

# Kontext, Methodik und Qualität von Indikatoren zur Bewertung von Umweltleistungen: Allgemeine Bodenabtragsgleichung (ABAG) - C-Faktor (ABC)

Nicolas Lampkin

## Schlussbericht Teil II.9

Verbundprojekt "Entwicklung eines leistungsdifferenzierten Honorierungssystems für den Schutz der Umwelt"

## Kontext, Methodik und Qualität von Indikatoren zur Bewertung von Umweltleistungen: Allgemeine Bodenabtragsgleichung (ABAG) - C-Faktor (ABC)

Der ökologische Landbau steht für ein ganzheitliches Konzept der Landnutzung mit dem Anspruch, in besonderer Weise die Belastungsgrenzen der Natur zu berücksichtigen. Für die erbrachten Umweltleistungen erhalten Ökobetriebe eine flächenbezogene Prämie. Die Höhe dieser Umweltprämie wird bisher auf der Basis regionaler durchschnittlicher Zusatzkosten und Erlöseinbußen der ökologischen Produktion im Vergleich zur konventionellen Wirtschaftsweise kalkuliert. Dieses Vorgehen hat zwei Nachteile. Zum einen steht die Prämienhöhe in keinem Zusammenhang zum Wert der erbrachten öffentlichen Leistung. Und zum zweiten bietet die Prämie keine finanziellen Anreize, Bewirtschaftungspraktiken umzusetzen, die über die gesetzlichen Öko-Mindestbedingungen hinausgehen. Vor diesem Hintergrund war das Ziel des UGÖ-Forschungsprojektes „Entwicklung eines leistungsdifferenzierten Honorierungssystems für den Schutz der Umwelt“, die Wirkungszusammenhänge zwischen verschiedenen ökologischen Landbaupraktiken und der Erbringung von Umweltleistungen zu quantifizieren und eine Grundlage für die Entwicklung eines Konzepts zur Honorierung von Umweltleistungen unter besonderer Berücksichtigung des ökologischen Landbaus zu schaffen.

Der vorliegende UGÖ-Schlussbericht Teil II.9 beschreibt die methodische Vorgehensweise und Datenquellen und bewertet die Qualität des Indikators ‚Allgemeine Bodenabtragsgleichung (ABAG)-C-Faktor (ABC)‘, der eventuell als Teil des Honorierungssystems dienen könnte.

Gefördert durch



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Förderkennzeichen: 2818OE110

Die Durchführung des Projektes erfolgte in einem engen Austausch mit der BÖL-Geschäftsstelle und dem BMEL. Für die inhaltlichen Impulse und die administrative Unterstützung möchten wir insbesondere Frau Doris Pick, Dorothee Hahn, Viola Molkenthin und Karl Kempkens danken. Zudem möchten wir Karl Auerswald, Technische Universität München, und Karin Levin, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, für ihre Hilfe bei der Vorbereitung dieses Indikatorberichts unseren Dank aussprechen.

Nicolas Lampkin  
Thünen-Institut für Betriebswirtschaft  
Bundesallee 63  
38116 Braunschweig  
E-Mail: [bw@thuenen.de](mailto:bw@thuenen.de)

Braunschweig, Juli 2023

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Politische Relevanz und Vorschriften	1
1.2	Beitrag des ökologischen Landbaus	2
<b>2</b>	<b>Methodik</b>	<b>1</b>
2.1	Zusammenfassung	1
2.2	Detaillierte Methodenbeschreibung	1
2.3	Notwendige Inputdaten	5
2.4	Leistungsbestimmung (Schwellenwerte)	6
<b>3</b>	<b>Indikatorqualitätsbewertung</b>	<b>8</b>
3.1	Aussagekraft	8
3.2	Justiziabilität und Betrugsanfälligkeit	9
3.3	Datenverfügbarkeit und -qualität	10
3.4	Transaktionskosten	11
3.5	Kommunizierbarkeit	12
3.6	UGÖ-Modul-A-Ergebnisse: Ausschnitt aus dem Schlussbericht Teil 1 (2023)	13
<b>4</b>	<b>Schlussfolgerung</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>Indikatorberichtsanhang – Umrechnungsfaktoren</b>	<b>16</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1:	Politische Ziele und Indikatoren sowie Leistungen der Landwirtschaft zum Thema Erosionsgefährdung	1
Tabelle 2-1:	Zu C-Faktoren kumulierbare gamma-Werte unterschiedlicher Kulturarten für konventionellen Anbau, Anbau mit Winterbodenbedeckung durch absterbende oder grüne Zwischenfrüchte (Mulchsaat) oder Anbau ohne vorherige Saatbettbereitung in eine Mulchdecke (Mulchdirektsaat) geordnet nach Kulturpflanzengruppen	3
Tabelle 2-2:	P-Faktoren für Konturnutzung bei unterschiedlichen Neigungen	5
Tabelle 2-3:	Zusammenfassung der notwendigen Inputdaten und mögliche Datenquellen	6
Tabelle 2-4:	Vorschläge für ABC-Indikator-Schwellenwerte	6
Tabelle 3-1:	Bewertung des ABC-Indikators nach den ausgewählten Aussagekraftkriterien	8
Tabelle 3-2:	Bewertung des ABC-Indikators nach den ausgewählten Justiziabilitäts- und Betrugsanfälligkeitskriterien	10
Tabelle 3-3:	Bewertung des ABC-Indikators nach den ausgewählten Datenverfügbarkeits- und -qualitätskriterien	11
Tabelle 3-4:	Bewertung des ABC-Indikators nach den ausgewählten Transaktionskostenkriterien	11
Tabelle 3-5:	Kommunizierbarkeit des ABC-Indikators nach Zielgruppen	12
Tabelle 3-6:	Bewertung des ABC-Indikators nach den ausgewählten Kommunizierbarkeitskriterien	12
Tabelle 3-7:	Modell für den Indikator C-Faktor der ABAG und die Anova (Type III test) der Bodenbearbeitung	13
Tabelle 4-1:	Gesamtbewertung des ABC-Indikators	14

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Relative Unterschiede zwischen der ökologischen und konventionellen Landwirtschaft hinsichtlich der Aggregatstabilität bezogen auf die Produktionsfläche	3
Abbildung 1-2:	Relative Unterschiede zwischen der ökologischen und konventionellen Landwirtschaft hinsichtlich Infiltration bezogen auf die Produktionsfläche	3
Abbildung 1-3:	Relative Unterschiede zwischen der ökologischen und konventionellen Landwirtschaft hinsichtlich des Oberflächenabflusses bezogen auf die Produktionsfläche	3
Abbildung 1-4:	Relative Unterschiede zwischen der ökologischen und konventionellen Landwirtschaft hinsichtlich des Bodenabtrags bezogen auf die Produktionsfläche	3
Abbildung 3-1:	Relativer Effekt (Mittelwert + Standardfehler) der Bodenbearbeitung im ökologischen Landbau auf den C-Faktor im Vergleich zur üblichen Bodenbearbeitung mit Pflug (Referenz=0)	13

# 1 Einleitung

Bodenerosion führt zum Verlust von fruchtbarem Boden und erhöht das Risiko von Phosphor- und Stickstoff-Einträgen in die Oberflächengewässer, was zu Nitrat im Grundwasser und Eutrophierung von Grundwasser führen kann. Die Abschätzung der Erosionsgefährdung in Deutschland wird auf der Basis der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung (ABAG) berechnet, unter Berücksichtigung von bodenkundlichen, klimatischen und morphologischen Kennwerten, vor allem Erodierbarkeit und Relief. Nach dieser Abschätzung waren im Jahr 2014 14 % der Ackerflächen in Deutschland stark erosionsgefährdet; auf weiteren 36 % ist die Funktionsfähigkeit der Böden langfristig bedroht (vgl. UGÖ-Schlussbericht Teil II.1).

## 1.1 Politische Relevanz und Vorschriften

Der Schutz des Bodens ist in einigen Bundesgesetzen und Strategien priorisiert, u. a. im Bodenschutzgesetz (BBodSchG) und in der Ackerbaustrategie (AS). Trotz dieser Gesetze und Strategien gibt es bisher wenige nationale Indikatoren, die die relevanten Leistungen der Landwirtschaft zur Verminderung von Bodenerosion abdecken (vgl. Tabelle 1-1).

**Tabelle 1-1: Politische Ziele und Indikatoren sowie Leistungen der Landwirtschaft zum Thema Erosionsgefährdung**

Oberziel	Qualitative Zielsetzung	Zielindikator	Leistungsformulierung*
Stärkung des Bodenschutzes und Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit/ Bodenqualität	Schädliche Einflüsse auf den Boden durch Erosion müssen verringert werden (AS)	Anzahl/Umfang Bodenverlustereignisse (gemäß bundesweitem Bodenerosionskataster)	Verringerung der Erosionsgefährdung

\* Die zu honorierende Umweltleistung besteht in der ...

Quelle: UGÖ-Schlussbericht Teil II.1.

Der Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) und die Bundes-Bodenschutzverordnung (BBodSchV) enthalten Regelungen zum vor- und nachsorgenden Bodenschutz, die sich vor allem mit der Vermeidung von Schadstoffbelastung und mit Verbesserungsmaßnahmen befassen. Nach § 17 BBodSchG sind die Grundsätze der guten fachlichen Praxis bei landwirtschaftlicher Bodennutzung zu beachten, insbesondere dass:

- die Bodenbearbeitung unter Berücksichtigung der Witterung grundsätzlich standortangepasst zu erfolgen hat;
- die Bodenstruktur erhalten oder verbessert wird;
- Bodenabträge durch eine standortangepasste Nutzung möglichst vermieden werden, insbesondere durch Berücksichtigung der Hangneigung, der Wasser- und Windverhältnisse sowie der Bodenbedeckung;
- die naturbetonten Strukturelemente der Feldflur erhalten werden, insbesondere Hecken, Feldgehölze, Feldraine und Ackerterrassen, die zum Schutz des Bodens notwendig sind.

Die Bundesländer haben vielfach zur Konkretisierung und Umsetzung des BBodSchG und der BBodSchV eigene Ländergesetze erlassen.

## GLÖZ

Die Grundsätze der guten fachlichen Praxis und die Cross-Compliance-Bestimmungen bzw. die Konditionalitäten der GAP (GAPKondV<sup>1</sup>) spezifizieren Maßnahmen zum Erhalt des guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustands (GLÖZ). Hier relevant sind GLÖZ 5: Verringerung des Risikos der Bodenbeschädigung und -Erosion, und GLÖZ 6: Mindestbodenbedeckung um vegetationslose Böden in den sensibelsten Zeiten zu vermeiden. GLÖZ-Bestimmungen zu Fruchtfolgen, Grünland und Landschaftselementen, vor allem mit einem erhöhten Anteil an mehrj. Klee gras/Leguminosen (vgl. UGÖ-Schlussbericht Teil II.12), sind auch relevant.

### *Fördermaßnahmen*

Mehrere Bundesländer bieten Agrarumweltmaßnahmen an zur Minderung von Bodenabtragsrisiken, einschließlich Erosionsschutzstreifen und Anbauverfahren auf erosionsgefährdeten Standorten, Anlegen von Hecken zum Schutz von Winderosion und reduzierter oder Null-Bodenbearbeitung.

## 1.2 Beitrag des ökologischen Landbaus

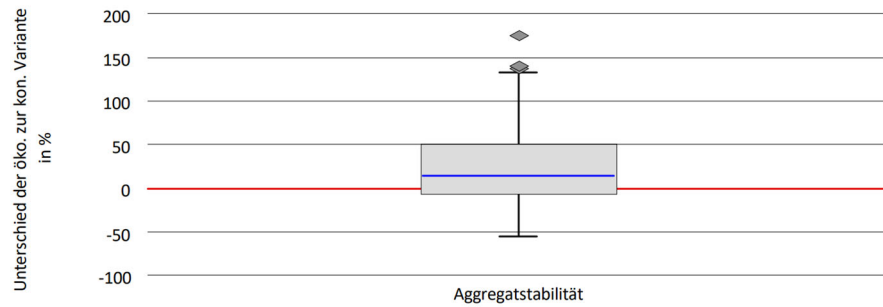
Ökologische Betriebe können Bodenerosionsgefährdung durch ihre Praxismaßnahmen vermindern, zum Beispiel über die Fruchtfolge (vor allem mehrj. Klee- und Luzernegras, durch Winterbodenbedeckung (Zwischenfruchtanbau) und Direktsaat (Mulchen).

Sanders und Heß (2019) stellten fest, dass wichtige Eigenschaften des Oberbodens, die zur Erosionsvermeidung und zum Hochwasserschutz beitragen, bei einer ökologischen im Vergleich zu einer konventionellen Bewirtschaftung vergleichbare oder bessere Werte aufwiesen. Der  $C_{org}$ -Gehalt (vgl. auch UGÖ-Schlussbericht Teil II.8) und die Aggregatstabilität (Abbildung 1-1) waren im Mittel (Median) im ökologischen Landbau 26 % bzw. 15 % höher; bei der Infiltration (Abbildung 1-2) wurde ein Unterschied von 137 % festgestellt. Da eine höhere Infiltration den Bodenabtrag und den Oberflächenabfluss reduziert (Abbildung 1-3), waren auch diese Werte im Mittel (Median) unter einer ökologischen Bewirtschaftung niedriger (-22 % bzw. -26 %). Dies lag vor allem am Klee- und Luzerne-Gras-Anbau. Der ökologische Landbau zeigte eindeutige Vorteile in Bezug auf die Vorsorge auf der Ebene von Einzelschlägen ( $C_{org}$ -Gehalt, Aggregatstabilität, Infiltration), deutlich erwartbare Vorteile auf Fruchtfolgeebene (ABAG-C-Faktor) und tendenzielle Vorteile auf der Landschaftsebene (Oberflächenabfluss, Bodenabtrag (Abbildung 1-4)). Gemäß der Analyse der berücksichtigten Studien war der ABAG-C-Faktor, dank eines hohen Bodenbedeckungsgrades, in den ökologischen Varianten im Mittel (Median) um 19 % niedriger als in den konventionellen Varianten. Auf der Landschaftsebene spielen neben der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung weitere Faktoren wie Landschaftsstruktur und -form sowie Niederschlags- und Abflussregime eine wichtige Rolle beim Erosions- und Hochwasserschutz.

---

<sup>1</sup> Verordnung zur Durchführung der im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik geltenden Konditionalität (GAP-Konditionalitäten-Verordnung - GAPKondV) <https://www.gesetze-im-internet.de/gapkondv/BJNR224400022.html>, abgerufen am 28.06.2023.

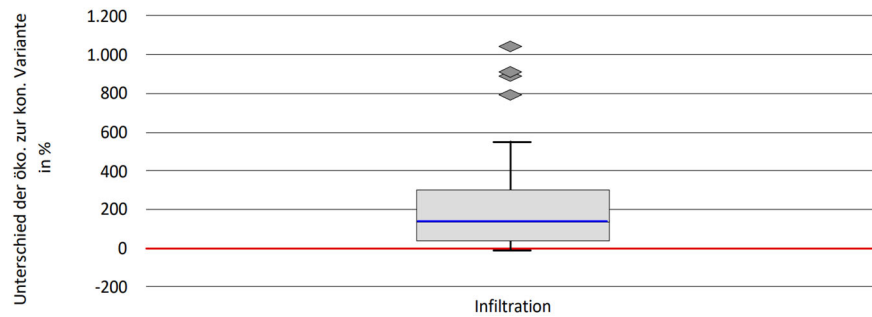
**Abbildung 1-1: Relative Unterschiede zwischen der ökologischen und konventionellen Landwirtschaft hinsichtlich der Aggregatstabilität bezogen auf die Produktionsfläche**



Positive Werte bedeuten eine höhere Aggregatstabilität im ökol. Landbau (konv. Variante = 0 %, n=76)

Quelle: Sanders und Hess 2019, Thünen Report 65.

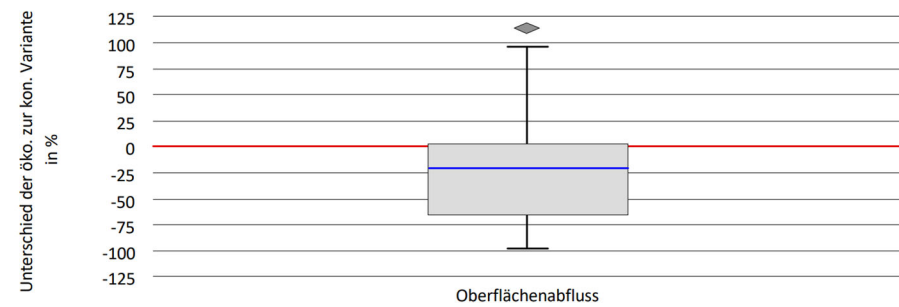
**Abbildung 1-2: Relative Unterschiede zwischen der ökologischen und konventionellen Landwirtschaft hinsichtlich Infiltration bezogen auf die Produktionsfläche**



Positive Werte bedeuten eine höhere Infiltration im ökol. Landbau (konv. Variante = 0 %, n=28)

Quelle: Sanders und Hess 2019, Thünen Report 65.

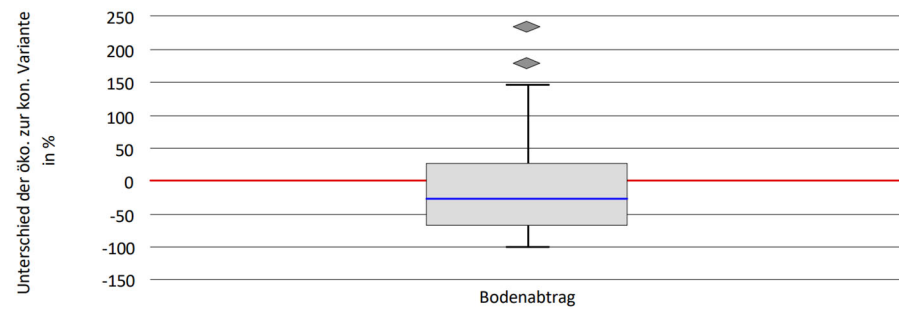
**Abbildung 1-3: Relative Unterschiede zwischen der ökologischen und konventionellen Landwirtschaft hinsichtlich des Oberflächenabflusses bezogen auf die Produktionsfläche**



Negative Werte bedeuten einen geringeren Oberflächenabfluss im ökol. Landbau (konv. Variante = 0 %, n=22)

Quelle: Sanders und Hess 2019, Thünen Report 65.

**Abbildung 1-4: Relative Unterschiede zwischen der ökologischen und konventionellen Landwirtschaft hinsichtlich des Bodenabtrags bezogen auf die Produktionsfläche**



Negative Werte bedeuten einen geringeren Bodenabtrag im ökol. Landbau (konv. Variante = 0 %, n=45)

Quelle: Sanders und Hess 2019, Thünen Report 65.



## 2 Methodik

### 2.1 Zusammenfassung

Die Allgemeine Bodenabtragungsgleichung (ABAG) wurde als empirisches Modell in Langzeitversuchen in den USA (als Universal Soil Loss Equation – USLE) in den 1960er Jahren entwickelt (Wischmeier und Smith, 1978), um die Gefahr von Bodenerosion durch Regenfälle zu schätzen. In den 1980er Jahren wurde die Gleichung auf bayerische Verhältnisse übertragen (Schwertmann et al., 1990) und seitdem kontinuierlich aktualisiert und verbessert. Die Anwendung der ABAG ist als DIN 19708 (DIN, 2017) niedergelegt und z. B. von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft für die Praxis beschrieben (LfL, 2019)<sup>2</sup>. Die ABAG steht interaktiv<sup>3</sup> als Online-Planungstool zur Verfügung, das in Bayern und in Nordrhein-Westfalen direkt auf die hochauflösenden Daten der jeweiligen Vermessungsverwaltung zugreift und dadurch eine sehr genaue Standortanalyse erlaubt.

Die ABAG verwendet sechs Parameter, um den mittleren und langjährigen Bodenabtrag durch Flächen- und Rillenerosion auf Einzelschlägen abzuschätzen:

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

Dabei ist

A = mittlerer langjähriger Bodenabtrag (t/(ha\*a))

R = Regenerositätsfaktor (N/(h\*a));

K = Bodenerodibilitätsfaktor (t\*h/(ha\*N));

S = Hangneigungsfaktor;

L = Hanglängenfaktor;

C = Bewirtschaftungs- und Bodenbearbeitungsfaktor;

P = Erosionsschutzfaktor.

Die Faktoren R, K und S sind standortabhängig, während die Faktoren L, C und P durch die Flächennutzung beeinflusst werden können. Für das Honorierungssystem sind vor allem die C-Faktoren von Bedeutung, da sie am leichtesten und auch in der Wirkung am stärksten beeinflusst werden können. Aber auch den Faktoren L und P kommt eine wesentliche Bedeutung zu, da sie das Instrumentarium erweitern und Einflussmöglichkeiten schaffen, wenn die Möglichkeiten, die C bietet, nicht ausreichen oder nicht genutzt werden können. Aber eine flächendeckende Berücksichtigung von L und P ist gegenwärtig mangels einer geeigneten Datenbasis nicht möglich. Die S- und L-Faktoren sind teilweise für einzelne Schläge von den Behörden in LPIS erfasst und könnten deswegen möglicherweise auch in die Analyse integriert werden.

### 2.2 Detaillierte Methodenbeschreibung

#### *C- Bewirtschaftungs- und Bodenbearbeitungsfaktor*

Dieser Faktor quantifiziert, wie stark der Anbau von Kulturpflanzen die Bodenoberfläche vor Regentropfen schützt beziehungsweise wie stark die Ackerkrume durch die Bewirtschaftung und Bodenbearbeitung verändert

<sup>2</sup> Siehe auch:

Mosimann T, Sanders S (2004): Bodenerosion selber abschätzen – Ein Schlüssel für Betriebsleiter und Berater, Ackerbauggebiete im südlichen Niedersachsen. Selbstverlag Physische Geographie u. Landschaftsökologie Univ. Hannover.  
Billen N, Arman B, Häring G (2005) Der heimliche Verlust der Bodenfruchtbarkeit durch Wassererosion. Arbeitshilfen für die umweltgerechte Landbewirtschaftung, Heft 1. Herausgeber: Landesanstalt für Pflanzenbau, Rheinstetten

<sup>3</sup> [https://www.lfl.bayern.de/appl/abag\\_interaktiv/](https://www.lfl.bayern.de/appl/abag_interaktiv/), abgerufen am 11. Juli 2023.

und dadurch erosionsanfälliger gemacht wird (DIN, 2017). Die Bodenschutzwirkung von Kulturpflanzen ist von Art und Entwicklungsstand abhängig sowie von der Art, Menge und Behandlung der Ernterückstände. Die Bodenbearbeitung verändert die Rauigkeit des Bodens und damit die Menge und Geschwindigkeit des abfließenden Wassers und die Stabilität der Bodenaggregate.

Die C-Faktoren für Kulturarten und Fruchtfolgen werden nur beispielhaft in DIN (2017) vorgestellt, anhand von Berechnungen überwiegend aus Bayern. Die methodische Vorgehensweise für regionalspezifische C-Faktoren ist im Anhang B von DIN (2017) beschrieben. Dabei sind auch Wichtungsfaktoren für gegliederte Hänge relevant (Anhang A von DIN (2017)). Basierend darauf sind unterschiedliche C-Faktoren in den Bundesländern benutzt worden, um Bodenerosionsdaten zusammenzustellen, beispielsweise in Hessen<sup>4</sup>, Bayern<sup>5</sup> und Baden-Württemberg (Gündra et al., 1995). Diese unterschiedlichen Vorgehensweisen sind evtl. für ein Honorierungssystem nicht ideal, um Betriebe konsistent zu vergleichen. Ein vereinfachtes Verfahren zur Abschätzung von C-Faktoren aus der Fruchtartenstatistik ist in Auerswald (2002) beschrieben. C-Faktoren für Sonderkulturen finden sich in Auerswald und Kainz (1998).

Da die bisherigen C-Faktoren nur aus regionalen Daten abgeleitet worden waren, durch den Klimawandel an Gültigkeit verloren haben und nur wenige Kulturen und Bewirtschaftungsverfahren abgebildet werden konnten, haben Auerswald et al. (2021) ein Verfahren entwickelt, mit dem eine große Zahl an Kulturen und drei Bearbeitungsvarianten (konventionell, mit Winterbegrünung bzw. Wintermulch, mit Mulchdirektsaat) berücksichtigt werden können. Das Verfahren hat nicht nur den Vorteil, dass C-Faktoren von konkreten Fruchtfolgen eines Feldes einfach bestimmt werden können, es können auch C-Faktoren von Betrieben, Gemeinden oder anderen räumlichen Einheiten ermittelt werden. Dabei gelten die ermittelten C-Faktoren in ganz Deutschland, da gezeigt werden konnte, dass die regionalen Unterschiede so klein sind, dass sie nicht berücksichtigt werden müssen.

Das Verfahren beruht auf einer kulturartspezifischen Hilfsgröße gamma (Tabelle 2-1), die mit dem Anteil der jeweiligen Kulturen in einer Fruchtfolge multipliziert wird. Den C-Faktor einer Fruchtfolge erhält man, indem man die Produkte aus Anteil und gamma von allen Kulturen in der Fruchtfolge aufaddiert. Analog ist das Vorgehen bei größeren räumlichen Einheiten (Betrieb, Gemeinde usw.), nur, dass statt des Anteils in der Fruchtfolge der Anteil an der Flächennutzung verwendet wird. Alle Anteile müssen sich jeweils zu 1 (also 100 %) ergänzen. Zum Beispiel, für eine Fruchtfolge aus Silomais, Winterweizen, Silomais, Wintergerste, wird gamma von Silomais (0,252) mit 0,5 (50 %) multipliziert, die gamma von Winterweizen (0,085) und Wintergerste (0,070) werden jeweils mit 0,25 multipliziert, und alle Produkte werden aufaddiert. Der C-Faktor für diese Fruchtfolge wäre daher 0,165 ( $=0,252 \times 0,5 + 0,085 \times 0,25 + 0,070 \times 0,25$ ). Für 2016 war der Mittelwert für ganz Deutschland 0,124. Diese C-Faktoren wurden auch anhand bayerischer InVeKoS-Daten analysiert, um eine regionale Bewertung zu machen.

Der Einfluss einer Winterbodenbedeckung durch Zwischenfruchtanbau kann dabei auch berücksichtigt werden, aber nicht ein Zwischenfruchtanbau, der bereits im Herbst umgebrochen wird. Eine Winterbodenbedeckung durch Zwischenfrüchte ist prinzipiell bei allen im Frühjahr angebauten Kulturen, den sogenannten Sommerungen, möglich (siehe „Mulchsaat“ in Tabelle 2-1). Bei Sommerungen mit weitem Reihenabstand, den sogenannten Hackfrüchten, ist auch eine Saat ohne vorherige Einarbeitung der Zwischenfrüchte möglich, was einen noch besseren Schutz liefert (siehe „Mulchdirektsaat“ in Tabelle 2-1).

---

<sup>4</sup> <https://www.hlnug.de/themen/boden/auswertung/bodenerosionsbewertung/bodenerosionsatlas> , abgerufen am 11. Juli 2023.

<sup>5</sup> <https://www.lfl.bayern.de/iab/boden/029288/>, abgerufen am 11. Juli 2023.

**Tabelle 2-1: Zu C-Faktoren kumulierbare gamma-Werte unterschiedlicher Kulturarten für konventionellen Anbau, Anbau mit Winterbodenbedeckung durch absterbende oder grüne Zwischenfrüchte (Mulchsaat) oder Anbau ohne vorherige Saatbettbereitung in eine Mulchdecke (Mulchdirektsaat) geordnet nach Kulturpflanzengruppen**

Kulturart	gamma-Wert, konv.	95 % Konfidenzintervall	Fälle <sup>a</sup>	gamma, Mulchsaat <sup>b</sup>	gamma, Mulchdirektsaat <sup>c</sup>	Anmerkung
<i>Winterung, kleinkörnige</i>						
Ölraps	0.087	± 0.018	12	-	-	ähnlich: Rübsen, Ölrettich und Ackersenf
Weizen	0.085	± 0.007	226	-	-	u. Menggetreide mit Weizen
Triticale	0.073	± 0.016	26	-	-	u. Hafer, Triticalegemenge, z. B. Triticale/Wintererbse, Menggetreide ohne Weizen
Roggen	0.071	± 0.021	11	-	-	einschl. Emmer, Einkorn, Spelt, Hartweizen, Roggengemenge (z.B. Roggen/Wicke)
Gerste	0.070	± 0.006	114	-	-	
<i>Sommerung, kleinkörnige</i>						
Hafer	0.117	0.019	13	0,034	-	u. Menggetreide ohne Weizen
Weizen	0.116	0.016	18	0,033	-	u. Emmer, Einkorn, Spelt, Hartweizen, Menggetreide mit Weizen
Roggen						u. Triticale
Dinkel	0,070	-	-	0,033	-	
Gerste	0.076	0.012	33	0,033	-	
<i>Hackfrüchte</i>						
Kartoffeln	0.376	0.011	53	0,293	-	
GPS + Mais	0.261	0.009	44	-	-	Mais nach Körner-/ Ganzpflanzensilage
Sonnenblume	0.261	0.021	9	0.164	0.040	
Silomais	0.252	0.008	66	0.166	0.050	
Körnermais	0.245	0.011	30	0.156	0.048	
Rispenhirse	0,145	-	-	0,062	0,047	
Kohl-/Steckrüben	0,181	-	-	0,098	0,04	
Runkel-/Futterrüben	0,181	-	-	0,098	0,047	
Zuckerrüben	0.181	0.017	16	0.119	0.051	ähnlich: Futterrüben und Steckrüben
Sorghumhirse	0.148	0.011	16	0,065	0,047	
Sudangras	0,225	-	-	0,142	0,047	
<i>Körnerleguminosen</i>						
Sojabohnen	0.241	0.023	8	0,158	0,047	
Ackerbohnen	0.178	0.015	26	0,095	0,047	
Erbsen	0.141	0.019	16	0,058	0,047	ähnlich: Linsen
Lupinen	0,185	-	-	0,102	0,047	
<i>Grünfütter</i>						
Kleegras, 1. Jahr	0.039	0.018	28	-	-	Gras, Kleegras, Luzernegras, Weißklee und sonstige Mischungen mit Gras oder Weißklee
Kleegras, 1. J, U-saat	0.077	0.018	28	-	-	
Kleegras, 2. Jahr	-0.136	0.021	32	-	-	
Kleegras, 3+ Jahre	-0.013	0.022	18	-	-	
Grünfütterersatzwert <sup>d</sup>	-0.065					siehe Fußnote

Kulturart	gamma-Wert, konv.	95 % Konfidenzintervall	Fälle <sup>a</sup>	gamma, Mulchsaat <sup>b</sup>	gamma, Mulchdirektsaat <sup>c</sup>	Anmerkung
<i>Sonderkulturen</i>						
Amarant (Fuchsschwanz)	0,245	-	-	0,162	0,047	
Buchweizen	0,189	0,015	23	0,106		
Crambe (Meerkohl)	0,085	-	-	-	-	u. Färberdisteln, Topinambur, Weißer Senf, Camelina,
Hanf, Körner	0,117	0,015	23	0,034	0,047	u. Faserhanf
Leindotter	0,085	-	-	0,034	-	
Öllein/Faserflachs	0,115	-	-	0,032	-	
Wolfsmilch	0,225	-	-	-	-	
<i>Gemüse, Gewürze, Kräuter</i>						
Fenchel	0,305	-	-	0,222	-	
Koriander	0,145	-	-	0,062	-	
Kürbis	0,225	-	-	0,142	-	Gartenkürbis, Steirischer Kürbis, Zucchini, Spaghettikürbis, Zierkürbis, Riesenkürbis, Hokkaidokürbis
Möhre, Zichorien, Wegewarten	0,265	-	-	0,182	-	Möhre/Karotte, Futtermöhre, Chicoree, Radiccio, krausblättrige Endivie, ganzblättrige Endivie, Zichorie
Mohn	0,165	-	-	0,082	-	u. Ringelblume
Petersilie	0,205	-	-	0,122	-	
Einlegegurke	0,365	-	-	0,282	-	
Zwiebel, Sommer	0,365	-	-	-	-	
Zwiebel, Winter	0,465	-	-	-	-	

- a Zahl der bewerteten Fruchtfolgeglieder der spezifischen Kulturart von insgesamt 262 unterschiedlichen Fruchtfolgen
- b Winterbodenbedeckung durch eine Zwischenfrucht nach der Vorfrucht. Die folgende Hauptfrucht wird nur mit flacher, sekundärer Bodenbearbeitung gesät, sodass einige Pflanzenreste auf der Bodenoberfläche liegen bleiben.
- c Direktsaat benötigt mindestens 30 % Bedeckung mit Mulchmaterial nach der Aussaat, sonst sollen die Werte nach Winterbodenbedeckung benutzt werden.
- d Der Ersatzwert kann benutzt werden, um regionale oder betriebliche C-Faktoren zu berechnen, wo Daten über die Einbindung von Grünfütterkulturen in Fruchtfolgen fehlen. Angenommen wird: 20 % 1. Jahr üblich ausgesäte Grünfütter; 20 % 1. Jahr Untersaat; 40 % 2. Jahr alle Grünfütterkulturen; 20 % 3. Jahr oder älter. Dieser Wert soll nicht benutzt werden, wenn mehr über die Fruchtfolgeposition von Grünfütterkulturen bekannt ist.

Quelle: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) nach Auerswald et al. (2021) und ABAG Interaktiv.

Mit den vorhandenen gamma-Werten werden alle Kulturen und Bearbeitungsvarianten erfasst, die mindestens 0,5 % der Ackerfläche in Deutschland einnehmen. Bodenbearbeitungsvarianten, die häufiger sind und in Tabelle 2-1 dennoch nicht ausgewiesen sind, haben eine zu geringe Wirkung auf den C-Faktor. Für sie gelten die in Tabelle 2-1 ausgewiesenen Werte. Problematischer sind zwei Wissensdefizite. Erstens können C-Faktoren aus gamma-Werten nur für Kulturen berechnet werden, die in Fruchtfolgen angebaut werden. Für Kulturen, die als Monokultur angebaut werden (z. B. Hopfen, Spargel, Erdbeeren etc.), existieren entweder keine oder durch den Klimawandel veraltete C-Faktoren. Zweitens ist die Datenbasis bei den erosionsmindernden Anbauvarianten Mulchsaat bzw. Winterbegrünung und Mulchdirektsaat unzuverlässig. Dies liegt daran, dass entweder keine Förderung beantragt wurde, obwohl die Verfahren angewendet wurden, oder dass eine Förderung beantragt wurde, die Verfahren aber für den erwarteten Erosionsschutz nicht hinreichend umgesetzt wurden. Beide Fehler

gehen in entgegengesetzte Richtung und heben sich daher zumindest bei großräumiger Betrachtung teilweise auf. Eine Erfassung der Winterbodenbedeckung durch Zwischenfruchtanbau über andere Wege, z. B. durch Fernerkundung statt nur über InVeKoS, könnte dieses Problem lösen. Der Anteil dieser Flächen ist aber gegenwärtig so gering, dass trotz des Erfassungsfehlers eine großräumige Abtragschätzung nicht wesentlich verfälscht wird (Auerswald et al., 2021).

*P- Erosionsschutzfaktor*

Der P-Faktor ist auch von der landwirtschaftlichen Praxis beeinflussbar. Er vergleicht die Abtragsmengen bei der Nutzung von Konturen, Streifen, Terrassierung usw. mit denen bei der Bearbeitung in Gefällerrichtung und ohne Schutzmaßnahmen. Die Bewirtschaftung quer zum Gefälle bremst bei nicht zu großer Hanglänge den Oberflächenabfluss des Wassers. Der P-Faktor ist sowohl bei Kontur- als auch bei Streifennutzung von der Hangneigung und Hanglänge abhängig (Schwertmann et al., 1990). Ohne Schutzmaßnahmen oder bei zu großer Hanglänge entspricht P dem Wert 1.

Die in Tabelle 2-2 zusammengestellten Werte gelten nur, wenn die kritische Hanglänge nicht überschritten wird, wenn eine mittlere Rauigkeit wie bei einem Weizensaatbett nach der Saatbettbereitung vorhanden ist und wenn die Bearbeitungsrichtung genau höhenlinienparallel ausgerichtet ist. Bei Abweichungen, z. B. bei sehr feinem Saatbett, bei Hanglängen größer als die kritische Hanglänge, bei einer Bearbeitungsrichtung, die nicht exakt den Höhenlinien folgt, oder bei der Anlage von Terrassen kann der P-Faktor mit Gleichungen berechnet werden, die Auerswald (1992) entnommen werden können.

**Tabelle 2-2: P-Faktoren für Konturnutzung bei unterschiedlichen Neigungen**

Hangneigung		P-Faktor	kritische Hanglänge m
Grad (°)	%		
1,7 bis < 4,6	3 bis < 8	0,5	60 bis 115
4,6 bis < 6,8	8 bis < 12	0,6	36 bis 60
6,8 bis < 9,1	12 bis < 16	0,7	21 bis 36
9,1 bis < 11,3	16 bis < 20	0,8	13 bis 21
11,3 bis 14,0	20 bis 25	0,9	7 bis 13
Bearbeitung senkrecht zum Hang		1,0	—

Die Wirkung der Querbearbeitung gilt nur, wenn die kritische Hanglänge nicht überschritten wird. Die kritische Hanglänge berechnet sich nach Gleichung (11).

$$HL_{krit} = 170 \cdot e^{-0,13 \cdot HN} \tag{11}$$

Dabei ist

*HN* die Hangneigung, in %;

*HL<sub>krit</sub>* die kritische Hanglänge, in m.

Quelle: DIN (2017).

### 2.3 Notwendige Inputdaten

Für die ABAG-C-Faktoren sind Landnutzungsdaten am wichtigsten, die von InVeKoS, Kontrollstellen oder als betriebseigene Daten verhältnismäßig einfach zu erfassen sind.

Für die Kontextindikatoren, vor allem Hanglänge und Hangneigung, sind die Daten beim LPIS auf Schlagbasis aufgenommen und können mit InVeKoS-Daten verbunden werden. R-Faktoren existieren flächendeckend. Daten zur Bodenerodierbarkeit K können entweder großmaßstäblichen Bodenkarten entnommen werden oder sie können aus betriebseigenen Daten zur Bodenschätzung abgeleitet werden (Ableitungsregeln siehe ABAG interaktiv). Dies muss nur einmalig stattfinden.

Die Bearbeitungsrichtung, die sich auf den P-Faktor, auswirkt, müsste gezielt erhoben werden. Bislang existiert kein Verfahren, die Bearbeitungsrichtung relativ zum Gefälle durch Fernerkundung zu erfassen. Eine gezielte Erhebung dieser Daten ist aus Kostengründen eher auszuschließen. Es ist aber davon auszugehen, dass dieser Einfluss und damit der Fehler durch die Nichtberücksichtigung gering ist, da die heutigen Feldgrößen weit über den kritischen Hanglängen liegen, bis zu denen eine Konturnutzung abtragssenkend wirkt (Auerswald, 2021, pers. Mitteilung).

**Tabelle 2-3: Zusammenfassung der notwendigen Inputdaten und mögliche Datenquellen**

Quelle	InVeKoS	LPIS	GLÖZ	Kontrolle	Betriebsunterlagen	Proben	Drohnen	Fernerkundung	Statistik/Stand. daten
Schlag-ID	X	X							
Schlaggröße		X							
Hanglänge		X							
Hangneigung		X							
Schlagnutzung	X								
Bodenbearbeitung					X			X	
Winterbodenbedeckung					X			X	
Betriebstyp	X								
Betriebsgröße	X								
C-Faktoren									<b>Bekannt</b>

Quelle: Eigene Darstellung.

## 2.4 Leistungsbestimmung (Schwellenwerte)

Die gamma-Werte in Tabelle 2-1 können auf betrieblicher Ebene nach Fruchtartanteilen gewichtet summiert werden, um einen Mittelwert pro Hektar zu erhalten. Für Dauergrünland, wenn es in die Betrachtung einbezogen werden soll, kann ein Wert von C = 0,004 angesetzt werden (Auerswald und Schmidt, 1986; Wischmeier und Smith, 1978). C-Faktoren auf Ackerland um 0,05 sind sehr gut. Werte über 0,1 sind eher als problematisch anzusehen, wobei der deutschlandweite Mittelwert 2016 bei 0,124 lag (Auerswald et al. 2021).

**Tabelle 2-4: Vorschläge für ABC-Indikator-Schwellenwerte**

Indikator	Einheit	Gruppierung	Sehr gut (Stufe 3)	Gut (Stufe 2)	Mäßig (Stufe 1)	Ungünstig (Stufe 0)	Anmerkung/Quelle
ABAG C-Faktoren	∅ AF C-Faktor-Wert	Ackerland	<0,05	0,05-0,10	>0,10-0,15	> 0,15	Nach Auerswald et al. 2022

Dauergrünland ausgeschlossen (oder Sonderprämie mit Klee gras?), weil C-Faktor normalerweise unter <0,05

Quelle: Eigene Darstellung.

Für die Fruchtfolgeflächen könnte eine Gruppierung von Schlägen basierend auf Hangneigung<sup>6</sup> stattfinden, um Vergleichbarkeit zwischen Betrieben zu verbessern, zum Beispiel:

- nicht bis schwach geneigt (Klasse 1-5, N0-N2, <9 %);
- mittel bis stark geneigt (Klasse 6-8, N3-N4, 9 bis <27 %);
- sehr stark geneigt bis sehr steil (Klasse 9-11, N5-N6, 27 %+)

<sup>6</sup> <https://flf.julius-kuehn.de/webdienste/webdienste-des-ffl/hangneigung.html>, abgerufen am 11. Juli 2023.

Niederschlagsmengen und -intensität und andere Aspekte des Regenerositäts-Faktors<sup>7</sup> könnten auch gruppiert werden, zum Beispiel

- niedrig < 500mm
- mittel 500-1.000 mm
- hoch > 1.000 mm

Hohe Niederschlagsmengen bestimmen aber auch die Grünland- oder ackerbauliche Landnutzung.

Bodentextur ist auch für Erodierbarkeit relevant. Böden mit hohem Ton- oder Sandgehalt sind weniger anfällig (erodierbar) als Böden mit hohem Schluffgehalt<sup>8</sup>. Böden könnten auch in drei Klassen nach Schluffgehalt gruppiert werden (siehe Grafik<sup>8</sup>), zum Beispiel:

- sehr gering
- gering bis mittel
- hoch bis sehr hoch

Gute Daten und Kartierungen für diese Klassen liegen vor – eine einmalige Einstufung eines jeden Schlages wäre vorstellbar. Aber neun verschiedene Klassen beim Vergleichen von Schlagergebnissen zu berücksichtigen könnte kompliziert werden. Eventuell wäre es möglich, einen Indexwert auf Betriebsebene zu berechnen mit zum Beispiel drei Klassen für Erosionsgefährdung – hoch, mittel und niedrig.

### *Mehrjährigkeit*

Für fast alle Kulturen ist Mehrjährigkeit nicht relevant. Nur im Fall mehrj. Klee- oder Luzernegras gibt es andere gamma-Werte. In diesem Fall kann die Mehrjährigkeit mit den AKG-Indikator (UGÖ-Schlussbericht Teil II.12) abgedeckt werden.

---

<sup>7</sup> <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1525847/document.pdf>, abgerufen am 11. Juli 2023.

<sup>8</sup> [https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Ressourcenbewertung/Bodenerosion/Wasser/K\\_Faktor\\_inhalt.html](https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Ressourcenbewertung/Bodenerosion/Wasser/K_Faktor_inhalt.html), abgerufen am 11. Juli 2023.

### 3 Indikatorqualitätsbewertung

Die Methodik der Bewertung wurde in UGÖ-Schlussbericht Teil II.4 vorgestellt. Hier werden nur einzelne Aspekte wiederholt als Verständnishilfe für die Detailergebnisse des Indikators.

#### 3.1 Aussagekraft

Bei der Aussagekraft eines Indikators handelt es sich um die Fähigkeit des Indikators, das erwünschte Zielniveau oder die Leistungserbringung möglichst genau darzustellen. Die politischen Ziele, im Kontext vom Leitbild der nachhaltigen Entwicklung und Umweltgerechtigkeit, und dafür relevante Leistungen sind im Abschnitt 1.1 dargestellt.

Unter Aussagekraft sind folgende Aspekte wichtig:

- **Relevanz:** Der Indikator hat Bezug oder Nähe (theoretisch und zeitlich) zum Problem, zum Ziel oder zur erwünschten Leistung. Im Prinzip haben ergebnisorientierte Indikatoren einen engeren Bezug zum Problem als handlungsorientierte. Allerdings können methodische oder andere Überlegungen dazu führen, dass handlungsorientierte Indikatoren als besser geeignet bewertet werden. Relevanz heißt auch, dass Handlungsebenen direkt beeinflusst werden können und Handlungsbereiche für die Agierenden (Politik, Verwaltung, Unternehmen, Verbände ...) handhabbar sind.
- **Repräsentativität und Sensibilität:** Die tatsächliche Situation und Änderungen in der beobachteten Situation können gut abgebildet werden.
- **Vergleichbarkeit:** Inwieweit und unter welchen Umständen sind Kontextfaktoren, zum Beispiel ähnliche Standorte (Boden, Klima, Hangneigung) oder Produktionssystem/Betriebstypen (Ackerbau-, Gemüsebau-, Milch-, sonstige Grünlandbetriebe usw.), für die Interpretation der Indikatoren von Bedeutung.
- **Komplementarität und Duplikation unter den Indikatoren,** bezogen auf das Logikmodell (vgl. UGÖ-Schlussbericht Teil II.5): Ist ein Indikator auch für andere Schutzgüter bzw. Ziele relevant oder sind die gleichen Daten für mehrere Indikatoren relevant, können unnötige Überlappungen mit anderen Indikatoren oder wiederholte Datenerhebung vermieden werden.

Eine Fünf-Punkte-Bewertungsskala (++: sehr hoch/gut, +: hoch/gut, 0: mäßig/ausreichend, -: niedrig/schlecht, --: sehr niedrig/schlecht) wurde verwendet, um die einzelnen Indikatoren nach den Kriterien zu benoten.

**Tabelle 3-1: Bewertung des ABC-Indikators nach den ausgewählten Aussagekraftkriterien**

Kriterien	Bewertung	Anmerkungen/Quellen
Relevanz (theoretisch, zeitlich, politisch, Umwelt, Praxis)		Die Bundesregierung hat klare Ziele, Bodenfruchtbarkeit zu schützen und durch Wind und Wasser verursachte Bodenerosion zu vermindern. Den tatsächlichen erosionsbedingten Bodenabtrag zu erfassen ist sehr aufwendig und für das Honorierungssystem nicht machbar, auch wenn Bodenverlustereignisse bundesweit dokumentiert werden sollen. Die durch Wasser verursachte Bodenabtragsgefährdung hängt von einer Kombination von standortbedingten und Bewirtschaftungsfaktoren ab, die gut über die Allgemeine Bodenabtragsgleichung zu erfassen und sehr gut erforscht sind. Die auf InVeKoS-Daten, der Bodenschätzung und hochauflösenden digitalen Geländemodellen aufbauende Abtragungsschätzung, wie sie in manchen Bundesländern üblich ist, lässt sich sehr gut mit den beobachteten Erosionsschäden in Übereinstimmung bringen (Fischer et al., 2018).
Leistung 1: Verringerung der Bodenerosionsgefährdung	+	Ökologische Betriebe können die ABAG-C-Faktor-Ergebnisse durch Fruchtfolge (Anteil Klee gras, Hackfrüchte), Winterbodenbedeckung (Zwischenfruchtanbau), Direktsaat (Mulchen) und andere Praxismaßnahmen beeinflussen (vgl. Abschnitt 1.2).
Leistung 2: nicht-zutreffend	x	



Kriterien	Bewertung	Anmerkungen/Quellen
		Obwohl sie nicht eine genaue Bestandsaufnahme der tatsächlichen Bodenerosion darstellen, spiegeln die ABAG-C-Faktoren die gesamte Fruchtfolge wider und sind eher ergebnisorientiert.
Repräsentativität	0	Die ABAG-C-Faktoren decken spezifisch die Bewirtschaftungsfaktoren (Landnutzung, Bodenbearbeitung) ab, die von Landwirt*innen beeinflusst werden können. Die Standortfaktoren (Bodentyp, -erodibilität, -regenerosivität, Hangneigung, und Hanglänge) sind auch relevant als Kontextfaktoren, müssen aber nicht wiederholt erhoben werden. Die durch Wind verursachte Erosion wird mit ABAG nicht repräsentiert.
Sensibilität	+	Die Sensibilität ist hoch für vergleichbare Flächen (siehe auch Repräsentativität und Vergleichbarkeit). Sehr unterschiedliche Hangneigungen, zum Beispiel, könnten einen größeren Einfluss haben.
Vergleichbarkeit	+	ABAG-C-Faktoren sind für Acker- und Gemüsebauflächen am relevantesten. Die Werte für Dauergrünland sind sehr niedrig und einheitlich. Deswegen werden Grünlandflächen aus den Vergleichen ausgeschlossen. Dauerkulturen wie Obst und Wein werden normalerweise auch nicht mitberechnet, weil zeitlich abfolgende Kulturwechsel, auch wenn eine Erosionsgefährdung besteht, nicht üblich sind (hier könnten Handlungsmaßnahmen wie Begrünung in oder zwischen den Reihen relevant sein – vgl. UGÖ-Schlussbericht Teil II.12). Hangneigung, Niederschlagsmengen und Bodentextur sind wichtig als Kontextdaten für Vergleiche zwischen Betrieben, die eventuell nach standortbedingter Erosionsgefährdung klassifiziert werden könnten (vgl. Abschnitt 2.4).
Komplementarität	++	Auch wenn Landnutzungsdaten für andere Indikatoren notwendig und relevant sind: Nur dieser Indikator ermöglicht es, Bodenerosionsgefährdung zu schätzen (vgl. Logikmodell in UGÖ-Schlussbericht Teil II.5). Dies ist auch wichtig, um Phosphorverluste zu vermeiden, zum Schutz von Gewässern. Die Landnutzungsdaten werden für mehrere Indikatoren benötigt.
Gesamtbewertung Aussagekraft	+	Hoch

Quelle: Eigene Darstellung.

### 3.2 Justiziabilität und Betrugsanfälligkeit

Vor allem, weil es sich um öffentliche Mittel handelt, muss mit den Indikatoren eine hohe Justiziabilität gewährleistet werden können. Auf der einen Seite müssen die Betrugsmöglichkeiten möglichst geringgehalten werden. Auf der anderen Seite muss es möglich sein, dass, wenn einzelne Betriebe unterschiedliche Bewertungen bekommen, diese Bewertungen eine gerichtliche Überprüfung bestehen können. Wichtige Kriterien dafür sind:

- rechtliche Grundlage (klare Definition einschließlich Methodenbeschreibung und technischer Koeffizienten/Umrechnungsfaktoren)
- Messbarkeit/Quantifizierbarkeit (Präzision/Genauigkeit)
- Evidenzbasiertheit (betriebliche Belege, Forschung oder statistische Gesicherheit)
- Replizierbarkeit/Verlässlichkeit (zwischen Betrieben, unter Datensammlern, über Zeit)
- Betrugsanfälligkeit (Möglichkeiten, Daten anzupassen, um bestimmte Ergebnisse zu erzielen)

Eine Fünf-Punkte-Bewertungsskala (++: sehr hoch/gut, +: hoch/gut, 0: mäßig/ausreichend, -: niedrig/schlecht, --: sehr niedrig/schlecht) wurde verwendet, um die einzelnen Indikatoren nach den Kriterien zu benoten.

**Tabelle 3-2: Bewertung des ABC-Indikators nach den ausgewählten Justiziabilitäts- und Betrugsanfälligkeitskriterien**

Kriterien	Bewertung	Anmerkungen/Quellen
Rechtliche Grundlage	+	Die methodische Vorgehensweise ist sehr gut definiert und beschrieben (DIN, 2017; Auerswald et al., 2021), wenn auch nicht gesetzlich geregelt.
Messbarkeit/ Quantifizierbarkeit	++	Die C-Faktor-gamma-Werte (vgl. Abschnitt 6) sind wissenschaftlich gut hinterlegt, und die Landnutzungsdaten sind verlässlich von InVeKoS zu bekommen. Die C-Faktoren sind genau bestimmbar, aber Standortfaktoren sind wichtig (vgl. Abschnitt 2.4).
Evidenzbasiertheit	+	Viele wissenschaftliche Veröffentlichungen, auch aus DE, liegen vor. Gute statistische Daten, besonders für die Kontextindikatoren (siehe Vergleichbarkeit), sind verfügbar.
Replizierbarkeit/ Verlässlichkeit	++	Die Ergebnisse sind sehr gut replizierbar, weil die Berechnungen sich auf InVeKoS Flächen- und Landnutzungsdaten beziehen. Die einzelnen Schläge sind in LPIS festgelegt. Die Datensammler*innen haben keine Relevanz.
Betrugsanfälligkeit	++	Die Betrugsanfälligkeit für diesen Indikator ist sehr niedrig, weil die Landnutzungs- und Schlagdaten über InVeKoS und LPIS erhoben werden und auch mit Fernerkundung zu kontrollieren sind. Die Umrechnungsfaktoren (vgl. Abschnitt 6) sind wissenschaftlich hinterlegt.
Gesamtbewertung Justiziabilität	++	Hoch bis sehr hoch

Quelle: Eigene Darstellung.

### 3.3 Datenverfügbarkeit und -qualität

Im Prinzip sollen Indikatoren auf der Grundlage (dauerhaft) verfügbarer oder leicht zu erhebender Daten einfach zu messen und zuverlässig/belastbar sein. Die Daten sollen praktikabel zu erheben und nicht zu sehr expertenabhängig sein. Möglicher Datenbedarf sowie mögliche Datenquellen und deren Verfügbarkeit sind schon in Abschnitt 2.3 und UGÖ-Schlussbericht Teil II.3 erfasst worden.

Um die Datenverfügbarkeit zu bewerten, müssen zudem die Qualität der Daten und die Verlässlichkeit der Datenquelle bzw. Erhebungsmethode berücksichtigt werden. Die Erhebungskosten müssen auch akzeptabel sein (siehe ebenfalls den Abschnitt zu Transaktionskosten). Wo möglich sollte eine mehrfache Lieferung ähnlicher Daten, zum Beispiel Landnutzungsdaten an InVeKoS und Kontrollstellen, vermieden werden. Für die Bewertung sind folgende Kriterien verwendet worden:

- Verlässlichkeit der Datenquelle
- Datenqualität
- Verlässlichkeit der Erhebungsmethode
- Vermeidung mehrfacher Datenerhebung

Eine Fünf-Punkte-Bewertungsskala (++: sehr hoch/gut, +: hoch/gut, 0: mäßig/ausreichend, -: niedrig/schlecht, --: sehr niedrig/schlecht) wurde verwendet, um die einzelnen Indikatoren nach den Kriterien zu benoten.

**Tabelle 3-3: Bewertung des ABC-Indikators nach den ausgewählten Datenverfügbarkeits- und -qualitätskriterien**

Kriterien	Bewertung	Anmerkungen/Quellen
Verlässlichkeit der Datenquelle	+	Die Schlagdaten einschließlich Landnutzung sind über die gesetzlich geregelten InVeKoS- und LPIS-Systeme erfasst worden. Bei Zwischenfrüchten gibt es evtl. Lücken, die geschlossen werden müssten.
Datenqualität	++	Die Daten haben eine hohe Qualität und werden regelmäßig kontrolliert und verbessert.
Verlässlichkeit der Erhebungsmethode	++	Die Landnutzungsdaten können mit guter Kartierung und Fernerkundung einfach kontrolliert werden.
Vermeidung mehrfacher Erhebungen	+	Die mehrfache Erhebung von Schlagdaten kann durch die Nutzung von InVeKoS-Daten vermieden werden, aber eine jährliche Erhebung der Landnutzung ist unvermeidlich.
Gesamtbewertung Daten	++	Hoch bis sehr hoch

Quelle: Eigene Darstellung.

### 3.4 Transaktionskosten

Die Transaktionskosten, die mit der Datenerhebung und -prüfung verbunden sind (Zeitaufwand, Ausgaben), müssen möglichst geringgehalten werden, so dass möglichst viele Fördermittel zielgemäß verwendet werden können. Transaktionskosten können auf der Seite der Geldgeber oder auf der Seite der Empfänger\*in vorkommen. Beispiele sind die Entwicklung von Verwaltungssoftware, Berechnung und Kontrolle von Ergebnissen sowie der Arbeitszeitbedarf für Betriebsleiter\*innen, um Anträge zu stellen, Daten und Unterlagen zu liefern und so weiter. Auch relevant können besondere Kosten für die Probenahme und Analyse von Bodenproben oder direkte Biodiversitätserhebungen sein. Um die Transaktionskosten zu bewerten, werden die verschiedenen Kostenarten qualitativ aufgelistet und, wenn möglich, tatsächliche Kosten spezifiziert oder geschätzt.

Um die Folgen für Verwaltungen und Betriebe zusammenzufassen, wurde eine Fünf-Punkte-Bewertungsskala (++: sehr hoch/gut, +: hoch/gut, 0: mäßig/ausreichend, -: niedrig/schlecht, --: sehr niedrig/schlecht) verwendet.

**Tabelle 3-4: Bewertung des ABC-Indikators nach den ausgewählten Transaktionskostenkriterien**

Kriterien	Bewertung	Anmerkungen/Quellen
Verwaltungskosten	+	Die Transaktionskosten auf Verwaltungsebene sind eher niedrig, weil die Daten schon in InVeKoS vorhanden sind. IT-Anpassungskosten könnten relevant sein, sind aber dem Gesamthonorierungssystem zuzurechnen. Die C-Faktor-gamma-Werte liegen schon für viele Kulturen vor (vgl. Abschnitt 6), obwohl für einige, ungewöhnliche Kulturen gamma-Werte evtl. entweder neu berechnet oder aber geschätzt werden müssen. Die Kontextindikatoren (Bodentextur, Niederschlagsmenge, Hangneigung), um die Betriebe zu gruppieren, liegen entweder vor oder sind zukünftig per Fernerkundung (zum Beispiel Hangneigung) erfassbar und müssen nur einmalig erfasst werden.
Betriebskosten	++	Es gibt kaum zusätzliche Transaktionskosten auf Betriebsebene.
Gesamtbewertung Transaktionskosten	++	Niedrige oder sehr niedrige Transaktionskosten

Quelle: Eigene Darstellung.

### 3.5 Kommunizierbarkeit

Um tatsächliche Verhaltensänderungen mit dem Honorierungssystem zu erreichen, vor allem bei Landwirt\*innen, aber auch bei Verbraucher\*innen, Behörden und Politiker\*innen, sollten die Indikatoren für eine breite Öffentlichkeit verständlich und einfach in relevanten Kontexten zu interpretieren sein. Dies würde helfen, Zielsetzungen zu vermitteln, Interesse zu wecken und Innovationen zu inspirieren. Es könnte auch helfen, Fehlentscheidungen auf der Basis einer zu begrenzten Auswahl an Indikatoren zu vermeiden. Eine jährliche Indikatoren-Berichterstellung könnte der Kommunikation des Programms dienen.

Um die Kommunizierbarkeit zu bewerten, wäre es notwendig, die einzelnen Indikatoren unterschiedlichen Zielgruppen vorzustellen. Das ist in diesem Projekt nicht vorgesehen. Eine einfache, qualitative Bewertung der Kommunizierbarkeit wird trotzdem versucht, in Hinsicht auf folgende Kriterien (Tabelle 3-5):

- Durchschaubarkeit der Methodik
- Komplexität der Umsetzung
- Interpretierbarkeit der Ergebnisse
- Änderungsmotivation

**Tabelle 3-5: Kommunizierbarkeit des ABC-Indikators nach Zielgruppen**

	Landwirt*innen	Behörden	Politiker*innen	Verbraucher*innen
Durchschaubarkeit der Methodik	Mäßig	Mäßig	Mäßig	Niedrig
Komplexität der Umsetzung	Sehr einfach	Einfach (mit Programmierung)	Nichtzutreffend	Nichtzutreffend
Interpretierbarkeit der Ergebnisse	Hoch	Hoch	Mäßig bis hoch, je nach Engagement	Niedrig
Änderungsmotivation	Hoch	Mäßig	Mäßig	Niedrig
Gesamt	Hoch	Mäßig bis hoch	Mäßig	Niedrig

Quelle: Eigene Darstellung.

Für die Gesamtbewertung der Kommunizierbarkeit wurde eine Fünf-Punkte-Bewertungsskala (++: sehr hoch/gut, +: hoch/gut, 0: mäßig/ausreichend, -: niedrig/schlecht, --: sehr niedrig/schlecht) verwendet, um die einzelnen Indikatoren nach den Kriterien zu benoten (Tabelle 3-6).

**Tabelle 3-6: Bewertung des ABC-Indikators nach den ausgewählten Kommunizierbarkeitskriterien**

Kriterien	Bewertung	Anmerkungen/Quellen
Durchschaubarkeit der Methodik	0	Die C-Faktoren und gamma-Werte brauchen etwas Zeit um zu verstehen wie sie mit Bodenerosionsgefährdung zusammenhängen.
Komplexität der Umsetzung	++	Die gamma-Werte sind einfach mit Kulturflächendaten (als Anteil der gesamten Fruchtfolge/Betriebsfläche) zu kombinieren. Die Umsetzung ist daher sehr einfach, da nur die Flächenangaben für einzelne Kulturarten benötigt werden, und die meisten Umrechnungsfaktoren liegen vor.
Interpretierbarkeit der Ergebnisse	++	Die Interpretierbarkeit ist sehr gut, zumindest für Landwirt*innen und Behörden, weil die spezifischen Landnutzungen einfach zu erkennen sind.
Änderungsmotivation	+	Falls die finanziellen Folgen abgedeckt sind, ist es einfach, mit höheren AKG und weniger Hackfrüchten bessere ABAG-C-Faktor-Werte zu erreichen.
Gesamtbewertung Kommunizierbarkeit	+	Hoch bis sehr hoch

Quelle: Eigene Darstellung.

### 3.6 UGÖ-Modul-A-Ergebnisse: Ausschnitt aus dem Schlussbericht Teil 1 (2023)

Der Studieneffekt war sehr stark ausgeprägt. Der C-Faktor war mit zahlreichen Standortfaktoren korreliert (Spearman-Rangkorrelationskoeffizient): Temperatur (-)\*\*\*, Boden-pH (+)\*\*\*, Sandgehalt (-)\*\*, Tongehalt (-)\*\*, Schluffgehalt (+)\*\*\*.

Der C-Faktor lässt sich nur für Fruchtfolgen berechnen. Die Lücke zwischen den Kulturen hängt von der Abfolge der Kulturen ab. Da diese Lücke nicht die Zielgröße der Studien war, lässt sie sich mit der Methode der Metaanalyse nur schwer analysieren. Der C-Faktor war erratisch mit aggregierten bzw. abgeleiteten Kenngrößen der Fruchtfolgen in den Studien korreliert. Ein Teil der Korrelationen entspricht den physikalischen Prozessen (Anteil an Getreide-Leguminosenmischungen (-)\*\*\*, Maisanteil (+)\*\*\*, Anteil Körnerleguminosen (+)\*\*\*, ein anderer Teil widerspricht ihnen (Anteil Wurzelkulturen (-)\*\*\*, Anteil Futterleguminosen (+)\*\*, Anteil Reihenkulturen (+)\*\*). Bei einigen Kulturen treten Nachwirkungen auf: Nach Wurzelfrüchten wie Kartoffeln ist der Abtrag in der Folgefrucht erhöht. Nach rasenbildendem (grasbasiertem) Ackerfutter wie Klee gras ist der Abtrag in den beiden nächsten Folgefrüchten niedriger. Gründe dafür sind 1) die Bodenruhe und 2) die intensive Durchwurzelung des Oberbodens. Diese Nachlaufeffekte könnten neben der großen Heterogenität die widersprüchlichen Korrelationen erklären.

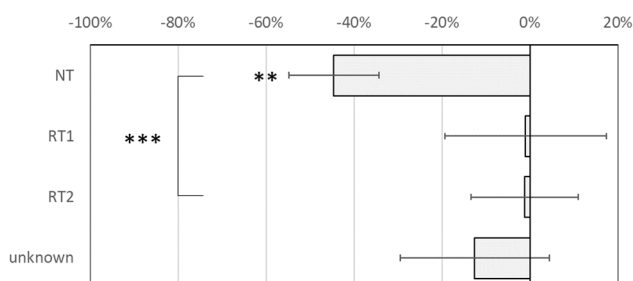
Innerhalb des ökologischen Landbaus war der C-Faktor bei No-Till Bodenbearbeitung signifikant um 45% (p < 0,01) niedriger als unter konventioneller Bodenbearbeitung (Tabelle 3-7, Abbildung 3-1) und auch niedriger als bei reduzierter Bodenbearbeitung (RT1: Trend; RT2, p < 0,001).

**Tabelle 3-7: Modell für den Indikator C-Faktor der ABAG und die Anova (Type III test) der Bodenbearbeitung**

Modell: log(C factor+98,6) ~ ID + Management + tillage				
	Df	Sum Sq	F-Wert	Pr(>F)
ID	14	4.3992	3.5669	0.0004228 ***
Management	1	0.0001	0.0010	0.974473
Bodenbearbeitung	5	3.4200	7.7642	1.716e-05 ***
Residuen	51	4.4929		
F-statistic: 5.856 on 20 and 51 DF, p-value: 1.697e-07				
ID = Studie, Management = ökologisch/konventionell, Bodenbearbeitung = CT, RT2, RT1, NT, unknown, Df = Freiheitsgerade, Sum Sq = summierte Quadrate, Mean Sq = quadratisches Mittel, Pr(>F) = p-Wert der F-Statistik				

Quelle: ÜGÖ-Modul A Schlussbericht Teil 1 (2023)

**Abbildung 3-1: Relativer Effekt (Mittelwert ± Standardfehler) der Bodenbearbeitung im ökologischen Landbau auf den C-Faktor im Vergleich zur üblichen Bodenbearbeitung mit Pflug (Referenz=0)**



\* p < 0,05; \*\* p < 0,01; \*\*\* p < 0,001. Die Bodenbearbeitung erzielt positive Umweltleistungen, wenn beim C-Faktor ein negativer Effekt erreicht wird. Der Einfluss der Düngung auf den C-Faktor war nicht signifikant.

Quelle: ÜGÖ-Modul A Sachbericht Juni 2022.

## 4 Schlussfolgerung

ABAG-C-Faktor ist als Indikator für Bodenerosionsgefährdung als sehr gut zu bewerten (Tabelle 4-1). Wenn InVeKoS- und LPIS-Daten für die Berechnungen verwendet werden können, sollten die Transaktionskosten akzeptabel sein.

**Tabelle 4-1: Gesamtbewertung des ABC-Indikators**

Kriterien	Bewertung
Aussagekraft	+
Justiziabilität und Betrugsanfälligkeit	++
Datenverfügbarkeit und -qualität	++
Transaktionskosten	++
Kommunizierbarkeit	+
Gesamtbewertung	++

Quelle: Eigene Darstellung.

Der Indikator ABAG-C-Faktor (ABC) könnte ins Honorierungssystem gut passen. Falls Anteil mehrj. Kleegras/Leguminosen auch im Honorierungssystem verwendet wird, müsste auf eine Doppelzählung aufgepasst werden. Die Klassifizierung von Schlägen oder Betrieben anhand von Kontextindikatoren müsste auch geklärt werden.

## 5 Literaturverzeichnis

- Auerswald K (1992) Verfeinerte Bewertung von Erosionsschutzmaßnahmen unter deutschen Anbaubedingungen mit dem P-Faktor der ABAG. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 33:137-144
- Auerswald K (2002) Schätzung des C-Faktors aus Fruchtartenstatistiken für Ackerflächen in Gebieten mit subkontinentalem bis subatlantischem Klima nördlich der Alpen. Landnutzung und Landentwicklung 43:269-273
- Auerswald K, Ebertseder F, Levin K, Yuan Y, Prasuhn V, Plambeck NO, Menzel A, Kainz M (2021) Summable C factors for contemporary soil use. Soil and Tillage Research 213:105155. doi: 10.1016/j.still.2021.105155
- Auerswald K, Kainz M (1998) Erosionsgefährdung (C-Faktor) durch Sonderkulturen. Bodenschutz 3:98-100
- Auerswald K, Schmidt F (1986) Atlas der Erosionsgefährdung in Bayern: Karten zum flächenhaften Bodenabtrag durch Regen. GLA Fachberichte 1. München: Bayerisches Geologisches Landesamt, 74 p
- DIN (2017) Bodenbeschaffenheit: Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wasser mit Hilfe der ABAG. Deutsche Norm 19708. Berlin: Deutsche Institut für Normung e.V./Beuth Verlag
- Fischer FK, Kistler M, Brandhuber R, Maier H, Treisch M, Auerswald K (2018) Validation of official erosion modelling based on high-resolution radar rain data by aerial photo erosion classification. Earth Surface Processes and Landforms 43(1):187-194. doi: 10.1002/esp.4216
- Gündra H, Jäger S, Schroeder M, Dikau R (1995) Bodenerosionsatlas Baden-Württemberg. Agrarforschung in Baden-Württemberg. Stuttgart: Eugen Ulmer 24
- LfL (2019) Bodenerosion: Die Allgemeine Bodenabtragungsgleichung - ABAG - Hilfsmittel und Handlungsempfehlung. LfL-Information, 5. Aufl. Freising-Weißenstephan: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
- Sanders J, Heß J (eds) (2019) Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft. 2. überarbeitete und ergänzte Auflage. Thünen Report 65. Braunschweig: Thünen-Institut
- Schwertmann U, Vogl W, Kainz M (1990) Bodenerosion durch Wasser: Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen, 2. Aufl. Stuttgart: Ulmer
- Wischmeier WH, Smith DD (1978) Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning. Agriculture Handbook 537. Washington DC: US Department of Agriculture
- Alternative C-Faktoren sind auch in Hessen von nachfolgenden Quellen zusammengestellt worden<sup>9</sup>, mit weiteren Werten nach Expertenwissen abgeleitet:
- Meyer M (2000) Entwicklung und Modellierung von Planungsszenarien für die Landnutzung im Gebiet der Bornhöveder Seenkette. Dissertation; Kiel.
- Nitsch J, Nast M, Pehnt M, Trieb F, Rösch C, Kopfmüller J (2001) Schlüsseltechnologie Regenerative Energien – Teilbericht im Rahmen des HGF-Projektes „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“. DLR-Inst. für Technische Thermodynamik und FZ Karlsruhe, Inst. f. Technikfolgenabschätzung.
- Stumpf F, Auerswald K (2006) Hochaufgelöste Erosionsprognosekarten von Bayern. Wasserwirtschaft, 70-74.
- TLL (2007) VERSTOLA Modellprojekt „Verminderung der Stoffaustragsgefahr durch Wassererosion von landwirtschaftlich genutzten Flächen“. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft.
- TLL (2014) Kulturartenliste THEO-A3 und die C-Faktoren. Agrarumweltmaßnahme KULAP A3 „Betrieblicher Erosionsschutz“ der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft.

---

<sup>9</sup> <https://www.hlnug.de/themen/boden/auswertung/bodenerosionsbewertung/bodenerosionsatlas/c-faktor>, abgerufen am 11. Juli 2023.

## 6 Indikatorberichtsanhang – Umrechnungsfaktoren

Diese Liste von ABAG-C-Faktor gamma ( $\gamma$ ) Umrechnungsfaktoren basiert auf Auerswald et al. (2021) (vgl. Tabelle 2-1), mit eigenen Anpassungen.

InVeKoS	Kultur	Beschreibung	$\gamma$ Wert
110101	Weizen	Winter (ohne Durum)	0,085
110102	Weizen	hart, Durum	0,085
110201	Weizen	Sommer, weich	0,116
111103	Weizen	Dinkel ohne Spelzen	0,100
111104	Weizen	Einkorn	0,100
111104	Weizen	Emmer	0,100
110404	Roggen	Winter	0,071
110402	Roggen	Sommer	0,070
110503	Triticale	Winter	0,073
110501	Triticale	Sommer	0,070
110502	Triticale		0,070
110601	Gerste	Winter	0,070
110701	Gerste	Sommer	0,076
	Gerste	Brau	0,076
110801	Hafer		0,050
110802	Hafer	Sommer	0,117
110803	Hafer	Winter	0,070
110403	Menggetr.	Winter	0,085
110901	Menggetr.	Sommer	0,116
111101	Getreide	sonstige Arten	0,05
111002	Mais	Körner	0,252
111002	Mais	Körner, Direktsaat	0,252
111001	Mais	Corn-Cob-Mix	0,252
160212	Mais	Zucker	0,252
111003	Mais	Saatgutvermehrung	0,252
111105	Hirse	Körner	0,145
111102	Amaranth	Körner	0,245
111202	Sorghum	Körner	0,148
111201	Buchweizen	Körner	0,189
111203	Quinoa	Körner	0,15
111203	Pseudogetr.	Körner	0,15
140205	Sojabohnen		0,241
150101	Raps (00)	Winter	0,087
150201	Raps (00)	Sommer	0,07
150301	Sonnenblumen	zur Körnergewinnung	0,261
150301	So.-blumen	Direktsaat	0,261
	Senf		0,087
150401	Öllein	Körnergewinnung	0,115
	Leindotter		0,085
	Hanf	Öl	0,117
150502	Krambe		0,085
150503	Rübsen	Sommer, Körner	0,087
150504	Rübsen	Winter, Körner	0,087
150501	Ölfrüchte	sonstige Arten	0,087
140202	Bohne	Acker	0,178
140202	Bohne	Pferde	0,178
140202	Bohne	Puff	0,178
140203	Erbse	Trocken	0,141
140209	Linse	Korn	0,141
140206	Lupine, blau	Korn	0,185
140207	Wicke	Korn	0,15
	Erbse/Getr.	Gemenge	0,07

InVeKoS	Kultur	Beschreibung	$\gamma$ Wert
140208	Erbsen/Bohnen	zur Körnergewinnung	0,15
140204	Leguminosensamen	vermehrung	0,15
120301	Hülsenfr.	Alle (anderen)	0,15
130206	Kartoffeln	Speise	0,376
130201	Kartoffeln	Früh	0,376
130202	Kartoffeln	Futter	0,376
130203	Kartoffeln	Industrie	0,376
130204	Kartoffeln	Pflanz	0,376
130205	Kartoffeln	Sonstige Kartoffeln	0,376
130207	Kartoffeln	Stärke	0,376
130301	Zuckerrüben		0,181
130301	Zuckerrübe	Direktsaat	0,181
130502	Kohl-Steckrüben		0,181
130501	alle anderen	Hackfrüchte	0,181
160204	Gemüse	Freiland	0,2
160201	Artischocken		0,2
	Auberginen		0,2
160202	Blumenkohl	Freiland	0,3
	Brokkoli		0,3
	Buschbohne	Hülse und Korn	0,15
	Chicoree		0,265
	Chinakohl		0,2
	Feldsalat		0,265
	Feldsalat	großblättrig	0,265
160203	Erbsen	Gemüse, frisch	0,14
	Grünkohl	Handernte	0,2
160205	Gurken		0,365
	Gurke	Einleger	0,365
	Fenchel	Knolle	0,305
	Kohlrabi		0,3
	Kohlrübe		0,3
	Kürbis		0,3
	Mairüben	mit Laub	0,2
	Möhre	Bund	0,265
	Möhre	Industrieware	0,265
	Möhre	Wasch	0,265
	Pastinake		0,265
	Porree		0,25
	Radies		0,25
	Rettich	Bund	0,25
	Rettich	Deutsch	0,25
	Rettich	Japanisch	0,25
	Rosenkohl		0,3
	Rote Rüben		0,25
	Rotkohl		0,3
	Rucola	Feinware	0,25
	Rucola	Grobware	0,25
	Salate	Baby leaf lettuce	0,25
	Salate	Blatt, grün	0,25
	Salate	Blatt, rot	0,25
	Salate	Eissalat	0,25
	Salate	Endivien, Frisee	0,25



InVeKoS	Kultur	Beschreibung	γ Wert
	Salate	Endivien, glattblättrig	0,25
	Salate	Kopfsalat	0,25
	Salate	Radicchio	0,25
	Salate	verschiedene Arten	0,25
	Salate	Romana	0,25
	Salate	Romana-Herzen	0,25
	Salate	Zuckerhut	0,25
	Schwarzwurzel		0,25
	Sellerie	Bund	0,25
	Sellerie	Knollen	0,25
	Sellerie	Stangen	0,25
160208	Spargel		0,35
	Spinat	Blatt, FM, Baby	0,25
	Spinat	Blatt, Standard	0,25
	Spinat	Hack, Standard	0,25
	Stang.bohne	Standard	0,15
	Rübchen	Teltower, Herbstanbau	0,25
160209	Tomaten	Freiland	0,25
160214	Topinambur	Knollen	0,25
	Weißkohl	Frischmarkt	0,25
	Weißkohl	Industrieware	0,25
	Wirsing		0,25
	Zucchini		0,225
	Zuckermais		0,25
	Zwiebel	Bund	0,40
	Zwiebel	Trocken	0,40
160213	Gemüse Freil. (gärtnerischer Anbau)		0,30
	Dill	Frischmarkt	0,20
	Dill	Industrieware	0,20
	Petersilie	Blatt bis 1. Schnitt	0,205
	Petersilie	Blatt nach 1. Schnitt	0,205
	Petersilie	Wurzel	0,205
	Schnittlauch	gesät bis 1. Schnitt	0,20
	Schnittlauch	gesät nach 1. Schnitt	0,20
	Schnittlauch	Anbau für Treiberei	0,20
160101	Heil-, Duft und Gewürzpflanzen		0,20
160102	Küchenkräuter		0,20
160104	Zichorien	Inulinproduktion	0,25
160105	Tollkirschen		0,20
160401	Blumen und Zierpflanzen (Freiland)		0,20
160601	Gartenbausämerei (Obst, Gemüse)		0,20
160604	Gartenbausämerei (Zierpflanzen)		0,20
140101	Futterleguminosen Stilllegung		0,18
140102	Futterleguminosen		0,18
140201	Leguminosen ÖVF		0,18
120101	Getreide/Leguminosen		0,18
120101	Getr./Leg. als Blanksaat im Frühjahr		0,08
120101	Getr./Leg. mit Grünfütter-Deckfrucht		0,08
120101	Getr./Leg. mit Körner-Deckfrucht		0,08
120101	Getr./Leg. als Blanksaat Spätsommer		0,08
	Ackerbohne	Ganzpflanze	0,15
	Espartette	Ganzpflanze	0,15
	Wicke	Futter, Ganzpflanze	0,15
140203	Erbse, futter	Ganzpflanze	0,15
	Lupine, futter	Ganzpflanze	0,15

InVeKoS	Kultur	Beschreibung	γ Wert
	Seradella	Ganzpflanze	0,15
	Sonstige	1J Leguminosen	0,15
140103	Klee	100 % Klee	-0,05
140105	Kleegrass	1. Jahr	0,039
140105	Kleegrass	2. Jahr	-0,136
140105	Kleegrass	3+ Jahre	-0,013
140105	Kleegrass	1. Jahr Untersaat	0,077
	Rotklee	1. Jahr	0,039
	Rotklee	2. Jahr	-0,136
140104	Luzerne		-0,05
	Luzernegrass	1. Jahr	0,039
	Luzernegrass	2. Jahr	-0,136
	Luzernegrass	3+ Jahre	-0,013
	Luzernegrass	1. Jahr Untersaat	0,077
140106	Klee-Luzerne-Gemisch		-0,05
	Klee/Luzernevermehrung		-0,05
	Winterzw.fr.	ohne Leguminosen	-0,08
	Winterzw.fr.	mit Leguminosen	-0,08
	Stoppelfr.	ohne Leguminosen	-0,08
	Untersaaten	ohne Leguminosen	-0,08
	Untersaaten	mit Leguminosen	-0,08
120102	Getreide	Ganzpflanze	0,05
120208	Mais	Silo (Hauptfutter)	0,252
120208	Mais	Silo, Direktsaat	0,252
	Mais	nach GPS	0,261
120205	Mais mit Bejagungsschneise (Kulturpflanze)		0,25
120206	Mais mit Bejagungsschneise GLÖZ		0,25
120207	Mischanbau Silomais und Sonnenblumen (für Biogas)		0,25
130401	Futterhackfrüchte (z. B. Futterrüben)		0,181
130402	Runkel-Futterrüben		0,181
	Gehaltsrübe		0,181
	Massenrübe		0,181
	Futterzw.fr.	ohne Leguminosen	-0,08
	Futterzw.fr.	mit Leguminosen	-0,08
120701	Futterpfl.	Sonstige	0,18
160603	Rübensamenvermehrung		0,18
170201	Faserbrennnesseln (Textilherstellung)		0,115
170202	Hanf		0,117
170203	Flachs	Fasergewinnung	0,115
170302	Färberwaid		0,15
170304	Tabak		0,20
120201	Stilllegung mit 1J nachw. Rohstoffen		0,15
120503	Stilllegung mit mehrj. n. Rohstoffen		0,15
120501	Chinaschilf (Miscanthus) <sup>c</sup>		0,15
120606	Sudangras		0,225
120401	Ackergras	Weidelgras	0,05
120502	Rohrglanzgras		0,15
120601	andere/sonstige Energiepflanzen		0,15
120602	Igniscum		0,15
120603	Riesenweizengras		0,15
120604	Sida		0,15
120605	Silphie		0,15



THÜNEN

*UGÖ- Schlussbericht Teil II.9*

**Kontext, Methodik und Qualität von Indikatoren zur Bewertung von Umweltleistungen:  
Allgemeine Bodenabtragungsgleichung (ABAG) - C-Faktor (ABC)**

Thünen-Institut für Betriebswirtschaft  
Bundesallee 63  
DE-38116 Braunschweig