

Kontext, Methodik und Qualität von Indikatoren zur Bewertung von Umweltleistungen: Anteil mehrjähriges Klee gras/ Leguminosen (AKG)

Nicolas Lampkin

Schlussbericht Teil II.12

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

Kontext, Methodik und Qualität von Indikatoren zur Bewertung von Umweltleistungen: Anteil mehrjähriges Klee gras/ Leguminosen (AKG)

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.12 beschreibt die methodische Vorgehensweise und Datenquellen und bewertet die Qualität des Indikators ‚Anteil mehrj. Klee gras/Leguminosen (AKG)‘, 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 Molkenhain und Karl Kempkens danken. Zudem möchten wir Karl Auerwald, Technische Universität München, Annette Freibauer, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, sowie Karin Stein-Bachinger und Almut Haub, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), 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

Braunschweig, Juli 2023

Inhalt

1	Einleitung	1
1.1	Politische Relevanz und Vorschriften	1
1.2	Beitrag des ökologischen Landbaus	2
2	Methodik	4
2.1	Zusammenfassung	4
2.2	Detaillierte Methodenbeschreibung	4
2.3	Notwendige Inputdaten	5
2.4	Leistungsbestimmung (Schwellenwerte)	6
2.5	Offene Fragen	7
3	Indikatorqualitätsbewertung	8
3.1	Aussagekraft	8
3.2	Justiziabilität und Betrugsanfälligkeit	10
3.3	Datenverfügbarkeit und -qualität	11
3.4	Transaktionskosten	11
3.5	Kommunizierbarkeit	12
3.6	UGÖ-Modul-A-Ergebnisse	13
4	Schlussfolgerung	16
5	Literaturverzeichnis	17

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1:	Politische Ziele und Indikatoren sowie Leistungen der Landwirtschaft zum Thema Anteil mehrj. Klee gras/Leguminosen	1
Tabelle 2-1:	Zusammenfassung der notwendigen Inputdaten und mögliche Datenquellen	5
Tabelle 2-2:	Vorschläge für AKG-Indikator-Schwellenwerte	6
Tabelle 3-1:	Bewertung des AKG-Indikators nach den ausgewählten Aussagekraftkriterien	9
Tabelle 3-2:	Bewertung des AKG-Indikators nach den ausgewählten Justiziabilitäts- und Betrugsanfälligkeitskriterien	10
Tabelle 3-3:	Bewertung des AKG-Indikators nach den ausgewählten Datenverfügbarkeits- und -qualitätskriterien	11
Tabelle 3-4:	Bewertung des AKG-Indikators nach den ausgewählten Transaktionskostenkriterien	12
Tabelle 3-5:	Kommunizierbarkeit des AKG-Indikators nach Zielgruppen	12
Tabelle 3-6:	Bewertung des AKG-Indikators nach den ausgewählten Kommunizierbarkeitskriterien	13
Tabelle 3-7:	Modell für den Indikator N-Saldo der Fruchtfolge und die ANOVA der Bewirtschaftungspraktiken und Einflussfaktoren	14
Tabelle 4-1:	Gesamtbewertung des AKG-Indikators	16

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Relative Unterschiede zwischen der ökologischen und konventionellen Landwirtschaft hinsichtlich der Abundanz und der Biomasse von Regenwürmern, bezogen auf eine Flächeneinheit (m ²)	3
Abbildung 3-1:	Auswirkung (a) des N-Inputs, (b) der Rotationsdauer, (c) des N-Outputs und (d) des Leguminosenanteils in der Fruchtfolge auf den N-Saldo	15

1 Einleitung

Die Schutzgüter Boden, Wasser, Klima und Biodiversität sind sehr unterschiedlich, können aber gemeinsam durch bestimmte multifunktionelle Maßnahmen beeinflusst werden, in diesem Fall mehrjähriges Klee- oder Luzernegras oder sonstige ähnliche Leguminosenmischungen. Humusaufbau, C-Speicherung, Bodenbiodiversität und Insektendiversität (einschl. Nützlingen und Bestäubern) sowie CO₂- und Lachgasemissionen und Nitratauswaschung können alle dadurch beeinflusst werden.

1.1 Politische Relevanz und Vorschriften

Der Schutz der Bodenfruchtbarkeit, des Klimas und der Biodiversität ist in mehreren Bundesgesetzen priorisiert, u. a. im Bodenschutzgesetz (BBodSchG); Klimaschutzgesetz (KSG) und Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (BNatSchG). Verschiedene Strategien zu Nachhaltigkeit (DNS), biologischer Vielfalt (NSBV), Ackerbau (AS), Agrobiodiversität (AbS) und Insekten (IS) beschäftigen sich auch damit. Trotz dieser vielen Gesetze und Strategien gibt es bisher wenige nationale Indikatoren, die die relevanten Leistungen der Landwirtschaft und diesen Indikator abdecken (vgl. Tabelle 1-1).

GLÖZ

Die Grundsätze der guten fachlichen Praxis und die Cross-Compliance-Bestimmungen bzw. die Konditionalitäten der GAP (GAPKondV¹) spezifizieren Maßnahmen zum Erhalt des guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustands (GLÖZ). Hier relevant sind GLÖZ 7: Fruchtwechsel auf dem Ackerland, aber mit Ausnahme von Klee- und Luzerne in Reinsaat oder in Mischungen von Leguminosen, solange die Leguminosen vorherrschen; GLÖZ 8: Mindestanteil der landw. Fläche für nichtproduktive Flächen oder Landschaftselemente, mit Genehmigung leguminosenhaltige Brachen wie Klee- oder Luzernegras; und GLÖZ 9: Verbot der Umwandlung oder des Umpflügens von Dauergrünland, das als umweltsensibles Dauergrünland in „Natura 2000“-Gebieten ausgewiesen ist.

Tabelle 1-1: Politische Ziele und Indikatoren sowie Leistungen der Landwirtschaft zum Thema Anteil mehrj. Klee- und Leguminosen

Oberziel	Qualitative Zielsetzung	Zielindikator	Leistungsformulierung*
Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit/ Bodenqualität	Die Böden als Träger der natürlichen Funktionen bleiben langfristig in ihrer Funktionsfähigkeit erhalten. (NSBV)	---	Erhaltung oder Steigerung der funktionellen und strukturellen Biodiversität im Boden
	Die Bodenfruchtbarkeit und die funktionelle und strukturelle Bodenbiodiversität müssen gestärkt und verbessert werden (AS, DNS)		
	Bis 2030 ist ein Humusgleichgewicht aller Ackerböden anzustreben (AS)	Humusbilanz	Erhaltung humusreicher Böden oder einer positiven Humusbilanz

¹ 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.

Oberziel	Qualitative Zielsetzung	Zielindikator	Leistungsformulierung*
Den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf deutlich unter 2 °C u. möglichst auf 1,5 °C ggü. dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen (KSG)	Die Treibhausgasemissionen werden im Vergleich zum Jahr 1990 schrittweise gemindert (KSG, DNS)	Jahres-THG-Emissionen der Landwirtschaft einschließlich landwirtschaftlichen Energieverbrauchs (1.A.4)	Verminderung der direkten und indirekten THG-Emissionen
Die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts einschließlich der Regenerations- und nachhaltigen Nutzungsfähigkeit der Naturgüter zu sichern	Insektenlebensräume sollen in ausreichender Qualität und Quantität erhalten, ausgeweitet bzw. wiederhergestellt und insektengerecht gepflegt werden (IS)	Steigerung der Insektenbiomasse bei gleichzeitigem Erhalt der Artenvielfalt	Schaffung und Erhaltung von Insektenlebensräumen, -biomasse, -artenvielfalt, besonders Rote-Liste Insektenarten
	Erhaltung sowohl der Artenvielfalt als auch der Vielfalt an Lebensgemeinschaften und Biotopen (NSBV)	Index über die bundesweiten Bestandsgrößen ausgewählter repräsentativer Vogelarten des Agrarlandes	Erhaltung der Artenvielfalt und Vielfalt an Lebensgemeinschaften und Biotopen

* Die zu honorierende Umweltleistung besteht in der ...

Quelle: UGÖ-Schlussbericht Teil II.1.

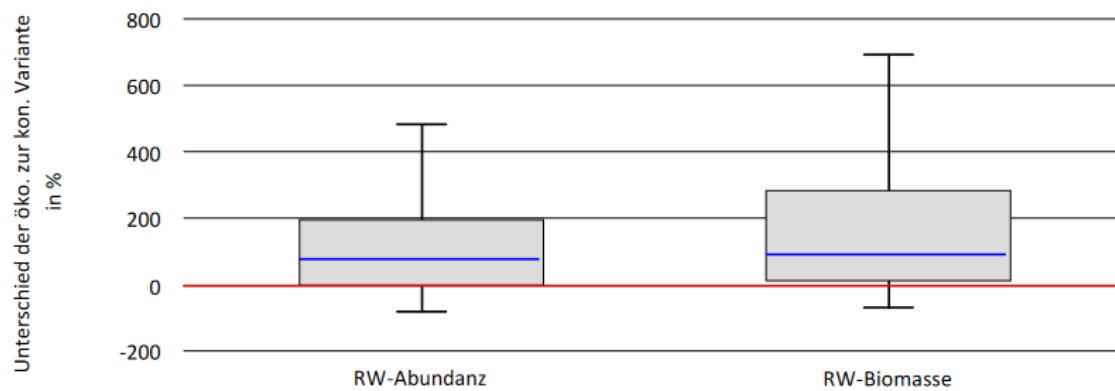
Fördermaßnahmen

Einige Bundesländer bieten Agrarumweltmaßnahmen zur Förderung von mehrjährigem Klee gras und ähnlichen Kulturen an, zum Beispiel Maßnahme E10 in Baden-Württemberg – mehrjähriger leguminosenbetonter Ackerfutterbau spezifiziert keine N-Düngung, keine PSM und nur Futterverwertung. Ab 2023 ist auch die Öko-Regelung 2 (ÖR 2), Anbau vielfältiger Kulturen, relevant. ÖR 2 verlangt mindestens fünf Hauptfruchtarten mit min. 10 % und max. 30 % der Ackerfläche (nicht Brache), einschl. mindestens 10 % Leguminosen oder Leguminosengemenge (grob oder feinkörnig), und als Option Gras oder Grünfütterpflanzen (nicht für Saatgut oder Rollrasenproduktion).

1.2 Beitrag des ökologischen Landbaus

Klee- und Luzernegras, und andere Leguminosenmischungen, sind sehr wichtige Bestandteile der Fruchtfolgen im ökologischen Landbau, vor allem um synthetischen Stickstoff durch biologische Fixierung zu ersetzen, aber auch, um eine Ruhepause in der Fruchtfolge zu erlauben, um Bodenfruchtbarkeit, Humus und Struktur wiederaufzubauen. Barbieri et al. (2017) haben eine Metaanalyse auf europäischer, nord-amerikanischer und globaler Ebene durchgeführt und stellten fest, dass Fruchtfolgen im ökologischen Landbau länger und diverser sind, mit mehr vorhandenen sekundären Getreidearten, Zwischenfrüchten, Untersaaten, Klee gras und Körnerleguminosen. Sanders und Hess (2019) weisen mehrmals auf die Vorteile von Klee gras hin, u. a., dass Regenwürmer in ökologischem Landbau häufiger vorkommen (Abbildung 1.1), was auch zu besserer Wasserinfiltration und Aggregatstabilität führt.

Abbildung 1-1: Relative Unterschiede zwischen der ökologischen und konventionellen Landwirtschaft hinsichtlich der Abundanz und der Biomasse von Regenwürmern, bezogen auf eine Flächeneinheit (m²)



Positive Werte zeigen eine Steigerung für die ökologische Bewirtschaftung im Vergleich zur konventionellen Bewirtschaftung, bei negativen Werten waren die Werte bei konventioneller Bewirtschaftung höher als bei ökologischer Bewirtschaftung. Extremwerte (o.Darst.): 815% (RW-Abundanz), 1250% (RW-Biomasse).

Quelle: Sanders und Hess 2019, Thünen Report 65.

Auch wenn Klee- oder Luzernegras als Ersatz für Stickstoffdünger auf allen Öko-Betrieben zu erwarten ist, kommt es oft vor, dass kein oder zu wenig mehrjähriges Klee gras angebaut wird, in der Hoffnung, dass Zwischenfruchtanbau und Körnerleguminosen ähnliche Ergebnisse erzielen werden und mehr Fläche für einkommenserzielende Kulturen behalten werden kann. Nicht alle ökologischen Ackerbaubetriebe haben die Kapazitäten oder Begeisterung, um Wiederkäuer zu halten, die Klee gras gut nutzen können, und Alternativen wie Saatguterzeugung oder Biogasanlagen sind nicht immer passend. Um mehr Klee gras in der Fruchtfolge zu rechtfertigen, müssen auch die finanziellen Folgen ausgeglichen werden.

2 Methodik

2.1 Zusammenfassung

Klee gras, Luzerne gras und andere Leguminosenmischungen sind ein wichtiger Bestandteil ökologischer Landbausysteme und erfüllen mehrere Funktionen und Leistungen, von denen symbiotische Stickstofffixierung und Humusaufbau am wichtigsten für den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit sind. Klee gras wird hier als Sammelbegriff für unterschiedliche Mischungen von Gräsern, Leguminosen und Kräutern verwendet, wie zum Beispiel Rotklee mit italienischem Weidelgras, Weißklee mit deutschem Weidelgras, Luzerne mit Gräsern und viele, noch komplexere Mischungen aus unterschiedlichen Arten (Leisen, 2018)².

Die relevanten ökologischen Leistungen sind:

- weniger oder keine Verwendung von synthetischen Stickstoffdüngern und somit weniger der damit verbundenen Treibhausgasemissionen, vor allem Lachgasemissionen (Weckenbrock et al., 2019);
- die Speicherung von Kohlenstoff durch starke Durchwurzelung des Bodens und durch die verbleibende Wurzelbiomasse, als Beitrag zum Klimaschutz (Gattinger et al., 2012), zur Wasser- und Nährstoffspeicherung im Boden und zur Vermeidung von Bodenerosion (Auerswald et al., 2021)
- die Förderung von Bodenlebewesen wie Regenwürmern, die eine wichtige Rolle in Biomasseverwertung, Wasserhaushalt und Aggregatstabilität spielen (Levin et al., 2019; Jung und Schmidtke, 2019), durch die Bodenbearbeitungsruhe unter mehrjährigem Klee gras;
- die Förderung von Bestäubern, Nützlingen und anderen Insekten durch blühenden Leguminosen und Kräuter (Stein-Bachinger et al., 2019).

Insoweit könnte ‚Anteil mehrj. Klee gras/Leguminosen‘ als Proxy-Indikator für Boden- und Insekten-Biodiversität, C_{org}-Gehalte und Humusbilanzen (UGÖ-Schlussbericht Teil II.8), N-Salden (UGÖ-Schlussbericht Teil II.14) und ABAG-C-Faktoren (UGÖ-Schlussbericht Teil II.9) dienen. Dabei sind aber besondere Bewirtschaftungsmaßnahmen zu beachten, wie zum Beispiel Schnittzeitpunkte, Nutzungspausen und Diversität der Artenzusammensetzung. Leguminosen und Kräuter sind auch im Dauergrünland von Bedeutung.

2.2 Detaillierte Methodenbeschreibung

Relevante Klee gras oder ähnliche Mischungen in der Fruchtfolge werden normalerweise als Wechselgrünland definiert, mit einer Nutzungsdauer von weniger als fünf Jahren und normalerweise mehr als einem Jahr. Auch wichtig ist, dass sie Leguminosen und andere blühende Arten enthalten, um nicht nur organische Substanz, sondern auch Stickstoff und Biodiversitätsvorteile zu liefern. Die für solche Kulturen benutzte Fläche wird als Anteil der Gesamtfruchtfolgeflächen (einschließlich Acker und Gemüsebau) berechnet. Stickstofffixierende Körnerleguminosen wie Ackerbohnen und Erbsen werden nicht mitgezählt, weil das Humusaufbaupotential der Wurzelrückstände von einjährigen Kulturen nicht vergleichbar ist (KTBL Faustzahlen³, Auerswald et al., 2021; VDLUFA, 2014).

Die ökologischen Leistungen von Klee gras können durch besondere Bewirtschaftungsmaßnahmen erhöht werden, wie zum Beispiel:

- komplexere (vielfältigere) Artenmischungen;
- Klee gras als Untersaat etablieren und damit die Nutzungsdauer ohne Bodenbearbeitung verlängern;

² https://www.oekolandbau.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/Betriebe/Leitbetriebe/2018/Bericht_Mischungen_EL_Maerz2018.pdf, abgerufen am 11. Juli 2023.

³ https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/Allgemeines/Download/Faustzahlen/P_19482.pdf, abgerufen am 11. Juli 2023.

- Umbruch von Klee gras im Herbst vermeiden, um Nitratauswaschungsrisiken zu reduzieren;
- Mulchen von Klee gras mit Nutzung des Aufwuchses, da ein Verbleib des Aufwuchses auf der Fläche zu verminderter Stickstoff fixierung und erhöhten Nitratauswaschungen führen könnte. Für viehlose oder -arme Betriebe wären gute Alternativen entweder die ‚Cut & Carry‘-Klee gras-Kompostierung⁴ oder die Verwendung des Aufwuchses in Biogasanlagen und die gezielte Einsetzung der daraus resultierenden Dünger;
- beim Mähen oder bei der Beweidung immer einen Teil der Fläche ungeschnitten lassen, um Blüten für Bestäuber und andere Insekten ständig zu erhalten;
- eine Nutzungspause von acht Wochen im Frühling einhalten, um bodenbrütende Vögel zu schützen.

Solche Bewirtschaftungsmaßnahmen sollten als zusätzliche qualitative Beschreibungen zum Indikator verwendet werden und evtl. mit einer zusätzlichen Prämie anerkannt werden.

2.3 Notwendige Inputdaten

Die notwendigen Landnutzungsdaten sind über InVeKoS gut verfügbar, obwohl unterschiedliche Kategorien relevant sein könnten. Zum Beispiel wären in Bayern die Kategorien unter ‚Sonstiges Grünland⁵‘, einschließlich Ackerfutter (NC 422, 424, 428, 429, 441, 442 oder 443) oder Grünbrache im ökologischen Landbau (NC 941), relevant (Tabelle 2-1).

Tabelle 2-1: Zusammenfassung der notwendigen Inputdaten und mögliche Datenquellen

Quelle	InVeKoS	LPIS	GLÖZ	Kontrolle	Betriebsunterlagen	Proben	Drohnen	Fernerkundung	Statistik/Stand.daten
Schlag-ID	X	X			X				
Schlaggröße		X			X				
Schlagnutzung	X				X				
Ackerfläche	X				X				
Gesäte Arten					X				
Umbruchzeitpunkt					X			X	
Nutzungsintensität					X				
Nutzungspausen					X			X	
Mahdfrequenz					X			X	
Beweidungstage					X			X	

Quelle: Eigene Darstellung.

Die notwendigen Daten könnten am einfachsten von LPIS-/InVeKoS-Daten übernommen werden. Die Vorjahrsdaten werden auch vorhanden sein, um Mehrjährigkeit zu prüfen. Ähnliche Daten sollten auch von Öko-Kontrollstellen verfügbar sein. Sie könnten auch direkt von den Betrieben eingegeben werden, wenn die gleiche Information wie für Förderungs- und Kontrollzwecke genutzt wird.

⁴ <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/pflanze/grundlagen-pflanzenbau/duengung/klee gras-auch-im-viehlosen-betrieb-sinnvoll-verwerten/>, abgerufen am 11. Juli 2023.

⁵ Sonstiges Grünland (GL) sind Flächen, die weniger als fünf Jahre durchgehend angegeben und als solche genutzt wurden, wenn sie [im aktuellen Jahr] wiederum oder erstmalig eine der o. g. GL-Nutzungen aufweisen, https://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/agrapolitik/dateien/a6_anleitung_fnn.pdf, abgerufen am 11. Juli 2023.

Die damit verbundenen Bewirtschaftungsmaßnahmen (Abschnitt 2.5) könnten schwieriger zu erfassen sein. Bodenbearbeitungszeitpunkte, Mahd- und Beweidungsfrequenzen, Nutzungspausen und Teilschnittmaßnahmen könnten über Fernerkundung genauer erfasst werden. Sonst wären Betriebsdaten (Tagebücher und Schlagkarteien sowie Quittungen, die die verwendeten Saatgutmischungen und den Leguminoseneinsatz belegen), photographische Aufnahmen und zusätzliche Kontrollbesichtigungen notwendig.

2.4 Leistungsbestimmung (Schwellenwerte)

Es wird empfohlen, dass ein Drittel der Fruchtfolge im ökologischen Landbau mit humusmehrenden Früchten besetzt werden soll⁶. Auch 25 % sind noch möglich. Ein Anteil von weniger als 20 % könnte als nachteilig im ökologischen Landbau betrachtet werden. Bei über 50 % könnten zunehmende Kleeergrasanteile eher als Nachteil bezeichnet werden, wegen zu hoher Stickstofffixierung oder Pflanzenkrankheitsproblemen. Nach einer Diskussion mit den UGÖ-Projektpartnern sind die Werte in Tabelle 2-2 festgelegt.

Tabelle 2-2: Vorschläge für AKG-Indikator-Schwellenwerte

Indikator	Einheit	Gruppierung	Sehr gut (Stufe 3)	Gut (Stufe 2)	Ausreichend (Stufe 1)	Basis (Stufe 0)	Anmerkung/Quelle
Anteil mehrj. Kleeergras/ Leguminosen	%	Acker-/ Gemüsebau	>25 %	15 bis 25 %	5–15 %	GLÖZ 7 ^a , 8 ^b , 9 ^c	oekolandbau.de ⁶ ; Stein-Bachinger und Haub, 2022, pers. Mitteilung; ÜGO-Partnerdiskussion

- a GLÖZ 7: Fruchtwechsel auf dem Ackerland – Ausnahme für Kleeergras und Luzerne in Reinsaat oder in Mischungen von Leguminosen, solange die Leguminosen vorherrschen
- b GLÖZ 8: Mindestanteil der landw. Fläche für nichtproduktive Flächen oder Landschaftselemente, mit Genehmigung leguminosenhaltige Brachen wie Klee- oder Luzerneergras
- c GLÖZ 9: Verbot der Umwandlung oder des Umpflügens von Dauergrünland, das als umweltsensibles Dauergrünland in „Natura 2000“-Gebieten ausgewiesen ist

Quelle: Eigene Darstellung.

Mehrjährigkeit

Die Umweltvorteile von Kleeergras und sonstigen Leguminosen steigen im Lauf der Zeit. Zwischenfrüchte sind auch wertvoll, um Kohlenstoff in den Boden zu liefern, aber diese werden vergleichsweise schnell umgesetzt und tragen weniger zu dauerhaftem Humusaufbau bei. Die Wurzelrestmengen nach mehrjährigem Kleeergras sind dagegen viel größer und dauerhafter. Es wäre möglich, diese unterschiedlichen Leistungen durch unterschiedliche Gewichtung (der Prämien oder der Flächen) anzuerkennen, so dass alle relevanten Leguminosenflächen in der Fruchtfolge aufgenommen werden könnten, wie zum Beispiel:

- Teiljährige Zwischenfrucht – 50 %
- Einjähriges Kleeergras / einjährige Leguminosen – 75 %
- Mehrjähriges Kleeergras / mehrjährige Leguminosen – 100 %

⁶ <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/oekologischer-pflanzenbau/fruchtfolge/>, abgerufen am 11. Juli 2023.

2.5 Offene Fragen

Biodiversitätsauflagen

Die Einbindung von Praxismaßnahmen wie achtwöchigen Nutzungspausen im Frühling, um bodennistende Vögel zu schützen, oder Teilschnitten, um Nützlinge zu schützen, könnte als zusätzliche Prämienvoption gehandelt werden. Am einfachsten wäre eine Kategorie ‚Vorhanden/Nicht vorhanden‘, aber auch andere Möglichkeiten mit zunehmenden Transaktionskosten sind vorstellbar. Die Kontrolle könnte über Fernerkundung stattfinden.

Dauergrünland

Die Integration von Leguminosen in Dauergrünland ist auch relevant, um Stickstoff zu fixieren und die Verwendung von N-Düngern zu reduzieren oder zu vermeiden. Schwellenwerte für den Anteil an Leguminosen in der Narbe könnten festgesetzt werden, aber die Werte sind aufwendig zu erheben und schwer zu kontrollieren. Eventuell wäre eine einzelne Stufe ‚Leguminosenhaltiges Dauergrünland‘ mit Bewertung am Anfang und am Ende der Förderperiode eine Lösung, um Transaktionskosten zu reduzieren.

Beweidung

Die Beweidung, vor allem von Dauergrünland, aber auch von Klee gras und ähnlichen Mischungen, ist auch sehr relevant, um Biodiversität zu fördern. Einzelne Tierarten weiden auf unterschiedliche Weise, die die Pflanzensammensetzung des Grünlandes beeinflussen kann. Die Mischung von Tierarten, entweder zeitgleich oder nacheinander, kann auch biodiversitätsfördernd sein. Tierkot ist für Insekten und Vögel, die von den Insekten leben, auch wichtig. Beweidungstage und Anzahl der Tiere können in Tagebüchern belegt werden, aber die Daten sind aufwendig zu erheben und betrugsanfällig. Die Kontrolle über Fernerkundung ist eine Möglichkeit, entweder um Tiere oder um Kotreste zu erkennen (dunklere Grünlandteile), die als Beweise einer Beweidung dienen können.

Dauerkulturen

Klee gras und sonstige Begrünungen, wo möglich leguminosenhaltig, sind auch in Dauerkulturen (DK) und Agroforstsystemen relevant. Diese Begrünungen können entweder dauerhaft in den Baumreihen als Drei-Meter-Streifen oder in den Flächen zwischen den Reihen vorkommen. Um Wassergehalte im Boden und Unkräuter zu regeln, ist eine jährlich alternierende Begrünung in Reihenpaaren vorstellbar. Der Gesamtanteil der DK-Flächen mit Begrünung könnte als Indikator verwendet und mit Fernerkundung kontrolliert werden. Streuobstwiesen würden eher als Dauergrünland behandelt.

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 AKG-Indikators nach den ausgewählten Aussagekraftkriterien

Kriterien	Bewertung	Anmerkungen/Quellen
Relevanz (theoretisch, zeitlich, politisch, Umwelt, Praxis)		Mehrjähriges Klee- oder Luzernegras in Fruchtfolgen trägt zu mehreren Zielen bei, zum Schutz des Bodens, des Klimas, der Biodiversität und gegebenenfalls auch des Wassers (Tabelle 1.1), und hat dadurch hohe politische Relevanz.
Leistung 1: Bodenhumusaufbau	++	Mehrjähriges Klee gras bildet eine hohe Wurzelmasse, die zum Humusaufbau (C-Speicherung) in der Fruchtfolge und zur Verminderung der Bodenerosionsgefährdung beiträgt (sehr niedrige ABAG C-Faktoren nach Auerswald et al. (2021)). Die biologische Stickstofffixierung in Verbindung mit Klee gras reduziert
Leistung 2: Klima C-Speicherung	++	oder ersetzt voll die Nutzung synthetischen Stickstoffs und trägt zur Verminderung von Stickstoffsalden, Lachgas-Emissionen und N-Auswaschung bei. Die Klee grasblüten sind eine wichtige Nahrungsquelle für Bestäuber und andere Insekten, und die Bodenbearbeitungspause schafft auch Zeit für die Erholung von Bodenorganismen wie Regenwürmern. Der Anteil Klee- oder Luzernegras ändert sich auf Schlag- und Betriebs-Ebene jährlich, und muss jährlich erfasst werden. Der Indikator AKG in der Fruchtfolge ist eher handlungsorientiert, aber mit unterschiedlichen positiven Umweltleistungen, die wissenschaftlich gut belegt sind.
Repräsentativität	+	Der Anteil an Klee gras und sonstigen Leguminosen kann die Situation für Fruchtfolgen gut abbilden, ist aber für Dauergrünland weniger relevant. Für Dauerkulturen wie Obst, Wein oder Agroforst könnten Anteile in den Reihen oder zwischen den Reihen auch relevant sein (vgl. Abschnitt 2.5).
Sensibilität	++	Die AKG-Werte sind genau mit InVeKoS-Flächen-Daten zu berechnen, auch mit Vorfrucht, und sind nicht von Beobachter*innen zu beeinflussen. Mehrjährigkeit ist auch einfach zu erfassen und kann mit Gewichtung der Prämien oder Flächen gut anerkannt werden.
Vergleichbarkeit	+	Der AKG-Indikator beschränkt sich hauptsächlich auf jährliche Acker-, Futter- und Gemüse-Kulturen. Obwohl dieser Indikator nicht für Dauergrünland zutrifft, könnten einige Biodiversitätsmaßnahmen, wie Nutzungspausen im Frühling, für Klee gras und Dauergrünland ähnlich relevant sein (vgl. Abschnitt 2.5). Für Dauerkulturen wie Obst, Wein und Agroforst könnten ähnliche Prinzipien zutreffen, aber die genaue Umsetzung würde von der Distanz zwischen den Reihen abhängen (vgl. Abschnitt 2.5). Unterschiede zwischen viehlosen und viehhaltenden Betrieben sind zu erwarten, mit mehr zusätzlichen Leistungsmöglichkeiten auf viehlosen oder -armen Betrieben, aber die Nutzung von Klee gras durch Tiere ist auch vorteilhaft.
Komplementarität	+	Es könnte Überschneidungen mit den Indikatoren ABAG-C-Faktoren, Kulturartendiversität, Tierbesatzdichte und Anteil Landschaftselemente geben. AKG könnte auch Humusbilanzierung als Indikator ersetzen, als Proxy für Humusaufbau.
Gesamtbewertung Aussagekraft	++	Hoch bis sehr 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 AKG-Indikators nach den ausgewählten Justiziabilitäts- und Betrugsanfälligkeitskriterien

Kriterien	Bewertung	Anmerkungen/Quellen
Rechtliche Grundlage	+	Die unterschiedlichen Varianten von Klee gras (einschl. Luzernegras, evtl. auch Acker gras, obwohl fehlende Leguminosen als nachteilig beurteilt werden könnten) sind über InVeKoS gut definiert.
Messbarkeit/Quantifizierbarkeit	++	Der AKG-Indikator ist einfach auf der Basis von InVeKoS-Daten zu berechnen. Die einfache Methodik und gute Datengrundlage ermöglichen eine sehr hohe Genauigkeit.
Evidenzbasiertheit	+	Mehrere wissenschaftliche Veröffentlichungen, auch von DE, liegen vor (siehe oben). Eine Bewertung von Strukturdaten von der Agrarstruktur erhebung, Testbetriebsnetzdaten oder InVeKoS-Daten könnte wertvoll sein.
Replizierbarkeit/Verlässlichkeit	++	Die Replizierbarkeit ist wegen guter Datengrundlage und einfacher Berechnungsmethodik sehr hoch. Die AKG-Werte können direkt auf Betriebsebene berechnet werden. Der Zeitpunkt der Datensammlung ist von der InVeKoS-Verordnung festlegt. Der Einfluss der Datensammler*innen spielt in diesem Fall keine Rolle.
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.
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 AKG-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	++	

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 AKG-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.
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 von Landwirt*innen, aber auch von 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; und Änderungsmotivation.

Tabelle 3-5: Kommunizierbarkeit des AKG-Indikators nach Zielgruppen

	Landwirt*innen	Behörden	Politiker*innen	Verbraucher*innen
Durchschaubarkeit der Methodik	Hoch	Hoch	Hoch	Hoch
Komplexität der Umsetzung	Sehr einfach	Einfach (mit Programmierung)	Nichtzutreffend	Nichtzutreffend
Interpretierbarkeit der Ergebnisse	Hoch	Hoch	Mäßig bis hoch, je nach Engagement	Mäßig, könnte mit Bildern unterstützt werden, um die unterschiedlichen AKG-Stufen zu beschreiben
Änderungsmotivation	Hoch	Mäßig	Mäßig	Niedrig
Gesamt	Hoch	Hoch	Mäßig	Mäßig

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 AKG-Indikators nach den ausgewählten Kommunizierbarkeitskriterien

Kriterien	Bewertung	Anmerkungen/Quellen
Durchschaubarkeit der Methodik	++	Die Durchschaubarkeit ist sehr gut, weil die Berechnung einfach zu verstehen ist.
Komplexität der Umsetzung	++	Die Umsetzung ist sehr einfach, da nur die Flächenangaben für einzelne Kulturarten benötigt werden.
Interpretierbarkeit der Ergebnisse	++	Die Interpretierbarkeit ist sehr gut, auch weil die spezifischen Landnutzungen einfach zu erkennen sind.
Änderungsmotivation	+	Falls die finanziellen Folgen abgedeckt sind, ist es einfach, höhere AKG-Werte zu erreichen.
Gesamtbewertung Kommunizierbarkeit	++	Die Kommunizierbarkeit des AKG-Indikators ist insgesamt als sehr gut zu bewerten.

Quelle: Eigene Darstellung.

3.6 UGÖ-Modul-A-Ergebnisse

Für den Erfolg des ökologischen Landbaus und die Erzielung positiver Umweltwirkungen ist die Umsetzung des Systemansatzes von entscheidender Bedeutung. In der EU-Öko-Verordnung wird der Systemansatz in den Grundsätzen des ökologischen Landbaus zwar beschrieben; die konkrete Umsetzung gibt den Betrieben in zahlreichen Bereichen jedoch einen erheblichen Gestaltungsspielraum. Je nach Managementpraxis (z.B. Anteil und Bewirtschaftung des Kleeegrases in der Fruchtfolge, Art und Intensität der Bodenbearbeitung) unterscheiden sich Öko-Betriebe folglich hinsichtlich ihrer Umweltwirkungen.

Wirkungszusammenhänge für das Schutzgut Boden betreffen wesentlich die diversifizierte Fruchtfolge bzw. Kulturartenvielfalt im ökologischen Landbau. Der höhere Anteil an Klee gras und der niedrigere Anteil an Reihenkulturen wie Mais und Zuckerrüben führen zu einer besseren Bodenbedeckung. Die Fruchtfolgen variieren innerhalb des ökologischen Landbaus stark je nach Betriebsausrichtung. Es ist daher zu genauer zu prüfen, inwieweit die Wirkungszusammenhänge verallgemeinert werden können oder innerhalb des ökologischen Landbaus nach Betriebszweig differenziert werden müssen.

Der ökologische Landbau zeigte in dieser Analyse keinen Einfluss auf den C-Faktor der ABAG gegenüber dem konventionellen Landbau. Dieses Ergebnis widerspricht dem Ergebnis aus der ersten Projektphase auf der Basis von über doppelt so vielen Studien. Es widerspricht auch den Erfahrungen in Deutschland, dass die Fruchtfolgen des ökologischen Landbaus mit überjährigem oder zweijährigem Klee gras positiv auf den C-Faktor und die Aggregatstabilität wirken (vgl. UGÖ-Schlussbericht Teil II.9).

Anhand der Ergebnisse gehören zu den sieben wichtigsten Faktoren, die den N-Output beeinflussen, der Reihenfolge nach - N-Input, Düngerart, Fruchtartendiversität (einschl. Klee gras), Getreideanteil in der Fruchtfolge, Zwischenfrüchte und Bodenbearbeitung. Ein signifikanter Einfluss auf den N-Output wurde bei folgenden kontinuierlichen Einflussgrößen festgestellt: N-Input, Fruchtartendiversität und Getreideanteil in der Fruchtfolge. Eine Erhöhung der Fruchtartendiversität um eine effektive Art beim Shannon Index bewirkt eine Verringerung des N-Outputs um 20,1 %. (vgl. UGÖ-Schlussbericht Teil II.14)

Folgende Einflussgrößen hatten den größten Einfluss auf den N-Saldo - N-Input, Rotationsdauer, N-Output, Zwischenfrüchte, Bodenbearbeitung, Leguminosenanteil in der Fruchtfolge und Düngerart (Tabelle 3-7).

Tabelle 3-7: Modell für den Indikator N-Saldo der Fruchtfolge und die ANOVA der Bewirtschaftungspraktiken und Einflussfaktoren

Modell: Im (N-Saldo) ~ ID + N-Input + N-Output + Rotationsdauer + Bodenbearbeitung + Zwischenfrüchte + Leguminosenanteil MB + Düngerart						
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F-Wert	P	ges
ID	31	45684,20	1473,68	2,95	< 0,001	0,550
N-Input	1	27296,93	27296,93	54,69	< 0,001	0,422
N-Output	1	15827,33	15827,33	31,71	< 0,001	0,297
Rotationsdauer	1	17625,86	17625,86	35,31	< 0,001	0,320
Bodenbearbeitung	1	3708,30	3708,30	7,43	0,008	0,090
Zwischenfrüchte	1	4150,43	4150,43	8,32	0,005	0,100
Leguminosenanteil MB	1	3044,08	3044,08	6,10	0,016	0,075
Düngerart	2	3025,09	1512,55	3,03	0,054	0,075
Residuen	75	37437,50	499,17			

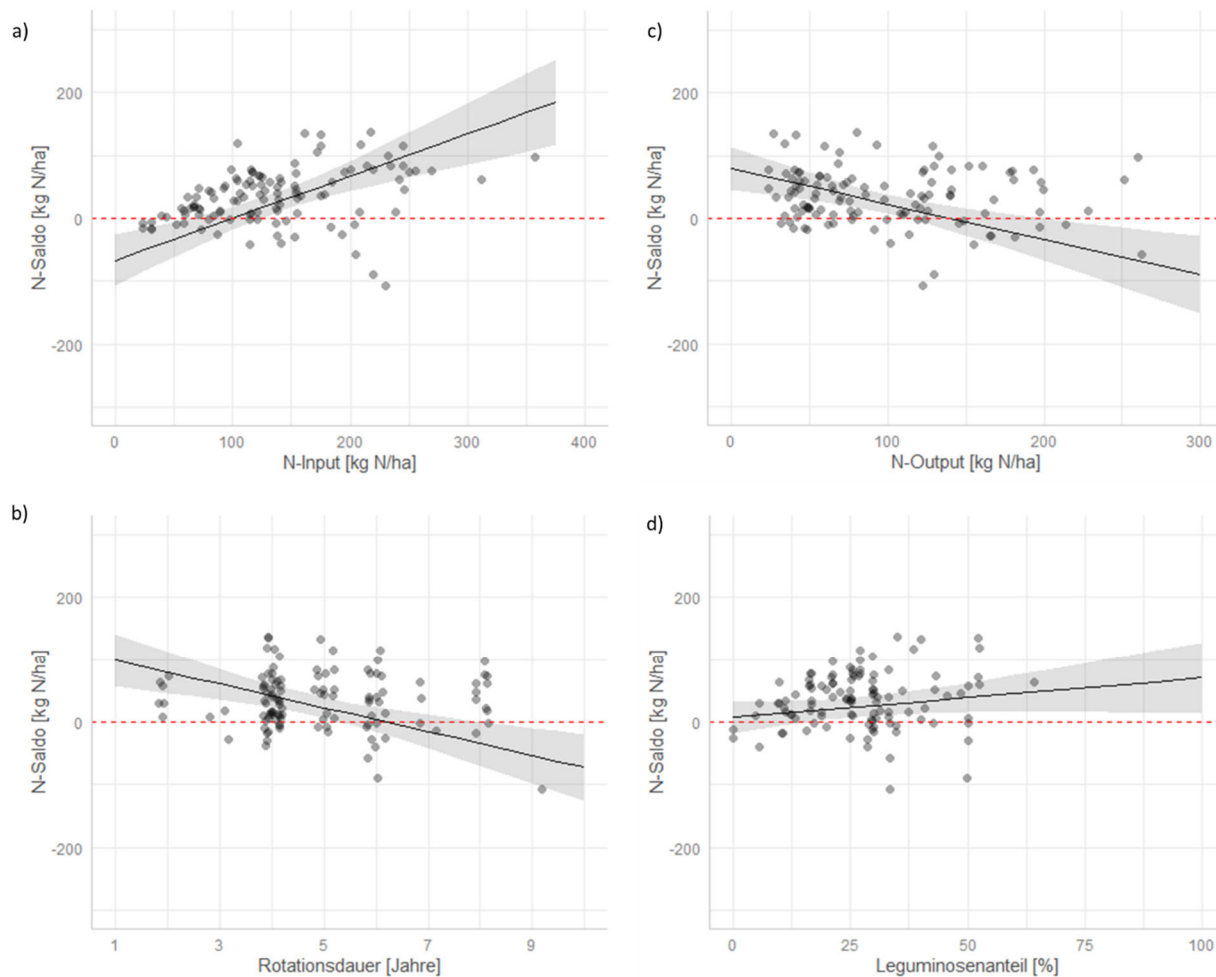
ID = Beobachtung, Leguminosenanteil MB = Anteil berechnet mit der Methode B, Df = Freiheitsgrade, Sum Sq = Summenquadrate, Mean Sq = mittlere Abweichungsquadrate, Pr (>F) = p-Wert der F-Statistik ges = Effektstärke

Quelle: UGÖ Schlussbericht Teil 1

N-Input (Abbildung 3-1a), Rotationsdauer (Abbildung 3-1b), N-Output (Abbildung 3-1c) und Leguminosenanteil in der Fruchtfolge (Abbildung 3-1d) wurden als signifikante kontinuierliche Einflussgrößen ausgewertet. Eine Erhöhung der Rotationsdauer um ein Jahr bewirkt eine Verringerung des N-Saldos um 19,0 %. Eine Erhöhung des Leguminosenanteils um 1 % führt ebenfalls zu einer Zunahme des N-Saldos um 0,6 Prozent. Die folgenden vier Grafiken zeigen diese Zusammenhänge.

Zwischenfrüchte hatten einen signifikanten Einfluss auf den N-Saldo. In Fruchtfolgen mit Zwischenfrüchten (Abbildung 3-1b) war der N-Saldo höher (34 kg/ha) als in der Fruchtfolge ohne Zwischenfrüchte (14 kg/ha). Gründüngung hat einen signifikant niedrigeren N-Saldo (12 kg/ha) im Vergleich zur organisch-mineralischen (32 kg/ha) und organischen Düngung (27 kg/ha) verursacht (Abbildung 3-1c).

Abbildung 3-1: Auswirkung (a) des N-Inputs, (b) der Rotationsdauer, (c) des N-Outputs und (d) des Leguminosenanteils in der Fruchtfolge auf den N-Saldo



Quelle: UGÖ Schlussbericht Teil 1

4 Schlussfolgerung

Obwohl Anteil mehrj. Klee gras/Leguminosen als Indikator eher handlungsorientiert und als Proxy für Humusbilanzen und C_{org} -Gehalte zu sehen ist, sind alle Bewertungskriterien als sehr gut zu bewerten (Tabelle 4-1).

Tabelle 4-1: Gesamtbewertung des AKG-Indikators

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

Quelle: Eigene Darstellung.

AKG eignet sich sehr gut als Indikator für mehrere Schutzgüter und Umweltschutzziele und ist einfach und mit geringen Kosten zu berechnen.

Die Einbindung der Fernerkundung, um die Einhaltung weiterer Aspekte (vgl. Abschnitt 2.5) wie Beweidung und Biodiversitätsmaßnahmen sowie Begrünung in Dauerkulturen zu kontrollieren, muss noch weiterbearbeitet werden.

5 Literaturverzeichnis

- 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
- Barbieri P, Pellerin S, Nesme T (2017) Comparing crop rotations between organic and conventional farming. *Sci Rep* 7(1):13761. doi: 10.1038/s41598-017-14271-6
- Breitschuh G, Eckert H, Matthes L, Strümpfel J (2008) Kriteriensystem nachhaltige Landwirtschaft (KSNL): ein Verfahren zur Nachhaltigkeitsanalyse und Bewertung von Landwirtschaftsbetrieben. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. KTBL-Schrift 466
- Gattinger A, Muller A, Haeni M, Skinner C, Fliessbach A, Buchmann N, Mäder P, Stolze M, Smith P, Scialabba NE-H, Niggli U (2012) Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109(44):18226-18231. doi: 10.1073/pnas.1209429109
- Jung R, Schmidtke K (2019) Bodenfruchtbarkeit. In: Sanders J, Heß J (eds) *Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft. 2. überarbeitete und ergänzte Auflage*. Thünen Report 65. Braunschweig: Thünen-Institut: pp 59-96
- Leisen E (2018) Vergleich von Klee gras-, Luzerne- und Kräutermischungen auf Öko- Milchviehbetrieben 1997–2017. *Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen - Informationen für Beratung und Praxis*. Bonn: Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen und Landwirtschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
- Levin K, Brandhuber R, Freibauer A, Wiesinger K (2019) Klimaanpassung. In: Sanders J, Heß J (eds) *Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft. 2. überarbeitete und ergänzte Auflage*. Thünen Report 65. Braunschweig: Thünen-Institut: pp 161-190
- Stein-Bachinger K, Haub A, Gottwald F (2019) Biodiversität. In: Sanders J, Heß J (eds) *Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft. 2. überarbeitete und ergänzte Auflage*. Thünen Report 65. Braunschweig: Thünen-Institut: pp 97-131
- Uthes S, Kelly E, König HJ (2020) Farm-level indicators for crop and landscape diversity derived from agricultural beneficiaries data. *Ecological Indicators* 108:105725. doi: 10.1016/j.ecolind.2019.105725
- VDLUFA (2014) Humusbilanzierung: Eine Methode zur Analyse und Bewertung der Humusversorgung von Ackerland. Standpunkt, zu finden in <https://www.vdlufa.de/wp-content/uploads/2021/05/11-Humusbilanzierung.pdf> [zitiert am 03.11.21]
- Weckenbrock P, Sanchez-Gellert HL, Gattinger A (2019) Klimaschutz. In: Sanders J, Heß J (eds) *Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft. 2. überarbeitete und ergänzte Auflage*. Thünen Report 65. Braunschweig: Thünen-Institut



THÜNEN

UGÖ- Schlussbericht Teil II.12

**Kontext, Methodik und Qualität von Indikatoren zur Bewertung von Umweltleistungen:
Anteil mehrjähriges Klee gras/ Leguminosen (AKG)**

Thünen-Institut für Betriebswirtschaft
Bundesallee 63
DE-38116 Braunschweig