

Hoch aufgelöste Erosionsrisiko- und Gewässeranschlusskarten als Hilfsmittel für den Vollzug

Volker Prasuhn^{1*}, Simon Alder², Hanspeter Liniger² und Karl Herweg²

Zusammenfassung

Für den Vollzug der gesetzlichen Grundlagen im Bereich Bodenerosion wurden im Auftrag der Bundesämter für Landwirtschaft und Umwelt je eine Karte der potentiellen Erosionsgefährdung und eine der Wahrscheinlichkeit des Gewässeranschlusses im 2x2-Meter-Raster für die landwirtschaftliche Nutzfläche der Schweiz erstellt. 56% der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Tal- und Hügellandes wurden als nicht erosionsgefährdet klassiert, 12% als potentiell erosionsgefährdet und 32% als stark potentiell erosionsgefährdet. Die Hälfte aller Flächen hat einen potentiellen Gewässeranschluss. Dabei ist die Anschlusswahrscheinlichkeit bei 20% dieser Flächen hoch, bei 54% mittel und bei 26% niedrig. Der Gewässereintrag erfolgt bei knapp einem Drittel auf direktem Weg, bei gut zwei Dritteln auf indirektem Weg über Straßeneinlaufschächte und Meteorwasserableitungen. Mehr als doppelt so viele Flächen haben also einen indirekten Gewässeranschluss. Dies ist bei der Maßnahmenplanung zu berücksichtigen.

Schlagwörter: Bodenerosion, Konnektivität, Gewässerbelastung, Maßnahmenplanung, Politikberatung

Summary

In order to support implementation of legal regulations regarding soil erosion the federal agencies for agriculture and the environment mandated two maps: one showing potential erosion risk and a second one indicating potential connection between agricultural land and water bodies. Both maps cover Switzerland's agricultural area with a resolution of 2x2 m. 56% of agricultural land in Switzerland's valley and hill zones were classified as having no erosion risk, 12% as having potential erosion risk, and 32% as having severe potential erosion risk. About half of the total area is potentially connected to water bodies. Of this total area, 20% are classified as having a high potential connectivity, 54% a moderate potential connectivity, and 26% a low potential connectivity. About one third of the total area is directly connected to water bodies, while two-thirds are indirectly connected through roads and rainwater drainage channels. Thus, a much larger area is affected by indirect channels – an important factor that must be taken into consideration when planning measures.

Keywords: soil erosion, connectivity, water pollution, action planning, policy guidance

Einleitung

Bodenerosion durch Wasser ist in der Schweizer Landwirtschaft ein wichtiges Thema. Es existieren dazu zahlreiche gesetzliche Grundlagen im Landwirtschaftsgesetz, Umweltschutzgesetz und Gewässerschutzgesetz, bzw. in der Direktzahlungsverordnung (DZV) und der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBö). Der Vollzug dieser gesetzlichen Grundlagen unterliegt i.d.R. aber den Kantonen und ist in der Praxis häufig ungenügend. Das Bundesamt für Landwirtschaft hat mit dem Auftrag zur Erstellung einer hoch aufgelösten Erosionsrisikokarte (ERK2) ein Hilfsmittel geschaffen, um die Einschätzung der Gefahr von oberflächlichem Bodenabtrag durch Wasser besser beurteilen zu können und vereinfacht damit die Umsetzung der bestehenden Gesetze und Verordnungen. Die Rechtsgleichheit für alle Kantone ist gegeben, da die Karte schweizweit über einheitliche Berechnungsgrundlagen und Klassierungskriterien verfügt. Die ERK2 soll Landwirtinnen und Landwirte für die Thematik sensibilisieren und soll den zuständigen kantonalen Behörden Hinweise geben,

wo sich die Hot-Spots für Erosion befinden. Auf diesen Flächen kann dann durch eine angepasste Bewirtschaftung das Erosionsrisiko stark vermindert werden. Damit ähnelt die ERK2 in gewissem Grad den in der EU im Rahmen von Cross Compliance erstellten Erosionsgefährdungskatastern.

Diverse Feldbeobachtungen in der Schweiz haben gezeigt, dass rund 20% des erodierten Bodenmaterials in Gewässer gelangen und diese Gewässereinträge von Erosionsmaterial inklusive mitgeführten Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln auf direktem oder indirektem Weg erfolgen können (LEDERMANN et al. 2010, PRASUHN 2011). Flächen mit direktem Gewässeranschluss liegen neben dem Gewässer oder sind über temporär wasserführende Gräben oder Tiefenlinien ans Gewässer angeschlossen. Bei Flächen, die einen indirekten Gewässeranschluss haben, kann der Oberflächenabfluss über Drainageschächte und Einlaufschächte der Straßentwässerung ins Gewässer gelangen. Diese indirekten Anschlüsse bestehen, weil im Rahmen von Meliorationen zahlreiche kleine Bäche eingedolt und mit Kontrollschächten versehen wurden. Zudem sind die

¹ Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstraße 191, CH-8046 ZÜRICH

² Centre for Development and Environment (CDE), Universität Bern, CH-3010 BERN

* Ansprechpartner: Dr. Volker Prasuhn, volker.prasuhn@agroscope.admin.ch



meisten Straßen und Güterwege über Einlaufschächte entwässert und so mit einem Gewässer kurz geschlossen. Insofern liegt in der Schweiz eine besondere Situation vor, die sich z.B. von Deutschland und Österreich unterscheidet, wo die Straßenentwässerung meist über seitliche Sickergräben erfolgt (HÖSL und STRAUSS 2011, STRAUSS et al. 2011, BUG und MOSIMANN 2011). Häufig stammen die größten Stoffeinträge in ein Gewässer nur von einzelnen, angeschlossenen Äckern eines Gebietes. Wenn diese Sedimenthauptlieferflächen oder „Critical Source Areas“ erkannt werden, kann mit Reduktionsmaßnahmen auf einem kleinen Teil der landwirtschaftlichen Fläche ein großer Teil der Stoffeinträge ins Gewässer verhindert werden (FREY et al. 2011).

Die auf der ERK2 aufbauende Gewässeranschlusskarte (GAK2) zeigt, wo ein hohes Risiko für Gewässerbelastungen durch Bodenerosion zu erwarten ist und wo gezielt Gewässerschutzmaßnahmen wie Pufferstreifen ergriffen werden sollten. ERK2 und GAK2 sind Hilfsmittel für Landwirt und Behörden. Sie sind öffentlich über das Internet zugänglich und jeder kann sich seine Parzelle oder die des Nachbarn anschauen. Sie ersetzen jedoch keinesfalls detaillierte Feldabklärungen vor Ort.

Material und Methoden

Erosionsrisikokarte (ERK2)

Die ERK2 bildet das potentielle Erosionsrisiko der landwirtschaftlich genutzten Fläche der Schweiz vom Talgebiet bis zur Bergzone 2 im 2x2-Meter-Raster ab. Dazu 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

Bei AVErosion erfolgt die Berechnung der Relieffaktoren (L und S) in Einzugsgebietsdimension, das heißt unter Einbezug von Nachbarschaftsbeziehungen aller 2x2-Meter-Rasterzellen und unter Berücksichtigung von Hangrichtungswechseln. 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) sehr gut abgebildet.

Die Berechnungsgrundlage bilden Feldblöcke (zusammenhängende landwirtschaftlich genutzte Flächen, die von relativ stabilen, in der Natur erkennbaren Außengrenzen wie Wald, Straßen, Siedlungsflächen, Gewässer umgeben sind). Die Feldblöcke wurden für die ganze Schweiz einheitlich aus der Karte Vector25 - dem digitalen Landschaftsmodell der Schweiz - erstellt. Eine Trennung von Ackerland und

Tabelle 1: Wassererosionsgefährdungsklassen der ERK2 in Anlehnung an die gesetzlichen Vorgaben der Deutschen Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung.

Klasse	Beschreibung	Wert (S x L x K x R)	Darstellung
1	Keine Erosionsgefährdung	0–30	grün
2	Erosionsgefährdung	30–55	gelb
3	Hohe Erosionsgefährdung	>55	rot

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 Punktdaten wurde ein Gittermodell mit 2x2-m-Raster interpoliert. Die Genauigkeit liegt im offenen Gelände bei ± 50 cm. Durch die hohe Auflösung ermöglicht es eine sehr gute Abbildung erosionsrelevanter, kleinräumiger Strukturen wie Geländemulden oder -stufen. R- und K-Faktoren wurden aus bestehenden Karten übernommen (PRASUHN et al. 2007). Die Einstufung in drei verschiedene Gefährdungsstufen erfolgte durch Multiplikation der Faktoren S, L, K und R in Anlehnung an die Vorgaben der Deutschen Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung (Tabelle 1). Zusätzlich wurde eine detailliertere, neunstufige Skala erstellt. Das methodische Vorgehen wurde ausführlich in GISLER et al. (2010, 2011) und PRASUHN et al. (2011, 2013) dokumentiert.

Gewässeranschlusskarte (GAK2)

Die GAK2 bildet die Anschlusswahrscheinlichkeit - auf direktem oder indirektem Weg - an Oberflächengewässer von potentiell erosionsgefährdeten Flächen der landwirtschaftlich genutzten Fläche der Schweiz vom Talgebiet bis zur Bergzone 2 im 2x2-Meter-Raster ab. Da das Gewässernetz von Vector25 nicht alle Oberflächengewässer und zeitweise wasserführenden Gräben umfasst und eingedolte Bäche fehlen, wurden im Modell Tiefenlinien berechnet, die als Ergänzung des Gewässernetzes in die Berechnung einfließen. Flächen, in denen Oberflächenabfluss aus mehr als 5'000 m² zusammenfließt, wurden als potentielle Talwege mittels SAGA-GIS ausgeschieden. Da der Straßenlayer in Vector25 keine Information enthält, ob eine Straße bzw. ein Güterweg entwässert ist, wurden im Modell anhand der Straßenklassen - also des Ausbaustandards der Straßen - und deren Lage im Relief alle Straßen und Güterwege in entwässerte und nicht entwässerte Straßen klassiert. Für die Berechnung wurde dann angenommen, dass alles Wasser, das in eine Tiefenlinie oder auf eine entwässerte Straße fließt, auch ins nächste Gewässer gelangt. Somit bilden das Oberflächengewässernetz, ausgeschiedene Tiefenlinien und als entwässert klassierte Straßen und Güterwege das erweiterte Gewässernetz ein erweitertes Gewässernetz, das für die Berechnung des Gewässeranschlusses verwendet wurde.

Neben Leitlinien für den Oberflächenabfluss wie die oben beschriebenen Tiefenlinien und entwässerten Straßen gibt es auch abflussbremsende Elemente. Alle nicht entwässerten

Straßen und Güterwege, Wald, Hecken, Siedlungsflächen und relativ ebene Flächen mit weniger als 2% Neigung wurden als abflussbremsende oder nicht zum Abfluss beitragende Flächen ausgeschnitten. Von jeder Rasterzelle des Höhenmodells wurde dann mit SAGA-GIS die Oberflächenfließdistanz zum erweiterten Gewässernetz berechnet. Diese beinhaltet die vertikale und die horizontale Fließdistanz. Die Fließdistanz (in Metern) zum erweiterten Gewässernetz wurde analog zur ERK2 in neun Klassen unterteilt, unter der Annahme, dass mit zunehmender Fließdistanz die Anschlusswahrscheinlichkeit abnimmt. Im letzten Schritt des Modells wurden die neun Fließdistanzklassen mit den neun Erosionsrisikoklassen unter Zuhilfenahme von Gewichtungsfaktoren verrechnet und zu drei Klassen der Anschlusswahrscheinlichkeit aggregiert. Flächen mit hohem Erosionsrisiko und geringer Fließdistanz zum erweiterten Gewässernetz haben die größte Anschlusswahrscheinlichkeit, Flächen mit geringem Erosionsrisiko und großer Fließdistanz haben die geringste Anschlusswahrscheinlichkeit. Außerdem gibt es die nicht angeschlossenen Flächen. Das methodische Vorgehen ist ausführlich in ALDER et al. (2013) dokumentiert.

Resultate

Erosionsrisikokarte (ERK2)

Die Resultate der Erosionsrisikoberechnungen werden in zwei Varianten angeboten. Die erste Karte liefert die Einteilung in die drei Gefährdungsstufen gemäß *Tabelle 1*. Diese Karte soll einen raschen Überblick über die Erosionsdisposition des gewählten Ausschnittes bieten (*Abbildung 1*). Dies ermöglicht einfache statistische Auswertungen für beliebige Ausschnitte. So kann zum Beispiel für eine Parzelle, einen Feldblock oder eine Gemeinde der relative Flächenanteil der drei Klassen im GIS leicht berechnet werden. Die zweite Karte beinhaltet den Originaldatensatz mit absoluten Werten für den potentiellen Bodenabtrag pro Rasterzelle. Die vorgegebene Klassierung in neun Klassen orientiert sich sowohl bei den Werten als auch bei der Farbgebung an den Vorgaben von *Tabelle 1*. Die stärkere Unterteilung ergibt eine detaillierte Darstellung und ist deshalb für die Ursachenanalyse einer einzelnen gefährdeten Parzelle gut geeignet. Die farbigen Karten des potentiellen Erosionsrisikos finden sich in GISLER et al. (2010, 2011),

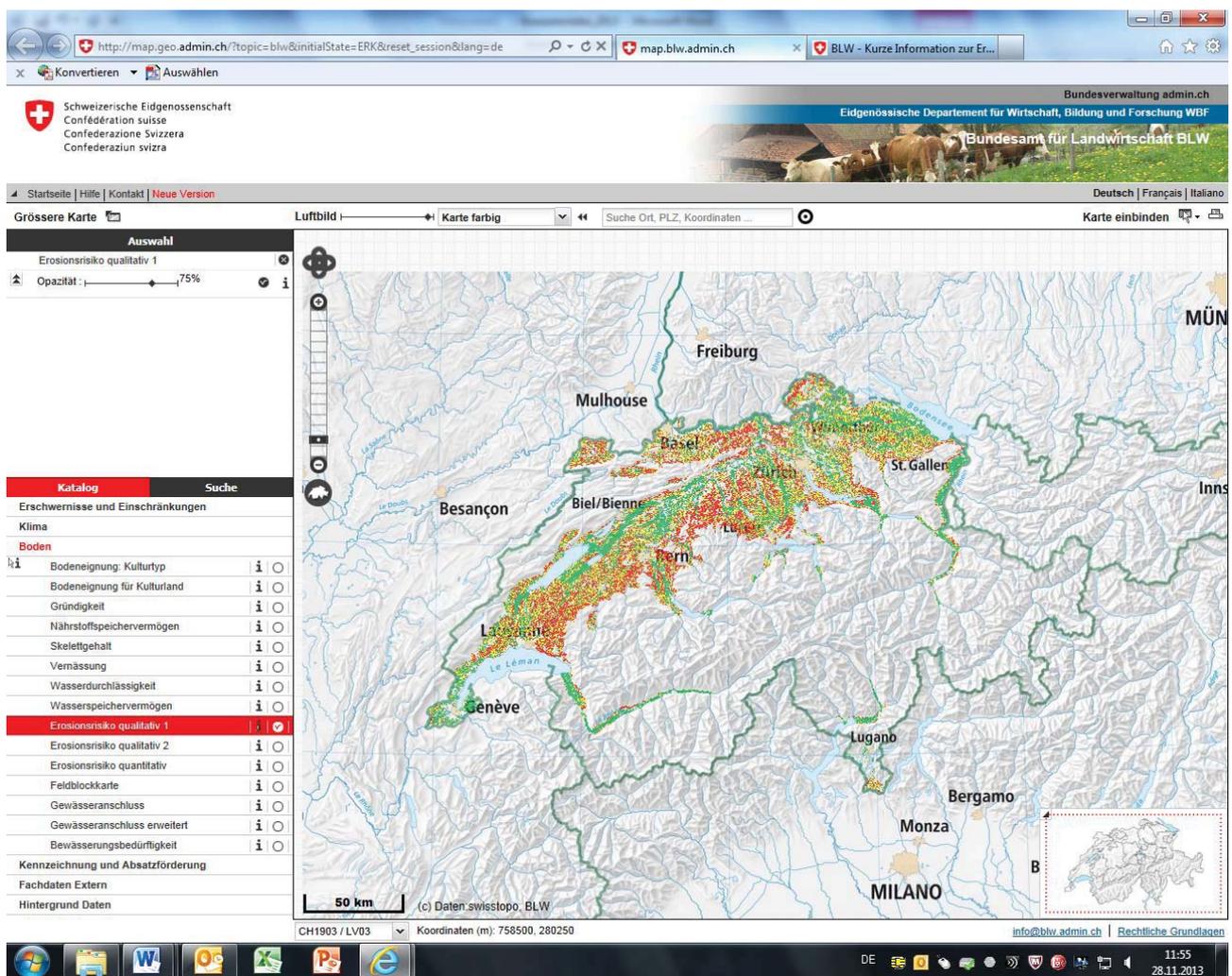


Abbildung 1: Screenshot der Webseite des Bundesamtes für Landwirtschaft der Erosionsrisikokarte der Tal- und Hügellzone der Schweiz.

Tabelle 2: Anteil Flächen mit keinem, direktem oder indirektem Gewässeranschluss.

Gewässeranschluss	Kein	Direkt	Indirekt
Tal- und Hügelzone (606'678 ha)	50%	16%	34%

Tabelle 3: Anschlusswahrscheinlichkeit der angeschlossenen Flächen.

Anschlusswahrscheinlichkeit	Hoch	Mittel	Niedrig
Tal- und Hügelzone (606'678 ha)	20%	54%	26%

PRASUHN et al. (2011, 2013) und sind unter <http://map.geo.admin.ch> öffentlich zugänglich.

Die Ackerfläche der Schweiz (inklusive Klee gras-Ansaatwiesen) beläuft sich auf 405'214 ha sowie 13'084 ha Reben (Jahr 2010). Davon befinden sich 90% (377'567 ha) in der Tal- und Hügelzone. Daher wurden die Bergzonen 1 und 2, welche zwar auch berechnet wurden, nicht abgebildet (*Abbildung 1*) und können bei Bedarf zugeschaltet werden. Die dargestellte Fläche in der Tal- und Hügelzone umfasst 606'233 ha. 38% der abgebildeten Flächen sind Dauergrünland und 62% Ackerland oder Reben. Dies ist bei der Interpretation der Resultate unbedingt zu berücksichtigen. 56% der Fläche wurden als nicht erosionsgefährdet klassiert, 12% als potentiell erosionsgefährdet und 32% als stark potentiell erosionsgefährdet. Viele der als stark potentiell erosionsgefährdet klassierten Flächen befinden sich am Übergang der Hügel- zur Bergzone. Hier dürften viele Flächen als Dauergrünland genutzt werden, was deren aktuelles Erosionsrisiko praktisch unerheblich macht.

Gewässeranschlusskarte (GAK2)

Die farbigen Karten des Gewässeranschlusses finden sich in ALDER et al. (2013), und sind wie die ERK2 unter

<http://map.geo.admin.ch> öffentlich zugänglich. Von den berechneten 888'050 ha landwirtschaftlicher Fläche im Talgebiet und den Bergzonen 1 und 2 weisen mehr als die Hälfte (55%) einen potentiellen Gewässeranschluss auf, von den 606'678 ha Flächen in der Tal- und Hügelzone 50% (*Tabelle 2*). Dabei ist die Anschlusswahrscheinlichkeit bei 20% dieser Flächen hoch, bei 54% mittel und bei 26% niedrig (*Tabelle 3*). Bei den 50% potentiell angeschlossenen Flächen erfolgt der Eintrag bei 16% auf direktem Weg, bei 34% auf indirektem Weg über Straßeneinlaufschächte und Meteorwasserableitungen (*Tabelle 2*). Mehr als doppelt so viel Flächen haben also einen indirekten Gewässeranschluss. Dieses überraschende Resultat ist für die Maßnahmenplanung bedeutend.

Validierung bzw. Plausibilisierung von ERK2 und GAK2

Die Validierung des Modells AVErosion erfolgte mit 10-jährigen Messdaten von Erosionsschadenskartierungen für 203 Parzellen (PRASUHN 2010, 2011). Es konnte eine befriedigende Übereinstimmung für die hoch erosionsgefährdeten Parzellen gefunden werden. Weiterhin wurden ERK2 und GAK2 in zahlreichen Gebieten durch Feldbegehungen mit Fachleuten und Landwirten auf Plausibilität geprüft (*Abbildung 2*). Bei den Feldbegehungen hat sich gezeigt, dass die beiden Karten vor allem aufgrund der hohen Qualität des digitalen Geländemodells die Realität sehr gut abbilden. Dies ist ein entscheidender Faktor für die Akzeptanz der Karten bei den Landwirten und Behörden.

Vollzug Erosionsschutz

Mit der Vollzugshilfe "Bodenschutz in der Landwirtschaft" (BAFU und BLW 2013) liegt neu eine Grundlage vor, die die derzeit geltenden gesetzlichen Grundlagen im Bereich Bodenerosion erläutert und konkretisiert. Auch wenn der Vollzug in vielen Teilen Aufgabe der Kantone ist, soll die

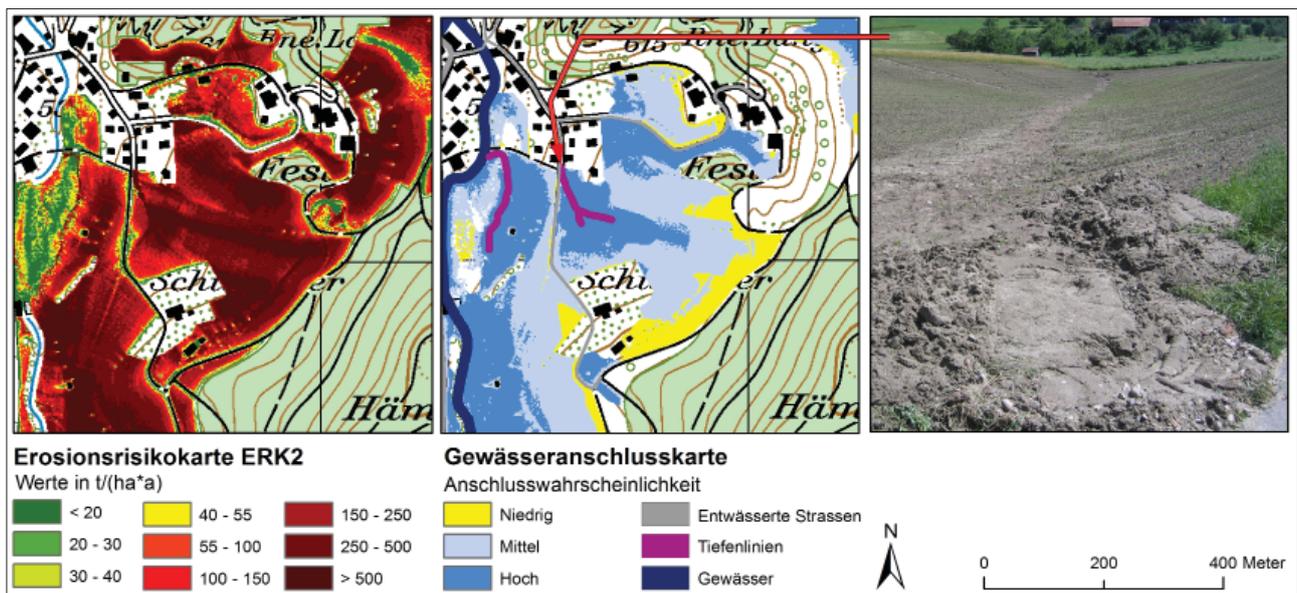


Abbildung 2: Erosionsrisikokarte, Gewässeranschlusskarte und Foto einer Tiefenlinie in Melchnau (Quelle: GISLER et al. 2010, Foto: Thomas Ledermann am 8.6.2007).

Vollzugshilfe einen schweizweit koordinierten und einheitlichen Vollzug ermöglichen. Unterschieden wird dabei zwischen „Vorgehen bei der Überwachung von Erosion“ und „Vorgehen bei einem konkreten Erosionsfall“ (BAFU und BLW 2013). Vor allem bei der Überwachung stellt die ERK2 ein wichtiges Hilfsmittel dar. Gemäß VBBo müssen die Kantone Gebiete überwachen, in denen entweder fest steht oder zu erwarten ist, dass die Belastungen die Bodenfruchtbarkeit gefährden (Art. 4 VBBo). Hier stehen also Prävention und Beobachtung im Vordergrund. Dies kann meistens wegen mangelnder finanzieller und personeller Ressourcen nicht flächendeckend erfolgen, sondern soll stichprobenartig durchgeführt werden. In einem ersten Schritt soll dabei die zuständige Behörde auf der Grundlage der ERK2 Vorrangregionen für die Überwachung auswählen. Dies sind Regionen mit großem Anteil an Flächen mit hohem Erosionsrisiko (rote Flächen auf der Karte). Innerhalb dieser Vorrangregion werden einzelne Feldblöcke und in diesen Feldblöcken wiederum einzelne Ackerschläge, deren zusammenhängender Rot-Anteil $>0,5$ ha ist, für eine detailliertere Abklärung ausgewählt. Die ausgewählten Ackerschläge müssen dann vor Ort überprüft werden. Zunächst wird überprüft, ob der jeweilige Ackerschlag tatsächlich ein hohes Erosionsrisiko aufweist. D.h., ob die ERK2 die Parzelle richtig abbildet oder ob modellbedingte Fehler (z.B. nicht erfasste Hecken, Wege oder Pufferstreifen) vorliegen. Zusammen mit der Landwirtin oder dem Landwirt wird dann festgestellt, ob die Bewirtschaftung des Ackerschlages standortgerecht ist oder nicht. Dazu ist ein Beurteilungsformular auszufüllen, welches Angaben zu Fließstrecke des Wassers, Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, pH-Wert und Düngung sowie weitere Maßnahmen umfasst und mit Plus- oder Minuspunkten bewertet (Formularvorlage im Anhang der Vollzugshilfe). Für eine angepasste, standortgerechte Bewirtschaftung müssen mindestens 4 Punkte in der Summe aller Bewertungen erreicht werden. Ist die Bewirtschaftung nicht standortgerecht (<4 Punkte), wird die Landwirtin oder der Landwirt darüber informiert und aufgefordert, freiwillig Maßnahmen zu treffen. Sind Offsite-Schäden zu erwarten, soll die zuständige Behörde Maßnahmen anordnen, falls die Landwirtin oder der Landwirt nicht freiwillig Maßnahmen ergreift. Die zuständige Behörde soll die Umsetzung der Maßnahmen dokumentieren und deren Wirkung periodisch überwachen.

Sind bei der Feldbegehung zu überwachender Ackerschläge sichtbare bzw. relevante Erosionsschäden erkennbar oder werden anderweitig Erosionsschäden zur Überprüfung gemeldet, wird eine „Vorgehensweise bei einem konkreten Erosionsfall“ in der Vollzugshilfe aufgezeigt. Danach ist mit Hilfe eines Merkblattes (PRASUHN und FISCHLER 2007) zu klären, ob eine eindeutige Richtwertüberschreitung gemäß VBBo (>2 bzw. >4 t/ha und Jahr) vorliegt. Im Zweifelsfall soll die ERK2 beigezogen werden, in dem der mittlere potentielle Abtrag der entsprechenden Parzelle mit dem Fruchtfolgefaktor (C-Faktor) der Parzelle multipliziert wird. Ist der Richtwert überschritten, klärt die zuständige Behörde ab, ob die Ursache auf ein Extremereignis (mit definierten Schwellenwerten), auf Einflüsse durch Infrastruktureinrichtungen (z.B. Zufluss Wegenetz), auf Bewirtschaftungsmaßnahmen oder auf einer Kombination mehrerer Ur-

sachen zurückzuführen ist. Bei bewirtschaftungsbedingter Ursache ordnet die zuständige Behörde Maßnahmen zur Erosionsvermeidung an, falls nicht freiwillig entsprechende Maßnahmen umgesetzt werden. Ein Maßnahmenkatalog geeigneter Bewirtschaftungsmaßnahmen steht dazu zur Verfügung. Die Abklärung der Herkunft des erodierten Bodenmaterials ist bei Offsite-Schäden unerlässlich. Hierzu wird in der Vollzugshilfe auf die GAK2 verwiesen (BAFU und BLW 2013).

Ab dem 1.1.2014 tritt die im Rahmen der neuen Agrarpolitik AP14-17 angepasste Direktzahlungsverordnung (DZV) in Kraft. Im Bereich Erosionsschutz gilt neuerdings folgende Regelung der DZV für den Ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN): „Bei Auftreten von relevanten bewirtschaftungsbedingten Bodenabträgen hat der Bewirtschafter oder die Bewirtschafterin zu belegen, dass er oder sie angepasste Maßnahmen auf der betroffenen Parzelle getroffen hat. Die Beurteilung, ob angepasste Maßnahmen getroffen wurden, erfolgt gemäß der in der *Tabelle 2* der BLW/BAFU-Vollzugshilfe Boden (BAFU und BLW 2013) erwähnten Maßnahmen. Dabei muss eine Mindestpunktzahl von 4 Punkten pro betroffene Parzelle erreicht werden.“ Hier können also relevante bewirtschaftungsbedingte Erosionsschäden mittels Kürzung von Direktzahlungen sanktioniert werden.

Ausblick

Die ERK2 und GAK2 zeigen in einer Art „Worst-Case-Szenario“ (permanente Schwarzbrache, keine Erosionsschutzmaßnahmen, keine Pufferstreifen oder bauliche Maßnahmen) Flächen auf, auf denen bei nicht standortgerechter Bewirtschaftung mit einer erheblichen Gefahr für Bodenerosion oder bodenerosionsbedingter Stoffeinträge in Gewässer gerechnet werden muss. Sie bilden damit Hilfsmittel für eine zielgerichtete Maßnahmenplanung im Boden- und Gewässerschutz, sei es auf der angeschlossenen erosionsgefährdeten Parzelle selbst (Onsite) oder für die Anlage geeigneter Pufferstreifen oder anderer baulicher Maßnahmen an der Übertrittsstelle ins Gewässer (Offsite). Besonders der hohe Anteil indirekt ans Gewässer angeschlossener Flächen sollte zu Denken geben, da für diese Flächen - im Gegensatz zu diversen Regelungen zu Pufferstreifen entlang von Oberflächengewässern - bisher keine oder nur unzureichende Schutzmaßnahmen existieren. Mit der Veröffentlichung der ERK2 und GAK2 im Internet und der Aufnahme in die offizielle Vollzugshilfe sind die ersten Schritte gemacht. Die Erfahrungen der Praxis in den nächsten Jahren werden zeigen, ob die Karten als Hilfsmittel angenommen werden und sich bewähren und ob sie für weitergehende Vollzugsaufgaben geeignet sind. Aktualisierungen und Verbesserungen der beiden Karten sind geplant.

Literatur

- ALDER, S., K. HERWEG, H.P. LINIGER und V. PRASUHN, 2013: Technisch-wissenschaftlicher Bericht zur Gewässeranschlusskarte der Erosionsrisikokarte der Schweiz (ERK2) im 2x2-Meter-Raster. CDE Universität Bern und ART Zürich-Reckenholz, 50 S.
- BAFU und BLW, 2013: Bodenschutz in der Landwirtschaft. Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1313, 59 S.

- BUG, J. und T. MOSIMANN, 2011: Modellierung des Gewässeranschlusses von erosionsaktiven Flächen. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 43/3, 77-84.
- FREY, M., N. KONZ, C. STAMM und V. PRASUHN, 2011: Identifizierung von Flächen, die überproportional zur Gewässerbelastung beitragen. *Agrarforschung Schweiz* 2(4): 156-161.
- 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, 2011: Erosionsrisikokarte im 2x2-Meter-Raster (ERK2). *Agrarforschung Schweiz* 2 (4), 142-147.
- HÖSL, R. und P. STRAUSS, 2011: Einfluss von linearen Abflusswegen auf die Effektivität von Gewässerrandstreifen. *Mitt. d. Österr. Bodenkdl. Ges.* 78, 23-28.
- LEDERMANN, T., K. HERWEG, H.P. LINIGER, F. SCHNEIDER, H. HURNI und V. PRASUHN, 2010: Applying erosion damage mapping to assess and quantify off-site effects of soil erosion in Switzerland. *Land Degradation & Development* 21 Nr. 4, 353-366.
- PRASUHN, V., 2010: Zeitliche Variabilität von Bodenerosion - Analyse von 10 Jahren Erosionsschadenskartierungen im Schweizer Mittel-land. - *Die Bodenkultur - Journal for Land Management, Food, and Environment* 61, 47-57.
- PRASUHN, V., 2011: Soil erosion in the Swiss midlands: results of a 10-year field survey. *Geomorphology* 126 (1/2), 32-41.
- PRASUHN, V., H.P. LINIGER, H. HURNI und S. FRIEDLI, 2007: Bodenerosionsgefährdungskarte der Schweiz. - *Agrarforschung* 14/3, 120-127.
- PRASUHN, V. und M. FISCHLER, 2007: Merkblatt Erosion. Wie viel Erde geht verloren? *UFA Revue* 11, 37-44.
- PRASUHN, V., H.P. LINIGER, S. GISLER, K. HERWEG, A. CANDINAS and J.P. CLEMENT, 2013: A high-resolution soil erosion risk map of Switzerland as strategic policy support system. *Land Use Policy* 32, 281-291.
- SCHÄUBLE, H., 2005: AVErosion 1.0 für ArcView - Berechnung von Bodenerosion und -akkumulation nach den Modellen USLE und MUSLE87. URL: <http://www.terracs.com/produkte/software/av-erosion.html>
- STRAUSS, P., C. KRAMMER und R. HÖSL, 2011: Funktionen und Wirksamkeit von Gewässerrandstreifen für den Gewässerschutz. *Ingenieurbiologie* 3, 23-30.