

Wirkungen des Ökologischen Landbaus auf Bodenerosion durch Wasser

Effects of ecological agriculture on soil erosion by water

N. Siebrecht¹, M. Kainz¹ und K.-J. Hülsbergen¹

Keywords: erosion, nature protection and environmental compatibility, production systems, development of organic agriculture, soil degradation

Schlagwörter: Erosion, Naturschutz und Umweltverträglichkeit, Betriebssysteme, Entwicklung Ökolandbau

Abstract:

Soil erosion is still one of the major problems in relation to soil protection and it is necessary to have tools for assessment of soil losses. Changes of the farm structure like building a biogas power plant or changing the cropping system may affect soil losses. Before implementing those changes knowledge is necessary. The implementation and application of an adequate tool is shown on the research farm Scheyern. The results of this model were compared with measured values for soil losses to demonstrate the applicability. Beside this attention is invited to conditions of ecological farming which have an impact on soil erosion.

Einleitung und Zielsetzung:

Die Pflege des Bodenlebens und die Erhaltung und Steigerung der Bodenfruchtbarkeit sind Ziele des ökologischen Landbaus. Beeinträchtigungen oder gar Verluste des Bodens sollen weitestgehend vermieden werden. Bodenerosion kann jedoch auch unter den Bedingungen des Ökolandbaus ein Problem sein, welches im Betriebsmanagement zu berücksichtigen ist. Speziell vor dem Hintergrund der aktuellen Entwicklungen (Integration von Biogasanlagen, Umstellung von Fruchtfolgen, etc.) sollten mögliche Wirkungen auf Bodenerosion bereits vor der Betriebsumstrukturierung abgeschätzt werden, um geeignete Maßnahmen zu ergreifen. Im Folgenden wird ein Ansatz zur Abschätzung der Bodenabträge durch Wasser beschrieben, der in das Betriebs- und Umweltmanagementsystem REPRO (HÜLSBERGEN 2003) integriert wurde. Anhand der Ergebnisse einer Beispielanwendung wird die Eignung für den Ökolandbau diskutiert und auf weiteren Anpassungsbedarf hingewiesen.

Methoden:

Zur Abschätzung der Wassererosion wurden zahlreiche Modelle entwickelt. Eines der am häufigsten angewandten und validierten Modelle ist die in den USA erstellte Universal Soil Loss Equation, die von SCHWERTMANN et al. (1987) in Form der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung (ABAG) an deutsche Verhältnisse angepasst wurde. Bei dem Ansatz handelt es sich um ein empirisches Modell, bei dem aus Testflächenmessungen der folgende Berechnungsansatz hergeleitet wurde (Tab. 1).

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \quad [1]$$

Ursprünglich wurde die ABAG für die Abschätzung des Erosionspotentials auf einem Hang bzw. Hangsegment entwickelt. Davon ausgehend erfolgte die Anpassung an weitere Bedingungen. Für den Einsatz in landwirtschaftlichen Betrieben lagen bisher jedoch nur Werkzeuge vor, die für die Anwendung auf einem konkreten Hang ausgelegt waren. Ein gesamtbetrieblicher Ansatz wurde nun in REPRO umgesetzt:

¹Lehrstuhl für Ökologischen Landbau, Technische Universität München, Alte Akademie 12, 85350 Freising, Deutschland, norman.siebrecht@wzw.tum.de

Tab 1: Eingangsfaktoren der ABAG.

Symbol	Einheit	Bezeichnung	Eingangsdaten/Datenquelle
A	$t \cdot ha^{-1} \cdot a^{-1}$	Langjährig, mittlerer Bodenabtrag	
R	$kJ/m^2 \cdot mm/h$	Erosivität der Niederschläge	Regenintensität / Wetterdaten
K	$(t/ha) / (kJ/m^2 \cdot mm/h)$	Erodibilität des Bodens	Bodendaten / Reichsbodenschätzung
C	-	Faktor für die Bodenbedeckung und die Bearbeitung	Bewirtschaftungsinformationen
L	-	Faktor für die Länge des Hanges	Hanglänge / Relief (Geländemodell)
S	-	Faktor für die Neigung des Hanges	Hangneigung / Relief (Geländemodell)
P	-	Faktor zur Berücksichtigung von Erosionsschutzmaßnahmen	Bewirtschaftungsinformationen

Das Betriebs- und Umweltmanagementsystem REPRO ist eine Agrarsoftware, die betriebliche Stoff- und Energieflüsse sowie weitere Umweltwirkungen landwirtschaftlicher Betriebe analysiert und bewertet. Derzeit wird das bereits bestehende Modul zur Abschätzung der Bodenerosion überarbeitet. Um hohe Praxistauglichkeit und größtmöglichen Informationsgewinn zu erreichen, wurden bei der Umsetzung unterschiedliche Systeme kombiniert. Für die räumlich variablen Faktoren der ABAG (K-, L- und S-Faktor) wurden Funktionalitäten eines Geographischen Informationssystems (GIS) genutzt. Dieses ermittelt aus hochaufgelösten Bodendaten bzw. Digitalen Geländemodellen (DGM) die benötigten Informationen. Aus den detaillierten Bewirtschaftungsinformationen des Modells REPRO werden die Faktoren C und P ermittelt. Dieser Ansatz ermöglicht die hochaufgelöste Abschätzung der Bodenabträge - in Abhängigkeit der Daten bis $2 \times 2m$ -, wodurch die Ergebnisse direkt in der Betriebsplanung bzw. -optimierung eingesetzt werden können (Abb. 1). Die beschriebene Methodik wurde bereits an mehreren Betrieben getestet. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Untersuchungen am Versuchsgut Scheyern dargestellt und mit Messergebnissen verglichen.

Ergebnisse und Diskussion:

Das Versuchsgut Scheyern befindet sich im lößlehmreichen oberbayerischen Tertiärhügelland ca. 40 km nordöstlich von München. Aufgrund der Standortmerkmale (Niederschlag: 800 mm a^{-1} , Temperatur: $8,5^\circ\text{C}$, Böden: sandige Lehme mit Ackerzahl: 45 – 60) weist der Betrieb ein hohes Erosionspotential auf. In den 1993 eingerichteten experimentellen Betriebssystemen (ökologisch 43 ha, integriert 68 ha) war Bodenerosion daher ein bedeutender Untersuchungsgegenstand. Zur Erosionsminderung wurden so zahlreiche Maßnahmen (z.B. die Umwandlung von Acker- in Grünland oder die Anlage von Abflussbarrieren) durchgeführt. Zunächst erfolgte die Umstellung der Fruchtfolge und damit die Veränderung des durch die Bewirtschaftung beeinflussten C-Faktors. Durch diese Maßnahme konnte das bewirtschaftungsbedingte Erosionspotential bereits um 30 bis 37 Prozent verringert werden (Tab. 2). Als Resultat aller Maßnahmen konnten die Bodenabträge im Betriebsmittel von $7,3 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, innerhalb des integrierten von $13,2 \text{ auf } 2,0 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ und im ökologischen Betriebsteil von $10,7 \text{ auf } 1,7 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ reduziert werden (Tab. 3).

Tab 2: C-Faktoren der unterschiedlichen Fruchtfolgen des Versuchsgut Scheyern;
 †AUERSWALD et al. 2003.

	Vor Umstellung (< 1990)	1993 – 2003 [†]	
	konventionell	integriert	ökologisch
1. Jahr	Winterweizen	Kartoffel	Kleegras
2. Jahr	Wintergerste	Winterweizen	Kartoffel
		Senf	Senf
3. Jahr	Winterraps	Mais	Winterweizen
4. Jahr	Winterweizen	Winterweizen	Sonnenblume
	Senf	Senf	
5. Jahr	Mais/Sommergetreide		Kleegras
6. Jahr			Winterweizen
7. Jahr			Winterroggen
C-Faktor	0,130	0,040	0,049

Die Anwendung des REPRO-Ansatzes am Versuchsgut Scheyern bietet die Möglichkeit, Modellergebnisse mit denen älterer Modellansätze zu vergleichen und diese in Beziehung zu Messwerten zu setzen (Tab. 3). Trotz der teilweise guten Übereinstimmung der Werte sind geringfügige Abweichungen festzustellen. Diese liegen in erster Linie an Details, in denen sich beide Modelle voneinander unterscheiden:

- Die Ergebnisse der Berechnung a basieren auf einem terrestrisch erstellten DGM, für Berechnung b hingegen findet ein modernes, aus Laserscans erstelltes, DGM Verwendung.
- In REPRO wurden weiterentwickelte Algorithmen integriert, die sich von den ursprünglichen unterscheiden.



Abb. 1: Ausschnitt der hochaufgelösten Erosionsabschätzung für das Versuchsgut Scheyern nach der Betriebsumstellung.

Berücksichtigt man zusätzlich die Aussagegenauigkeit der ABAG (ca. 10%), so bedeuten diese Werte eine gute Übereinstimmung. Die Anwendbarkeit des Ansatzes spiegelt sich auch im Vergleich mit den Messergebnissen wider.

Tab. 3: Bodenabträge [$\text{t ha}^{-1} \text{a}^{-1}$] des Versuchsgut Scheyern; ¹AUERSWALD et al. 2003, ²FIENER & AUERSWALD 2001, ³SIEBRECHT 2006 unveröffentlicht (Ansatz REPRO).

	<i>Betrieb</i>		<i>Integriert</i>		<i>Ökologisch</i>	
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>I</i>	<i>II</i>
Messung	9,6 ¹	0,2 ¹	16,0 ²	1,7 ²	5,1 ²	1,5 ²
Berechnung a	7,3 ¹	1,6 ¹	13,2 ²	2,0 ²	10,7 ²	1,7 ²
Berechnung b	12,0 ³	1,9 ³	13,5 ³	2,3 ³	11,3 ³	1,8 ³

I) vor Umstellung; *II*) nach Umstellung.

Schlussfolgerungen:

Die beschriebene Methodik ermöglicht die Abschätzung des Erosionspotentials auf Ebene eines landwirtschaftlichen Betriebes. Durch die Anwendung konnte gezeigt werden, dass der Ansatz die erforderliche Genauigkeit erreicht. Vorteil sind die Möglichkeit der Szenariorechnung und die hohe räumliche Auflösung, durch die „Problem-bereiche“ des Betriebes identifiziert werden können. Trotz der generellen Anwendbarkeit hat sich gezeigt, dass es unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus zu Abweichungen kommen kann. Neben den Bewirtschaftungsmaßnahmen werden dafür Effekte verantwortlich gemacht, die bisher nicht berücksichtigt worden sind (KAINZ 2006). Beispiele sind der Anbau mehrjähriger Kulturen (Klee gras) die Verwendung von Wirtschaftdüngern oder abweichende Bedeckungsverläufe, die sich positiv auf die Bodenstabilität und/oder Bodenbedeckung auswirken. Die Weiterentwicklung des beschriebenen Ansatzes ist darauf ausgerichtet, diese Effekte zu berücksichtigen und die Praxistauglichkeit weiter zu erhöhen.

Literatur:

Auerswald K., Kainz M., Fiener, P. (2003): Erosion potential of organic versus conventional farming evaluated by USLE modelling of cropping statistics for agriculture districts in Bavaria. Soil Use Management 19:305- 311.

Fiener P., Auerswald K. (2001): Eight years of economical and ecological experience with soil conserving landuse. In: Helming K. (Ed.). Multidisciplinary approaches to soil conservation strategies, S. 121- 126.

Hülsbergen K. (2003): Entwicklung und Anwendung eines Bilanzmodells zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme. Shaker, Halle, 257 S.

Kainz M. (2006): Ist die Allgemeine Bodenabtragungsgleichung geeignet, den Bodenabtrag in ökologischen Landbausystemen zu beschreiben? In: Systembewertung im Ökologischen Landbau. KTBL-Heft, Eigenverlag, Darmstadt, im Druck.

Schwertmann U., Vogel W., Kainz M. (1987): Bodenerosion durch Wasser - Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen. Ulmer, Stuttgart, 64 S.

Archived at <http://orprints.org/9535/>