

Abschätzung
Bodenabtrag in Öster-
reich
Datenintegration in
INVEKOS Datenbank



wpa Beratende Ingenieure





wpa Beratende Ingenieure



Auftraggeber

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
Abteilung II/5, Agrarpolitische Grundlagen und Evaluierung
Stubenring 1, 1010 Wien
Auftrag vom 22.04.2009
GZ: BMLFUW-LE.1.3.7/0016-II/5/2009

Abschätzung des Bodenabtrags in Österreich und Integration der Daten in die INVEKOS Datenbank

Beschreibung der Berechnungsmethode und Ergebnisse für die Jahre 2007 und 2008

Berichtsdatum

24.11.2009 // GZ-wpa: 409.008

Version

1.0

Inhalt

Bericht

091116_BodenabtragINVEKOS_V1-0.mdb
(DVD)

Ausführung

pdf

MIT UNTERSTÜTZUNG VON BUND, LÄNDERN UND EUROPÄISCHER UNION



Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums: Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete.



lebensministerium.at

wpa Beratende Ingenieure GmbH

A-1090 Wien | Lackierergasse 1/4
T +43 1 403 62 80 | F +43 1 405 57 16
wpa@wpa.at | www.wpa.at

UID: ATU 16138800 | Gesellschaft mbH | Handelsgericht Wien | FN 51597d
Bankverbindung: BKS Bank AG | BLZ: 17000 | Konto: 141 000 225
IBAN: AT081700000141000225 | BIC: BFKKAT2K

Inhaltsverzeichnis

1	Zielsetzung und Aufgabenstellung	2
2	Datengrundlagen und Methoden zur Berechnung des Bodenabtrags durch Wasser	2
2.1	Erosionsmodell	2
2.2	Herleitung der Faktoren.....	3
2.2.1	R, Regen- und Oberflächenabflussfaktor	3
2.2.2	K, Bodenerodierbarkeitsfaktor.....	3
2.2.3	L, Hanglängenfaktor.....	3
2.2.4	S, Hangneigungsfaktor.....	4
2.2.5	C, Bedeckungsfaktor.....	4
2.2.6	P, Erosionsschutzfaktor.....	4
2.3	Datenverknüpfung und Rechengang	5
2.3.1	Bodenabtrag Schläge	5
2.3.2	P-Faktor für Schlagmaßnahmen	6
2.3.3	P-Faktor Begrünung	6
2.3.4	Integration der Teilergebnisse, Endergebnis.....	6
3	Ergebnisse.....	7
3.1	Faktoren zur Berechnung des Bodenabtrags.....	8
3.2	Bodenabtrag	8
3.3	Grenzen der Berechenbarkeit und Genauigkeit	12
4	Wartung	13
4.1	Jährliche obligate Wartung.....	14
4.2	Optionale Wartung	14
5	Literatur	15

Tabellenverzeichnis

Tab. 3-1:	Hilfstabellen und Faktoren die zur Berechnung des Bodenabtrags erstellt wurden	8
Tab. 3-2:	Bodenabtrag in den Bundesländern (t/ha/Jahr) für die INVEKOS Daten 2007 sowie Reduktion des Bodenabtrags durch Schlagmaßnahmen (SMN) und alle Maßnahmen (einschl. Begrünung).....	12
Tab. 3-3:	Ergebnisse wie in Tab. 3-2, jedoch für 2008	12

Abbildungsverzeichnis

Abb. 3-1:	Durchschnittlicher Bodenabtrag in Katastralgemeinden Niederösterreichs unter der Annahme „ohne ÖPUL Maßnahmen“ (INVEKOS Daten 2007)	9
Abb. 3-2:	Durchschnittlicher Bodenabtrag in Katastralgemeinden Niederösterreichs mit den im Jahr 2007 umgesetzten ÖPUL Maßnahmen	10
Abb. 3-3:	Reduktion des Bodenabtrags durch die ÖPUL Maßnahmen im Jahr 2007	11

1 Zielsetzung und Aufgabenstellung

In den INVEKOS Datensätzen, die dem BMLFUW für Untersuchungen, Evaluierungen und das Monitoring von Agrarumweltmaßnahmen im Rahmen des ÖPUL vorliegen, werden zunehmend Umweltdaten (z.B. Informationen zu Bodeneigenschaften und dem Gelände) integriert. Dies erfolgt mit dem Ziel Auswirkungen von Maßnahmen nicht nur pauschal aus den Teilnahmezahlen abzuschätzen sondern darüber hinaus ganz konkret vor dem Hintergrund der jeweiligen naturräumlichen Bedingungen, die an jenen Orten herrschen, wo die Maßnahmen tatsächlich umgesetzt werden. Die Wirksamkeit einer Maßnahme lässt sich so wesentlich exakter bewerten und eine Quantifizierung wird auf diesem Weg möglich.

Ziel des Projekts „Bodenabtrag INVEKOS“ ist es daher, den Bodenabtrag durch Wassererosion von landwirtschaftlichen Flächen in Österreich zunächst ohne ÖPUL Maßnahmen zu bewerten (Baselineindikator) und anschließend die vorhandene Daten so zu verknüpfen, dass die Auswirkung des ÖPUL auf den Bodenabtrag Österreichweit quantifizierbar wird und die Ergebnisse in den INVEKOS Datensätzen des BMLFUW dargestellt werden können. Die Darstellungsform soll es darüber hinaus erlauben, Änderungen im Teilnahmeverhalten oder den Nutzungsverhältnissen als Auswirkung auf das Erosionsgeschehen dynamisch darstellbar zu machen, so dass Unterschiede zwischen einzelnen Jahren oder über Zeiträume hinweg sichtbar werden.

2 Datengrundlagen und Methoden zur Berechnung des Bodenabtrags durch Wasser

2.1 Erosionsmodell

Die Auswahl eines geeigneten Erosionsmodells erfolgte sowohl nach Gesichtspunkten der Anwendbarkeit der Ergebnisse als auch unter Berücksichtigung der Datenlage im INVEKOS und der darauf aufbaubaren Berechnungsschritte. Folgende Aspekte wurden bei der Auswahl insbesondere berücksichtigt:

- Abzubilden sind in erster Linie die Auswirkungen der landwirtschaftlichen Nutzung und die Anwendung von geförderten Schutzmaßnahmen, so wie sie in den INVEKOS Daten abgebildet sind.
- Diese Auswirkungen sollen Österreichweit darstellbar sein.
- Eine jährliche Neuberechnung soll mit vertretbarem Aufwand möglich sein.
- Demgegenüber stellt die Bewertung eines einzelnen lokal begrenzten Witterungsereignisses in einem bestimmten Jahr keine wichtige Anforderung dar.
- Folgende Informationen sind in den INVEKOS Daten bereits in relativ hoher räumlicher Auflösung enthalten
 - Hangneigung
 - Bodenform
 - Angebaute landwirtschaftliche Kultur
 - Div. Schutzmaßnahmen

Auf Grund der Anforderungen und den in den INVEKOS Daten gegebenen Voraussetzungen wurde die Allgemeine Bodenabtragsgleichung (ABAG; USLE) als Modell ausgewählt (Schwertmann et al., 1987). Sie schätzt den langjährigen mittleren jährlichen Bodenabtrag durch Wasser indem mehrerer Faktoren durch Multiplikation wie folgt verknüpft werden:

$$A = R * K * L * S * C * P$$

A: langjähriger mittlerer Bodenabtrag in t/ha/a als Ergebnis der Berechnung.

R: Regen- und Oberflächenabflussfaktor. Maß für die gebietsspezifische Erosionskraft der Niederschläge.

K: Bodenerodierbarkeitsfaktor. Hängt von mehreren Bodeneigenschaften ab, im Wesentlichen jedoch von der Korngrößenzusammensetzung (Textur) des Bodens.

L: Hanglängenfaktor. Gibt das Verhältnis des Bodenabtrags eines Hanges beliebiger Länge zu dem des Standardhanges (22m Länge) an.

S: Hangneigungsfaktor. Gibt das Verhältnis des Bodenabtrags eines Hanges beliebiger Neigung zu dem des Standardhanges (9% Gefälle) an.

C: Bedeckungs- und Bearbeitungsfaktor. Gibt das Verhältnis des Bodenabtrags eines Hanges beliebiger Bewirtschaftung (z.B. Kulturpflanze) zu dem unter Schwarzbrache an.

P: Erosionsschutzfaktor. Gibt das Verhältnis des Bodenabtrags mit beliebigen Erosionsschutzmaßnahmen zu dem ohne Maßnahmen an.

2.2 Herleitung der Faktoren

2.2.1 R, Regen- und Oberflächenabflussfaktor

Die Datengrundlage zur Berechnung des R-Faktors sind langjährige Niederschlagsreihen (1960-1990), die von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik an mehreren Messstationen ermittelt werden. Die mittleren Niederschlagssummen für Österreich wurden der Arbeit von Skoda und Lorenz (2003) entnommen, die auf dieser Datengrundlage aufbaut.

Die Berechnung der R Faktoren auf dieser Datengrundlage erfolgte nach dem Verfahren von Strauss et al. (1995). Der R-Faktor bezieht sich somit nicht auf das einzelne Jahr, für das der Bodenabtrag berechnet wird, sondern stellt einen langjährigen Mittelwert dar. Für die Anwendung im vorliegenden Vorhaben wurden die Werte der R-Faktoren durch Interpolation und Mittelwertbildung pro Katastralgemeinde berechnet.

2.2.2 K, Bodenerodierbarkeitsfaktor

Die Datengrundlage ist die Österreichische Bodenkarte 1:25.000 des BFW. Die Herleitung des K-Faktors für die einzelnen Böden erfolgte nach der Methode von Strauss und Wolkerstorfer (2005) für die einzelnen Bodenformen der Österreichischen Bodenkarte 1:25.000, die durch Kartierungsbezeichnung und Bodenformnummer eindeutig identifiziert sind.

2.2.3 L, Hanglängenfaktor

Die Hanglängen wurden auf Basis des Österreichischen Höhenmodells 10 m ermittelt und die L-Faktoren abgeleitet (Strauss, 2007).

Da eine flächendeckende Zuordnung einer einzelnen Einheit in den INVEKOS Daten (Feldstück) zu einer definierten Hanglänge nicht mit vertretbarem Aufwand für ganz Österreich möglich ist, wurden die Hanglängen pro Katastralgemeinde statistisch ausge-

wertet. In der Berechnung des Bodenabtrags wurde der Median der Hanglänge pro Katastralgemeinde verwendet. Für spezielle Fragestellungen stehen auch Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum zur Verfügung.

2.2.4 S, Hangneigungsfaktor

Die Invekosdaten enthalten bereits Angaben zur Hangneigung. Zur Berechnung des S-Faktors wurden aus der Tabelle L037_Schläge die Variablen **hangneigung_grad** und **hangneigung_prozent** verwendet, die sich auf jenes Grundstück beziehen, das den größten Anteil am Feldstück hat, zu dem der Schlag gehört.

Die Berechnung von S erfolgte nach folgender Formel (McCool et al., 1989):

$$S = 10,8 * \sin X + 0,03 \quad \text{für } Y < 9\%$$
$$S = 16,8 * \sin X - 0,5 \quad \text{für } Y \geq 9\%$$

Wobei für X **hangneigung_grad** und Y **hangneigung_prozent** eingesetzt wurden.

2.2.5 C, Bedeckungsfaktor

Der Bedeckungsfaktor wurde für die Berechnungen im Rahmen von „Bodenabtrag INVEKOS“ auf die unterschiedlichen Hauptkulturen eingeschränkt und die Begrünungen bzw. Bodenbearbeitungsaufgaben (Mulch- und Direktsaat) im P-Faktor behandelt (siehe Kap. 2.2.6).

Ausgangspunkt der Berechnung ist die Variable **SNA** bzw. **SNA_Code** in Tabelle L037_Schläge. Da nicht für alle dort angeführten landwirtschaftlichen Kulturen C – Faktoren ermittelt werden konnte wurde wie folgt vorgegangen: in einem ersten Schritt wurden die in der Variable SNA vorkommenden Kulturen einer Referenzkultur zugeordnet, in einem zweiten Schritt zu den Referenzkulturen die C – Faktoren ermittelt. Im

Endeffekt bedeutet dies, dass häufig vorkommenden Kulturen ein C – Faktor für genau diese Kultur zugeordnet wurde, für selten vorkommende Kulturen ein C – Faktor einer Kultur mit ähnlicher Vegetationsperiode.

Die C – Faktoren selbst wurden im Rahmen einer Literaturstudie ermittelt und durch eigene Berechnungen ergänzt. Folgende Quellen wurden verwendet: Schwertmann et al. (1987), Stumpf und Auerswald (2006), Auerswald und Schwab (1999), Deumlich und Völker (1994), Auerswald und Schmidt (1986), Frede und Dabbert (1998), TLL Jena (2007).

2.2.6 P, Erosionsschutzfaktor

Der Erosionsschutzfaktor wurde für folgende Maßnahmen ermittelt und in der Berechnung verwendet:

- Erosionsschutz Wein, mit Unterscheidung der Hangneigung unter 25% und über 25% entsprechend der ÖPUL Maßnahme
- Erosionsschutz Obst und Hopfen mit Unterscheidung der Maßnahme für die beiden Kulturen entsprechend ÖPUL
- Untersaat Mais
- Begrünung mit Unterscheidung folgender Varianten
 - A
 - A1
 - B
 - C, C1
 - D, D1
- Mulch- und Direktsaat

Anzumerken ist, dass für die Integration der ABAG bzw. USLE in die INVEKOS Daten die Faktorenwerte verschiedener ÖPUL Maßnahmen als P-Faktoren betrachtet werden, im Originalansatz der USLE jedoch Begrünung oder Mulchsaat als Teil des C-Faktors betrachtet wird. Dieser Schritt war notwendig, um die Bewertung der Maßnahmenteilnahme unabhängig von der angebauten landwirtschaftlichen Kultur vor-

nehmen zu können und eine jährliche Neuberechnung zu ermöglichen.

Ausgangspunkt der Berechnung sind die Angaben in der Tabelle L037_Schläge_m_ÖPUL_Codes in der Variable **Schlagmasznahme_Code** bzw.

Schlagmasznahme_Bezeichnung sowie in der Tabelle L038_ÖPUL_Begrünung die Variablen **VARIANTE** und **MZ**.

Als Grundlage für die Werte von P wurden folgende Quellen verwendet: Huber (2004), Strauss und Schmid (2004), Umweltbundesamt und wpa (2005), wpa und BAW (2008), wpa und BAW (2009), wobei die Werte teilweise durch ergänzende Berechnungen so modifiziert wurden, dass sie im Rahmen des verwendeten Erosionsmodells (Allgemeine Bodenabtragsgleichung) einsetzbar waren.

2.3 Datenverknüpfung und Rechengang

2.3.1 Bodenabtrag Schläge

Ausgangspunkt der Datenverknüpfung ist die INVEKOS Datentabelle **L037_Schläge**. Weiters werden die im Rahmen des vorliegenden Projekts „Bodenabtrag INVEKOS“ hergestellten Tabellen **R_Faktor_KG**, **L_Faktor_KG**, **K_Faktor_Bofo**, **Referenzkultur** und **C_Faktor_Referenzkultur** verwendet.

Die Werte für R und L werden über die Variable **KGNR5_v_gr_GATL_d_FS** mit der Tabelle L037_Schläge verknüpft (5 stellige Nummer der Katastralgemeinde).

Die Werte für K werden über die Variable **bodenform_id** mit der Tabelle **K_Faktor_Bofo** verknüpft (zusammengesetzte 6-stellige Nummer aus je drei Stellen für Kartierungsbereich und Bodenformnummer). In Jahren, in denen in der Tabelle L037_Schläge die Variable **bodenform_id** nicht enthalten ist (z.B. 2008), muss die Bodenform über die Variable **GSNR_v_gr_GATL_d_FS** unter Zuhilfenahme der Tabelle L039_2006_Modul06_Boden zugewiesen werden.

Die Werte für C werden mit der Variable **SNA_Code** über einen Zwischenschritt verknüpft: zunächst erfolgt eine Zuordnung des Werts von **SNA_Code** zu einer Referenzkultur (Variable **Referenzkultur** in der Tabelle **Referenzkultur**), dann wird der Referenzkultur ein Wert für C aus der Tabelle **C_Faktor_Referenzkultur** zugewiesen.

Der Wert von S wird direkt aus der Tabelle L037_Schläge berechnet (siehe Kap. 2.2.4). Falls die Variablen **hangneigung_grad** und **hangneigung_prozent** nicht enthalten sind oder keine Werte enthalten, können diese über die Variable **GSNR_v_gr_GATL_d_FS** aus der jeweils aktuellsten

Tabelle zum digitalen Höhenmodell zugewiesen werden (2008: L039_L039_M08_DHM_2008_V1).

Anhand der nun verknüpften Faktoren R, K, L, S und C wird der Bodenabtrag ohne ÖPUL Maßnahmen in der Relation **Bodenabtrag_Schlag** berechnet und in der Variable **A_ha_Basis** dargestellt. Der Wert hat die Einheit $t\ ha^{-1}\ Jahr^{-1}$. Durch Multiplikation mit der Schlagfläche wird die Variable **A_Schlag_Basis** (Einheit: $t\ Jahr^{-1}$) berechnet.

2.3.2 P-Faktor für Schlagmaßnahmen

Die Werte für P betreffend die Maßnahmen Erosionsschutz Wein und Obst sowie Untersaaten Mais befinden sich in der eigens im Rahmen dieses Projekts erstellten Tabelle **P_Faktor_Schlagmaßnahme**. Sie werden zunächst über die Variable **Schlagmasznahme_Code** mit der Tabelle **L037_Schläge_m_ÖPUL_Codes** in der Relation **P_Schlag** verknüpft.

Die Relation **P-Schlag** wird dann mit der Relation **Bodenabtrag_Schläge** über die Variable **SchlagID** in einem „outer join“ in der Relation **Bodenabtrag_FS_BSMN** verknüpft. Für jene Schläge, die eine Maßnahme enthalten, wird die Variable **A_ha_Maßnahmen** durch Multiplikation von **A_ha_Basis** mit dem **P_Faktor** berechnet bzw. durch weitere Multiplikation mit der Schlagfläche die Variable **A_Schlag_Maßnahme**.

2.3.3 P-Faktor Begrünung

Die Schutzwirkung der Begrünung wird zunächst in der Relation **Begrünung** berechnet, in der die Tabellen **L038_Begrünung** sowie die eigens für diese Arbeiten hergestellten Tabellen **P_Faktor_Begrünung** und **P_Faktor_Mulchsaat** über die Variablen **Variante** und **MZ** verknüpft werden. Ergebnisvariable ist **P_Schlag_BMZ**, die durch Multiplikation der Variablen **Flaeche * P_B * B_MZ** erzeugt wird.

2.3.4 Integration der Teilergebnisse, Endergebnis

Die Ergebnisse der Erosionsberechnung auf Schlagenebene in den Relationen **Bodenabtrag_FS_BSMN** und **Begrünung** werden auf Feldstückebene aggregiert, indem für die Variablen **A_Schlag_Basis** (siehe 2.3.1), **A_Schlag_Maßnahme** (siehe 2.3.2) und **P_Schlag_BMZ** (2.3.3) Summen gebildet werden, und ebenso für die Variablen **SFL** (Schlagfläche) und **Flaeche** (Begrünungsfläche).

Die beiden so erzeugten Relationen werden in der Relation **Bodenabtrag_FS** über einen „outer join“ verknüpft. In dieser stellt jedes Feldstück einen Fall dar und ist mit der Variable **FSID** indentifiziert, die die Werte **BNR_FSNR** enthält, sowie folgende Ergebnisvariablen:

- **FSFläche** Fläche des Feldstücks in ha
- **A_FS_Basis** Bodenabtrag ohne ÖPUL Maßnahmen in $t\ Feldstück^{-1}\ Jahr^{-1}$
- **A_FS_SMN** Bodenabtrag mit schlagbezogenen ÖPUL Maßnahmen in $t\ Feldstück^{-1}\ Jahr^{-1}$
- **A_FS_ÖPUL** Bodenabtrag unter Berücksichtigung der schlagbezogenen Maßnahmen sowie der Maßnahmen Begrünung und Mulch-/Direktssat in $t\ Feldstück^{-1}\ Jahr^{-1}$

A_FS_ÖPUL wird berechnet, indem für den begrünnten Anteil des Feldstücks der Wert von **A_FS_SMN** mit dem P-Faktor der Begrünung bzw. der zusätzlichen Mulch-/Direktsaat multipliziert wird.

Die Relation enthält weitere Informationen zum Feldstück (Jahr, Bundesland, Gemeinde, Katastralgemeinde, Betriebsnummer, Rasterzelle).

3 Ergebnisse

3.1 Faktoren zur Berechnung des Bodenabtrags

Faktoren, die im Rahmen dieses Projekts berechnet wurden, stehen als Tabellen in einer Access Datenbank auf einer beiliegenden CD zur Verfügung (siehe Liste in Tab. 3-1).

Tab. 3-1: Hilfstabellen und Faktoren die zur Berechnung des Bodenabtrags erstellt wurden

Tabellenname	Faktor (Variable)
R_Faktor_KG	R_Faktor
L_Faktor_KG	L-Faktor (MIN, MAX, RANGE, MEAN, STD, MEDIAN)
K_Faktor_Bofo	K_FAKTOR
C_Faktor_Referenzkultur	C_Faktor
Referenzkultur	Zuordnung SNA-Referenzkultur
P_Faktor_Schlagmaßnahme	P_Faktor
P_Faktor_Begrünung	P_B
P_Faktor_Mulchsaat	P_MZ

3.2 Bodenabtrag

Die Ergebnisse des Bodenabtrags stehen in Tabellen Jahr_Bodenabtrag_FS_Ergebnis in einer Access Datenbank auf einer beiliegenden CD zur Verfügung. Die Enthaltenen Variablen sind in Kap. 2.3.4 beschrieben. Da der jährliche Bodenabtrag pro Feldstück angegeben wird, sind zur Berechnung der Ergebnisse pro ha die Bodenabträge (gegebenenfalls nach einem Aggregierungsschritt) durch die Schlagfläche zu dividieren.

Die folgenden Abbildungen demonstrieren ein Beispiel für eine Anwendung, in der für die Katastralgemeinden Niederösterreichs der durchschnittliche Bodenabtrag ohne (Abb. 3-1) und mit (Abb. 3-2) ÖPUL Maßnahmen berechnet wurde, sowie die sich aus den ÖPUL Maßnahmen ergebende Reduktion des Bodenabtrags (Abb. 3-3).

In den Abbildungen ist erkennbar, dass eine nennenswerte erosionsmindernde Wirkung von ÖPUL vor allem im Weinviertel, Teilen des Alpenvorlands und dem Arbestaler Hügelland gegeben ist. Dies sind Regionen, wo entsprechende Hangneigungen auftreten, erosionsgefährdete Nutzungsformen auftreten (Acker- oder Weinbau) und im entsprechenden Umfang erosionsmindernde ÖPUL Maßnahmen im Jahr 2007 umgesetzt wurden. Demgegenüber ist in Gebieten, in denen auf Grund der Geländeform (Tullnerfeld, Marchfeld, südliches Wiener Becken) kein Bodenabtrag durch Wasser zu erwarten ist auch keine Wirkung der Maßnahmen erkennbar. Dasselbe gilt für Gebiete, in denen eine Grünlandnutzung vorherrscht.

„Weiße Flecken“ auf der Landkarte resultieren aus Gemeinden, für die keine INEKOS Daten für landwirtschaftliche Flächen vorliegen (z.B. KG mit ausschließlich Wald, Truppenübungsplatz Allenstein).

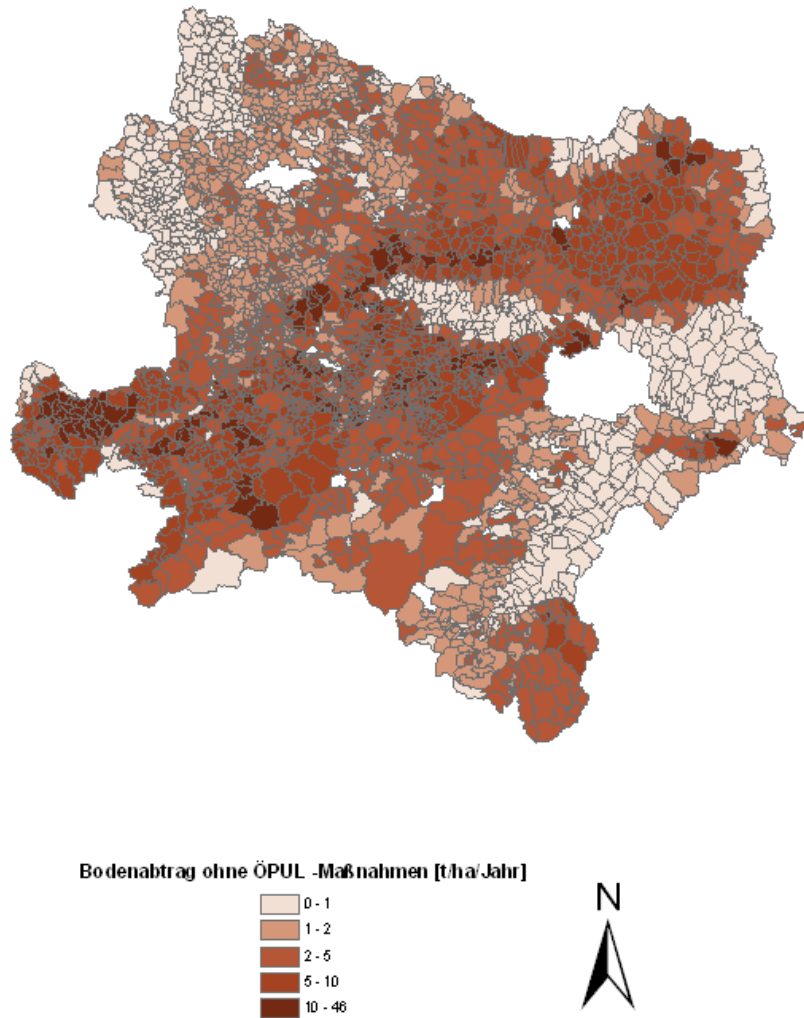


Abb. 3-1: Durchschnittlicher Bodenabtrag in Katastralgemeinden Niederösterreichs unter der Annahme „ohne ÖPUL Maßnahmen“ (INVEKOS Daten 2007)

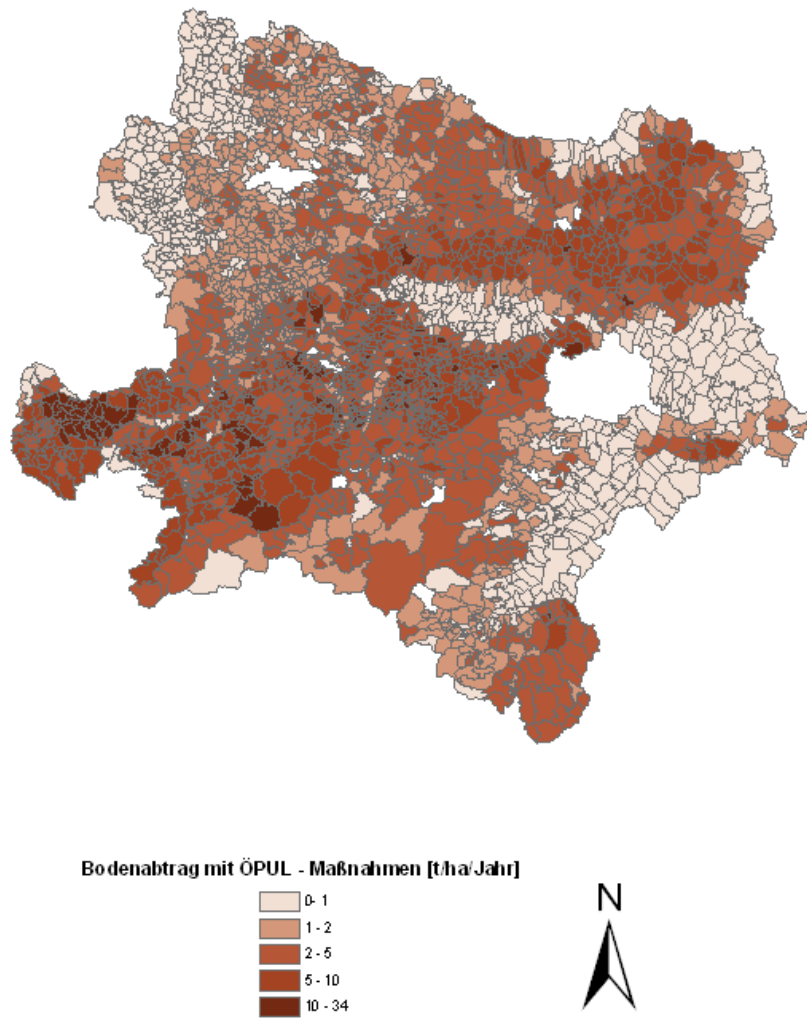


Abb. 3-2: Durchschnittlicher Bodenabtrag in Katastralgemeinden Niederösterreichs mit den im Jahr 2007 umgesetzten ÖPUL Maßnahmen

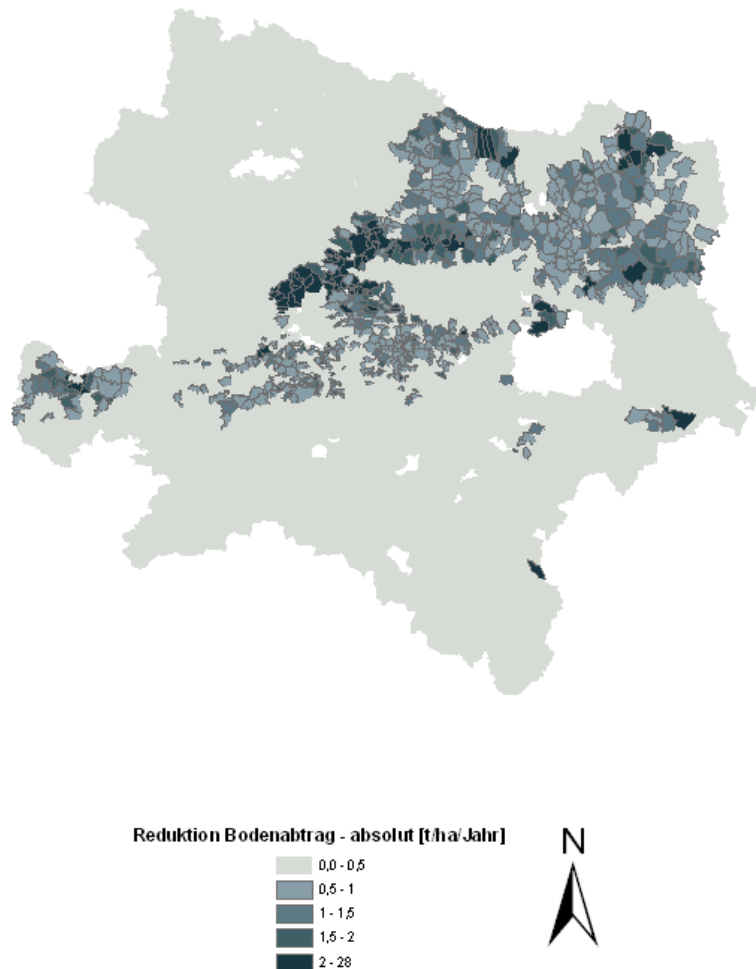


Abb. 3-3: Reduktion des Bodenabtrags durch die ÖPUL Maßnahmen im Jahr 2007

Tab. 3-2 zeigt den durchschnittlichen Bodenabtrag der einzelnen Bundesländer und für gesamt Österreich sowohl unter der Annahme „keine ÖPUL Maßnahmen“, nur Schlagmaßnahmen sowie alle Maßnahmen (Schlagmaßnahmen + Begrünung und Mulch-/Direktsaat) für die Daten des Jahres 2007. Weiters werden die relativen Reduktionen des Bodenabtrags durch die Schlagmaßnahmen allein sowie alle Maßnahmen dargestellt. Tab. 3-3 zeigt dieselben Ergebnisse für das Jahr 2008. Der durchschnittliche Abtrag

betrug in Österreich gemäß dem Ergebnis dieser Berechnung für 2007 3,7 t/ha ohne Maßnahmen, wurde durch Schlagmaßnahmen auf 3,5 t/ha (-5%) und durch das ÖPUL insgesamt auf 3,3 t/ha (-10%) reduziert. 2008 lagen auf Grund der Anbauverhältnisse die Ergebnisse um 0,1 t höher, die Reduktionen auf Grund von Begrünungsmaßnahmen bzw. Mulch-/Direktsaaten jedoch in Niederösterreich und Burgenland um einen Prozentpunkt zu.

Tab. 3-2: Bodenabtrag in den Bundesländern (t/ha/Jahr) für die INVEKOS Daten 2007 sowie Reduktion des Bodenabtrags durch Schlagmaßnahmen (SMN) und alle Maßnahmen (einschl. Begrünung)

Bundesland	Maßnahmen			Reduktion	
	keine	Schlag	alle	SMN	alle
Burgenland	2,8	2,7	2,6	5%	9%
Kärnten	1,7	1,7	1,7	0%	1%
Niederösterreich	3,7	3,6	3,4	5%	10%
Oberösterreich	5,8	5,8	5,4	0%	8%
Salzburg	1,8	1,8	1,8	0%	0%
Steiermark	5,4	4,5	4,4	17%	18%
Tirol	1,2	1,2	1,2	0%	1%
Vorarlberg	3,4	3,4	3,4	0%	0%
Wien	2,4	2,1	2,0	12%	16%
Insgesamt	3,7	3,5	3,3	5%	10%

Von den Bundesländern entspricht Niederösterreich dem Gesamtergebnis, was einerseits damit zusammenhängt, dass dort ca. 1/3 der landwirtschaftlichen Flächen Österreichs liegen und andererseits die unterschiedlichsten Nutzungsformen (von Alpinen Grünlandflächen bis Weinbau und Ackerbau) repräsentiert sind. In Oberösterreich ist die Reduktion des Bodenabtrags nur auf Begrünungen bzw. Mulch-/Direktsaat zurückzuführen und diese Schutzwirkung Österreichweit am höchsten, während in der Steiermark überwiegend Schlagmaßnahmen (Erosionsschutz im Obst- und Weinbau) zum Erosionsschutz beitragen und Österreichweit den Spitzenwert erreichen.

Tab. 3-3: Ergebnisse wie in Tab. 3-2, jedoch für 2008

Bundesland	Maßnahmen			Reduktion	
	keine	Schlag	alle	SMN	alle
Burgenland	2,9	2,7	2,6	5%	10%
Kärnten	1,8	1,7	1,7	0%	3%
Niederösterreich	3,8	3,7	3,4	5%	11%
Oberösterreich	6,0	6,0	5,5	0%	8%
Salzburg	1,8	1,8	1,8	0%	0%
Steiermark	5,6	4,6	4,6	17%	18%
Tirol	1,2	1,2	1,2	0%	1%
Vorarlberg	3,4	3,4	3,4	0%	0%
Wien	2,6	2,3	2,2	11%	13%
Insgesamt	3,8	3,6	3,4	5%	10%

3.3 Grenzen der Berechenbarkeit und Genauigkeit

Zunächst ist darauf hinzuweisen, dass die Ergebnisse zwar anhand der wechselnden Anbauverhältnisse auf konkreten Feldstücken jährlich neu berechnet werden können sowie die Auswirkung der im ÖPUL angebotenen und jährlich angewendeten Schutzmaßnahmen. Die Witterungsbedingungen gehen jedoch in Form langjähriger Niederschlagsreihen in die Berechnung ein und werden nicht jährlich angepasst. Damit spiegeln jährlich Unterschiede im Bodenabtrag Änderungen der Bewirtschaftung wieder, nicht jedoch die Variation des Witterungsverlaufs.

Bei der Beurteilung der Ergebnisse ist weiters zu berücksichtigen, dass Berechnungen anhand von Erosionsmodellen generell mit einer Ungenauigkeit behaftet sind. Im Falle der „Allgemeine Bodenabtragsgleichung“ lassen sich auf Grund der sehr großen Zahl der in der Vergangenheit durchgeführten Vergleiche von Messungen und Berechnungen konkrete Angaben zur Ungenauigkeit der Ergebnis machen: diese beträgt bei Kenntnis aller Eingangswerte ca. $1,5 \text{ t ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$ (Schwertmann et al., 1987).

Grenzen der Berechenbarkeit ergeben sich weiters für jene Fälle, in denen eine Datenverknüpfung nicht möglich ist. Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass Berechnungen nur für jene Flächen möglich sind, für die INVEKOS Daten vorliegen, also für landwirtschaftlich genutzte Flächen (und nicht für Waldparzellen). Dies resultiert zum einen aus der Aufgabenstellung dieses Projekts, zum anderen ist davon auszugehen, dass der Bodenabtrag von Waldparzellen generell gering ist (falls es sich um keine Rodungsflächen handelt).

Für landwirtschaftlich genutzte Flächen lassen sich jedoch in einer beschränkten Zahl von Fällen keine Datenverknüpfungen durchführen. Eine Analyse der Ursachen ergab, dass es sich fast ausschließlich um

Fälle handelt, bei der die Verknüpfung mit der DKM nicht gelingt und damit eine Zuordnung der Bodenform bzw. (für 2008) zusätzlich eine Angabe der Hangneigung nicht möglich ist. Im Jahr 2007 gehen auf diese Weise 2% der in L037_Schläge enthaltenen Fläche für die Berechnung verloren, im Jahr 2008 sind es 3%. Im Anbetracht anderer Unsicherheiten bei der Angabe der Endergebnisse kann das als vernachlässigbar bezeichnet werden.

4 Wartung

4.1 Jährliche obligate Wartung

Für die Berechnung des Bodenabtrags für ein weiteres Jahr sind zunächst die Verknüpfungen mit den Tabellen **L037_Schläge**, **L037_Schläge_m_ÖPUL_Codes** und **L037_Schläge_m_ÖPUL_Codes** für das zu berechnende Jahr zu aktualisieren. Weiters ist die Tabelle **Referenzkultur** um jene Kulturen aus der Variable SNA in **L_037_Schläge** zu ergänzen, die bisher nicht enthalten sind und ist diesen eine Referenzkultur zuzuweisen, die in der Tabelle **C_Faktor_Referenzkultur** enthalten sein muss. Die Zuweisung ist in erster Linie nach der Ähnlichkeit der Vegetationsdauer (Anbau, Erntzeitpunkt), Bestandesschluss und Bestandesdichte auszuwählen.

4.2 Optionale Wartung

Optionale Wartungsarbeiten betreffen die Tabellen mit den einzelnen Faktoren zur Berechnung.

P-Faktor

Eine Wartung der P-Faktoren ist dann zu erwarten, wenn zukünftige Umweltprogramme zu bewerten sind bzw. Programme in der Vergangenheit (die Ergebnisse werden für das ÖPUL 07-13 berechnet). Für den Fall, dass sich der Inhalt einer Maßnahme ändert (z.B. geänderte Begrünungszeiträume) sind die Werte der P-Faktoren in der entsprechenden Tabelle anzupassen. Je nach Maßnahme ist das eine der Tabellen **P_Faktor_Schlagmaßnahme**, **P_Faktor_Begrünung** oder **P_Faktor_Mulchsaat**. Im Falle neuer Maßnahmen mit Erosionsmindernder Wirkung sind dafür P-Faktoren zu ermitteln und in der entsprechenden Tabelle zu ergänzen.

C-Faktor

Für den Fall, dass keine der enthaltenen Referenzkulturen eine neue Form der Nutzung im ausreichenden Maß widerspiegelt, ist in der Tabelle **C_Faktor_Referenzkultur** eine neue Referenzkultur anzulegen und ein C-Faktor zu ermitteln. Hinweise zur Ermittlung des C-Faktors finden sich z.B. in Schwertmann et al., 1987.

L-Faktor

Eine Neuermittlung der L-Faktoren dürfte in nächster Zukunft zwar nicht erforderlich sein, es könnten jedoch z.B. Fragestellungen auftreten, die an Stelle des Medians pro Katastralgemeinde den Maximalwert benötigen (z.B. worst case Szenario) oder einen anderen Statistischen Wert. Für Fragestellungen dieser Art enthält die Tabelle **L_Faktor_KG** eine Reihe weiterer statistischer Kennwerte, die Anstelle des Medians in der Berechnung verwendet werden können (vgl. Tab. 3-1).

5 Literatur

- Auerswald K., F. Schmidt (1986); pers. Mündl. Mitt.
- Auerswald K. (1990): C-Faktoren der Einzelfrüchte. Atlas der Erosionsgefährdung in Bayern. Bayerisches Geologisches Landesamt, GLA-Fachberichte 1
- Auerswald K., A. Schwab (1999): Erosionsgefährdung (C-Faktor) unterschiedlich bewirtschafteter Weinanbauflächen. *Vitic. Enol. Sci.* 54, 54-60.
- Deumlich, D., L. Völker (1994): Nutzung der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung zur Bodenabtragungsschätzung im Zuge des Agrarlandschaftswandels in Nordostdeutschland. *Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.*, 74, 175 – 178.
- Huber, S., Umweltbundesamt GmbH (2004): Wirkung und Effizienz von Erosionsschutzmaßnahmen im ÖPUL 2000. Forschungsprojekt Nr. 1299.
- McCool, D.K., G.R. Foster, C.K. Mutchler, L.D. Meyer (1989). Revised slope length factor for the Universal Soil Loss Equation. *Trans. ASAE*, 32, 1571-1576.
- Schwertmann, U., W. Vogl, M. Kainz (1987). Boden-erosion durch Wasser. Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen. 2. Auflage. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Strauss P. (2007): Flächenhafter Bodenabtrag durch Wasser. In BMLFUW (ed.) Hydrologischer Atlas Österreichs. 3. Lieferung. Kartentafel 8.4. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. ISBN 3-85437-350-7.
- Strauss, P., K. Auerswald, W.E.H. Blum, E. Klaghofer (1995). Erosivität von Niederschlägen. Ein Vergleich Österreich - Bayern. *Z.f. Kulturtechnik und Landentwicklung*, 36(6), 304-309.
- Strauss P., G. Schmid (2004): Einfluss von Saattechnik und Zwischenfrucht auf den Oberflächenabfluss und die Bodenerosion im Zuckerrübenbau. *Schriftenreihe des Bundesamtes für Wasserwirtschaft*, 20, 91-109.;
- Strauss, P., D. Swoboda, W.E.H. BLUM (2003): V 253 How effective is mulching and minimum tillage to control runoff and soil loss? – A literature review. Gabriels, D. and W. Cornelis (Eds.): *Proceedings „25 Years of Assessment of Erosion“*, Ghent, Belgium, 22.-26.9.2003, 545-550.
- Strauss P., G. Wolkerstorfer (2005): Key factors of soil erosion. Deliverable 2.2 – daNUbs project (EVK1-CT-2000-00051) - <http://danubs.tuwien.ac.at/>
- Stumpf F., K. Auerswald (2006): Hochaufgelöste Erosionsprognosekarten von Bayern. *Wasserwirtschaft*, 7-8, 28-32.
- Umweltbundesamt GmbH in Kooperation mit wpa GmbH (2005): Wirksamkeit der Maßnahme Begrünung von Ackerflächen im Herbst und Winter und der Maßnahme Erosionsschutz im Weinbau des ÖPUL 2000 auf das Erosionsrisiko. Bericht im Rahmen der ÖPUL Evaluierung an das BMLFUW.
- Wpa GmbH und BAW (2008): ÖPUL Evaluierung - Wirkung der neuen Begrünungsvariante A1 und der Untersaat Mais. Bericht im Rahmen der ÖPUL Evaluierung an das BMLFUW.
- Wpa GmbH und BAW (2009): Änderung in der Gesamtwirkung der Begrünungsvarianten und Nebenefekte. . Bericht im Rahmen der ÖPUL Evaluierung an das BMLFUW.
- Skoda, G., P. Lorenz (2003) 2.2. Mittlere jährliche Niederschläge. In: *Hydrologischer Atlas Österreich*, Bundesministerium für Land und Fortswirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, ISBN 3-85437-250-7.

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena
(2007). VERSTOLA - Projekt.
www.tll.de/verstola/content/verstola/methodik/dabag/c-faktor/c-tabelle.html

Frede H.-G., S. Dabbert (1998). C-Faktoren für häufige
Fruchtfolgen. Die gute fachliche Praxis im Boden-
schutz.
www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de