

Der Agrarumweltindikator «Erosionsrisiko»

Volker Prasuhn und Silvio Blaser

Agroscope, Gruppe Gewässerschutz und Stoffflüsse, 8046 Zürich-Reckenholz

Zusammenfassung

Im Rahmen des Agrarumweltmonitorings (AUM) des Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW) wird der Agrarumweltindikator (AUI) Erosionsrisiko seit 2009 jährlich berechnet. Knapp 300 Betriebe liefern die dazu notwendigen Daten für jede der rund 8000 Anbauparzellen. Die Berechnung des AUI basiert auf dem C-Faktor der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung und erfasst somit das bewirtschaftungsbedingte Erosionsrisiko. Die Berechnung erfolgt für jede Anbauparzelle mit landwirtschaftlicher Nutzung und wird abschliessend als flächengewichteter Durchschnittswert des Betriebes und für verschiedene Betriebstypen dargestellt. Die höchsten C-Faktoren und damit das grösste bewirtschaftungsbedingte Erosionsrisiko zeigen die Ackerbaubetriebe und die Betriebe mit Spezialkulturen, sowohl bezogen auf ihre Ackerfläche als auch auf ihre landwirtschaftlich genutzte Fläche. Ein Trend bei der zeitlichen Entwicklung der C-Faktoren zwischen 2009 und 2016 ist bisher bei keinem der Betriebstypen erkennbar. Die mittleren C-Faktoren der Ackerflächen sind im Hüggebiet deutlich geringer als im Talgebiet und auf mittleren und stark geneigten Ackerparzellen auch deutlich geringer als in der Ebene. Dies deutet auf eine überwiegend standortangepasste Nutzung hin.

Abstract

Since 2009, the agri-environmental indicator (AEI) erosion risk has been calculated annually as part of agri-environmental monitoring (AEM) of the Federal Office for Agriculture (FOAG). Nearly 300 farms provide the necessary data for each of the approximately 8000 plots under cultivation. The AUI is calculated using the C-factor of the Universal Soil Loss Equation and thus records the erosion risk caused by farming. The calculation is carried out for each plot with agricultural use and is finally presented as the area-weighted average value of the farm and for different farm types. The highest C-factors and thus the greatest risk of erosion due to farming are shown for arable farms and farms with special crops, both in relation to their arable land and their area used for agriculture. A trend in the development of C-factors over time between 2009 and 2016 is not yet discernible for any of the farm types. The mean C-factors of the arable land are significantly lower in the hilly area than in the valley area, and on medium or highly inclined arable land plots also significantly lower than in the plain. This indicates a predominantly site-adapted land use.

Keywords: soil erosion risk, agro-environmental monitoring, C-factor, universal soil loss equation

1. Einleitung

Basierend auf der Verordnung zur Beurteilung der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft betreibt das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) ein Agrarumweltmonitoring (AUM). Die Grundlage für das AUM bilden sechzehn Agrarumweltindikatoren (AUI) in den Bereichen Stickstoff, Phosphor, Boden, Klima, Energie, Wasser und Biodiversität. Anhand dieser von Agroscope erfassten AUI werden periodisch die Entwicklung der ökologischen Leistungen der Landwirtschaftsbetriebe und die Auswirkungen der Landwirtschaft auf die natürlichen Lebensgrundlagen beurteilt. Seit 2009 werden in einem speziellen Betriebsnetz mit rund 300 Betrieben für die AUI relevante Daten erhoben, gesammelt und zen-

tral ausgewertet. Dadurch lassen sich Aussagen über den Einfluss der Landwirtschaft auf die Umwelt sowohl auf Betriebsebene als auch auf regionaler Ebene machen. Die Daten werden von den Landwirtinnen und Landwirten in AGRO-TECH, einer für die AUI angepassten Software, erfasst.

Mit der jährlichen Berechnung des bewirtschaftungsbedingten Erosionsrisikos soll aufgezeigt werden, ob die agrarpolitischen Massnahmen im Bereich Erosionsschutz Wirkung zeigen und zu einer Abnahme des Erosionsrisikos führen. Weiterhin stellt sich die Frage, ob es diesbezüglich betriebstypenspezifische Unterschiede gibt, welchen Einfluss die geographische Lage der Betriebe (Talgebiet oder Hügel- und Berggebiet) hat und ob Standortfaktoren wie Höhen-

lage oder Neigung der Parzellen einen Einfluss auf die Höhe des Erosionsrisikos haben.

Im Bereich Boden gibt es neben dem hier vorgestellten AUI Erosionsrisiko noch einen AUI Bodenbedeckung, der in gewissen Punkten Ähnlichkeit zum AUI Erosionsrisiko aufweist, aber nicht explizit für den Erosionsschutz konzipiert wurde, sondern breiter ausgelegt ist (BÜCHI et al., 2017).

2. Methodik

Das Erosionsrisiko einer Anbauparzelle wird durch standortbedingte und bewirtschaftungsbedingte Faktoren bestimmt. Das standortbedingte Erosionsrisiko bildet die weitgehend natürliche Erosionsdisposition aufgrund der Boden- und Reliefeigenschaften sowie der Jahreserosivität der Niederschläge ab. Es ist durch die Erosionsrisikokarte (ERK2) flächendeckend für die landwirtschaftliche Nutzfläche der Schweiz erfasst (PRASUHN et al., 2013). Das bewirtschaftungsbedingte Erosionsrisiko ergibt sich aus der Art der Landnutzung (Ackerland, Grasland, Dauerkultur etc.) und der jeweiligen Bewirtschaftung (Fruchtfolge, Art und Intensität der Bodenbearbeitung etc.). Es wird durch den sogenannten C-Faktor der "Universal Soil Loss Equation, USLE" (WISCHMEIER und SMITH, 1978) bzw. der „Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung ABAG“ (SCHWERTMANN et al., 1990), dem weltweit verbreitetsten Erosionsmodell, bestimmt. Der C-Faktor gibt die relative Veränderung des Bodenabtrages bei einer bestimmten Bewirtschaftung gegenüber dem Abtrag bei langjähriger Schwarzbrache an. Der C-Faktor ist ein dimensionsloser Wert zwischen 0 und 1, wobei der Wert 0 den grösstmöglichen Erosionsschutz (100 %ige Bodenbedeckung, keine Bodenbearbeitung, gute Durchwurzelung etc.) und der Wert 1 das grösste Erosionsrisiko (permanente Schwarzbrache, vollständig nackter Boden, feines Saatbett) darstellt. Der C-Faktor ist vor allem im Acker- und Gemüsebau sowie bei einigen Dauerkulturen hoch, während er im Grünland in der Regel sehr gering ist. Typische Fruchtfolgen in der Schweiz haben C-Faktorwerte zwischen 0.05 und 0.20. Dauergrünland mit vollständiger Bodenbedeckung hat den Wert 0.004. Standortfaktoren wie Hangneigung und -länge sowie die Erodibilität des Bodens fliessen nicht in die Berechnungen des C-Faktors ein.

Das methodische Vorgehen zur Berechnung der C-Faktoren entspricht weitgehend den Beschreibungen von SCHWERTMANN et al. (1990), PRASUHN und GRÜNIG (2001) und MOSIMANN und RÜTTIMANN (2006a). Die benötigten Eingangsda-

ten werden automatisch aus den jährlichen AGROTECH-Daten des AUI-Betriebsnetzes ausgelesen. Dafür musste ein neues Berechnungstool programmiert werden. Gleichzeitig wurden verschiedene Anpassungen und Aktualisierungen gegenüber den oben genannten Berechnungsvorschriften gemacht. Deshalb wird das methodische Vorgehen nachfolgend nochmals detailliert aufgezeigt.

Der C-Faktor wird normalerweise für ganze Fruchtfolgen bzw. Kulturabfolgen berechnet. Der AUI Erosionsrisiko soll aber genau wie alle anderen AUI jährlich berechnet und im jährlichen Agrarbericht des BLW publiziert werden. Entsprechend stehen auch nur jährliche Eingangsdaten zur Verfügung. Die Anzahl der teilnehmenden AUI-Betriebe pro Jahr ist auch nicht immer identisch. So machen jedes Jahr einige Betriebe nicht mehr mit, andere Betriebe steigen neu ein, entsprechend gäbe es auch nur für wenige Betriebe Zeitreihen, aus denen sich Fruchtfolgen/Kulturabfolgen erstellen liessen. Insofern variiert die Zusammensetzung der rund 300 AUI-Betriebe (siehe auch Tabelle 6).

Die Berechnung beim AUI Erosionsrisiko erfolgt auf Schlagebene für jede Anbauparzelle mit landwirtschaftlicher Nutzung und wird abschliessend als flächengewichteter Durchschnittswert des Betriebes berechnet. Dabei wird bezüglich Fruchtfolge/Kulturabfolge folgende Annahme bzw. Vereinfachung gemacht: Die Nutzung aller Anbauparzellen eines Betriebes spiegelt die Fruchtfolge des Betriebes relativ gut wieder. Dies gilt dann, wenn der Betrieb nur eine Fruchtfolge/Kulturabfolge hat. Hat ein Betrieb ausnahmsweise mehrere, getrennte Fruchtfolgen/Kulturabfolgen, stimmt diese Annahme nicht.

Es werden nur zwei Regionen unterschieden (Talgebiet sowie Hügelgebiet inklusive Berggebiet), da Ackerflächen im Berggebiet kaum vorkommen. Die Berechnung des AUI Erosionsrisiko erfolgt für beide Regionen über den gleichen methodischen Ansatz, nur werden für die Parameter Kulturkalender und Erosivität der Niederschläge regionsspezifische Eingangsdaten verwendet.

Um die Daten vergleichbar zu machen, wurde eine einheitliche Referenzperiode bestimmt. Die Berechnung erfolgt immer genau über ein Jahr (365 Tage) vom 01.07. des Vorjahres bis zum 30.6. des Erfassungsjahres und umfasst somit eine Teilperiode der Vorkultur, eine allfällige Zwischenkultur oder Winterbrache und eine Teilperiode der Hauptkultur. Für jede Kultur und Zwischenkultur wurden typische Zeitpunkte für sechs verschiedene Entwicklungsstadien jeweils für das Tal- und Hügelgebiet be-

Tabelle 1: Auszug aus dem Kulturkalender für das Talgebiet.

	Bodenbearbeitung	Saat	10 % Bedeckung	50 % Bedeckung	75 % Bedeckung	Ernte
Winterweizen	14.10.	15.10.	07.12.	28.03.	11.04.	29.07.
Wintergerste	26.09.	27.09.	18.10.	22.11.	09.03.	06.07.
Silomais	09.05.	10.05.	08.06.	30.06.	09.07.	28.09.
Zuckerrüben	21.03.	22.03.	10.05.	12.06.	28.06.	20.10.

Tabelle 2: Auszug aus den Tabellen zu den relativen Bodenabträgen (RBA) verschiedener Kulturen bei zwei ausgewählten Bodenbearbeitungsverfahren.

BB = Bodenbearbeitung, SB = Saatbett, 10 %-75 % = Bodenbedeckungsgrad

Kultur Nr.	Pflug	Kulturperioden					
		1	2	3	4	5	6
		BB-SB	SB-10 %	10 %-50 %	50 %-75 %	75 %-Ernte	Ernte-BB
7	Winterweizen Standard	0.320	0.460	0.380	0.030	0.010	0.030
10	Wintergerste	0.320	0.460	0.380	0.030	0.010	0.030
29	Silomais	0.320	0.940	0.450	0.120	0.085	0.440
26	Zuckerrüben	0.320	0.850	0.450	0.050	0.030	0.440

Kultur Nr.	Direktsaat	Kulturperioden					
		1	2	3	4	5	6
		BB-SB	SB-10 %	10 %-50 %	50 %-75 %	75 %-Ernte	Ernte-BB
7	Winterweizen Standard	0.080	0.080	0.060	0.010	0.010	0.020
10	Wintergerste	0.080	0.080	0.060	0.010	0.010	0.020
29	Silomais	0.080	0.080	0.060	0.020	0.010	0.100
26	Zuckerrüben	0.080	0.090	0.060	0.030	0.030	0.150

stimmt (Tabelle 1). Das jeweilige Datum stellt den typischen, mittleren Zeitpunkt für die jeweilige Entwicklungs- bzw. Bodenbedeckungsphase der Kultur dar. Die Daten wurden einerseits aus den Angaben der Landwirtinnen und Landwirte in AGRO-TECH (Datum Bodenbearbeitung, Saat und Ernte) abgeleitet, andererseits aus bestehenden Kulturkalendern von SCHWERTMANN et al., 1990, PRASUHN und GRÜNIG (2001) und MOSIMANN und RÜTTMANN (2006a,b) übernommen sowie mit Experten diskutiert und angepasst.

Vegetationsbedeckung und Oberbodenzustand bestimmen die Erosionsanfälligkeit zu jedem Zeitpunkt der Kultur (SCHWERTMANN et al., 1990). Daher werden obige Kulturdaten mit aus der Literatur (AUERSWALD und KAINZ, 1998; PRASUHN und GRÜNIG, 2001; MOSIMANN und RÜTT-

MANN, 2006a) stammenden und teilweise angepassten Relativen Bodenabtragswerten (RBA) jeder Kultur und Entwicklungsphase verrechnet (Tabelle 2). Der RBA ist der jeweilige Bodenabtrag im Verhältnis zu einer permanent schwarzbrachen Fläche und liegt zwischen 0.01 und 1 bzw. 1 % und 100 %. Die RBA-Werte wurden für jede Kultur und Zwischenkultur für vier verschiedene Bodenbearbeitungsverfahren (Pflug; pfluglos < 30 % Mulchbedeckung; Mulchsaat > 30 % Bodenbedeckung; Direkt-, Streifenfräs-, Streifensaar) für jeweils alle sechs Kulturperioden festgelegt.

Für die Winterperiode können sieben verschiedene Varianten berücksichtigt werden:

1. Vorkultur – Winter-Hauptkultur
2. Vorkultur – Stoppelbrache – Winter-Hauptkul-

tur

3. Vorkultur – Stoppelbrache über Winter – Sommer-Hauptkultur
4. Vorkultur – Schwarzbrache – Sommer-Hauptkultur
5. Vorkultur – Zwischenkultur – Sommer-Hauptkultur
6. Vorkultur – Herbstzwischenfutter – Schwarzbrache – Sommer-Hauptkultur
7. Vorkultur – Herbstzwischenfutter – Winter-Hauptkultur

Bei den Zwischenkulturen wird zwischen abfrierenden und winterharten Zwischenkulturen unterschieden. Für beide Gruppen gibt es unterschiedliche RBA-Werte. Alle Zwischenkulturen folgen im Berechnungstool jeweils einem fixen Zeitpunkt (immer 5 Tage) nach der Ernte der Vorkultur (fixes Datum jeder Kultur gemäss Kulturkalender). Die Zwischenkultur dauert bis zur Bodenbearbeitung der Hauptkultur oder bis zur Herbstfurche (Pflug).

Weiterhin fliesst die langjährige mittlere Erosivität der Niederschläge in die Berechnung ein. Aus den 10-Minuten Niederschlagsdaten diverser Meteostationen der Schweiz über 20 Jahre wurde die mittlere Erosivität der Niederschläge über das Jahr für das Tal- und für das Hügellgebiet von SCHMIDT et al.

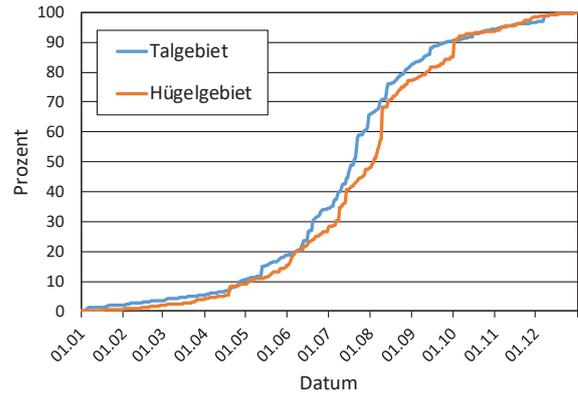


Abbildung 1: Summenkurve der Erosivität der Niederschläge für das Tal- und Hügellgebiet (nach SCHMIDT et al., 2016).

(2016) ermittelt und als Summenprozentkurve dargestellt (Abbildung 1). Für die Dauer jeder Kulturperiode jeder Kultur wird der entsprechende Anteil der Jahreserosivität ermittelt und mit dem jeweiligen RBA-Wert verrechnet. Dies ergibt einen Teil-C-Faktorwert. Die Teil-C-Faktoren vom 1.7. des Vorjahres bis zum 30.6. des Erhebungsjahres werden schliesslich zum Jahres-C-Faktorwert der Anbauparzelle aufsummiert.

Verschiedene Korrekturfaktoren fliessen zusätzlich in die Berechnungen ein. So verringert Kunstwiese in der Fruchtfolge das Erosionsrisiko (Carry-over-Effekt), während ein hoher Anteil von Blattfrüchten

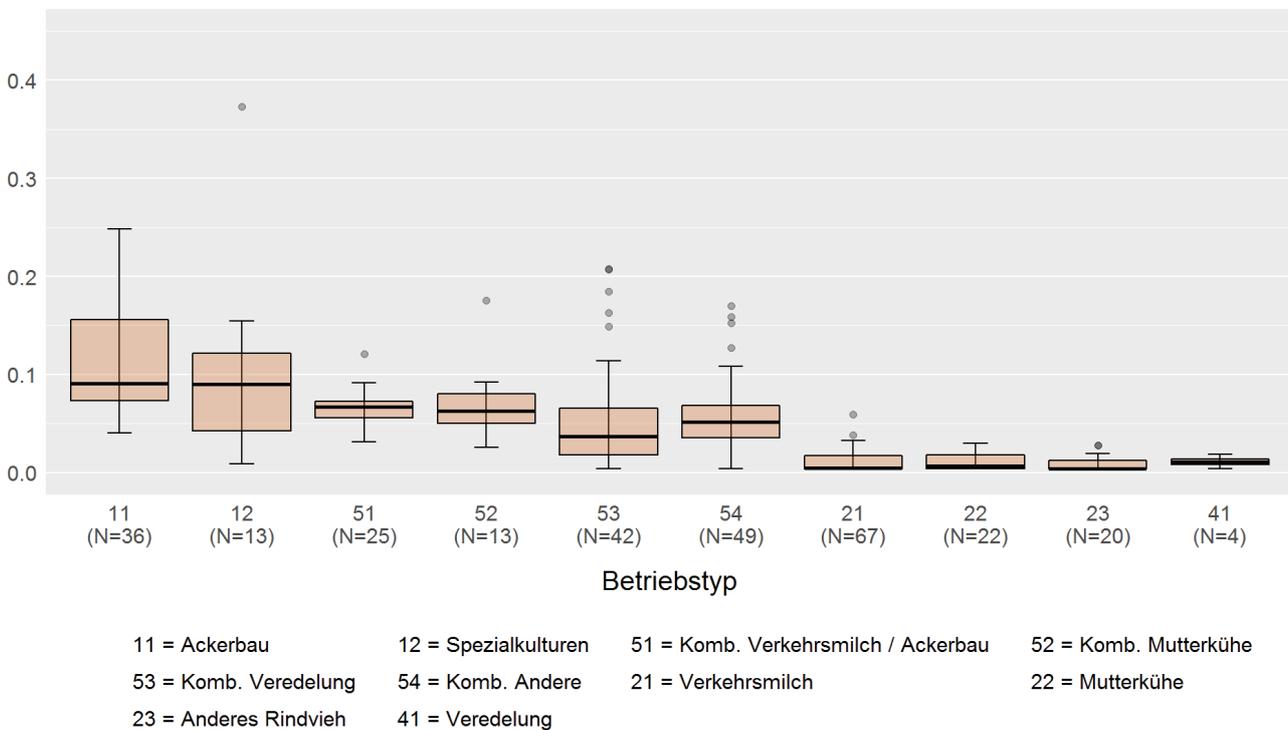


Abbildung 2: Boxplot-Diagramm der C-Faktoren für die Landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) der Betriebe für das Jahr 2016, dargestellt für 10 verschiedene Betriebstypen (N = Anzahl Betriebe).

in der Fruchtfolge oder der Anbau von Getreide oder Raps nach Wurzelfrüchten das Erosionsrisiko erhöhen.

Zu jeder Parzelle gibt es in AGRO-TECH zusätzlich Angaben zur Höhenlage über Meer und zur Hangneigung der Anbauparzellen. Diese Angaben fließen zwar nicht in die Berechnung des C-Faktors ein, wurden aber für die Auswertung und Interpretation der Daten genutzt.

3. Ergebnisse

3.1 Auswertungen auf Betriebsebene

Die berechneten C-Faktoren liegen für die Jahre 2009 bis 2016 für durchschnittlich 284 Betriebe mit rund 8000 Anbauparzellen vor – aufgesplittet in 10 Betriebstypen nach MEIER (2000), jeweils für die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche und für die Ackerfläche der Betriebe. Die höchsten C-Faktoren und damit das grösste bewirtschaftungsbedingte Erosionsrisiko zeigen die Ackerbaubetriebe und die Betriebe mit Spezialkulturen, sowohl bezogen auf die Ackerfläche (Abbildung 2) als auch bezogen auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche (Abbildung 3). Auch die Streuung der C-Faktorwerte der jeweiligen Betriebe ist bei diesen beiden Betriebstypen am grössten. Tierhaltungsbetriebe haben neben Dauergrünland vor allem Kunstwiese, Futtergetreide und Silomais, aber kaum erosionsgefährdete Kulturen

wie Kartoffeln, Zuckerrüben und Gemüse; daher ist ihr C-Faktorwert und damit das Erosionsrisiko sehr gering. Kombinierte Betriebe liegen bezüglich der C-Faktoren im mittleren Wertebereich. Im Vergleich zum Ausland ist das bewirtschaftungsbedingte Erosionsrisiko aller Betriebstypen mit C-Faktorwerten von überwiegend < 0.100 relativ niedrig.

Ein Trend bei der zeitlichen Entwicklung der C-Faktoren zwischen 2009 und 2016 ist bisher bei keinem der Betriebstypen erkennbar (Abbildung 4). Kleinere Schwankungen sind durch eine wechselnde Anzahl an Betrieben, die dem einzelnen Betriebstyp im jeweiligen Jahr zugeordnet wurden, zu erklären. So kann ein Betrieb des Typs Spezialkulturen in einem Jahr diesem Betriebstyp, in einem anderen Jahr zum Beispiel dem Betriebstyp Ackerbau zugeordnet werden, wenn geringe Flächennutzungsänderungen bei den Spezialkulturen vorliegen.

Analysiert man alle Betriebe des Jahres 2016, die mindestens eine Anbauparzelle mit Ackerland haben (n = 224), bezüglich der Zuordnung der Betriebe zu den geographischen Regionen, zeigt sich, dass mit 144 Betrieben im Talgebiet gegenüber 80 Betrieben im Hügel- und Berggebiet der grössere Teil der Betriebe im Talgebiet liegt (Tabelle 3). Der mittlere C-Faktor der LN der Betriebe im Hügel- und Berggebiet ist mit 0.058 nur fast halb so hoch wie der der Betriebe im Talgebiet (0.105). Das heisst, dass das

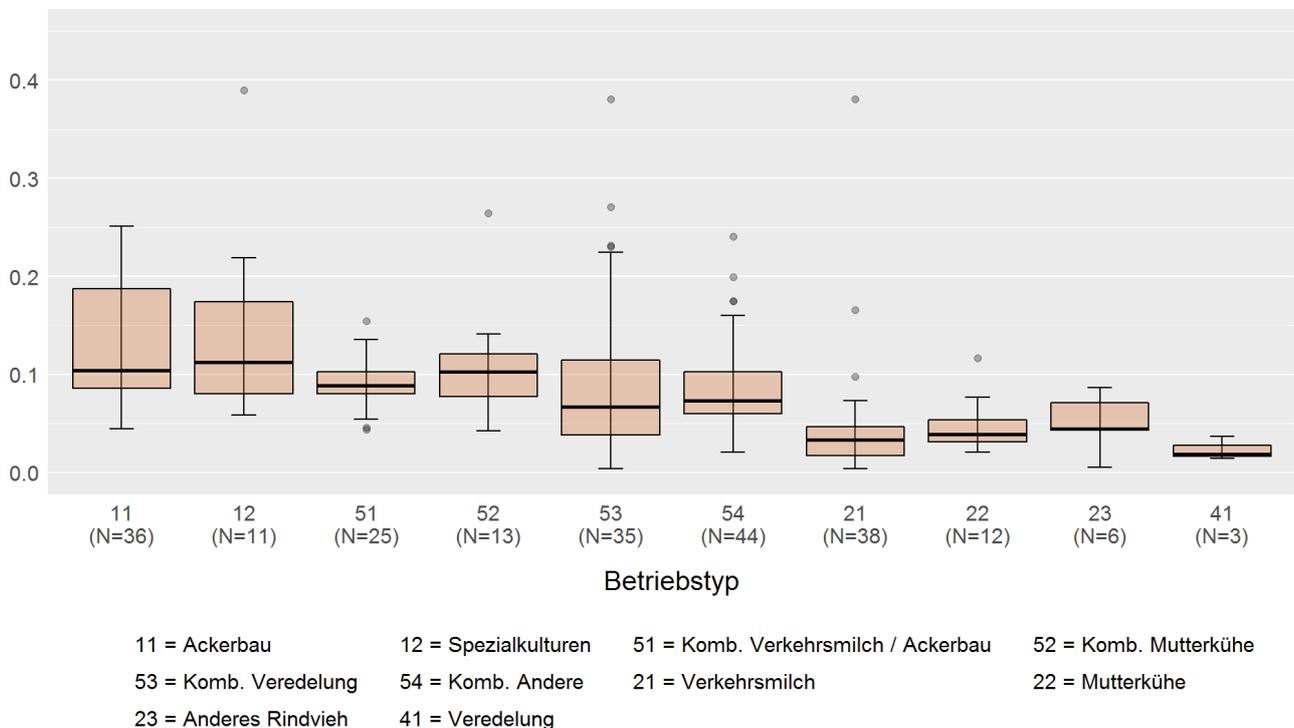


Abbildung 3: Boxplot-Diagramm der C-Faktoren für die Ackerfläche (inklusive Kunstwiese) der Betriebe für das Jahr 2016, dargestellt für 10 verschiedene Betriebstypen (N = Anzahl Betriebe).

Tabelle 3: Mittelwert der C-Faktoren aller Betriebe des Jahres 2016 mit mindestens einer Ackerparzelle, aufgeschlüsselt nach Talgebiet und Hügel-/Berggebiet.

Region	Mittelwert der C-Faktoren	Anzahl Betriebe
Talgebiet	0.105	144
Hügel- und Berggebiet	0.058	80
Gesamt	0.088	224

bewirtschaftungsbedingte Erosionsrisiko im Hügel- und Berggebiet aufgrund der Landnutzung und der angebauten Kulturen (viel Dauergrünland und bei den Ackerkulturen viel Kunstwiese und Getreide, wenig Hackfrüchte) deutlich geringer ist.

3.2 Auswertungen auf Parzellenebene

Da der C-Faktor bzw. das Erosionsrisiko vor allem für das Ackerland wichtig ist, wurde eine detailliertere Analyse der Daten auf Parzellenebene für das Ackerland durchgeführt. Zum Ackerland zählen dabei neben den klassischen Ackerkulturen wie Winterweizen, Silomais, Zuckerrüben auch spezielle Kulturen wie Winterlein, Soja, Tabak, Gemüse, aber auch Kunstwiesen, Rotationsbrachen, Blühstreifen, Ackersäume etc.

Bezüglich der Höhenlage über Meer der Ackerpar-

Tabelle 4: Flächengewichtete C-Faktorwerte der Ackerparzellen aller AUI-Betriebe des Jahres 2016, aufgeschlüsselt nach Lage der Parzellen in Gebietshöhe in Metern über Meer.

	Höhenlage [m]			
	< 600	600–700	700–1000	> 1000
Anzahl Parzellen	2171	852	320	2
Fläche [ha]	3122	1144	402	2
Median C-Faktor	0.084	0.046	0.019	0.004
Mittelwert C-Faktor	0.156	0.105	0.096	0.004

zellen zeigt sich, dass rund zwei Drittel der 3345 Anbauparzellen der Betriebe des Jahres 2016 im Talgebiet unter 600 m und nur wenige Anbauparzellen (10 %) über 700 m Höhe liegen (Tabelle 4). Mit zunehmender Höhenlage sinkt der flächengewichtete C-Faktor deutlich, sowohl beim Mittelwert als auch beim Median. Die besonders erosionsanfälligen Kulturen bzw. Fruchtfolgen und/oder Bodenbearbeitungsverfahren werden also vor allem im Talgebiet eingesetzt, während mit zunehmender Gebietshöhe weniger erosionsanfällige Kulturen, Fruchtfolgen und/oder Bodenbearbeitungsverfahren vorherrschen. Insofern kann bezüglich Höhenlage von einer im Durchschnitt standortangepassten Nutzung der Ackerflächen gesprochen werden.

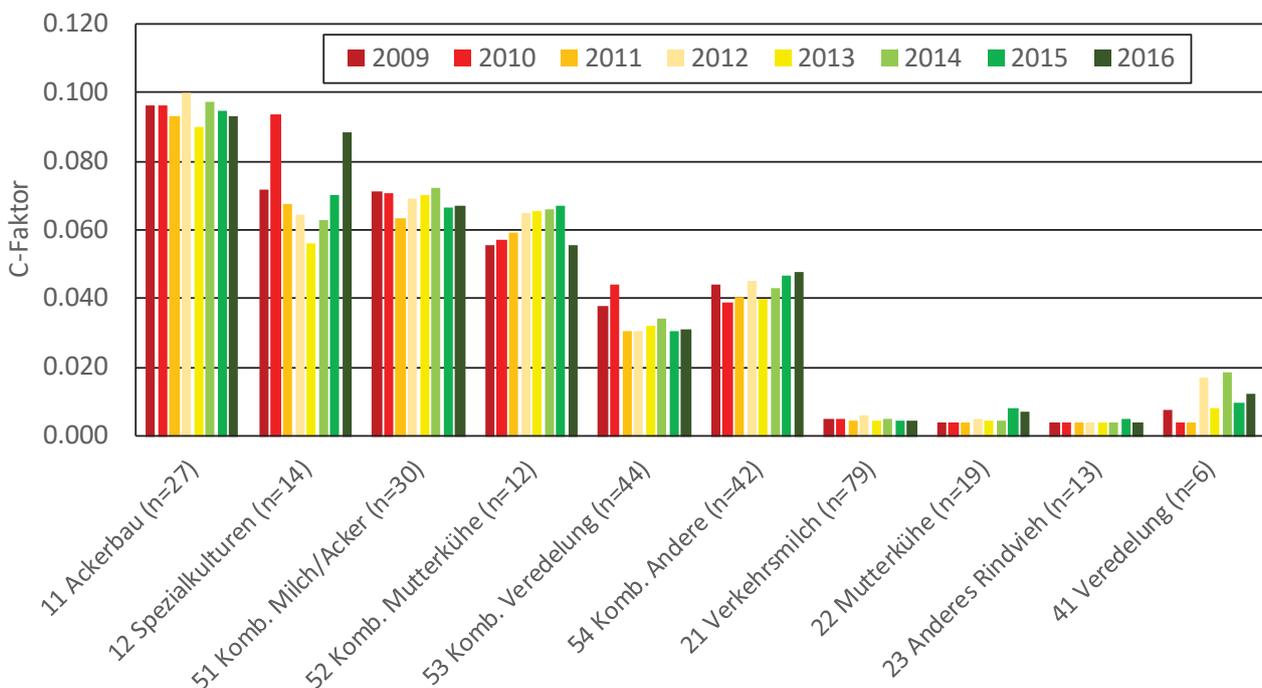


Abbildung 4: Zeitliche Entwicklung der C-Faktoren (Medianwert aller Betriebe) der landwirtschaftlich genutzten Fläche von 2009 bis 2016 für die verschiedenen Betriebstypen (n = mittlere Anzahl Betriebe in 8 Jahren).

Tabelle 5: Flächengewichtete C-Faktorwerte der Ackerparzellen aller AUI-Betriebe des Jahres 2016, aufgeschlüsselt nach mittlerer Hangneigung der Anbauparzellen.

	Hangneigung			
	flach (< 2 %)	wenig geneigt (2-6 %)	mittel geneigt (6-16 %)	stark geneigt (> 16 %)
Anzahl Parzellen	1559	1005	637	129
Fläche [ha]	2202	1445	843	166
Median C-Faktor	0.084	0.073	0.045	0.007
Mittelwert C-Faktor	0.157	0.149	0.093	0.043

Analysiert man den gleichen Datensatz bezüglich der Hangneigung der Ackerparzellen, zeigt sich, dass sich fast die Hälfte aller Anbauparzellen in der Ebene befinden (Tabelle 5). In mittlerer und starker Hanglage liegen aber immerhin knapp ein Viertel aller Anbauparzellen. Diese haben aber einen massiv niedrigeren flächengewichteten C-Faktor (Mittelwert und Median). Auf stark geneigten Flächen werden überwiegend Kunstwiesen angebaut. Also kann

bezüglich Hangneigung auch von einer im Durchschnitt standortangepassten Nutzung der Ackerflächen gesprochen werden.

Ähnlich wie bei der Analyse der mittleren C-Faktorwerte aller AUI-Betriebe über die Zeit (Kapitel 3.1, Abbildung 4), zeigt sich auch bei den flächengewichteten C-Faktoren aller Ackerparzellen weder bei den Mittelwerten noch bei den Medianen ein Trend zwischen den Jahren 2009 und 2016 (Tabelle 6). Geringe Abweichungen der C-Faktorwerte sind durch die unterschiedliche Anzahl und Art der teilnehmenden Betriebe zu erklären.

4. Schlussfolgerungen

Der AUI Erosionsrisiko erfasst nicht die aktuelle Erosion auf einer Parzelle, sondern das Risiko, wie viel Erosion auf einer Anbauparzelle bei einer bestimmten Landnutzung und Bewirtschaftung langjährig zu erwarten ist. Entsprechend fließen in die Berechnung weder die aktuellen Bewirtschaftungsdaten (Termine für Bodenbearbeitung, Saat, Ernte etc.) noch die aktuelle Witterung ein, sondern langjährige Mittelwerte für beide. Verändert sich die Nutzung oder Bewirtschaftung im Mittel aller Parzellen eines Betriebes, ändert sich der berechnete C-Faktor bzw.

Tabelle 6: Flächengewichtete C-Faktorwerte der Ackerparzellen aller AUI-Betriebe der Jahre 2009 bis 2016.

Jahr	Median C-Faktor	Mittelwert C-Faktor	Anzahl Ackerparzellen	Fläche Ackerland [ha]	Anzahl AUI-Betriebe
2009	0.071	0.130	3036	4083	309
2010	0.062	0.127	3014	3926	307
2011	0.058	0.119	2846	3723	297
2012	0.059	0.124	2734	3637	279
2013	0.056	0.120	2484	3350	264
2014	0.058	0.118	2512	3302	254
2015	0.057	0.120	2801	3714	270
2016	0.066	0.137	3345	4670	292
Durchschnitt	0.061	0.124	2847	3801	284

das Erosionsrisiko. So kann anhand der Analyse von Zeitreihen aller Betriebe erkannt werden, ob Änderungen in der Landnutzung oder Bewirtschaftung (z. B. Änderung der Bodenbearbeitungsverfahren im Rahmen der Ressourcenprogramme bzw. Ressourceneffizienzbeiträge des Bundes oder Änderungen bei der Winterbegrünung) sich positiv oder negativ auf das Erosionsrisiko auswirken. Dadurch kann die Wirksamkeit agrarpolitischer Massnahmen im Bereich Erosionsschutz langfristig überprüft werden und es kann frühzeitig Handlungsbedarf bei unerwünschten Entwicklungen erkannt werden. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass die teilnehmenden Betriebe des AUI-Betriebsnetzes repräsentativ für die Schweizer Landwirtschaft des jeweiligen Erhebungsjahres sind.

Die hier vorgestellten Auswertungen der C-Faktoren der Datenreihe von 2009 bis 2016 zeigen keine Veränderungen der mittleren C-Faktoren und damit des bewirtschaftungsbedingten Erosionsrisikos auf. Detaillierte kulturspezifische Auswertungen stehen aber noch aus. Positiv anzumerken ist, dass bezüglich der Standortfaktoren Höhenlage über Meer und mittlere Hangneigung der Parzellen standortangepasste Fruchtfolgen/Kulturabfolgen und/oder Bodenbearbeitungsverfahren überwiegend eingesetzt wurden. Die mittleren C-Faktoren sind im Hügelgebiet deutlich geringer als im Talgebiet und auf mittleren und stark geneigten Ackerparzellen auch deutlich geringer als in der Ebene.

Literatur

AUERSWALD, K. und KAINZ, M., 1998: Erosionsgefährdung (C-Faktor) durch Sonderkulturen. – *Bodenschutz* 3/98, 98–102.

BÜCHI, L., VALSANGIACOMO, A., BUREL, E., CHARLES, R., 2017: Agrarumweltindikator für die Bodenbedeckung auf Landwirtschaftsbetrieben. *Agrarforschung Schweiz* 8 (2): 48–55.

MEIER, B., 2000: Neue Methodik für die Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten an der FAT. Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), Schweiz, 12 S.

MOSIMANN, T. und RÜTTIMANN, M., 2006a: Dokumentation Berechnungsgrundlagen zum Fruchtfolgefaktor zentrales Mittelland 2005 im Modell Erosion CH (Version V2.02). Terragon, Bubendorf.

MOSIMANN, T. und RÜTTIMANN, M., 2006b: Bodenerosion selber abschätzen. *Erosion V2.02 – Ackerbaugebiete des zentralen Mittellandes*.

PRASUHN, V. und GRÜNIG, K., 2001: Evaluation der Ökomaßnahmen – Phosphorbelastung der Oberflächengewässer durch Bodenerosion. *Schriftenreihe der FAL* Nr. 37, Zü-

rich-Reckenholz, 152 S.

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.

SCHMIDT, S., ALEWELL, C., PANAGOS, P., MEUSBURGER, K., 2016: Regionalization of monthly rainfall erosivity patterns in Switzerland. *Hydrology and Earth System Sciences*, 20(10), 4359–4373.

SCHWERTMANN, U., VOGL, W., KAINZ, M., 1990: *Bodenerosion durch Wasser. Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmassnahmen*. – Ulmer, Stuttgart, 64 S.

WISCHMEIER, W.H. und SMITH, D.D., 1978: *Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning*. – USDA Agricultural handbook no. 537.