen bis 600 Meter und einem grossen Flächenanteil (ca. 80%) mittlerer bis hoher Hangneigungsklassen (>5%) sind Reliefenergie und Wirksamkeit gravitativer Kräfte in diesem ackerbaulich intensivst genutzten Raum beträchtlich.

2. Erfassungsmethodik und Vorgehen

Grösse und Heterogenität der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Untersuchungsgebiet machten eine grossflächige Aussage über die Erosionsgefährdung erforderlich, die nur über ein erprobtes und vereinfachtes Abschätzungsverfahren synthetisiert werden konnte. Hierfür schien das "Vereinfachte Verfahren zur Ermittlung der potentiellen Erosionsgefährdung durch Wasser" (*AG Bodenkunde* 1982, 172 ff) am geeignetsten (Abb. 1). Bei diesem sind die Einflussgrössen Niederschlag, Bodenart und Hangneigung differenziert zu berücksichtigen. Die durch Anbau und Bewirtschaftung stets veränderbaren

Größen wie erosive Hanglänge, Schutzmassnahmen, Bodenbedeckung und -bearbeitung werden konstant gehalten, so dass die Gefährdungsprognose das langjährige naturräumliche Gefährdungspotential von Ackerflächen erfassen kann.

Das aktuelle Erosionsgeschehen konnte mittels komplexen Schadenskartierungen für das Niederschlagsjahr 1988 auf 13 repräsentativen Ackerstandorten, den sog. Kleinkartierflächen (KKF), beobachtet werden. Diese haben den Vorzug grösserflächiger Aussagen; von Nachteil ist, dass rein flächenhafte Abtragsprozesse erkennbar, jedoch nicht quantifizierbar sind. Die quantifizierten Bodenabträge konnten mit den bei der Gebietsstation Maugenhard aufgezeichneten Niederschlagsereignissen in Beziehung gebracht werden. Im Hinblick auf die Erosionsverminderung wurden Abtragstoleranzen festgelegt (*Schwertmann et al.* 1987, 12) und gefragt, nach welchen Intensitäts-Abstufungen der Maisanbau im Feuerbachtal standortangepasst erfolgen darf, damit die Fruchtbarkeit der Böden nicht durch Bodenverluste verringert und der Wasserrückhalt des Einzugsgebietes verbessert wird.

3 Ergebnisse

3.1 Potentielle Gefährdungssituation im Massstab 1 : 25 000

Ergebnisse der Grundlagenbearbeitung

- Gebietstypischer R-Faktor (Erosivität der Niederschläge): Die von der Gebietsstation aufgezeichneten Jahreswerte gehen gut mit dem Niederschlagsgang der Referenzstation Eimeldingen einher und der R-Faktor kann mit ausreichender Zuverlässigkeit über die bestehende, 12-jährige Messreihe der Referenzstation vollzogen werden (12-jähriges Mittel 73 N/h.).
- Erodierbarkeit der Bodenarten durch Wasser: Die K-Faktoren der Böden wurden auf der Grundlage der Ackerbeschriebe der Deutschen Reichsbodenschätzung und einem entsprechenden Nomogramm (*Schwertmann et al.* 1987, 24) bestimmt. Aufgrund von Verteilungsmuster und Flächenanteilen der Bodenarten-Klassen ist der südliche Gebietsteil insgesamt instabiler und dadurch der Beitrag der Erodibilität an die Erosionsprädisposition grösser als im oberen Feuerbachtal; hier bilden Löss und Lösslehm fast durchwegs das Bodensubstrat, währenddessen die stabilen Bodenareale zumeist auf tonigen Substraten entstanden sind.
- Hangneigungsverhältnisse: Der südliche Talabschnitt ist vorwiegend durch geringere Hangneigungen gekennzeichnet (unter 9%). Mit Neigungen kleiner 3.5% bilden die Sohlenbereiche des Haupttales und der einmündenden Seitentälchen neigungschwache Tiefenlinien. Die durchschnittlich stärkeren Hangneigungen im oberen Feuerbachtal bedingen eine höhere Erosionsprädisposition als im südlichen Teil.
- Gefährdungssituation: Nach der Gefährdungskarte liegt das Untersuchungsgebiet zu etwa 90% in grossem (EfW 4) bis sehr grossem (EfW 5) potentiellen Gefährdungszustand (Abb. 2). Zeitpunkt und Ausmass der alljährlich eintretenden erosiven Niederschläge, erosionsanfällige Bodenarten und mittlere bis steile Hanglagen bestätigen in verschiedensten Klassen-Konstellationen das beträchtliche, naturräumliche Gefährdungspotential (vgl. Tab. 1).

3.2 Aktuelle Gefährdungssituation und Schadenscharakteristik

Erosivität der Niederschläge (R-Faktor)

Durch die Aufzeichnungen des Regenschreibers in Maugenhard sind 31 Niederschlagsereignisse mit erosiver Wirkung belegt. Die Summe aller Einzelereignisse (R_e) ergab für das Messjahr 1988 einen Jahres-R-Faktor von 61.8 N/h (vgl. Tab. 2). Rund 85% dieser Niederschläge fiel in den Sommermonaten Mai bis Oktober; allein die Juni-Erosivität betrug 23.5 N/h (38%). Dank einer relativ grossen Zahl gering erosiver Ereignisse fiel der Monat Dezember mit rund 9% des Gesamt-R-Faktors stärker ins Gewicht als die drei Sommermonate Mai, September und Oktober.

Mangels gebietseigener Grundlagen wurde überprüft, ob die Summenprozent der R-Faktor-Anteile für Bayern auf das Feuerbachtal übertragbar sind. Die Tagessummenprozent (*Schwertmann et al.* 1987, 45) wurden zu Monatssummenprozent aufsummiert und mit der Kurve des Untersuchungsgebietes verglichen. Beide Kurven verlaufen beinahe identisch.

Bodenabträge der Kleinkartierflächen (KKF)

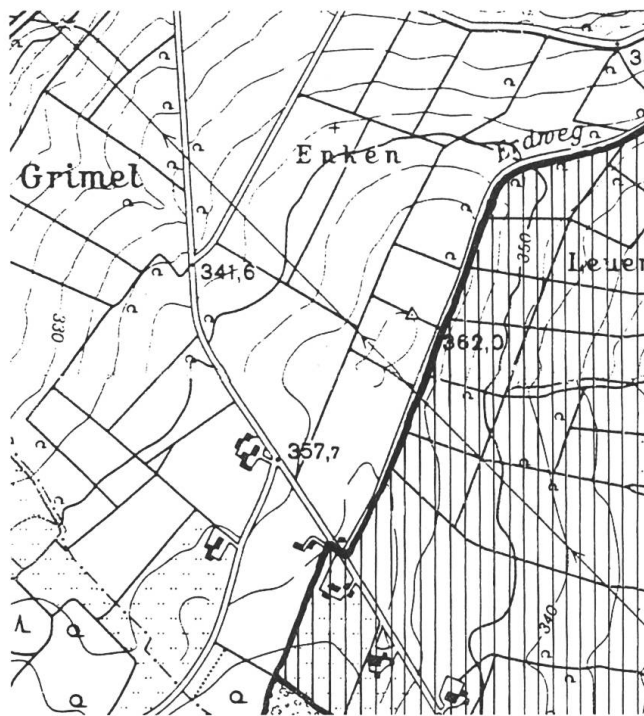
Bereits bis Ende Mai, wenige Wochen nach der Saatbeet-Bereitung und der Einsaat der Maiskulturen, wurden mit gering erosiven Niederschlägen (R-Faktor 1. - 30. Mai: 2.2 N/h) auf praktisch allen KKF sichtbare Erosionsformen ausgelöst. Es handelte sich

R = 80		Hangneigungsklassen						
K-Faktor-Klasse		1-2 %	2-3.5 %	3.5-5 %	5-9 %	9-12 %	12-18 %	18-27 %
Eb1	EfW-Stufe Abtrag in t/ha a	0-1 0-1.3	1 0-3.6	1 0-7.0	2-3 0-17.1	3 0-26.3	4 0-48.2	5 0-88.6
Eb2	EfW-Stufe Abtrag in t/ha a	1 0.4-3.3	1-2 1.3-8.9	2-3 3.6-17.7	3-4 7.0-42.6	4 17.1-65.7	5 26.3-120.6	5 48.2-221.6
Eb3	EfW-Stufe Abtrag in t/ha a	2 1.0-6.6	2-3 3.3-17.8	4 8.9-35.3	4 17.7-85.3	5 42.6-131.3	5 65.6-241.2	5 120.6-443.1
Eb4	EfW-Stufe Abtrag in t/ha a	3 2.0-9.9	3-4 6.6-26.7	4-5 17.8-53.0	5 35.3-128.0	5 85.3-197.0	5 131.3-361.8	5 241.2-664.7
Eb5	EfW-Stufe Abtrag in t/ha a	4 3.0-13.2	4 9.9-35.6	5 26.7-70.6	5 53.0-170.6	5 128.0-262.6	5 197.0-482.4	5 361.8-886.3

LEGENDE		K-Faktor-Klassen		Gefährdungsstufen	
Eb1	≤ 0.10	Eb4	0.51-0.75	EfW 0	< 1 t/ha a
Eb2	0.11-0.25	Eb5	> 75	EfW 1	1-5 t/ha a
Eb3	0.26-0.50			EfW 2	5-10 t/ha a
				EfW 3	10-15 t/ha a
				EfW 4	15-30 t/ha a
				EfW 5	> 30 t/ha a

Tab. 1 Gefährdungstabelle mit Gefährdungsstufen (EfW 0 bis 5) nach dem vereinfachten Verfahren der AG Bodenkunde und modellierten, genaueren Abtragswerten bei R-Faktor = 80 N/h.

Die bodenspezifische Erosionsgefährdung der Böden im Feuerbachtal liegt in den K-Faktor-Klassen Eb 2 bis Eb 4. Dass die Gefährdungsstufen (Zeile "EfW-Stufe") die zu erwartenden Abtragswerte nur unzureichend abdecken können, verdeutlichen die unter denselben Vorgaben nachmodellierten Abtragswerte (Zeile "Abtrag in t/ha · a").



Potentielle Erosionsgefährdung durch Wasser

Einstufung der potentiellen Erosionsgefährdung tief- bis mittelgründiger Böden aufgrund der zu erwartenden jährlichen Abtragungsmengen (bei R-Faktor 80; gleichbleibende Hanglänge von 100 m; Schwarzbrache; keine Schutzmassnahmen)

Bodenabtrag in t/ha a	Erosionsgefährdung	
	Bezeichnung	Kurzzeichen
< 1	keine	EfW 0
1 - 5	schr gering	EfW 1
5 - 10	gering	EfW 2
10 - 15	mittel	EfW 3
15 - 30	gross	EfW 4
> 30	schr gross	EfW 5


 Wald

Abb. 2 Potentielle Erosionsgefährdung durch Wasser
Der vorliegende Kartenausschnitt (Tannenkirch/Gupf – Holzen – Mappach) zeigt die Gefährdungssituation der grössten zusammenhängenden Landwirtschaftsfläche des Untersuchungsgebietes. (Ausschnitt der topographischen Kartenblätter 8211, 8311; Norden ist oben)

zumeist um Verschlammungs- und/oder Verspülungseffekte; quantifizierbare Einzelformen waren eher die Ausnahme und mit Abträgen unter einer Tonne von geringer Dimension (Tab. 3).

Bis Mitte Juni fielen weitere erosive Niederschläge von rund 23 N/h. Alleine der Starkniederschlag vom 4. Juni brachte einen R-Faktor von 15.4 N/h, dessen energetische Wirkung sich bei durchschnittlichem Deckungsgrad des Mais von knapp 10% grösstenteils direkt auf den Boden umsetzen konnte. Auf den seit Ende Mai durch Verspülung und Verschlammung vorbelasteten Flächen waren deutlich höhere Abträge festzustellen; bei den übrigen Flächen blieb es bei nicht-quantifizierbaren Prozessen im Dezimeter-Bereich sowie geringen Abträgen durch vereinzelt aufgetretene, lineare Erosionsformen.

Zwischen Mitte Juni und Mitte Juli fielen knapp 40 mm Niederschläge mit einer Erosivität von 5.1 N/h. Obwohl dieser Wert deutlich unter der Erosivität der ersten Junihälfte liegt und die Pflanzendecke mittlerweile einen Deckungsgrad von über 50% aufwies, konnte bei sechs Kleinkartierungsflächen eine beträchtlich grössere Zunahme der quantifizierten Bodenabträge (zwischen +5 und +30 t) festgestellt werden. Zwischen Mitte Oktober (neue Saatbeet-Bereitigung) und Mitte Dezember waren nochmals 5 N/h an erosiven Regen zu verzeichnen, die auf den sehr schwach (neue Einsaat) und unbedeckten (Schwarzbrache) Äckern nochmals zumeist flächenhafte Erosion auslösten.

Monat	Tag	Re (N/h)	monatl. R-Anteil
Januar	28.	0.5	0.81 %
Februar	6.	0.3	1.13 %
	11.	0.4	
März	24.	0.5	0.81 %
April	6.	1.7	2.75 %
Mai	2.	0.3	3.56 %
	8.	0.6	
	30.	1.3	
Juni	4.	15.4	38.02 %
	11.	0.6	
	12.	2.6	
	14.	4.6	
	16.	0.3	
Juli	1.	0.6	13.92 %
	8.	4.5	
	15.	1.6	
	28.	1.9	
August	1.	0.9	20.39 %
	2.	8.7	
	12.	2.7	
	25.	0.3	
September	23.	0.5	3.72 %
	30.	1.8	
Oktober	3.	0.5	4.53 %
	10.	2.3	
November	13.	0.3	1.62 %
	20.	0.7	
Dezember	5.	2.8	8.74 %
	9.	1.4	
	19.	1.2	
Total		61.8 N/h	100.00 %

Tab. 2 Stärke und Verteilung erosiver Niederschläge im Untersuchungsgebiet für das Messjahr 1988

Deutlich kommen die Starkregen vom 4. und 14. Juni, 8. Juli und 2. August 1988 zum Ausdruck. Der Beitrag dieser vier Niederschlagsereignisse sowohl an den relativen monatlichen R-Faktor-Anteil als auch an den Jahres-R-Anteil war mit über 50% gross.


Im Sinne einer Hypothese lässt sich aus den Feldbeobachtungen für das Untersuchungsgebiet folgender Zusammenhang zwischen Erosivität und Erosionsprozessen ableiten: Bei mittlerer Erodibilität der Böden (bei $K = 0.5$), Hangneigungen von 5% und grösser, erosiven Hanglängen grösser als 50 m und einer schlecht deckenden Kultur (Hackfrüchte!), reicht bei konventioneller Bewirtschaftungsweise und Fehlen besonderer Schutzmassnahmen eine Erosivität von 5 N/h aus, um unbeeinträchtigte Böden hinsichtlich der Erosion zu disponieren sowie auf bereits geschädigten Äckern Prozesse und Bodenabträge zu verstärken.

Typische Schadensbilder und Formenquerschnitte

Bei der Auswertung der kartierten Schadensbilder fiel auf, dass die meisten Erosionsprozesse im Untersuchungsgebiet den Bearbeitungsstrukturen (Saatreihen, Fahrspuren, Ackerrand- und Anhaupfurchen, Bodenverdichtungen) folgen. Bei hangparalleler Bearbeitungsrichtung sind vor allem die in Falllinie verlaufenden, die Kultur abschliessen-

Bodenbedeckung und -bearbeitung

Richtwerte für standortgerechte Fruchtfolgen auf der Basis des potentiellen Erosionsrisikos und einem mittleren Toleranzwert von 7.5 t/ha a

Arcal	C max (bei T=7.5 t/ha a)	maximal zulässiger Mais-Anteil
1	≤ 1.00	Mais-Getreide- Fruchtfolgen mit maximal 66% Mais-Anteil
2	≤ 0.71	
3	≤ 0.71	
4	≤ 0.89	
5	≤ 0.61	
6	≤ 0.59	
7	≤ 0.52	
8	≤ 0.26	Mais-Getreide- Fruchtfolgen mit maximal 33% Mais-Anteil
9	≤ 0.27	
10	≤ 0.28	
11	≤ 0.14	Mais-Getreide- Fruchtfolgen mit maximal 33% Mais-Anteil nur mit Schutz- massnahmen (Spurlockerung, Wintergetreideein- saat, Mulchsaat)
12	≤ 0.11	
13	≤ 0.16	
14	≤ 0.09	
	Wald	

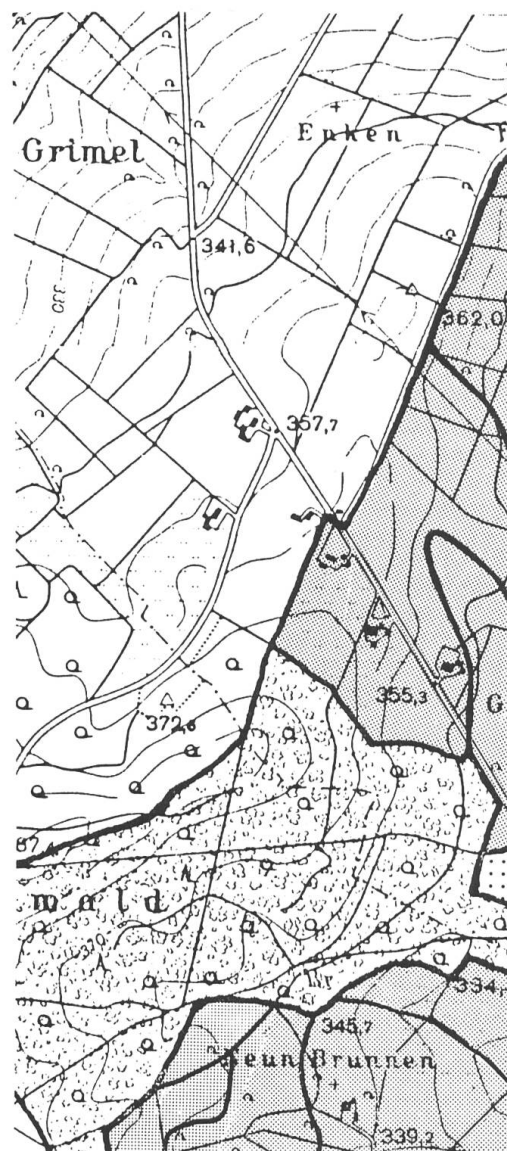


Abb. 3 Vergleich der mittleren R-Faktor-Anteile Bayerns mit der R-Faktor-Verteilung der Gebietsstation Maugenhard für das Niederschlagsjahr 1988
Die R-Werte in Prozent für das Untersuchungsgebiet entsprechen den Werten in Tabelle 2. (Gleiche Grundkarten wie Abb. 2)

den Saatreihen einer starken Erosionsgefährdung ausgesetzt. In diesem Bereich verschlämmt die Bodenoberfläche schnell und begünstigt den Abtrag. Über verschiedene Querschnittsklassen dominierte mit Abstand die Runsenspülung mit kleineren bis mittleren Rillenquerschnitten; das Auftreten von Rinnen war hingegen sehr gering, und Grabenformen traten überhaupt nicht auf. Den zweitgrössten Anteil nahmen Einzelrillen ein; diese konnten nicht eindeutig dem linearen oder quasi-flächenhaften Prozessgeschehen zugeordnet werden, zumal die Schadenssequenzen auf den einzelnen KKF unterschiedlichen Fortgang nahmen.

KKF-Nr.	1. Kartierung			2. Kartierung		3. Kartierung		4. Kartierung		Abtrag 1988 (in t/a)	Abtrag pro betroff. Flä- che in t/ha a	Risikofaktor bei T=7,5 t/ha a
	1. Abfolge der Schläge	bis Ende Mai (in Tonnen)	bis Mitte Juni (in Tonnen)	bis Mitte Juli (in Tonnen)	2. Abfolge der Schläge	bis Mitte Dez. (in Tonnen)	Abtrag 1988 (in t/a)	Abtrag pro betroff. Flä- che in t/ha a				
1	G,S,G,G,S,M	0.1	0.1	6.8	-	--	6.8					
2	H,G	--	0.2	0.2	-	--	0.2					
3	M,M	x	1.3	1.3	-	--	1.3					
4	M,Ge,Ge, M,M,M	0.9	15.5	45.9	-	--	45.9	18.4	=2.5			
5	G,M	0.1	0.1	13.0	-	--	13.0	26.5	=3.5			
6	M,M	x	4.9	4.9	-	--	4.9	3.7	<1			
7	M,G,K,M,Ge	x	17.1	17.1	SB,SB,SB, SB,SB,SB	0.7	17.8	4.6	<1			
8	DG,G,M,M, ZG,M,K	x	5.8	9.3	-	--	9.3	62.0	=8.5			
9	Re	--	x	8.6	Re	2.6	11.2					
10	M,ZG,G,H	--	x	10.5	-	--	10.5					
11	M,G,M, G,DG	--	0.1	5.3	SB,GB,SB, SB,SB	0.6	5.9					
12	Ge,M,ZG,H	--	0.6	0.6	-	--	0.6					
13	M,G	--	x	x	SB,SB	2.8	2.8					

LEGENDE	G = Getreide Ge = Gemüse H = Hafer	K = Kartoffeln M = Mais Re = Reben	S = Sonnenblumen D = Dauergrün ZG = Zwischengrün	SB = Schwarzbrache GB = Grünbrache	-- = keine Erosionsprozesse feststellbar x = flächenhafte, mittels Kartierung nicht quantifizierbare Bodenabträge
---------	--	--	--	---------------------------------------	--

Tab. 3 Überblick über Anbau, Abtragsentwicklung und Gesamtabtrag der 13 Kartierflächen im Niederschlagsjahr 1988

Da zwischen den Kartierungen meist keine namhaften Veränderungen durch Bearbeitung an der Boden- und Formenoberfläche eintraten, wurden bereits bestehende Erosionsformen in den Folgekartierungen nochmals miterfasst. Die Abtragsdifferenz zwischen 1. und 2. resp. zwischen 2. und 3. Kartierung bezeichnet die eigentliche Zunahme des Bodenabtrages. Zwischen 3. und 4. Kartiertermin fand eine Saatbeetbereitung und teils auch eine Neueinsaat statt. In entsprechender Spalte stehen absolute Abtragswerte.

Die vielen, mittels Kartierung nicht quantifizierbaren Flächenspülungen und die quantifizierten quasi-flächenhaften Erosionsformen traten nicht in zufälliger Häufung auf den KKF auf. Dass sie Ausdruck gebietstypischer Erosionsprozesse sind, verdeutlichen die während der Geländepraktika erstellten geomorphodynamischen Karten (vgl. *Leser & Zollinger* 1987, 1988, 1989).

Das grossflächige Auftreten vorwiegend flächenhafter Erosionsprozesse und -formen über das ganze Untersuchungsgebiet legitimiert die Anwendung der "Universellen Bodenabtragsgleichung" nach *Wischmeier* und *Smith* sowie die auf ihr basierenden, vereinfachten Verfahren zur Abtragsprognose. Gemäss Modell-Definition können nur Bodenabträge durch Flächenspülung und Rillenerosion ("sheet and rill erosion"; vgl. *Wischmeier* 1976, 5) erfasst werden; Rinnen- und Grabenerosion liegen ausserhalb der definitorischen Festlegung.

3.3 Abtragstoleranzen und Erosionsrisiko

Mit Hilfe von Abtragstoleranzen lässt sich der Rahmen für Massnahmen zur Erosionsverminderung auf landwirtschaftlichen Nutzflächen abstecken. Die Toleranzwerte sind bodenspezifisch und werden von Gründigkeit und Durchwurzelbarkeit der jeweiligen Bodenform bestimmt. Das Verhältnis der potentiellen Erosionsgefährdung zu Toleranz-

Tab. 4 C-Faktor-Werte für häufige Fruchtfolgen in Bayern
 Der Vergleich der R-Faktor-Verteilung für die Gebietsstation mit der mittleren R-Faktor-Verteilung Bayerns zeigt gute Übereinstimmung, so dass die aufgeführten Werte als erste Annäherung im Feuerbachtal verwendet werden können (Tabelle nach *Schwertmann et al.* 1987, 48 f, verändert).

Fruchtfolgen mit 100% Getreide				
				ungünstigster Fall 0.10
Raps-Getreidefruchtfolgen: Rapsanteil 25 bis 33%				
Wintergerste (Anteil)				
< 30%				ungünstigster Fall 0.10
> 30%				0.10
Kartoffel-Getreidefruchtfolgen				
Kartoffel (Anteil)				
< 25%				ungünstigster Fall 0.13
> 33%				0.14
Mais-Getreidefruchtfolgen				
	Mais konventionell	Mais Spurlockerung	Mais WG-Einsaat	Mais Mulchsaat
Mais (Anteil)	ungünst. Fall	ungünst. Fall	ungünst. Fall	ungünst. Fall
25%	0.15	0.14	0.12	0.07
33%	0.18	0.16	0.13	0.08
50%	0.28	0.24	0.17	0.08
66%	0.40	0.32	0.25	
Fruchtfolgen mit 50% Hackfrüchten				
a: Fruchtfolgen mit Zuckerrüben und Kartoffeln und 50% Getreide				
				ungünstigster Fall 0.20
b: Fruchtfolgen mit 25 bis 40% Mais und Zuckerrüben oder Kartoffeln und 50% Getreide				
	Mais konventionell	Mais Spurlockerung	Mais WG-Einsaat	Mais Mulchsaat
2. Hackfrucht	ungünst. Fall	ungünst. Fall	ungünst. Fall	ungünst. Fall
Kartoffeln	0.23	0.22	0.19	0.14
Zuckerrüben	0.24	0.22	0.19	0.14
Ackerfutter-Getreidefruchtfolgen mit mehrjährigen Futterpflanzen (25 bis 50% Klee, Klee gras, Luzerne)				
Futterpflanzen (Anteil)				
25%				ungünstigster Fall 0.05
33%				0.03
50%				0.02

wert (in t/ha · a) eines Ackerstandortes bezeichnet dessen potentiell es Erosionsrisiko, welches als dimensionslose Zahl (= Risikofaktor) das Mass der Abtragsunterschreitung (Risikofaktor <1.0) oder -überschreitung (Risikofaktor >1.0) wiedergibt.

Die für das Untersuchungsgebiet über Acker- und Grünlandzahlen der Reichsbodenschätzung ermittelten Toleranzgrenzen (vgl. *Schwertmann et al.* 1987; S. 12) ergaben einen Wertebereich von 5 bis 10.5 t/ha · a. Folglich liegen durchwegs mittelgründige Bodenprofile mit physiologischer Gründigkeit zwischen 40 bis 80 cm bzw. einer Durchwurzelbarkeit zwischen 30 bis 60 cm vor.

Ausgehend von einer mittleren (gebietstypischen) Toleranzgrenze bei 7.5 t/ha · a wurde der Risikofaktor für alle ausgewiesenen Gefährdungsareale errechnet. Die Berechnung wurde auf der Basis der nachmodellierten Abtragswerte (Tab. 1) durchgeführt, weil für die Abschätzung des tolerierbaren C-Faktors zuverlässigere Risikowerte erforderlich waren und für die Gefährdungsstufe EfW 5 (mit Abtragsprognose >30 t/ha · a) im vereinfachten Verfahren der *AG Bodenkunde* nur der kleinstmögliche Risikofaktor (>30t/ha · a über 7.5 t/ha · a gleich >4.0) angegeben werden kann.

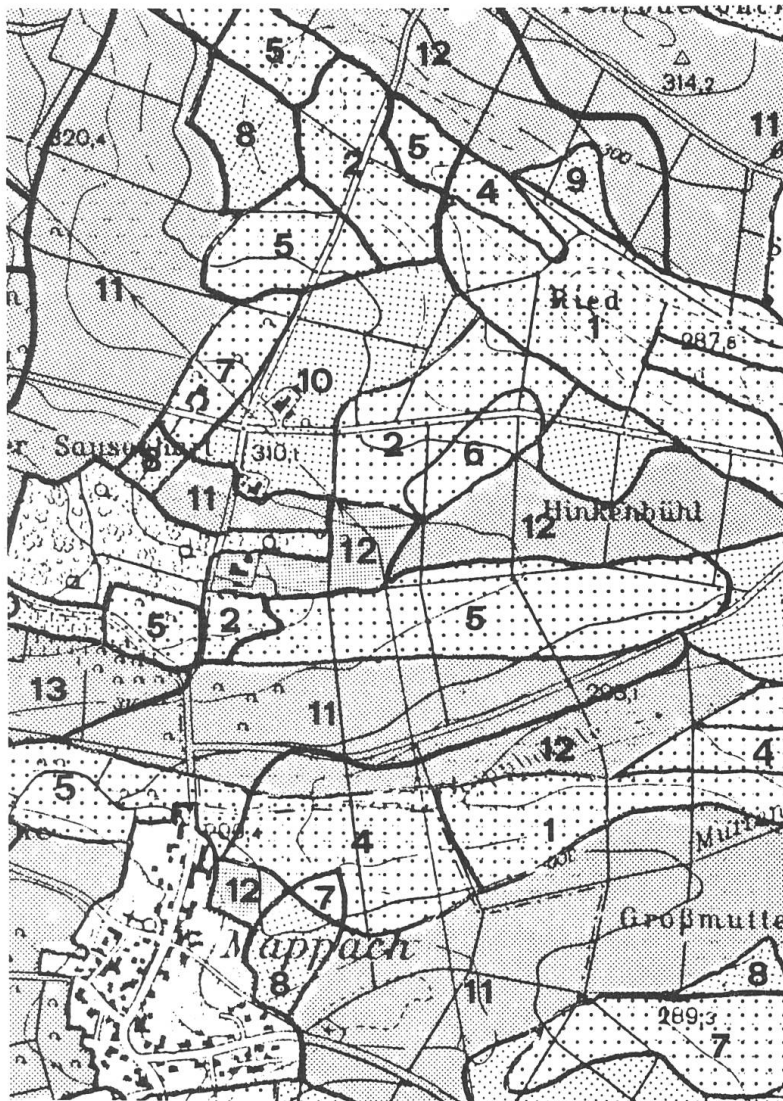


Abb. 4 Richtwerte für standortgerechte Fruchtfolgetypen auf der Basis des potentiellen Erosionsrisikos. Die Areale bezeichnen in drei Kategorien die maximal tolerierbaren Faktorwerte (C_{max}) für die Bodenbedeckung und -bearbeitung auf der Basis einer mittleren Abtragstoleranz von $7.5 \text{ t/ha} \cdot \text{a}$. In der Kategorie mit Arealen 1 bis 7 (grober Punktraster) ist praktisch uneingeschränkter Maisanbau möglich, während die Kategorien der Arealen 8 bis 10 (feiner Punktraster) und der Arealen 11 bis 14 (Grauton) Einschränkungen erfordern, um die Abtragstoleranz einhalten zu können. (gleiche Grundkarten wie Abb. 2)

4. Erosionsbekämpfung: Vorschlag von Richtwerten standortgerechter Fruchtfolgetypen

Mit der "Universellen Bodenabtragungsgleichung" ist dem vereinfachten Verfahren ein Abtragsmodell zugrunde gelegt, welches die quantitative Bestimmung der erforderlichen Massnahmen ermöglicht. Streng genommen dürfte dies jedoch nur für Ackerschläge erfolgen, die einer detaillierten Gefährdungseinschätzung unterzogen wurden. Da dieser Anspruch zugunsten einer grösserflächigen Aussage zurücktreten musste, wurde unter Vorgabe der nachmodellierten Abtragswerte (vgl. Tab. 1) und des potentiellen Erosionsrisikos für die Ackerflächen die maximal tolerierbaren C-Faktor-Werte (C_{max}) errechnet. Dies erschien deshalb sinnvoll, weil das *Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten* (1989, 5) seit letztem Jahr als agrarplanerische Massnahme die freiwillige Flächenstilllegung und Extensivierung für landwirtschaftliche Nutzflächen vorsieht. Mit diesen vom Staat finanziell geförderten Massnahmen sollen die

Überschussproduktion eingedämmt und die Märkte wirksam entlastet werden. Der landwirtschaftlichen Beratungsstelle können hiermit Entscheidungsgrundlagen über die kritischen Flächen in die Hand gegeben werden.

Die Ermittlung des potentiellen Risikofaktors beruht auf einem neutralen Bewirtschaftungsfaktor ($C = 1.0$; Schwarzbrache). Der C_{\max} -Wert liess sich demnach wie folgt bestimmen:

$$C_{\max} = 1.0 \text{ (Schwarzbrache) / Risikofaktor}$$

In der Gefährdungstabelle (vgl. Tab. 1) sind pro Faktoren-Konstellation in der Nachmodellierung jeweils der untere und obere mögliche Abtragswert aufgeführt. Daraus resultieren auch zwei Risikowerte und zwei C_{\max} -Werte. Das Mittel der beiden C_{\max} -Werte ergab die in Abb. 4. wiedergegebenen Richtwerte. Mit Hilfe von Tab. 4 lässt sich für jedes C_{\max} -Areal eruieren, welche Fruchtfolgeart aus der Sicht der quantitativen Bodenkonservierung standortverträglich ist.

Literatur

- Arbeitsgruppe Bodenkunde, BRD 1982. *Bodenkundliche Kartieranleitung*. Hannover.
- Bider M., Herrenschneider A., v.Rudolff H. & Schüepp W. 1984. Die klimatischen Verhältnisse in der weiteren Basler Region. *Regio Basiliensis* (Basel) 15/1, 53-83
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1989. *Flächenstilllegung, Extensivierung – neue Wege in der EG*. Bonn.
- Geologisches Landesamt Baden-Württemberg Hrsg. 1985. *Geologische Karte 1 : 25 000 von Baden-Württemberg mit Erläuterungen zu Blatt 8211/Kandern*. Stuttgart.
- Leser H. & Zollinger G. 1987, 1988, 1989. Geoökologische Geländepraktika im Markgräfler Hügelland. Provisorische Karte der Geomorphodynamik im Massstab 1 : 5 000. *unveröffentlichte Geländepraktikumsberichte des Geographischen Institutes der Universität Basel*.
- Schwertmann U. et al. 1987. *Bodenabtrag durch Wasser – Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmassnahmen*. Stuttgart, 64 S.
- Wischmeier W. H. 1976. Use and misuse of the universal soil loss equation. *J. Soil and Water Conservation* 31, 5-9