

Tagungsbeitrag zu:

Jahrestagung der DBG, Kommission VI

Titel der Tagung:

Horizonte des Bodens

Veranstalter:

DBG

Termin und Ort der Tagung:

2. - 7. September 2017, Göttingen

Berichte der DBG

(nicht begutachtete on-line Publikation)

<http://www.dbges.de>

Langzeitmonitoring von Bodenerosion in der Schweiz – Ergebnisse von 20 Jahren Erosionsschadenkartierungen

*Prasuhn, V.*¹

Zusammenfassung

Zwischen 1997 und 2017 wurden auf 203 Ackerparzellen in der Region Frienisberg (Kt. Bern, Schweiz) ereignisbezogene Erosionsschadenkartierungen durchgeführt. Der mittlere Bodenabtrag aller Parzellen der Periode 2007-2017 war markant geringer als der der Periode 1997-2007. Gründe für den deutlichen Rückgang der Erosion sind Veränderungen bei der Bewirtschaftung infolge einer zunehmenden Sensibilisierung der Bewirtschaftenden im Untersuchungsgebiet.

Schlüsselwörter: Erosion, Schadenkartierung, Monitoring, Maßnahmen

Einleitung

Bodenerosion von Ackerflächen gilt nach wie vor als eine der größten Bedrohungen der Ressource Boden. Erosionsschadenkartierungen sind neben Abtragsmessungen und Erosionsmodellierungen eine gute Möglichkeit, Bodenerosion zu erfassen. Ein Langzeit-Monitoring von Bodenerosion im Feld über zahlreiche Ackerparzellen schafft eine ausreichend große Datenbasis, um generelle Aussagen über Art und Ausmaß von Bodenerosion treffen zu können.

Weiterhin können Angaben über Off-Site-Schäden, über die räumliche und zeitliche Verbreitung von Erosion und über mittlere Abtragsmengen für einzelne Parzellen und ein ganzes Untersuchungsgebiet gemacht werden (Prasuhn 2010, 2011, 2012; Bug und Mosimann 2012; Steinhoff-Knopp und Bug 2017; Ledermann et al. 2010). Der Wert eines solchen Monitorings steigt mit der Dauer der Zeitreihe. Aufgrund der hohen zeitlichen Variabilität von Bodenerosion sind erst nach vielen Jahren Aussagen zu möglichen Trends bezüglich Zu- oder Abnahme der Bodenabträge möglich. Die vorliegende Zeitreihe von 20 Jahren Erosionsschadenkartierung ermöglicht nun eine solche Trendanalyse.

Material und Methoden

Seit Herbst 1997 werden in einer für den Schweizerischen Ackerbau typischen Region (Frienisberg, Kt. Bern) in fünf Teilgebieten (Seedorf, Lobsigen, Suberg, Schwanden, Frienisberg) Erosionsschadenkartierungen durchgeführt. Auf den 203 Anbauparzellen mit insgesamt 265 ha Fläche wurden bei 115 Feldbegehungen gemäß einer einheitlichen Methode nach Rohr et al. (1990) bzw. DVWK (1996) vom Autor dieser Publikation Erosionsschäden ereignisbezogen aufgenommen. Lineare Erosionsformen wurden vermessen und flächenhafte Erosion halbquantitativ abgeschätzt. Neben den Erosionsschäden wurden Anbaukulturen, Bodenbearbeitungsverfahren, Off-Site-Schäden, Gewässereintrag etc. erfasst und in einer Datenbank dokumentiert. Insgesamt 2'165 Erosionssysteme wurden in der Datenbank verwaltet. Alle Erosionsschäden wurden klassifiziert (lineare Erosion: Erosionsrinne bis 10 cm Tiefe [Abb. 1a]; Erosionsrinne >10 cm Tiefe [Abb. 1b]; flächenhaft-lineare Erosion [Abb. 1c] und flächenhafte Erosion [Abb. 1d]) und quantitativ in ein Geografisches Informationssystem (GIS) überführt. Damit steht ein in der Schweiz und Europa einzigartiger, homogener Datensatz zur Entwicklung und Verbreitung der Bodenerosion sowie zur Validierung von Erosionsmodellen zur Verfügung.

¹Agroscope, Reckenholzstr. 191, CH-8046 Zürich,

volker.prasuhn@agroscope.admin.ch

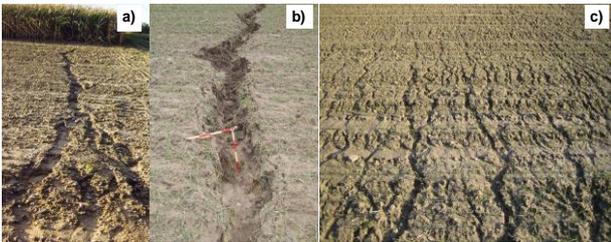


Abb. 1: Beispiele für eine Erosionsrinne (a), Erosionsrinne (b), flächenhaft-lineare Erosion (c) und flächenhafte Erosion (d).

Die in Form von Feldskizzen und zugehörigen Datenbankeinträgen analog erfassten Erosionsschäden wurden zunächst vektorisiert und in ein GIS übertragen (Schelbert 2016). Dabei wurden die Daten in das gleiche Format konvertiert (2x2m-Raster) wie die bestehende Erosionsrisikokarte der Schweiz (Prasuhn et al. 2013), um zu einem späteren Zeitpunkt die Erosionsrisikokarte validieren zu können. Um die linearen Erosionsformen, die nur eine mittlere Breite von rund 50 cm haben, möglichst lagegetreu ins 2x2m-GIS-Raster zu überführen, wurden verschiedene Pufferbreiten getestet. 8 m Pufferbreite wurde schließlich als optimal erachtet. Die Vektorisierung erfolgte entweder als Polylinie (lineare Erosion) längengetreu entsprechend der Länge der Formen in der Datenbank oder als Polygon (flächenhafte Erosion) entsprechend der Flächenangabe in der Datenbank. Der Bodenabtrag bei linearer und flächenhaft-linearer Erosion wurde nicht einheitlich auf alle Rasterzellen übertragen, da davon auszugehen ist, dass diese Erosionsformen sich mit zunehmender Fließlänge vergrößern. Daher wurde aus dem digitalen Höhenmodell swissALTI^{3d} mit Hilfe von SAGA-GIS mit einem Multiple-Flow-Direction-Algorithmus (MFD) nach Freeman (1991) ein Gewichtungsraster für den Abtrag ermittelt. Der MFD-Algorithmus er-

mittelt die Fließlänge für jedes Pixel innerhalb einer Parzelle. Durch die Gewichtung erfolgt eine deutlich realitätsnähere Abbildung der Bodenabträge einer Parzelle (Abb. 2). Die Summe des Abtrages des gewichteten Erosionsrasters entspricht immer dem ermittelten Bodenabtrag aus der Erosionsschadenkartierung bzw. der Datenbank.

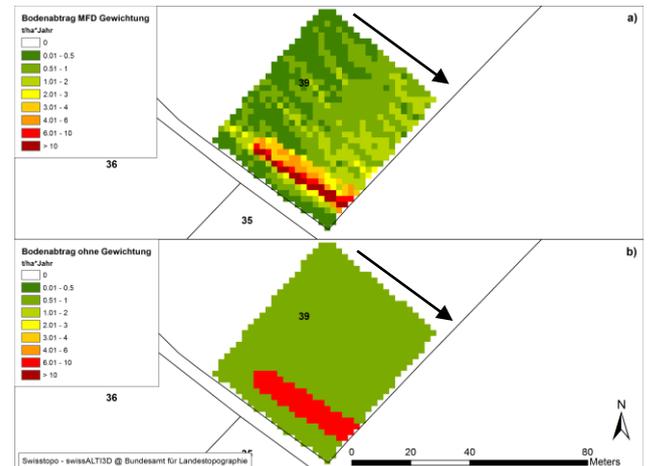


Abb. 2: Beispiel für die Überführung einer Erosionsrinne und flächenhaft-linearer Erosion auf einer Parzelle ins GIS als gewichteter Bodenabtrag mit dem MFD-Algorithmus (a) und als ungewichteter Bodenabtrag (b). Die Summe des Bodenabtrages aller Pixel ist in beiden Darstellungen identisch (Quelle: Schelbert 2016).

Resultate

Da Bodenerosion eine große zeitliche und räumliche Variabilität aufweist, wurde für die Analyse der Daten die 20-jährige Messreihe in 2 Perioden von jeweils 10 Jahren unterteilt. Die erste Periode (Herbst 1997 bis Herbst 2007) wurde bereits intensiv ausgewertet (Prasuhn 2010, 2011, 2012), die zweite Periode (Herbst 2007 bis Herbst 2017) wurde gerade erst abgeschlossen und noch nicht vollständig analysiert. Der mittlere Bodenabtrag im Gesamtgebiet lag in den ersten 10 Jahren bei knapp 200 t/Jahr bzw. 0,7 t/ha/Jahr, in den folgenden 10 Jahren bei lediglich 60 t/Jahr bzw. 0,2 t/ha/Jahr (Abb. 3). Zwischen den beiden Perioden zeigt sich somit eine markante Abnahme des Bodenabtrages um mehr als zwei Drittel. Die Anzahl großer Erosionsschäden hat deutlich abgenommen, obwohl es auch in der zweiten Periode auf einzelnen Parzellen zu gravierenden

Schäden kam (z. B. 59 t/Parzelle bei Triticale im Winter 2008/09 oder 12 t/Parzelle im Mai 2015 bei Kartoffeln).

Die räumliche Verteilung der Erosionsschäden in den beiden Perioden weist ebenfalls ein sehr unterschiedliches Bild auf. Exemplarisch zeigt dies Abbildung 3 für das Teilgebiet Lobsigen. Während in der Periode 1 fast alle Parzellen von Erosion ein oder mehrmals betroffen waren, fanden sich in der Periode 2 deutlich weniger Parzellen mit Erosion und diese hatten i. d. R. auch einen deutlich geringeren Bodenabtrag.

Da die Auswertungen der zweiten Periode noch nicht abgeschlossen sind, können bislang erst vorläufige Aussagen über die Ursachen des deutlichen Rückgangs gemacht werden. Es wird nicht davon ausgegangen, dass sich die klimatischen Bedingungen deutlich verschlechtert haben. Eine Analyse der Erosivität der Niederschläge (R-Faktoren) muss dies noch bestätigen. Folgende Faktoren kommen für den Rückgang der Bodenabträge in Frage:

- Mehrere Betriebsleiterwechsel führten zu Änderungen bei Fruchtfolgen und Bodenbearbeitungsverfahren. Jüngere Landwirtinnen und Landwirte haben häufig eine bessere Ausbildung, sind sensibler bezüglich Bodenschutz, innovativer und nutzen häufiger neueste Technologien.
- Beim Faktor Bodenbearbeitung stieg vermutlich der Anteil an konservierenden Verfahren seit 2007 weiter an; dieser nahm bereits während der ersten Periode stark zu und befand sich schon 2007 mit rund 50% (Hauptkulturen mit pfluglosem Anbau) auf einem hohen Niveau. Da konservierende Bodenbearbeitungsverfahren den Bodenabtrag im Mittel um Faktor 10 reduzieren (Prasuhn 2012), haben Veränderungen bei der Bodenbearbeitung große Auswirkungen auf die Höhe des Bodenabtrages in einem Gebiet (Abb. 5).
- Weitere Maßnahmen zur Bodenstrukturverbesserung wie Verdichtungschutz, Beachten des Kalkzustandes und regelmäßiger Austrag von organi-

schem Material sowie Winterbegrünungen (Abb. 6) können geholfen haben, das Erosionsrisiko langfristig zu vermindern.

- Die Sensibilisierung der Bewirtschaftenden durch einen aktiven Berater der kantonalen Fachstelle Bodenschutz sowie einen innovativen Lohnunternehmer im Gebiet hat vermutlich bodenschonende Anbauverfahren gefördert.
- Die zahlreichen wissenschaftlichen Aktivitäten (permanente Erosionskartierungen von Agroscope, regelmäßige Untersuchungen und Befragungen der Universität Bern) dürften dazu geführt haben, dass die Bewirtschaftenden im Untersuchungsgebiet insgesamt sorgfältiger mit dem Boden umgehen.
- Die gesetzlichen Grundlagen zum Erosionsschutz haben sich in der Schweiz verändert (Prasuhn 2015). Dies und die Veröffentlichung der Erosionsrisikokarte der Schweiz (Prasuhn et al. 2013) (<https://map.geo.admin.ch>) hat dazu geführt, dass Bodenerosion in der Landwirtschaftspresse häufiger thematisiert wurde. Auch dies hat die Sensibilisierung der Bewirtschaftenden gefördert. Weiterhin wurden zahlreiche Hilfsmittel zur Durchführung von Erosionsschutzmaßnahmen bereitgestellt.

Diese Erkenntnisse zeigen einerseits, dass das Untersuchungsgebiet nach 20 Jahren bezüglich Erosionsschäden nicht mehr als repräsentativ für die Schweiz angesehen und die aufgezeigte Entwicklung nicht auf die ganze Schweiz übertragen werden darf. Andererseits belegen die Resultate jedoch, dass ein massiver Rückgang der Bodenerosion möglich ist – auch unter realen Praxisbedingungen. Die rund 50 Landwirte, die mindestens eine Parzelle im Untersuchungsgebiet haben, bewirtschaften ihre Parzellen nach ihren Vorstellungen, Kenntnissen und Möglichkeiten. Es fand weder gezielte Beratung durch den Kartierer statt, noch wurden wissenschaftliche Experimente zu Minderungsmaßnahmen auf den Flächen der Landwirte durchgeführt.

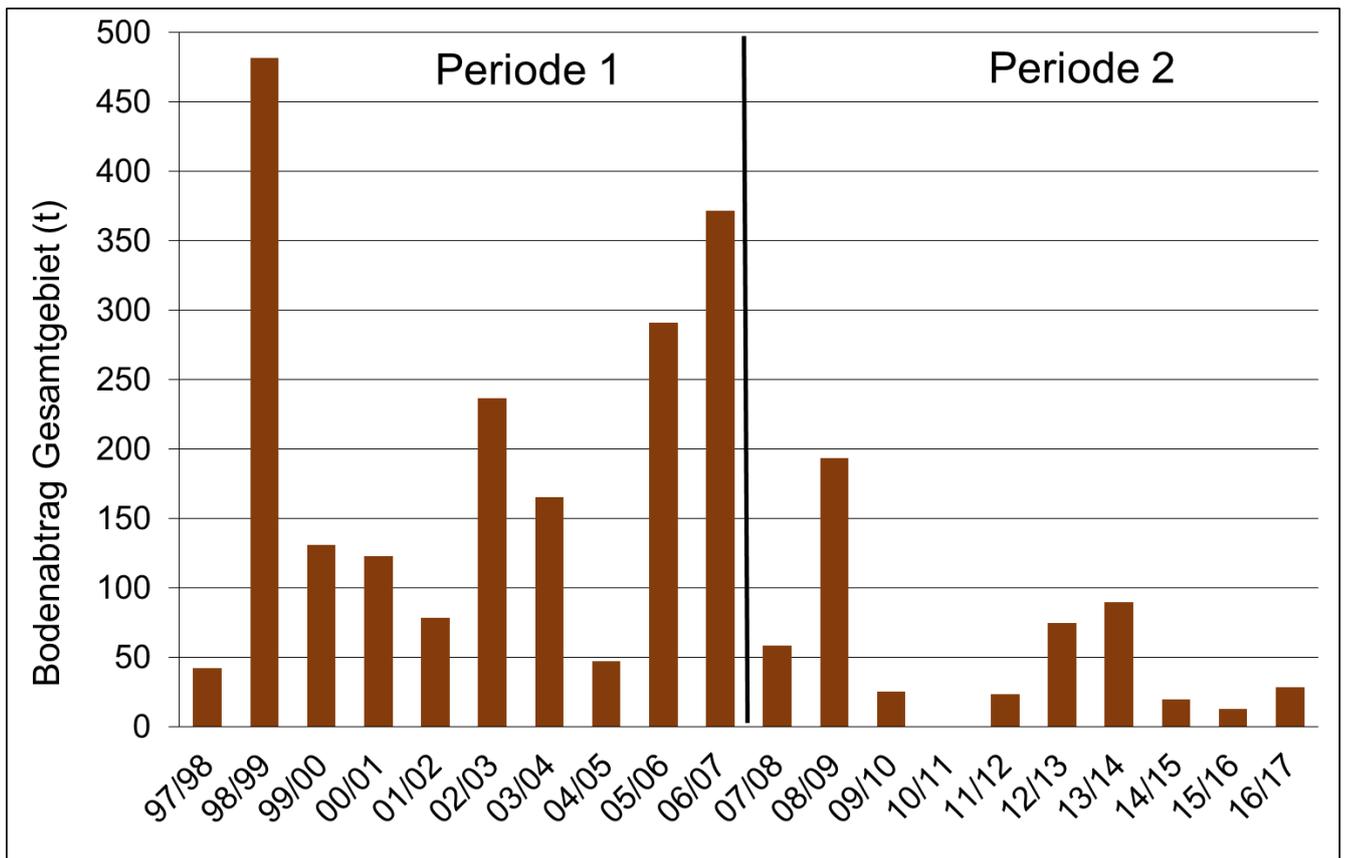


Abb. 3: Aufsummierter Bodenabtrag pro Anbaujahr von 1997/98 bis 2016/17 in der Region Frenisberg.

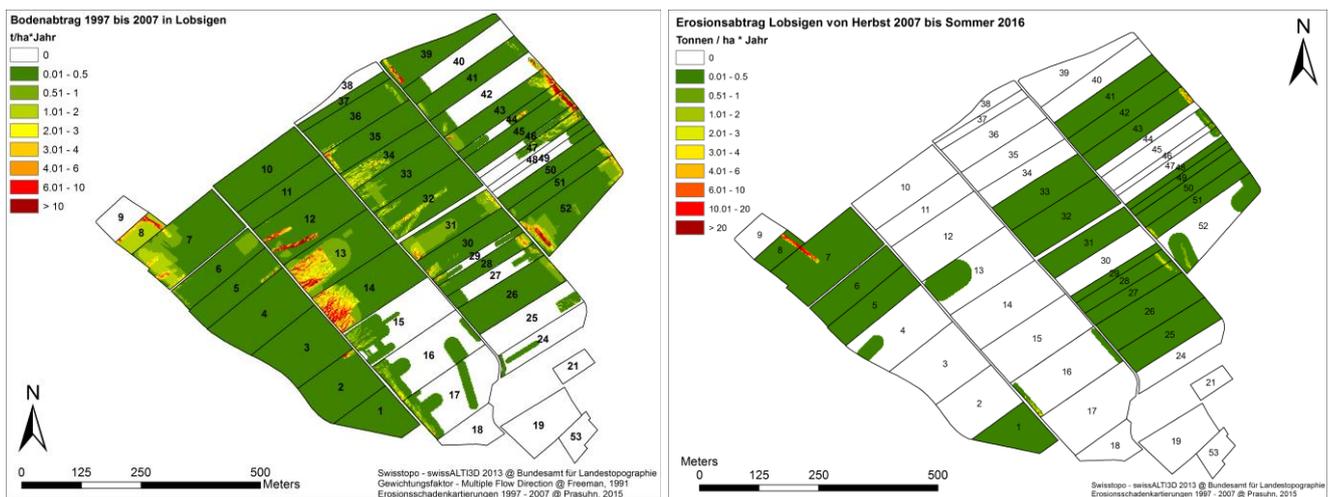


Abb. 4: Räumliche Verbreitung des aufsummierten Bodenabtrags der Periode 1997 bis 2007 (links) und der Periode 2007 bis Sommer 2016 (rechts) für das Teilgebiet Lobsigen (Quelle: Schelbert 2016).



Abb. 5: Konventionelle Bodenbearbeitung mit Pflug und Kreiselegge (oben links) führt bei Sommer-Reihenkulturen wie Mais und Zuckerrüben zu einem erhöhten Erosionsrisiko. Mulchsaat (Mais, oben rechts), Direktsaat (Zuckerrüben, unten links) oder Streifenfrässaat (Mais, unten rechts) schützen den Boden dagegen gut vor Erosion.



Abb. 6: Zu fein bearbeitete Flächen im Herbst (oben links) oder Flächen mit Schwarzbrache im Winter (unten links) führen häufig zu Bodenerosion. Zwischenkulturen im Herbst (Phacelia, oben rechts) oder im Winter (Gelbsenf, unten rechts) bieten einen guten Erosionsschutz.

Fazit

- Bodenerosion auf Ackerflächen ist in der Schweiz im Mittel eher gering, massive Erosionsschäden kommen aber immer wieder vor.
- Bodenerosion ist zeitlich und räumlich sehr variabel, Langzeituntersuchungen sind daher zwingend notwendig.
- Konservierende Bodenbearbeitungsverfahren reduzieren den Bodenabtrag um Faktor 10.
- In den letzten 10 Jahren haben die Bodenabträge im Untersuchungsgebiet deutlich abgenommen. Erosionsschutz unter Praxisbedingungen ist also möglich.
- Die Förderung von bodenschonenden Anbauverfahren und standortangepassten Fruchtfolgen sind wichtige Erosionsschutzmaßnahmen.
- Die Sensibilisierung und Beratung der Bewirtschaftenden für das Thema Bodenerosion ist eine der erfolgversprechendsten Erosionsschutzmaßnahmen.
- Langzeitkartierungen beeinflussen möglicherweise die Bewirtschaftenden und damit die Repräsentativität der Ergebnisse.
- Die Daten des Langzeitmonitorings liefern eine wertvolle Grundlage für die Validierung von Erosionsmodellen wie USLE bzw. RUSLE.
- Klimawandel, Strukturwandel, zunehmende Mechanisierung (schwerere Maschinen und Geräte) und weitere Versiegelung des Bodens erhöhen wahrscheinlich das Erosionsrisiko gegenüber heute.

Literatur:

- Bug, J., Mosimann, T. (2012): Lineare Erosion in Niedersachsen – Ergebnisse einer elfjährigen Messreihe zu Ausmaß, kleinräumiger Verbreitung und Ursachen des Bodenabtrags. *Die Bodenkultur* 63/2-3, 63-75.
- DVWK (1996): Bodenerosion durch Wasser – Kartieranleitung zur Erfassung aktueller Erosionsformen. DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft 239, Fachausschuss Bodenerosion, Bonn, 62 S.

- Freeman, G.T. (1991): Calculating catchment area with divergent flow based on a regular grid. *Computers and Geosciences* 17, 413-22.
- Ledermann, T., Herweg, K., Liniger, H. P., Schneider, F., Hurni, H., Prasuhn, V. (2010): Applying erosion damage mapping to assess and quantify off-site effects of soil erosion in Switzerland. *Land Degradation and Develop.* 21, 353-366.
- Prasuhn, V. (2010): Zeitliche Variabilität von Bodenerosion – Analyse von 10 Jahren Erosionsschadenskartierungen im Schweizer Mittelland. -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, 32-41.
- Prasuhn, V. (2012): On-farm effects of tillage and crops on soil erosion measured over 10 years in Switzerland. *Soil & Tillage Research* 120, 137-146.
- Prasuhn, V. (2015): Erfahrungen, Erfolge und Probleme mit Bodenerosionsrichtwerten auf Ackerflächen. *Bulletin BGS* 36, 11-18.
- Prasuhn, V., Liniger, H.P., Gisler, S., Herweg, K., Candinas, A., Clément, J.-P., (2013): A high-resolution soil erosion risk map of Switzerland as strategic policy support system. *Land Use Policy* 32, 281-291.
- Rohr, W., Mosimann, T., Bono, R., Rüttimann, M., Prasuhn, V. (1990): Kartieranleitung zur Aufnahme von Bodenerosionsformen und -schäden auf Ackerflächen. *Legende, Erläuterungen zur Kartiertechnik, Schadensdokumentation und Fehlerabschätzung. Materialien zur Physisogeographie* 14, Basel.
- Schelbert, F. (2016): GIS-basierte Methodenentwicklung zur Auswertung von Erosionsschadenskartierungen und Validierung der Erosionsrisikokarte der Schweiz in Friesenberg (BE). Masterarbeit Geografisches Inst. Universität Bern.
- Steinhoff-Knopp, B., Bug, J. (2017): Gute Nachrichten für den Boden (?) – Erkenntnisse aus 17 Jahren Bodenerosionsdauerbeobachtung in Niedersachsen. *Berichte der DBG*, 4 S.