

Die hoch aufgelöste Erosionsrisikokarte ERK2 als Hilfsmittel für den Vollzug

Volker Prasuhn¹, Hanspeter Liniger², Simon Gisler²

¹ Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8046 Zürich

² Centre for Development and Environment CDE Universität Bern, CH-3012 Bern

Zusammenfassung

Die hoch aufgelöste Erosionsrisikokarte der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Schweiz (ERK2) zeigt das potentielle Erosionsrisiko aufgrund der Standortfaktoren Relief, Boden und Niederschlag – unabhängig von der jeweiligen Nutzung und Bewirtschaftung. Stark erosionsgefährdete Bereiche innerhalb einer Parzelle oder eines Hanges wie beispielsweise Talwege können in der Karte gut identifiziert werden. Insgesamt wurden 44% der landwirtschaftlich genutzten Fläche im Talgebiet auf der Basis eines 2x2-Meter-Rasters als potentiell erosionsgefährdet klassiert. Allerdings werden 38% aller Flächen im Talgebiet als Dauergrünland genutzt und haben insofern kein reales Erosionsrisiko. Mit der ERK2 liegt nun eine für die ganze Schweiz einheitliche Grundlage zur Beurteilung des potentiellen Erosionsrisikos auf der Skala Parzelle vor. Sie erlaubt, dass Landwirte und die kantonale Beratung Flächen mit potentiellerm Erosionsrisiko frühzeitig wahrnehmen, gemeinsam vor Ort beurteilen und allfällige Massnahmen planen können. Eine Überprüfung des modellierten Erosionsrisikos im Feld bleibt aber unumgänglich.

Die Erfassung der Erodibilität des Bodens (K-Faktor) wird in diesem Paper ausführlich beschrieben.

Abstract: Erosion risk map in a 2x2-meter grid (ERM2)

The high-resolution erosion risk map (ERM2) of Switzerland's utilised agricultural area shows potential erosion risk based on the locational factors of relief, soil and precipitation – irrespective of particular land use (arable land, permanent grassland or vines) or crop management. Areas at high risk of erosion within a plot or on a hillside, such as talwegs for example, are easy to identify on the map. Altogether, 44% of the utilised agricultural area in the valley region was classified as a potential erosion risk on the basis of a 2x2-meter grid. 38% of all the land in the valley region is used as permanent grassland, however, and to this extent poses no real erosion risk. ERM2 now provides a standard basis for assessing the potential erosion risk on plot scale for the whole of Switzerland. It enables farmers and cantonal advisors to identify in advance the land at risk of potential erosion, assess it jointly *in situ* and plan the requisite action. It remains essential, however, to carry out a field inspection of the erosion risk modelled. The evaluation of soil erodibility factor (K) will be presented in this paper.

Keywords: soil erosion, erodibility, erosion risk map, soil map, modeling

1. Einleitung

Bodenerosion auf Ackerflächen ist spätestens seit den Untersuchungen von MOSIMANN et al. (1990) im Rahmen des nationalen Forschungsprogramms Boden (NFP22) in der Schweiz von Öffentlichkeit und Politik wahrgenommen und als Problem erkannt worden. Seither wurde mehrfach versucht, das Ausmass und die räumliche Verbreitung von Bodenerosion flächenhaft für die ganze Schweiz zu modellieren (PRASUHN und SCHAUB 1996, PRASUHN et al. 2007). Die vorhandenen Grundlagendaten und Modelle erlaubten damals aber nur grobe Übersichtskarten, die für den Vollzug ungeeignet sind. Das hoch aufgelöste digitale Höhenmodell DTM-AV, andere digitale Grundlagendaten wie Vector25 und di-

verse digitale Bodenkarten sowie das frei verfügbare Erosionsmodell AVErosion erlauben nun eine Erosionsmodellierung, die auf Parzellenebene einsetzbar und damit als Hilfsmittel für den Vollzug geeignet ist. Die Karten sind inzwischen über die Homepage des Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW) öffentlich verfügbar (<http://www.agri-gis.admin.ch>). Das methodische Vorgehen wurde ausführlich in GISLER et al. (2010) und PRASUHN et al. (2011a, b) dokumentiert.

Im Folgenden wird vor allem auf die verwendeten Bodenkarten und die Berechnung der Erodibilität eingegangen.

2. Methodik

Für die Berechnung des potentiellen Bodenabtrags wurde die Software AVErosion 1.0, eine frei verfügbare Extension für das ESRI GIS-Programm ArcView 3.x, verwendet (SCHÄUBLE 2005). AVErosion berechnet auf Basis der „Modified Universal Soil Loss Equation“ (MUSLE) bzw. der „Allgemeinen Bodenabtragsgleichung“ (ABAG) den langjährigen mittleren Bodenabtrag (A) aus der Multiplikation der Faktoren:

R = Niederschlagserosivität
K = Bodenerodierbarkeitsfaktor
L = Grösse des Einzugsgebietes
S = Hangneigungsfaktor
C = Bedeckungs- und Bearbeitungsfaktor
P = Erosionsschutzfaktor

Bei AVErosion erfolgt die Berechnung der Reliefaktoren (L und S) in Einzugsgebietsdimension, das heisst unter Einbezug von Nachbarschaftsbeziehungen aller 2x2-Meter-Rasterzellen und unter Berücksichtigung von Hangrichtungswechseln (SCHÄUBLE 1999). Sie beruht auf dem „Unit Contributing Area Concept“ und verwendet „Multiple-flow-Algorithmen“, im Gegensatz zur klassischen USLE, die auf dem „Regular Slope Concept“ beruht und „Single-flow-Algorithmen“ verwendet. Dadurch werden die Fliesswege des Wassers in Geländemulden (Talwege) besser abgebildet. AVErosion benötigt fünf Eingabedatensätze:

- Schlagraster (Berechnungseinheit)
- Digitales Höhenmodell
- Raster mit den R-Faktordaten
- Raster mit den K-Faktordaten
- Raster mit den C-Faktordaten.

Das Schlagraster gibt die zu berechnende Fläche vor. Für die ERK2 wurden Feldblöcke verwendet. Ein Feldblock ist eine zusammenhängende landwirtschaftlich genutzte Fläche, die von relativ stabilen, in der Natur erkennbaren Aussengrenzen (zum Beispiel Wald, Strassen, Siedlungsflächen, Gewässer) umgeben ist. Ein Feldblock kann durch einen oder mehrere Landwirte bewirtschaftet werden. Er kann also mehrere Anbauparzellen oder auch Grundbuchparzellen beinhalten sowie unterschiedliche Nutzungsarten (Ackerland/Dauergrünland/Reben oder verschiedene Ackerkulturen) kombinieren. Ein Feldblock stellt eine Art geschlossenes hydrologisches Einzugsgebiet dar, in dem alle Rasterzellen innerhalb des Feldblockes hydrologisch verbunden sein können (sofern das Gefälle dies ermöglicht) und sich somit bezüglich Erosion beeinflussen können. Andere Feldblöcke oder Flächen ausserhalb eines Feldblockes können die Wasserflüsse und Erosion innerhalb des Feldblockes

nicht beeinflussen. Ein Fremdwasserzufluss ist im Modell also nicht möglich. Als Mindestgrösse für einen Feldblock wurden 25 Aren festgelegt (Ausnahme: Reben). Flächen, welche dieses Mindestmass unterschritten, wurden eliminiert und somit von der Berechnung ausgeschlossen.

Die Feldblöcke wurden für die ganze Schweiz einheitlich aus der Karte Vector25 erstellt. Der Datensatz Vector25 ist das digitale Landschaftsmodell der Schweiz und wird aus der Pixelkarte der 1:25'000er Landeskarte und hinzugezogenen fotogrammetrisch ausgewerteten Daten erstellt. Eine Trennung von Ackerland und Dauergrünland ist mit den derzeit verfügbaren digitalen Datensätzen allerdings nicht möglich. Insgesamt wurden 180 920 Feldblöcke ausgeschieden. Der Mittelwert der Feldblockgrösse beträgt 5,0 ha, der Median 2,4 ha.

Das verwendete Höhenmodell DTM-AV ist das Digitale Terrainmodell der amtlichen Vermessung (swisstopo). Es wurde zwischen 2000 und 2007 mittels „Airborne Laser Scanning“ erhoben. Aus den Rohdaten (Punktdaten) wurde ein Gittermodell mit 2x2-m-Raster interpoliert. Die Genauigkeit liegt im offenen Gelände bei ± 50 cm. Das DTM-AV deckt die ganze Schweiz bis zu einer Höhe von 2000 m. ü. M. ab. Das Höhenmodell bildet die Grundlage für die Berechnung der Reliefaktoren L und S des Erosionsmodells und gibt die Rasterzellengrösse vor. Durch die hohe Auflösung ermöglicht es eine sehr gute Abbildung erosionsrelevanter, kleinräumiger Strukturen wie Geländemulden oder -stufen.

Bodenerodibilität (K-Faktorkarte)

Bodeneignungskarte 1:200'000

Als Grundlage für die K-Faktor-Rasterkarte diente die schweizweite K-Faktorkarte von FRIEDLI (2006). Diese Karte ist im Hektarraster über die ganze Schweiz verfügbar. Sie zeigt die Bodenerodibilität der verschiedenen Böden, eingeteilt in fünf K-Faktorklassen (Tab. 1). Die Grundlage dieser Karte bildet die digitale Bodeneignungskarte der Schweiz 1:200'000 (BEK200), ergänzt mit Bodenkarten 1:25'000. Aus den Beschreibungen dieser Karten wurden die Böden anhand von Merkmalen wie „Skelettgehalt“, „Formelement der Landschaft“, „Wassergehalt“ und Angaben zur Textur in verschiedene Klassen der Bodenerodierbarkeit eingeteilt. Diesen Klassen wurde dann jeweils ein mittlerer K-Faktorwert zugeteilt. Das K-Faktorspektrum reicht von 0,15-0,55 (vgl. Tab. 1). Weitere Informationen zur Herstellung dieser Karte und eine Abbildung finden sich in PRASUHN et al. (2010).

Tabelle 1: Verwendete K-Faktoren für die Erodibilitätsklassen in der BEK200.

Qualitative Klasse	Wertebereich (kg*h*N ⁻¹ *m ⁻²)	Mittelwert (kg*h*N ⁻¹ *m ⁻²)
sehr gering	0,11 – 0,20	0,15
gering	0,21 – 0,30	0,25
mittel	0,31 – 0,40	0,35
hoch	0,41 – 0,50	0,45
sehr hoch	0,51 – 0,60	0,55

Detailliertere Bodenkarten der Kantone

Da der Informationsgehalt der Karte im Massstab 1:200'000 die Realität stark abstrahiert, wurden für die ERK2 detailliertere Bodenkarten gesucht. Einzelne Kantone haben Bodenkarten in Massstäben von 1:5'000 bis 1:50'000 in digitaler Form erstellt. Um die Informationen aus den Karten in einen quantifizierbaren K-Faktor umzuwandeln, wurde folgendes Vorgehen gewählt: In Deutschland regelt die DIN 19708 (2005), wie der K-Faktor aus Bodendaten zu bestimmen ist, ohne aufwändige Spezialanalysen durchführen zu müssen. Die Berechnung des K-Faktors beruht nach dieser Norm auf den Angaben zu Textur (Kb, Feinerdekorngung), Skelettgehalt (Ks) und Humusgehalt (Kh). Diese drei Faktoren werden miteinander multipliziert und ergeben als Resultat den Bodenerodibilitätsfaktor (K-Faktor) für einen bestimmten Boden ($K=Kb*Kh*Ks$). Diese drei Angaben wurden in den Attributtabelle der digitalen Bodenkarten der Kantone gesucht. Da nahezu alle Bodenkarten unterschiedliche Angaben zu den drei Parametern hatten, musste für jede Bodenkarte ein separater Übersetzungsschlüssel entwickelt werden.

Textur (Kb, Feinerdekorngung)

Die schweizerische Einteilung der Bodentextur teilt jeden Boden anhand seiner Zusammensetzung aus Ton, Schluff und Sand einer von 10 (ältere Bodenkarten) bzw. 13 Bodenartentypen zu. Die deutsche Einteilung ist wesentlich differenzierter und weist 40 Bodenartentypen auf. Somit musste anhand des Körnungsverhältnisses (Anteil Ton, Schluff, Sand) des Oberbodens die Schweizer Einteilung mit der Deutschen Einteilung annäherungsweise verbunden werden. Nun konnte aus den Tabellen der DIN 19708 für jeden der 10 bzw. 13 Bodenarten ein entsprechender Kb-Wert entnommen werden (Tab. 2). Falls es Mischformen in den Bodenangaben gab (z.B. Lehm-sandiger Lehm) wurden die zwei Werte pauschal mit dem Verhältnis 60:40 verrechnet und der resultierende Zahlenwert übernommen. Der Kb-Wert dient als Ausgangslage für die Berechnung des K-Faktors und war die minimale Anforderung an die digitalen Bodenkarten.

Tabelle 2: Bodenart nach Schweizer Klassierung und zugehörige Kb-Werte abgeleitet aus DIN 19708.

Nr.	Bodenart	Ton	Schluff	Kb-Wert
9	T	>50	<50	0,06
8	IT	50-40	<50	0,09
1	S	<5	>15	0,13
3	IS	10-5	<50	0,18
7	tL	40-30	<50	0,20
4	IrS	15-10	<50	0,24
6	L	30-20	<50	0,25
13	tU	50-30	>50	0,25
5	sL	20-15	<50	0,30
2	uS	<5	15-50	0,35
12	IU	30-10	>50	0,50
10	sU	<10	50-70	0,60
11	U	<10	>70	0,70

Skelettgehalt (Ks)

Ein ähnliches Vorgehen wie bei der Textur wurde auch beim Skelettgehalt angewendet. Der Skelettgehalt wird in den meisten Bodenkarten der Kantone in 4 oder 10 Klassen eingeteilt (Tab. 3). Diese Klassen basieren auf Angaben zum Volumenprozentanteil des Grobbodens des Oberbodens. Sie wurden Werten der DIN 19708 zugewiesen. Beim Ks-Wert handelt es sich um einen Korrekturfaktor, welcher anhand des Skelettgehalts eines Bodens dessen Bodenerodierbarkeit verstärkt oder verringert. Je höher der Skelettgehalt eines Bodens, desto geringer ist die Anfälligkeit des Bodens für Erosion durch Wasser und somit ist sein Ks-Wert tiefer. Gab es in den Attributtabelle einzelner digitaler Bodenkarten Mischformen aus zwei Klassen, wurden hier ebenfalls pauschal mit der Gewichtung 60:40 (60% erste Klasse, 40% zweite Klasse) gemittelt.

Tabelle 3: Skelettgehalt und Code der Bodenkarten und zugehöriger Korrekturfaktor bzw. Ks-Wert in Anlehnung DIN 19708.

Code	Vol%	Ks-Wert
0	<5	1,00
1	5-10	0,87
2	10-20	0,64
3	20-30	0,64
4	20-30	0,39
5	20-30	0,39
6	30-50	0,39
7	30-50	0,39
8	>50	0,19
9	>50	0,19

Humusgehalt (Kh)

Der Humusgehalt wird in einigen Attributtabelle der Bodenkarten mit Zahlenwerten zum Massenanteil in Prozent des Oberbodens angegeben. Diese Angaben wurden analog zum Skelettgehalt

mit den Werten aus der DIN 19708 abgeglichen und den entsprechenden Kh-Werten zugeteilt (Tab. 4). Der Kh-Wert ist ebenfalls ein Korrekturfaktor, der aufgrund des Humusgehalts des Oberbodens den K-Faktor erhöht oder verringert.

Tab. 4: Humusgehalt und zugehöriger Korrekturfaktor bzw. Kh-Wert in Anlehnung an DIN 19708.

Humus (%)	Kh-Wert
<1	1,15
1-2	1,05
2-4	0,90
4-15	0,80

K-Faktorrasterkarte

Die Faktoren Kb, Ks und Kh wurden miteinander verrechnet ($K = K_b \cdot K_s \cdot K_h$). Falls es in den Attributtabelle der Bodenkarten Angaben zu Körnung, Skelett- und Humusgehalt für ein zweites Boden-Komplexglied gab, wurden diese Werte im Verhältnis von 60:40 mit dem ersten Komplexglied verrechnet, soweit nicht eine andere Gewichtung in der Bodenkarte angegeben war. Die K-Faktoren wurden dann über eine entsprechende Identifikationsnummer den einzelnen Polygonen der digitalen Bodenkarte zugeordnet und daraus wurde ein Raster mit 2x2m Auflösung erstellt. Die Genauigkeit der Karte basiert jedoch immer auf dem Ausgangsmassstab der verwendeten Bodenkarte. Anschliessend wurde die Basiskarte für den K-Faktor von FRIEDLI (2006) mit diesen detaillierten, neu erarbeiteten K-Faktorkarten der einzelnen Kantone verschnitten. Daraus resultierte ein schweizweiter, lückenloser Datensatz für den K-Faktor, welcher überall die genauesten zur Verfügung stehenden Grundlegenden Daten beinhaltet. In GISLER et al. (2010) ist eine Übersichtskarte der Bodenkarten mit dem entsprechenden Massstab zu sehen. Überall dort, wo keine detaillierteren Bodendaten vorhanden sind, kommt die Basiskarte BEK200 zum Einsatz.

Folgende Kantone lieferten Bodendaten (oft nicht flächendeckend):

1:5'000: AG, BL, BS, GL, LU, SO, ZG, ZH

1:10'000: LU, SG

1:25'000: LU

1:50'000: TG, GE

Im Rhonetal (VS) existiert eine neue Bodenkarte, die für das Projekt aber noch nicht zur Verfügung gestellt werden konnte. Im Kanton VD existieren digitale Bodenkarten 1:25'000, die aber für das Projekt noch nicht in aufbereiteter Form geliefert werden konnten. In verschiedenen Kantonen existieren vereinzelte digitale Bodenkarten, die entweder nicht vektorisiert sind oder nicht die benötigten Parameter in der zugehörigen Attributtabelle enthielten (z.B. Kt. AG).

Eine Zusammenstellung der verwendeten bzw. verfügbaren Bodendaten liefern PRASUHN et al.

(2011). Demnach ist nur rund ein Viertel der in der ERK2 berechneten landwirtschaftlichen Nutzfläche durch kantonale Bodendaten abgedeckt. Nur dort existiert eine verbesserte Information zur Bodenerodibilität gegenüber der Karte von FRIEDLI (2006) im Massstab 1:200'000.

Klassengrenzen der ERK2

In Deutschland bestehen durch die Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung (Direktzahlungsverpflichtungenverordnung) im Rahmen von Cross-Compliance Bestimmungen zum Schutz der Böden vor Wassererosion. Bis zum 01.07.2010 mussten die Bundesländer alle Ackerflächen nach dem Grad der Erosionsgefährdung einteilen und dies den Bewirtschaftern mitteilen. In der Anlage 1 dieser Verordnung sind die Gefährdungsklassen beschrieben. Die Bestimmung der Faktoren S, L, R und K soll dabei in Anlehnung an DIN19708 (2005) erfolgen. Für die ERK2 wurde die deutsche Klassierung übernommen (Tab. 5).

Tabelle 5: Einteilung der Gefährdungsstufe aus dem Produkt der Faktoren $S \cdot L \cdot R \cdot K$ nach Direktzahlungsverpflichtungenverordnung (20. April 2010), Anlage 1.

Stufe	Bezeichnung	Klasse	Farbe
1	keine Erosionsgefährdung	0-30	grün
2	Erosionsgefährdung	30-55	gelb
3	Hohe Erosionsgefährdung	>55	rot

3. Ergebnisse

Die farbigen Karten des potentiellen Erosionsrisikos finden sich in GISLER et al. (2010), PRASUHN et al. (2011a, b) und auf der Homepage des BLW: (http://www.agric.admin.ch/?initialState=ERK&reset_session&lang=de). Einen Detailausschnitt zeigt Abb. 1.

ERK2 für das Talgebiet (Tal- und Hügelizeone)

Die berechnete Fläche beschränkt sich auf die landwirtschaftliche Nutzfläche der Schweiz im Talgebiet, also abzüglich der Bergzonen I, II, III, IV und den Sömmerungsgebieten, sowie den Obstanlagen, dem Gartenbau und allfälligen Pufferstreifen. Im Talgebiet befinden sich mit 377'567 ha rund 90% des Ackerlandes und der Rebflächen der Schweiz. Die gesamte berechnete Fläche der ERK2 im Talgebiet beläuft sich auf 606'715 ha, d.h. rund 57% der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche der Schweiz (1'055'684 ha). Es sind aber nur rund 62% der auf der ERK2 (Talgebiet) dargestellten Fläche Ackerland und Reben, 38% sind Dauergrünland.

ERK2 für das Talgebiet inklusive Bergzonen I und II

Die berechnete Fläche umfasst zusätzlich zur Fläche im Talgebiet 280'428 ha in den Bergzonen

I und II. Hierbei handelt es sich überwiegend um Dauergrünland. Nur 39'125 ha bzw. 14% davon sind Ackerland oder Reben. Die gesamte berechnete Fläche in der ERK2 (inkl. Bergzonen I und II) beläuft sich auf 886'661 ha, d.h. rund 84% der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche der Schweiz (1'055'684 ha). Es sind aber nur rund 47% (416'692 ha) der auf der ERK2 (inkl. Bergzonen I und II) dargestellten Fläche Ackerland und Reben, 53% sind Dauergrünland. Bei Betrachtung dieser Karte wird erkennbar, dass sich ein grosser Teil der stark potentiell erosionsgefährdeten Flächen in den Bergzonen I und II befindet. Dies sind aber überwiegend Dauergraslandflächen und haben somit kein bzw. ein nur sehr beschränktes reales Erosionsrisiko.

Kantonale Statistik des Erosionsrisikos des Talgebietes (ERK2)

Tabelle 6 zeigt die Auswertung des potentiellen Erosionsrisikos anhand der drei Gefährdungsstufen auf kantonaler Ebene. Die berechnete Fläche, welche der Statistik zu Grunde liegt, ist wie bei der ERK2 die landwirtschaftliche Nutzfläche im Talgebiet, also abzüglich den Bergzonen I, II, III, IV und den Sömmerungsgebieten, sowie den Obstanlagen, gartenbaulich genutzten Flächen und Pufferstreifen. Insgesamt wurden 56% der Flächen als nicht potentiell erosionsgefährdet eingestuft und 44% als potentiell erosionsgefährdet oder stark potentiell erosionsgefährdet. Dabei muss berücksichtigt werden, dass:

- sich die statistischen Auswertungen auf Rasterzellen von 2x2 m beziehen und nicht etwa auf ganze Feldblöcke oder Parzellen. Erst zusammenhängende Flächen zahlreicher potentiell erosionsgefährdeter Rasterzellen bilden ein reales Erosionsrisiko.
- 38% der berechneten Flächen im Talgebiet Dauergrünland sind und damit real kein Erosionsrisiko aufweisen. Der Flächenanteil an Dauergrünland kann in den einzelnen Kantonen sehr unterschiedlich sein.
- das potentielle Erosionsrisiko die Bewirtschaftung nicht berücksichtigt, sondern von permanent unbedeckten, nackten und gelockerten Boden ausgeht. Eine angepasste Bewirtschaftung (Fruchtfolge, Bodenbearbeitungsverfahren etc.) reduziert das Erosionsrisiko aber drastisch.

Bei der kantonalen Auswertung fällt auf, dass die Kantone LU, AR, JU, AG und FR überproportional hohe Anteile potentiell erosionsgefährdeter Flächen haben. Bis auf AG grenzen diese Kantone häufig an die Bergzone, viele Flächen dürften daher Dauergrünland sein. Unterdurchschnittliches potentielles Erosionsrisiko zeigen die Kantone UR, GL, NW, OW, VS, GR, GE und TI. Dies sind überwiegend Kantone mit einem sehr geringen

Ackerlandanteil, der sich meist in den Talebenen befindet.

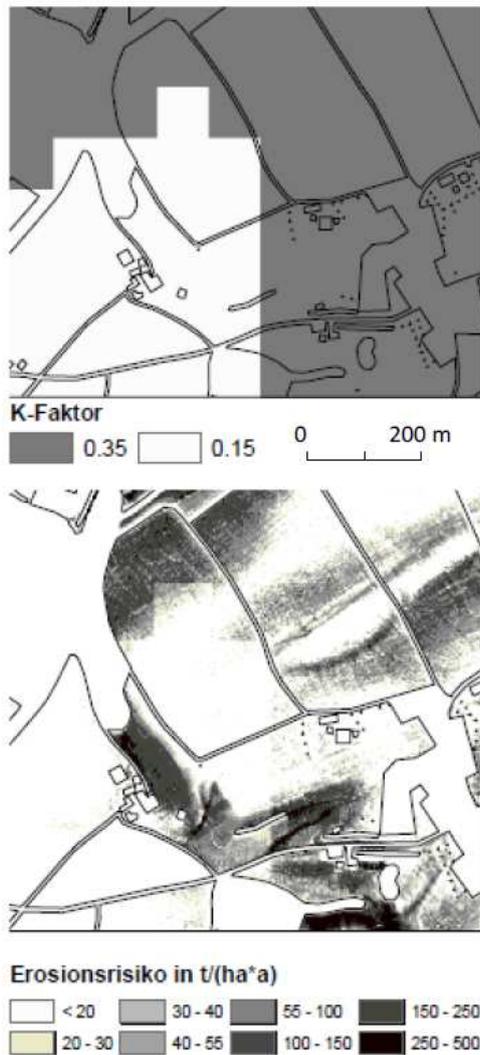
Tabelle 6: Potentielles Erosionsrisiko der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Talgebiet der Kantone.

Kanton	Fläche (ha)	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
BE	91'184	55,6	10,1	34,4
VD	90'775	56,2	13,1	30,8
ZH	64'549	59,8	14,7	25,6
AG	56'354	46,5	11,6	41,9
FR	54'606	45,4	14,2	40,4
LU	47'407	44,2	13,2	42,7
TG	44'799	70,7	13,0	16,3
SG	36'471	65,8	10,1	24,1
SO	21'858	60,7	10,5	28,8
JU	18'406	40,8	18,3	41,0
BL	14'800	44,5	18,8	36,6
SH	12'487	48,9	15,0	36,1
GE	11'687	78,1	10,8	11,1
VS	9'011	80,2	6,2	13,7
NE	6'968	50,6	13,6	35,8
SZ	5'689	51,7	9,8	38,5
TI	5'055	72,4	6,9	20,6
ZG	4'883	61,5	12,1	26,4
GR	4'192	68,2	11,0	20,8
OW	1'524	67,2	14,3	18,6
GL	1'248	88,9	3,7	7,4
NW	1'086	74,1	5,9	20,0
UR	644	89,2	6,2	4,5
BS	360	53,7	8,9	37,3
AR	189	22,2	13,0	64,6
AI	0	0,0	0,0	0,0
CH	606'233	55,7	12,5	31,8

Masstabsprobleme

Die für die Erstellung der ERK2 verwendeten Grundlagendaten hatten unterschiedliche Massstäbe. Für das Relief lagen Daten in bester Auflösung (2x2m) vor, für den Boden im Massstab 1:5'000 bis 1:200'000. Die hohe Auflösung der Reliefdaten verbessert die Erosionsvorhersage massiv, da der Relieffaktor am sensitivsten im verwendeten Erosionsmodell reagiert. Seine hohe Auflösung ermöglicht die realitätsnahe Abbildung der Wasserflüsse in Tiefenlinien und die Erkennung von Geländestufen. Der Bodenfaktor reagiert im Erosionsmodell deutlich weniger sensitiv, entsprechend haben Änderungen des Bodenfaktors eine geringere Auswirkung auf das berechnete potentielle Erosionsrisiko. Trotzdem kann es zu sichtbaren Auswirkungen kommen, vor allem, wenn der Bodenfaktor über mehrere Klassen springt (Abb. 1). Daher gilt: je höher aufgelöste Bodenkarten vorliegen, desto räumlich differenzierter und realitätsnäher ist das prognostizierte Erosionsrisiko.

Abb. 1: Ausschnitt K-Faktorkarte aus der Bodeneignungskarte 1:200'000 (oben) und gleicher Ausschnitt aus der ERK2 (unten).



Hinweise für den Anwender

In einem Modell wird die Realität immer abstrahiert und vereinfacht. Das heisst, das prognostizierte potentielle Erosionsrisiko in der ERK2 kann in einigen Fällen nicht richtig beurteilt worden sein. So kann es vorkommen, dass es in Gebieten, die auf der Karte als nicht erosionsgefährdet eingestuft sind, in der Realität trotzdem zu Erosionsereignissen kommt, oder dass Gebiete noch stärker von Erosion betroffen sind, als dies in der Karte dargestellt wird. Mögliche Ursachen dafür sind zum Beispiel Fremdwasserzufluss von Strassen, defekte Drainagen, Hangwasserausstritte. Andererseits werden viele der als potentiell erosionsgefährdet klassierten Flächen in der ERK2 vom Landwirt bereits angepasst bewirtschaftet (Dauergrünland oder konservierende Bodenbearbeitung usw.), so dass dort nicht mit realen Erosionsschäden zu rechnen ist. Eine Überprüfung der jeweiligen Situation im Feld ist daher zwingend.

4. Literatur

- DIN 19708 (2005): Bodenbeschaffenheit – Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wasser mit Hilfe der ABAG. Beuth Verlag GmbH Berlin, 25 S.
- FRIEDLI, S. (2006): Digitale Bodenerosionsgefährdungskarte der Schweiz im Hektarraster – Unter besonderer Berücksichtigung des Ackerlandes. Diplomarbeit CDE Universität Bern.
- GISLER, S., H.P. LINIGER und V. PRASUHN (2010): Technisch-wissenschaftlicher Bericht zur Erosionsrisikokarte der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Schweiz im 2x2-Meter-Raster (ERK2). CDE Universität Bern und ART Zürich-Reckenholz, 113 S.
- GISLER, S., H.P. LINIGER und V. PRASUHN (2011a): Erosionsrisikokarte im 2x2-Meter-Raster (ERK2). Agrarforschung Schweiz 2 (4), 142-147.
- GISLER, S., H.P. LINIGER und V. PRASUHN (2011b): Carte à haute résolution du risque d'érosion au raster 2x2 m (CRE2). Recherche Agronomique Suisse 2 (4), 148-155.
- MOSIMANN, T., A. CROLE-REES, A. MAILLARD, J.A. NEYROUD, M. THÖNI, A. MUSY und W. ROHR (1990): Bodenerosion im Schweizerischen Mittelland: Ausmass und Gegenmassnahmen. NFP-Bericht, Nr. 51, Liebfeld-Bern.
- PRASUHN V. und D. SCHAUB (1996): Bodenerosionskarte der Schweiz. BGS Dokument Nr. 8, 11-14.
- PRASUHN, V., N. KONZ, C. STAMM, und M. FREY (2011): Machbarkeitsstudie Kartierung beitragender Flächen – Problem fehlender Bodendaten. Bulletin BGS 32, 71-74 (dieser Band).
- PRASUHN, V., H.P. LINIGER, H. HURNI und S. FRIEDLI (2007): Bodenerosions-Gefährdungskarte der Schweiz. Agrarforschung 14/3, 120-127.
- PRASUHN, V., H.P. LINIGER, H. HURNI und S. FRIEDLI (2010): Abschätzung des Bodenfaktors für die Übersichtskarte der Bodenerosionsgefährdung der Schweiz. Bulletin BGS 30, 31-36.
- SCHÄUBLE, H. (1999): Erosionsprognosen mit GIS und EDV – Ein Vergleich verschiedener Bewertungskonzepte am Beispiel einer Gäulandschaft. Diplomarbeit, Geographisches Institut Eberhard-Karls-Universität, Tübingen.
- SCHÄUBLE, H. (2005): AVErosion 1.0 für Arc-View - Berechnung von Bodenerosion und -akkumulation nach den Modellen USLE und MUSLE87. URL: http://www.terracs.com/averosion_deu.pdf