

Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 89 (1991)

Heft: 7

Artikel: Untersuchungen zur Bodenerosion im Einzugsgebiet des Baldeggersees

Autor: Schudel, P. / Dällenbach, F. / Kuhn, S.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-234592>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 20.02.2025

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

Untersuchungen zur Bodenerosion im Einzugsgebiet des Baldeggersees

P. Schudel, F. Dällenbach, St. Kuhn

Am Baldeggersee wurden für die drei Einzugsgebiete der Bäche Höhi-, Spittlis-, und Laufenbergbach Gefährdungskarten für die potentielle und aktuelle Flächenerosion mit Hilfe der allgemeinen Abtragungsgleichung («Universal Soil Loss Equation» [USLE]) erstellt.

Als Grundlage der potentiellen Gefährdung (Bodenabtrag bei theoretisch unbepflanztem Boden) wurden die Bodeneigenschaften, die Hangneigung und die räumliche Gliederung (Hanglängen) erfasst. Es zeigt sich, dass die Böden in diesen Gebieten sehr erosionsanfällig sind, da sie einen hohen Anteil an Schluff und Feinstsand aufweisen. Dies führt auf stärker geneigten Flächen gemeinsam mit den deutlich erosiven Niederschlagsverhältnissen zu einer sehr hohen potentiellen Erosionsgefahr.

Um die aktuelle Erosionsgefährdung möglichst exakt zu erfassen, wurde im Rahmen einer Umfrage die unter Fruchtfolge stehenden Flächen bei den Landwirten selbst erfasst. Mit Hilfe der Abtragungsgleichung wurde der mittlere jährliche Bodenabtrag errechnet. Die Werte liegen je nach Hangneigung und Hanglänge zwischen 0 und rund 20 Tonnen pro Hektare jährlich. Bei einer mittleren Bodendichte von 1.5 t m^{-3} entspricht dies einem jährlichen Verlust von 0–1.3 mm. Aufgrund der Berechnungen sind vor allem Ackerflächen gefährdet. Infolge des höheren Anteiles an Ackerflächen in relativ steilen langgestreckten Hängen sind auf der rechten Seeseite (Gemeinden Hohenrain, Lieli usw.) mehr Äcker erosionsgefährdet als auf der linken.

On a établi des cartes qui renseignent sur les risques d'érosion potentielle et actuelle dans les trois bassins hydrographiques des ruisseaux Höhi, Spittlis et Laufenberg près du Baldeggersee. Ce travail a été effectué à l'aide de l'«Equation universelle d'érosion des couches supérieures» (USLE).

Pour déterminer les risques potentiels (érosion dans un sol non cultivé), on a examiné les propriétés du sol, la pente et les structures (longueur des pentes). On voit ainsi que les sols dans cette région sont particulièrement menacés par l'érosion en raison de leur grande teneur en limon et en sable très fin. Vu ces caractéristiques et compte tenu des précipitations dans ce secteur, il faut s'attendre à une érosion potentielle très forte.

Afin de définir au mieux l'actuel risque d'érosion, les surfaces d'assolement ont été inventoriées dans le cadre d'une enquête auprès des agriculteurs. A l'aide de l'équation d'érosion, on a ensuite procédé au calcul de la moyenne annuelle concernant l'érosion. Les valeurs ainsi obtenues se situent entre 0 et 20 tonnes par hectare, selon la pente et selon sa longueur. Si la densité moyenne du sol est de $1,5 \text{ t/m}^3$, il faut s'attendre à une perte annuelle de 0 à 1,3 mm. Il résulte des calculs effectués à ce propos que les surfaces cultivées sont particulièrement menacées par ce phénomène. En raison du nombre plus élevé de terrains cultivés sur les pentes relativement raides et allongées, les champs situés sur la rive droite du lac (communes de Hohenrain, Lieli etc.) sont davantage exposés au risque de l'érosion que ceux de la rive gauche.

1. Auftrag und Zielsetzung

Das Kantonale Amt für Umweltschutz Luzern legte Ende April 1987 ein Grobkonzept zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit vor. Im Rahmen dieses Konzeptes wurde in den Jahren 1989/90 eine Studie mit der folgenden Zielsetzung durchgeführt:

Erarbeitung von Grundlagen zur Erosionsminderung im Kanton Luzern anhand eines konkreten Beispiels im Einzugsgebiet des Baldeggersees und als erster Schritt:

Erarbeitung von Erosionsgefährdungskarten für die Einzugsgebiete des Laufenberg-, Höhi-, und Spittlisbaches unter Berücksichtigung der Bodenbewirtschaftung.

2. Die Einzugsgebiete

Als Einzugsgebiete wurden gut überschaubare Gebiete beidseits des Baldeggersees ausgewählt (Abbildung 1):

Der Laufenbergbach (lokale Bezeichnung: Steinmättli-Bach) entwässert am linksufrigen, relativ steilen Abhang des Baldeggersees ein Einzugsgebiet von 101.4 ha. Letzteres liegt auf dem Gebiet der Gemeinden Herlisberg und Retschwil. Die Einzugsgebiete des Höhi- und Spittlisbaches liegen rechtsufrig, am relativ flachen Hang der Gemeinden Kleinwangen und Lieli. Das Gebiet des Höhibachs umfasst 177.0 ha und jenes des Spittlisbaches 438.9 ha.

Ein wichtiges Kriterium bei der Auswahl der Einzugsgebiete stellen die mittleren Phosphorfrachten der Jahre 1985–87 dar (EAWAG, 1988). Gemäss EAWAG beträgt heute der Anteil der Landwirtschaft rund 85% von der gesamten Phosphor-Belastung des Baldeggersees. Untersuchungen an den einzelnen Bächen zeigten jedoch unterschiedlich hohe P-Austragsraten aus den verschiedenen Einzugsgebieten. Trotz einer gewissen Unsicherheit in der Genauigkeit der Abflussmessungen (Handmessungen) des Höhi- und Laufenbergbaches war die P-Austragsrate des Höhibachs deutlich niedriger, als bei den anderen beiden Bächen (Tabelle 1). Der Fehler dieser Austragserschätzungen beträgt für die Gebiete mit Handmessungen $\pm 50\%$ und für das Gebiet des Spittlisbaches etwa die Hälfte ($\pm 23\%$).

3. Grundlagen

Unter Erosion versteht man Abtragsvorgänge an Gesteinen, Boden usw. durch Wasser, Wind oder Gletschereis.

Unter dem Begriff Bodenerosion versteht man im engeren Sinne den Abtrag von Bodenteilchen durch Wasser oder Wind. Da Winderosion in der Schweiz kaum vorkommt, befasst sich diese Untersuchung nur mit der Bodenerosion durch Wasser. Bei der Bodenerosion durch Wasser unterscheidet man zwischen zwei Hauptformen:

- Flächenabtrag (Flächenspülung und feine Rillen)
- Linienhafte Erosion (Rinnen und Gräben).

Der Flächenabtrag ist von blosserem Auge kaum sichtbar, und wird deshalb auch als schleichende Erosion bezeichnet. Die linienhafte Erosion richtet plötzliche, oft grosse Schäden an. Sie entsteht dort, wo grössere Wassermengen zusammenfliessen (Mulden, Fahrspuren, überlaufende Bäche usw.).

Generell läuft der Vorgang des Bodenabtrags (Erosionsprozess) in drei Phasen ab:

1. Ablösen von Bodenteilchen: Bodenaggregate werden durch aufschlagende Regentropfen zerstört; es entsteht erodierbares Bodenmaterial.
2. Transport durch abfliessendes Wasser (Oberflächenabfluss).

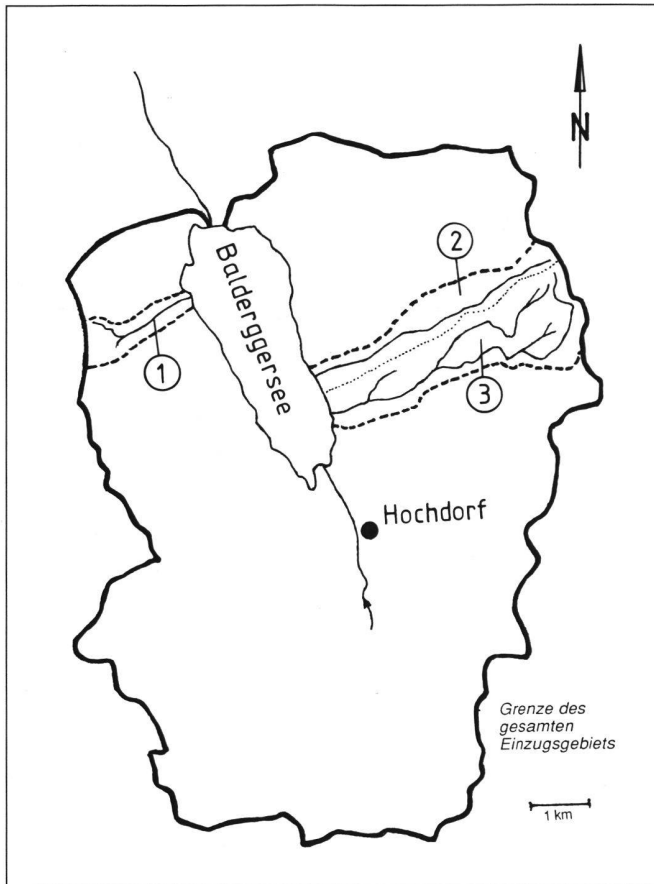


Abb. 1: Einzugsgebiete Laufenbergbach (1), Höhibach (2), Spittlisbach (3).

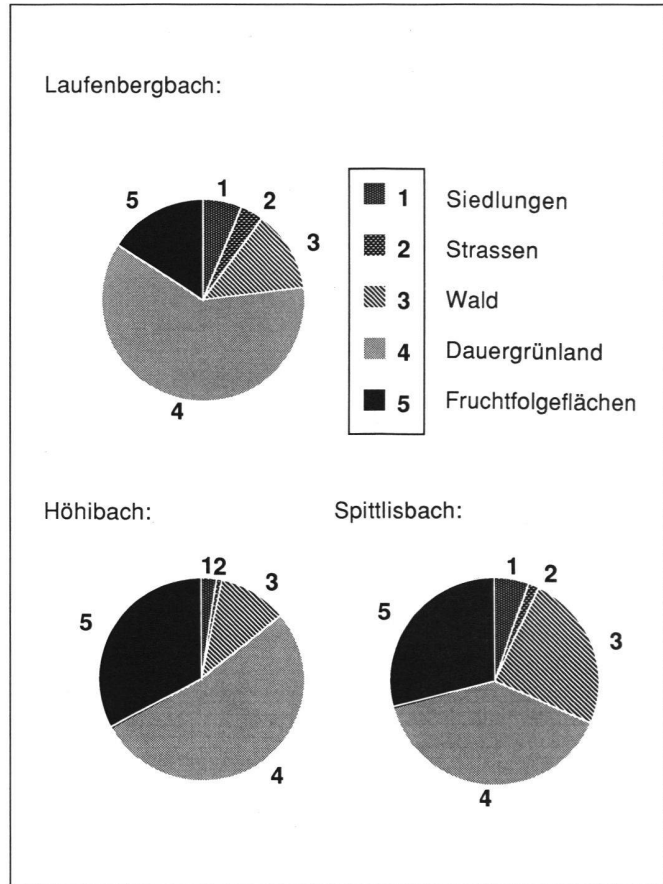


Abb. 2: Anteile der einzelnen Flächennutzungen in den drei Einzugsgebieten.

3. Ablagerung des Materials:
 Sie erfolgt einerseits für die gröberen Bodenteilchen meist schon nach einer kurzen Fliessstrecke des Wassers (nächste Mulde) und andererseits für das feinere Material als Sediment im nächsten See oder Teich.

Zwischen der ersten und der zweiten Phase besteht zudem eine Wechselwirkung: Die Zerstörung der Bodenstruktur führt zur Verschlammung an der Oberfläche. Dadurch wird die Aufnahmefähigkeit des Bodens für den Niederschlag zusätzlich vermindert und der Oberflächenabfluss verstärkt.

Wenn die Bodenbildung geringer ist als der Verlust durch Erosion, nimmt langfristig die Bodenfruchtbarkeit ab. Ziel des Erosionsschutzes ist es deshalb dafür zu sorgen, dass der maximale Bodenabtrag die Neubildung nicht übersteigt.

Bei der Beurteilung einer Fläche sollen jedoch spezielle Einflussfaktoren auf die Bodenbildung und den Abtrag berücksichtigt werden. So kann z.B. auf einem tiefgründigen Boden mit geringer Hangneigung erodiertes Material wieder abgelagert werden. Ein flachgründiger Boden in Kuppenlage verliert jedoch das erodierte Material und seine Ertragsfähigkeit kann nach kurzer Zeit zurückgehen.

Die allgemeine Bodenabtragungsgleichung (USLE)

Aufgrund einer Vielzahl standardisierter Messstellen der Bodenerosion in den USA entwickelte Wischmeier und Smith (1978) die sogenannte universelle Bodenabtragungsgleichung. Sie gilt jedoch nur für die flächenhafte Erosion, nicht aber für die linienhafte Erosion (Grabenerosion). Letztere wird am zuverlässigsten durch Erhebungen im Feld erfasst.

Das Modell von Wischmeier und Smith («Universal Soil Loss Equation» [USLE]) ist in der BRD zur «Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung» [ABAG] weiterentwickelt worden. Eine Beschreibung des Verfahrens für die konkrete Anwendung hat Schwertmann (1987) verfasst:

Für den langjährigen, mittleren, jährlichen Flächenabtrag A ($t/ha, J$ bzw. in SI-Einheiten: $kg\ m^{-2}\ a^{-1}$) lautet die Gleichung:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (1)$$

wobei

R = Regenintensitätsfaktor ($N\ h^{-1}$)

K = Erodibilitätsfaktor ($kg\ h\ N^{-1}\ m^{-2}$)

L = Hanglängenfaktor

S = Hangneigungsfaktor

C = Bewirtschaftungsfaktor

P = Erosionsschutzfaktor

(berücksichtigt erosionsmindernde Massnahmen)

(Faktoren, S, L, C, P sind dimensionslos)

Der Regen- und Oberflächenfaktor R entspricht dem Produkt aus der aufsummierten

	P_{total} kg/ha, J	$P_{tot\ filt.}$ kg/ha, J	$P_{partikulär}$ kg/ha, J
Laufenbergbach*	2.0	1.2	0.8 (± 0.4)
Höhibach*	0.3	0.1	0.2 (± 0.1)
Spittlisbach	1.6	0.6	1.0 (± 0.2)

* wöchentliche Abflussmessungen von Hand

Tab. 1: Mittlere, jährliche P-Austragsraten in den Baldeggersee 1985/87 nach Abzug der Abwasseranteile (flächenkorrigiert nach EAWAG, 1988).

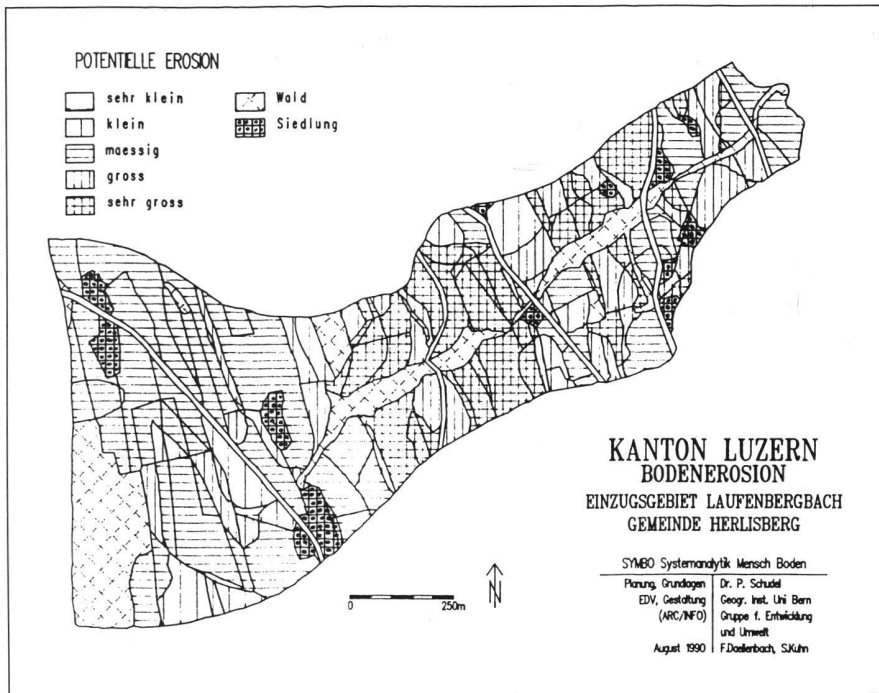


Abb. 3: Potentielle Erosionsgefährdung im Einzugsgebiet des Laufenbergbaches.

ten Flächendichte der kinetischen Energie eines erosiven Niederschlags E (kJ m^{-2}) und seiner maximalen 30-Minuten-Intensität I_{30} (mm h^{-1}):

$$R = E \cdot I_{30} \cdot 10^{-2} (\text{N h}^{-1}) \quad (2)$$

Für die Anwendung in der USLE wird ein jährlicher Mittelwert aus langjährigen Niederschlagsdaten bestimmt.

Die Dimension von R wird dann $\text{N h}^{-1} \text{a}^{-1}$. Der Erodibilitätsfaktor K entspricht dem mittleren Bodenabtrag eines unbedeckten Bodens (Schwarzbrache) pro Einheit R . Die Werte wurden ursprünglich auf stan-

dardisierten Testflächen von 22 m Länge und 9% Gefälle ermittelt. Letztere wurden auf verschiedenen Böden angelegt, die nach mehreren Kriterien eingeteilt wurden. Die K -Werte wurden dann für die verschiedenen Bodeneigenschaften aus dem gemessenen Abtrag der Standardflächen und dem R -Faktor ermittelt:

$$K = A/R (\text{kg m}^{-2}) / (\text{h N}^{-1}) \quad (3)$$

Der K -Faktor wird bei Schwertmann (1987) aus einem K_{vor} -Wert (Funktion der Korngrösse und Gehalt an organischer Substanz) bestimmt, nach Aggregats- und

Durchlässigkeitsklassen gewichtet und proportional zum Skelettgehalt an der Oberfläche reduziert.

Die Hangfaktoren LS wurden ursprünglich in einem Index zusammengefasst, wobei l die Hanglänge in Meter und s die Neigung in % bedeutete:

$$LS = (\sqrt{l}/22.1) \cdot S \quad (4)$$

wobei

$$S = (0.065 + 0.045 s + 0.0065 s^2)$$

Unter Standardbedingungen ($s = 9\%$, $l = 22 \text{ m}$) ist der Index $LS = 1$, wobei diese Beziehung nur für homogene Hänge gilt ($s = \text{const}$). Dieser Index wurde später für Hänge mit inhomogener Neigung noch modifiziert (Schwertmann, 1987). Der Geltungsbereich für l ist 10–1000 m und für die Hangneigung s : 1–25%.

Der Bewirtschaftungsfaktor C gibt die Verminderung des Abtrags einer bepflanzen Parzelle, gegenüber einer unbedeckten, brachliegenden Parzelle (Schwarzbrache) an.

Der Erosionsschutzfaktor P berücksichtigt erosionsmindernde Einflussfaktoren, wie hangparallele Bewirtschaftung und Anbau in Streifen (strip cropping).

Einige Teilfaktoren sind keine unabhängigen Variablen. So sind beispielsweise die Hangfaktoren voneinander abhängig und der Niederschlag beeinflusst die Faktoren R und C .

Nach Auerswald und Schwertmann (1988) ist die allgemeine Abtragungsgleichung das bestgeprüfte Erosionsmodell. Die Faktoren dieses Modells wurden durch Regressionsgleichungen aus den entsprechenden Messgrössen abgeleitet. Bereits in seiner Urform gingen in die Messungen 250 000 Erosionsereignisse ein, die einer

Klasse	Laufenbergbach				Höhibach				Spittlisbach			
	ha	t/ha	Fl. %	A. %	ha	t/ha	Fl. %	A. %	ha	t/ha	Fl. %	A. %
1* 0–2	44.9	0.9	58	21	74.7	0.8	49	12	172.5	0.9	58	13
2 2–4	22.2	2.9	29	33	27.8	2.8	18	14	47.9	2.8	16	11
3** 4–7	7.4	5.4	9	20	25.8	5.3	17	25	21.1	5.2	7	9
4** 7–12	2.4	9.5	3	12	14.6	9.4	10	25	27.6	10.1	9	23
5** > 12	1.2	21.9	1	14	8.8	15.0	6	24	30.6	16.0	10	44
Σ	78.1		100%	100%	151.7		100%	100%	299.7		100%	100%

* nur Dauergrünland; ** nur Fruchtfolgeflächen

Fl. % = Flächenanteil der Klasse an der gesamten Landwirtschaftlichen Nutzfläche des Gebiets

A. % = Anteil am gesamten Abtrag im jeweiligen Einzugsgebiet

Tab. 2: Jährlicher Bodenabtrag nach Einzugsgebiet und Abtragsklassen nach Gleichung (1).

Messdauer von 10 000 Parzellenjahren entsprechen. Seither sind noch viele Messungen hinzugekommen. In Deutschland wurden zudem in den letzten zwanzig Jahren viele neue Erkenntnisse hinzugewonnen.

Dettling (1989) unterzog das Modell einer statistischen Analyse unter Berücksichtigung von Fehlerfortpflanzungen usw. Für die Faktoren R, K und LS errechnete er folgende relative statistische Fehlerbereiche:

$$\Delta R/R = \pm 7\%$$

$$\Delta K/K = \pm 4 \text{ bis } \pm 40\%$$

$$\Delta L/L = \pm 5 \text{ bis } \pm 22\%$$

$$\Delta S/S = \pm 2 \text{ bis } \pm 30\%$$

Für den Fehler von C und P nimmt er $\pm 10\%$ an. Daraus leitet er folgenden relativen, statistischen Gesamtfehler der Gleichung ab:

$$\Delta A/A = \pm 9.7 \text{ bis } \pm 55.0\%$$

Bei sorgfältiger Anwendung (z.B. Kartenmassstab von mindestens 1:10 000) rechnet er mit einem relativen, statistischen Fehler von $\Delta A/A = \pm 25\%$.

4. Erosionsgefährdungskarten

Die Abtragsgleichung wurde zur Schätzung des Flächenabtrags in den drei Einzugsgebieten der Bäche Höhi-, Spittlis- und Laufenbergbach verwendet. Für den Regenfaktor wurde aufgrund der Niederschlagsdaten von Beromünster und Aesch nach Schwertmann ein mittlerer Wert von $R = 89.5 \text{ N h}^{-1} \text{ a}^{-1}$ eingesetzt. Für jeden der Faktoren K, S, L, C und P wurden aufgrund von Feldaufnahmen Karten im Massstab 1:5000 erarbeitet. Aus den einzelnen Grundlegekarten wurden für jede Teilfläche die potentielle und aktuelle Bodenerosion errechnet und in Form von Gefährdungskarten dargestellt. Die Auswertung erfolgte mit dem ARC/INFO-System des Geographischen Instituts der Universität Bern.

Die Gesamtflächen der Einzugsgebiete und die Summe der einzelnen Teilflächen wurde mit dem Computer aufgrund der digitalisierten Karten ermittelt. In Abbildung 2 wurden die prozentualen Flächenanteile der drei Gebiete dargestellt. Der Anteil der Fruchtfolgeflächen ist im Gebiet des Höhi- und Spittlisbaches etwa gleich (knapp $\frac{1}{3}$ der Gesamtfläche). Im steileren Gebiet des Laufenbergbaches ist dieser Anteil etwa halb so gross ($\frac{1}{6}$ der Gesamtfläche). Der Anteil der Fruchtfolgeflächen an den landwirtschaftlichen Nutzflächen beträgt beim Höhi- und Spittlisbach rund 40% und beim Laufenbergbach rund 20%.

Als Grundlage der potentiellen Gefährdung (Bodenabtrag bei theoretisch unbepflanztem Boden $[A = R \cdot K \cdot L \cdot S]$) wurden die Bodeneigenschaften, die Hangneigung und die räumliche Gliederung (Hanglängen) kartiert. Rund 50 Bodenproben wurden analysiert und der K-Faktor nach

Wischmeier und Smith (1978) bestimmt. Die Abgrenzung der Bodentypen wurde aus der Bodenkarte Hochdorf (FAP, 1983) übernommen.

Es zeigt sich, dass die Böden in diesen Gebieten, infolge eines hohen Anteiles an Schluff und Feinstsand erosionsanfällig sind. Dies führt auf stärker geneigten Flächen gemeinsam mit den deutlich erosiven Niederschlagsverhältnissen zu einer hohen potentiellen Erosionsgefahr (Abbildung 3).

Um die aktuelle Erosionsgefährdung ($A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$) möglichst exakt berechnen zu können, wurde zur Erfassung der Bewirtschaftungsfaktoren C eine Umfrage durchgeführt. Dabei wurden die Fruchtfolgen der einzelnen Betriebe aufgenommen und die unter Fruchtfolge stehenden Flächen von den Landwirten selbst in einem Grundbuchplan (Massstab 1:5000) bezeichnet. Aufgrund dieser Angaben wurde mit Hilfe der Abtragsgleichung der mittlere jährliche Bodenabtrag geschätzt und in zwei Gefährdungskarten dargestellt (Abbildung 4 und 5). Die Werte liegen je nach Hangneigung und Hanglänge zwischen 0 und rund 20 Tonnen jährlich.

Aufgrund der Abtragsberechnungen sind nur Ackerflächen gefährdet (Tabelle 2). Dies bedeutet jedoch nicht, dass auch mit Erosion aus Naturwiesen und Weiden gerechnet werden muss. Die Abtragsraten sind dort jedoch sicher unter der Neubildungsrate der Böden.

Jährliche Abtragsraten über 7 t/ha werden hier als mittel, über 12 t/ha als hoch gefährdet bezeichnet. Der Anteil dieser potentiell gefährdeten Ackerflächen an der Summe der Fruchtfolgeflächen beträgt:

Gefährdung:	mittel	hoch
Laufenbergbachgebiet	22%	7%
Höhibachgebiet	40%	15%
Spittlisbachgebiet	45%	24%

Infolge des höheren Anteiles an Ackerflächen in relativ steilen, langgestreckten Hängen auf der rechten Seeseite (Gemeinden Hohenrain, Kleinwangen usw.) sind mehr Ackerflächen erosionsgefährdet, als auf der linken Seeseite. Die steilere Hanglage wirkt hier paradoxerweise erosionsmindernd, da viel weniger Flächen ackerbaulich genutzt werden können.

Schaub (1989) untersuchte im Möhliner Feld stark erosive Böden (Löss) und stellte beim Vergleich mit konkreten Messungen eine Tendenz der Überschätzung bei der Anwendung der Abtragsgleichung fest. Es ist deshalb wahrscheinlich, dass auch in den untersuchten Einzugsgebieten des Baldeggersee die Erosion der einzelnen Flächen eher etwas überschätzt wird. Dies gilt jedoch nicht für Orte an denen linienhafte Erosionen (Grabenerosion) auftritt. Es ist deshalb sehr wichtig, diese Abtragsberechnungen nur als ein Instrument zur Beurteilung der Bodenerosion zu verwenden.

Neben der Erfassung der Fruchtfolgen bzw. der Ackerflächen (Hackfruchtanteil ca. 30%) wurden bei allen Haupterwerbslandwirten auch allgemeine Fragen zur Bodenerosion gestellt: Ungefähr die Hälfte der Landwirte haben schon hin und wieder Erosionssschäden beobachtet. Ertragsverluste wurden jedoch keine festge-

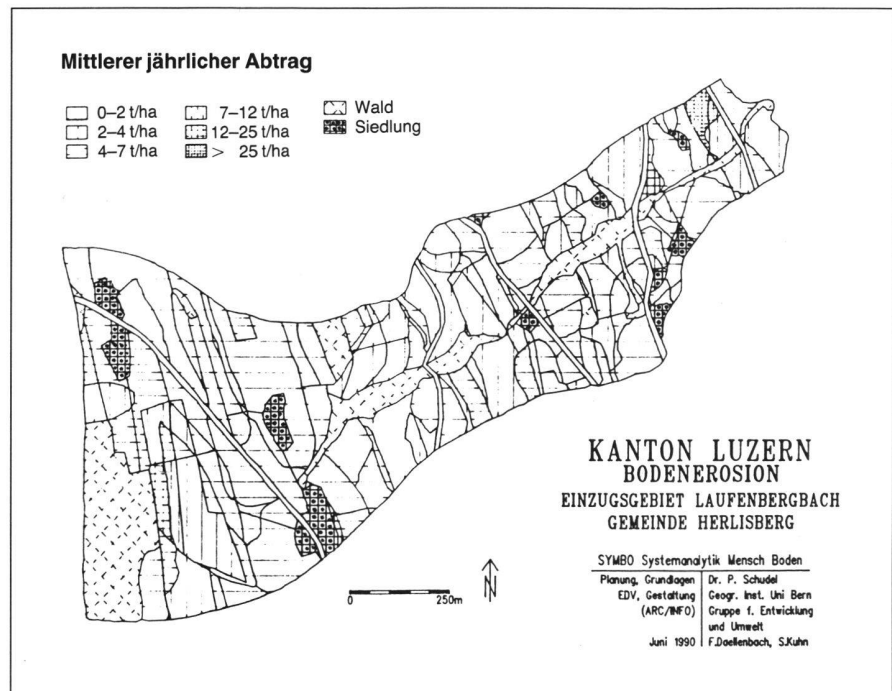


Abb. 4: Mittlerer berechneter Bodenabtrag im Einzugsgebiet des Laufenbergbaches.

Partie rédactionnelle

stellt. Im Einzugsgebiet des Spittlisbaches wurde – im Gegensatz zu jenem des Höhibachs – speziell auf Fremdwassereinbrüche hingewiesen.

Generell wurden meist nur äussere, nicht vom Landwirt direkt verursachte Schäden beobachtet. Den Landwirten ist also der eigene Einfluss auf den Bodenabtrag noch wenig bewusst. Somit ist aber auch das Interesse an den eigenen Möglichkeiten zur Erosionsverminderung – mit Ausnahme der Bodenbedeckung zwischen den Kulturen (Zwischenfutterbau / Gründüngung) – noch gering und die Parzellengrösse, Ackerrandstreifen etc. noch kein Thema. Dasselbe gilt mit wenigen Ausnahmen auch für die minimale Bodenbearbeitung (Direktsaat und Streifenfräsaat).

Im Einzugsgebiet des Höhibachs wurde wesentlich mehr auf die Notwendigkeit der Erhaltung von Hecken als Erosionsschutz bzw. die Lenkung des freien Wasserabflusses durch Entwässerungsgräben hingewiesen.

Im Einzugsgebiet des Laufenbergbaches

sind die Verhältnisse etwas anders. Die Landwirte kennen meist die Gefahr des Bodenabtrags in ihrer steilen Hanglage.

Während der Erhebung im Sommer 1989 wurden auch linienhafte Erosionsschäden aufgenommen, die nach einem Starkniederschlag auftraten. Die Schäden waren in diesem Jahr jedoch sehr gering. Mosimann et al. (1990) stellten im selben Jahr in der Region Lyss (Kanton Bern) sogar keine entsprechenden Schäden fest.

5. Schlussfolgerungen

Mit der allgemeinen Abtragsgleichung wird ein Modell angewandt, das nur mit grosser Vorsicht auf ein einzelnes Feld übertragen werden darf: Es werden nur die wichtigsten Erosionsvorgänge berücksichtigt, und auch diese geben nur eine mittlere Abtragswahrscheinlichkeit über mehrere Jahrzehnte wieder. Es ist deshalb nicht sinnvoll, die in der Erosionsgefährdungskarte angegebenen Bela-

stungsbereiche absolut zu werten und z.B. aufgrund dieser Karte an gewissen Orten den Ackerbau zu verbieten. Für entsprechende Begrenzungen müssten mindestens die lokalen Verhältnisse genau untersucht und beurteilt werden. Insbesondere muss die linienhafte Erosion in Mulden oder an Biegungen von Bächen und Strassen (Fremdwassereinbrüche) zusätzlich erfasst und beurteilt werden.

Das Einzugsgebiet des Baldeggersees ist infolge seiner Bodenbeschaffenheit, Hanglage und bisherigen Niederschlagsverhältnissen sehr anfällig auf Bodenerosion.

Erosionsschutz

Der sicherste Erosionsschutz in diesem Gebiet wäre der Verzicht auf Ackerbau. Eine weitere Ausdehnung des Ackerbaues sollte zumindest vermieden werden.

Bodenschonende Verfahren können somit in Grenzlagen nur bedingt erosionsmindernd wirken. In flacheren Hanglagen

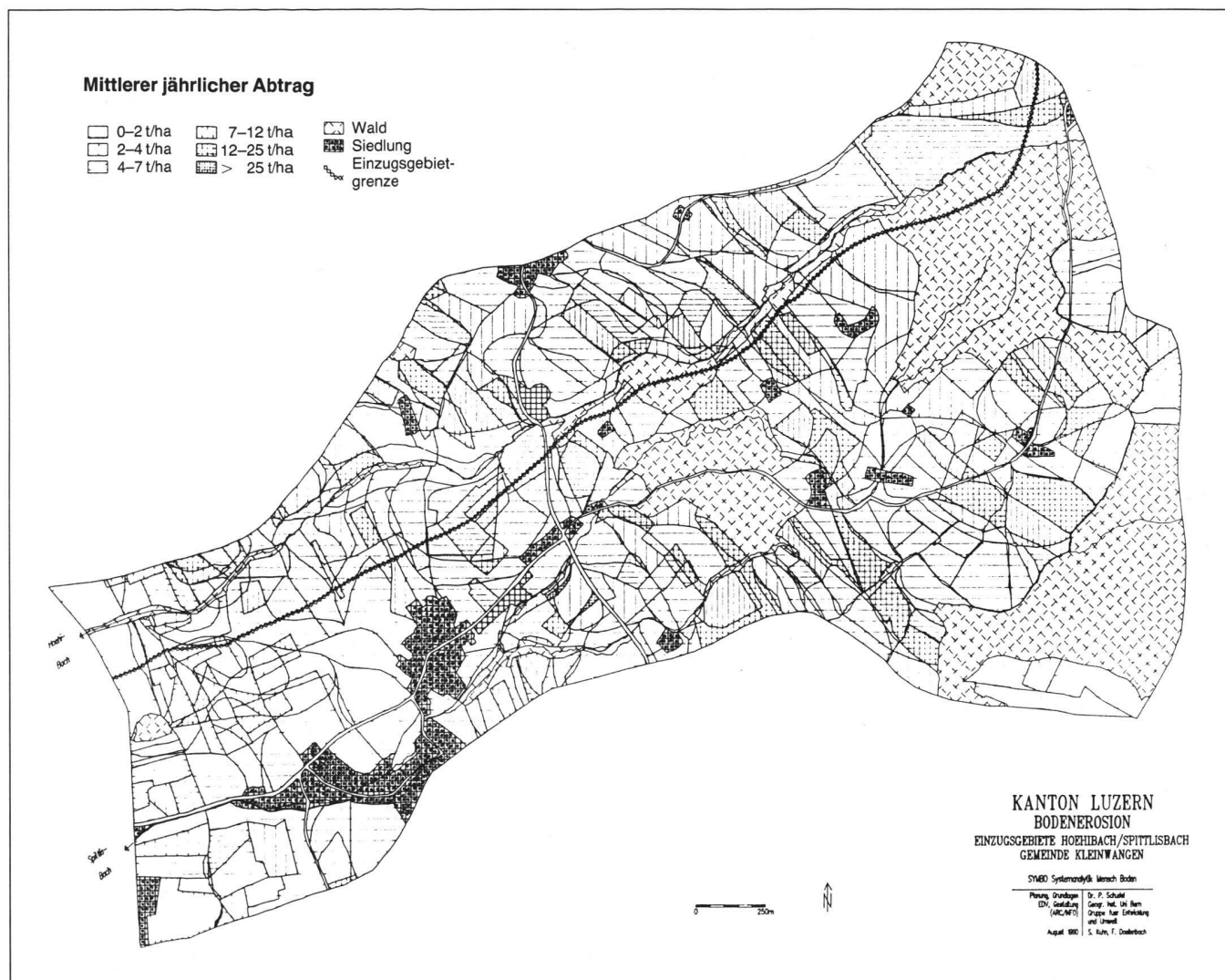


Abb. 5: Mittlerer berechneter Bodenabtrag in den Einzugsgebieten Höhi- und Spittlisbach.

können sie jedoch sehr wirksam sein. Verschiedene bodenschonende Verfahren werden an mehreren Orten in der Schweiz getestet (z.B. Böhm, 1988).

In den flacheren Gebieten (Höhi-, Spittlisbach) ist die Bodenerosion für die Landwirte noch kaum ein Thema, einige spektakuläre Ereignisse von Grabenerosion ausgenommen. Damit ist ihnen aber auch der eigene Einfluss auf den Bodenabtrag – Winterzwischenfrüchte ausgenommen – noch wenig bewusst und eigene Möglichkeiten der Erosionsverminderung kein Thema. Hier ist entsprechende Beratung dringend notwendig.

Literatur:

Auerswald, K., Schwertmann U.: Modelle zur Erosionsvorhersage als Entscheidungsgrundlage des Bodenschutzes, in Bodenschutz (Handbuch), Erich Schmidt Verlag, Berlin, 1988.

Boehm A.: Bodenerosion und Stoffhaushalt im moränen Mittelland (Eschikon/Lindau, Kanton Zürich, in Bodenerosion, Regio Basiliensis Jahrgang XXIX, Nr. 1/2, Basel 1988.

Dettling W.: Die Genauigkeit geoökologischer Feldmethoden und die statistischen Fehler quantitativer Modelle, Physiographica, Bd. 11, 1989.

EAWAG: Sanierung des Baldeggersees: Auswertung der Zuflussuntersuchungen Messperiode Mai 1985 bis April 1987, Dübendorf 1988.

FAP (Eidg. Forschungsanstalt für landw. Pflanzenbau): Bodenkarte Hochdorf, Zürich-Reckenholz, 1983.

Mosimann Th. et al: Bodenerosion im Schweizerischen Mittelland, Ausmass und Gegenmassnahmen, NFP-22 Bericht Nr. 51, Liebefeld-Bern, 1990.

Schaub D.: Bodenerosion im Lössgebiet des Hochrheintales... Physiographica, Bd. 13, 1989.

Schwertmann U. et al: Bodenerosion durch Wasser, Ulmer Verlag, 1987.

Wischmeier W. H., Smith D. D.: Predicting rainfall erosion losses, USDA Agr. Res. Serv., Handbook 537.

Adresse der Verfasser:

Dr. Paul Schudel, Ing. Agr. ETH
Systemanalytik Mensch-Boden (SYMBO)
Benzburweg 10, CH-4410 Liestal

F. Dällenbach, St. Kuhn
Geographisches Institut der
Universität Bern
Gruppe für Entwicklung und Umwelt
CH-3013 Bern

Dahinter steckt einiges: Orell Füssli Karten und Pläne

Sie wollen:

- scannen und vektorisieren
- Vorlagen mit Datenbanken kombinieren
- Daten ausgeben
- Karten und Pläne drucken

Wir bieten unseren Partnern aus den Bereichen

- Vermessungswesen
- Raumplanung
- Technische Werke
- Transportsysteme
- Touristik
- Kartografie

umfassende Lösungen ihrer Probleme der Datenumwandlung.

Unser erfahrenes Team unterstützt Sie gerne mit kompetenten Vorschlägen. Für eine eingehende Beratung setzen Sie sich bitte mit Herrn Nierula, Produktmanager Digitale Kartografie, in Verbindung.

OF Orell Füssli Kartografie

Dietzingerstr. 3, 8036 Zürich
Telefon 01/466 77 11