

Kontext, Methodik und Qualität von Indikatoren zur Bewertung von Umweltleistungen: Kulturartendiversität (KAD)

Nicolas Lampkin

Schlussbericht Teil II.19

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

Kontext, Methodik und Qualität von Indikatoren zur Bewertung von Umweltleistungen: Kulturartendiversität (KAD)

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.19 beschreibt die methodische Vorgehensweise und Datenquellen und bewertet die Qualität des Indikators ‚Kulturartendiversität (KAD)‘, 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 Karin Stein-Bachinger und Almut Haub, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), sowie Frank Gottwald, Naturschutzhof, und Katharina Schertler, Bioland-Naturschutzberatung, 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	3
2.1	Zusammenfassung	3
2.2	Detaillierte Methodenbeschreibung	3
2.3	Notwendige Inputdaten	4
2.4	Leistungsbestimmung (Schwellenwerte)	5
3	Indikatorqualitätsbewertung	6
3.1	Aussagekraft	6
3.2	Justiziabilität und Betrugsanfälligkeit	7
3.3	Datenverfügbarkeit und -qualität	8
3.4	Transaktionskosten	9
3.5	Kommunizierbarkeit	10
3.6	UGÖ-Modul-A-Ergebnisse	11
4	Schlussfolgerung	12
5	Literaturverzeichnis	13

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1:	Politische Ziele und Indikatoren sowie Leistungen der Landwirtschaft zum Thema Kulturartendiversität	1
Tabelle 2-1:	Zusammenfassung der notwendigen Inputdaten und mögliche Datenquellen	5
Tabelle 2-2:	Vorschläge für KAD-Indikator-Schwellenwerte	5
Tabelle 3-1:	Bewertung des KAD-Indikators nach den ausgewählten Aussagekraftkriterien	6
Tabelle 3-2:	Bewertung des KAD-Indikators nach den ausgewählten Justiziabilitäts- und Betrugsanfälligkeitskriterien	8
Tabelle 3-3:	Bewertung des KAD-Indikators nach den ausgewählten Datenverfügbarkeits- und qualitätskriterien	9
Tabelle 3-4:	Bewertung des KAD-Indikators nach den ausgewählten Transaktionskostenkriterien	9
Tabelle 3-5:	Kommunizierbarkeit des KAD-Indikators nach Zielgruppen	10
Tabelle 3-6:	Bewertung des KAD-Indikators nach den ausgewählten Kommunizierbarkeitskriterien	11
Tabelle 4-1:	Gesamtbewertung des KAD-Indikators	12

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Beispielvergleich der HS-Werte für die Kulturartendiversität auf spezialisierten Ackerbaubetrieben ähnlicher Größe (>300 ha)	4
----------------	--	---

1 Einleitung

Biodiversität umfasst viele Arten, Biotope und Ökosysteme, von Bodenmikroorganismen und Insekten bis zu Pflanzen, Säugetieren, Vögeln und Menschen. In Deutschland, wie anderswo in Europa, haben sich die Landwirtschaft und Biodiversität gegenseitig beeinflusst. Biodiversität liefert genetische Ressourcen und Ökosystemdienstleistungen, die die Landwirtschaft ermöglichen, und die Landwirtschaft bietet eine Nische für bestimmte Arten, die sich an die Kulturlandschaft der Landwirtschaft angepasst haben. Über mehrere Jahrhunderte haben Natur und Landwirtschaft sich integriert. Aber im letzten Jahrhundert hat sich diese Beziehung eher von Kooperation hin zu Konkurrenz entwickelt, mit unerwünschten Folgen für die Biodiversität, die langfristig auch negative Auswirkungen auf die Landwirtschaft und auf Menschen haben werden.

1.1 Politische Relevanz und Vorschriften

Der Schutz der Biodiversität hat eine hohe politische Priorität, wie im Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (BNatSchG) und in der nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (NSBV) festgelegt. Auch in der Landwirtschaft sind diese Ziele wichtig, wie in den Agrobiodiversitäts- (AbS) und Ackerbaustrategien (AS) beschrieben und in den GLÖZ-Vorschriften der gemeinsamen Agrarpolitik sowie den Öko-Regelungen und Agrarumweltmaßnahmen geregelt. Dabei wird die Vielfalt landwirtschaftlicher Kulturen erwähnt, aber bisher gibt es keine nationalen Indikatoren dazu (Tabelle 1-1).

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

Oberziel	Qualitative Zielsetzung	Zielindikator	Leistungsformulierung*
Natur und Landschaft sind auf Grund ihres eigenen Wertes und als Grundlage für Leben und Gesundheit des Menschen [...] so zu schützen, dass die biologische Vielfalt, die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts einschließlich der Regenerationsfähigkeit und nachhaltigen Nutzungsfähigkeit der Naturgüter sowie die Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie der Erholungswert von Natur und Landschaft auf Dauer gesichert sind. (BNatSchG)	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
	Vielfalt landwirtschaftlicher Kulturarten und -sorten erweitern (AbS, AS)	-	Nutzung mehrerer Kulturarten und Sorten

* Die zu honorierende Umweltleistung besteht in der ...

Quelle: UGÖ-Schlussbericht Teil II.1.

Das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG)

Das BNatSchG regelt unterschiedliche landwirtschaftliche Bewirtschaftungsmaßnahmen zum Schutz der Biodiversität. Insbesondere folgende Grundsätze der guten fachlichen Praxis sind zu beachten:

- die Bewirtschaftung muss standortangepasst erfolgen und die nachhaltige Bodenfruchtbarkeit und langfristige Nutzbarkeit der Flächen müssen gewährleistet werden;
- die natürliche Ausstattung der Nutzfläche (Boden, Wasser, Flora, Fauna) darf nicht über das zur Erzielung eines nachhaltigen Ertrages erforderliche Maß hinaus beeinträchtigt werden;
- die Tierhaltung hat in einem ausgewogenen Verhältnis zum Pflanzenbau zu stehen und schädliche Umweltauswirkungen sind zu vermeiden.

Das BNatSchG regelt auch Eingriffe in Natur und Landschaft (§ 14), wobei die landwirtschaftliche Bodennutzung nicht als Eingriff anzusehen ist, soweit dabei die Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege berücksichtigt werden. § 21 BNatSchG regelt Biotopverbunde und -vernetzung, einschließlich Natura 2000 und gesetzlich geschützter Biotope im Sinne des § 30 BNatSchG, die oft auch landwirtschaftlich genutzt werden.

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 ist GLÖZ 7: Fruchtwechsel auf dem Ackerland, aber mit Ausnahme von Klee gras und Luzerne in Reinsaat oder in Mischungen von Leguminosen, solange die Leguminosen vorherrschen.

Fördermaßnahmen

Viele Bundesländer bieten Agrarumweltmaßnahmen zur Förderung vielfältiger Kulturen an. Ab 2023 ist auch die Öko-Regelung 2, Anbau vielfältiger Kulturen, relevant.

1.2 Beitrag des ökologischen Landbaus

Sanders und Heß (2019) haben die allgemeinen Effekte der ökologischen Bewirtschaftung auf Kulturartendiversität nicht untersucht. 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 und mehr sekundäre Getreidearten, Zwischenfrüchte, Untersaaten, Klee gras und Körnerleguminosen vorhanden sind. Auch wenn Leguminosenanbau als Ersatz für Stickstoffdünger auf allen Öko-Betrieben zu erwarten ist, kann Kulturartendiversität durch unterschiedliche Maßnahmen auf Öko-Betrieben beeinflusst werden, einschl. mehr Sommerungen, um auch die Unkrautregulierung zu fördern, mehr Getreidearten, Körnerleguminosen und Gemüsearten und weniger Mais.

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.

2 Methodik

2.1 Zusammenfassung

Kulturartendiversität trägt zur Biodiversität auf landwirtschaftlichen Betrieben bei. Dieses Methodenblatt befasst sich mit diesen landwirtschaftlich beeinflussten Aspekten der Biodiversität – nicht mit sonstigen Aspekten wie Wildartenvielfalt, Biotopen und nicht-produktiven Landschaftselementen.

Kulturartendiversität besteht aus unterschiedlichen Arten, die auf verschiedene Weise klassifiziert werden können: Halm- oder Blattfrucht, Winterung oder Sommerung, nach Familien (z. B. Cruciferae, Leguminosen, Gramineen) (GFPI, 2021). Dazu kommt die genetische Diversität in Form von Sorten, Gemengen/Mischkulturen (Sorten und Arten), sowie heterogenen Sorten wie Landsorten und zusammengesetzten Kreuzpopulationen (Composite Cross Populations, kurz CCP), die auch in der neuen EU-Öko-Verordnung² erwähnt sind.

Diese Aspekte der Diversität können anhand von LPIS, InVeKoS, FADN, ASE sowie auch Öko-Kontrolldaten erfasst werden (vgl. Abschnitt 2.3).

2.2 Detaillierte Methodenbeschreibung

Landnutzungs- oder Kulturartendiversitätsindikatoren sind auf der Basis von Biodiversitätsindikatoren in ökologischen Studien entwickelt worden. Hauptthemen sind Vielfalt (Richness – wie viele Arten sind vorhanden), Abundanz (wie viele Individuen einer Art sind vorhanden) und Gleichmäßigkeit (Evenness – wie gleichmäßig sind die Populationen unterschiedlicher Arten verteilt).

Die Kulturartenvielfalt kann als Zahl der Arten pro Betrieb oder pro ha LF berechnet werden. Aber wenn eine Art auf 99 % und 9 Arten auf nur 1 % der Fläche vorkommen, ist das ganz anders zu bewerten, als wenn alle 10 Arten auf je 10 % der Fläche vorhanden sind. Eine Alternative wäre die Zahl der Kulturarten (mindestens 4), die auf mehr als 5 % der Ackerfläche vorkommen (Oppermann et al., 2005). Aber dieser Index könnte Arten, die nur in (sehr) geringem Umfang angebaut werden (z.B. Emmer oder Einkorn) und eventuell für die Biodiversität sehr relevant sind, vernachlässigen.

Zwei verschiedene Indikatoren, der Shannon-Wiener-Index und der Simpson-Diversity-Index, werden öfter erwähnt, um das Problem der Kombination Artenvielfalt, Abundanz und Gleichmäßigkeit der Verteilung zu lösen³. Der Shannon-Wiener-Index (HS) wird mithilfe der Formel $\sum p_i \cdot \ln(p_i)$ ermittelt, wobei p_i der %-Anteil jeder Kulturart (oder Gruppe) an der Gesamtfläche und $\ln(p_i)$ der natürliche Logarithmus von p_i ist. Wo Flächenangaben nicht verfügbar sind, ist es möglich auf die Summe aller Früchte in der Fruchtfolge zu beziehen. Die Fruchtarten könnten in Kategorien zusammengefasst werden (z. B. Getreide, Ölsaaten, Faserkulturen usw.).

Der Simpson-Diversity-Index D wird als $1/\sum p_i^2$ berechnet, mit Werten zwischen 0 und 1. Je größer p_i für eine Kulturart ist, d. h., je geringer die Gleichmäßigkeit, desto kleiner wird der Ergebniswert (wenn bspw. nur eine Art vorhanden ist, dann ist der Simpson-Index gleich null). Bei mehr Artenreichtum und Gleichmäßigkeit steigt das Ergebnis auf 1. Dabei kann die Dominanz einzelner Arten eine größere Rolle als beim Shannon-Wiener-Index spielen. Shannon-Wiener wird deswegen oft für die Kulturartendiversität bevorzugt, um die Minderheitsarten besser zu berücksichtigen.

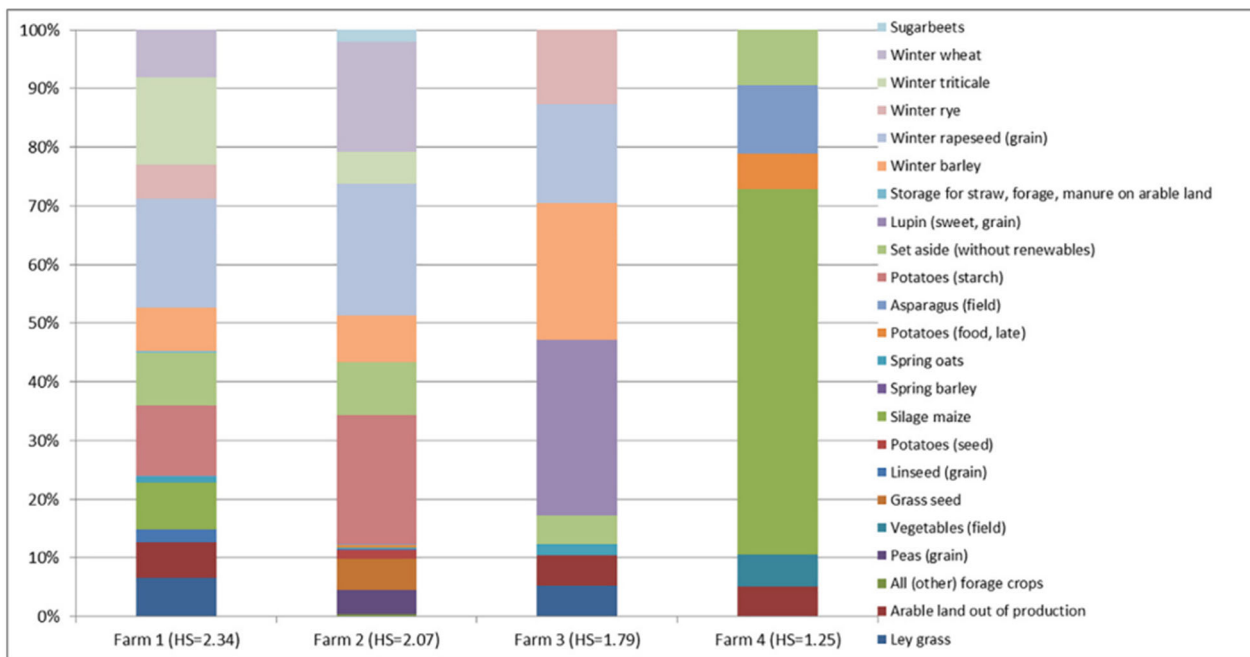
Der Shannon Index (HS) ist schon mehrmals verwendet worden, um die Kulturartendiversität auf landwirtschaftlichen Betrieben in Deutschland zu bewerten. Das KTBL hat vorgeschlagen, dass HS-Werte über

² <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/betrieb/rechtliche-grundlagen/neue-eu-oeko-verordnung-was-aendert-sich-fuer-oeko-landwirtinnen-und-landwirte/>, abgerufen am 28. Juni 2023.

³ <https://www.agriculture-resilience.eu/biodiversity-maps/?cn-reloaded=1>, abgerufen am 28. Juni 2023.

2,2 als optimal bezeichnet werden können, während Werte unter 1,25 als nicht nachhaltig einzuordnen sind (Breitschuh et al., 2008). Eine neuere Untersuchung in Deutschland (Uthes et al., 2020) anhand von FADN- und LPIS-Daten hat festgestellt, dass die HS-Werte stark vom Grünlandanteil beeinflusst sind. Vergleiche sollten daher besser nur auf Ackerland bezogen werden. Die Ergebnisse werden auch von der Betriebsgröße beeinflusst, so dass Vergleiche am besten innerhalb von ähnlichen Betriebstypen und Größenklassen gemacht werden sollten (Abbildung 2-1).

Abbildung 2-1: Beispielvergleich der HS-Werte für die Kulturartendiversität auf spezialisierten Ackerbaubetrieben ähnlicher Größe (> 300 ha)



Quelle: Uthes et al. (2020).

2.3 Notwendige Inputdaten

Als Inputdaten werden Kulturarten und Größen für einzelne Schläge sowie die gesamtbetriebliche Fläche und der Betriebstyp gebraucht (Tabelle 2-1). Diese könnten am einfachsten von LPIS-/InVeKoS-Daten übernommen werden. Möglich wäre auch, statistische Daten von FADN (nicht Schlaggröße) oder der Agrarstrukturerhebung zu nutzen. 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. Fernerkundungsdaten könnten für die detaillierte Analyse der Bewirtschaftung (Bodenbearbeitung, Bodenbedeckung, Mahdzeitpunkte) von Nutzen sein, sind aber für die hier beschriebenen Zwecke nicht notwendig.

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

Quelle	InVeKoS	LPIS	GLÖZ	Kontrolle	Betriebs- unterlagen	Proben	Drohnen	Fern- erkundung	Statistik/ Normdaten
Schlag-ID	X	X			X				
Schlaggröße		X			X			X	
Schlagnutzung: Hauptfrucht	X				X			X	
Zwischenfrucht	X				X				
Dauergrünlandfläche	X				X			X	
Sonstige landw. Fläche	X							X	
Betriebstyp	X							X	
Bodenwertzahl					X				

Quelle: Eigene Darstellung.

2.4 Leistungsbestimmung (Schwellenwerte)

Die vorgeschlagenen Richtwerte für diesen Indikator (Tabelle 2.2) sind auf der Basis von unterschiedlichen Studien und Expertenmitteilungen zusammengestellt worden. Breitschuh et al. (2008) haben folgende HS-Richtwerte vorgeschlagen: optimal > 2,2; akzeptabel 1,25 bis 2,2; nicht nachhaltig < 1,25. Uthes et al. (2020) zeigen unterschiedliche Beispiele mit HS-Werten von 1,25 bis 2,34. Diese Quellen unterscheiden nicht zwischen ökologische und konventionelle Bewirtschaftung, und beziehen sich auf den Anteil LF mit unterschiedlichen Kulturen. Barbieri et al. (2017) haben, auf der Basis von Fruchtfolgeanteilen mit unterschiedlichen Kulturgruppen, festgestellt, dass höhere HS-Werte von ökol. Fruchtfolgen zu erwarten sind (vgl. Tabelle 2.2). Deswegen haben wir Stufe 0 mit obere Schwellenwert 1,5 festgelegt. Barbieri et al. haben keine Vergleiche zwischen ökol. Betrieben präsentiert. Laut Haub (2022, pers. Mitteilung) ist mit dieser Methode 1,83 der höchste erreichte Wert in ihrer UGÖ-II-Modul-A-Untersuchung (siehe Abschnitt 1,7). Stein-Bachinger (2022, pers. Mitteilung) meint, dass auch Mindestanteile für Sommerungen und Maximalanteile für Mais festgelegt werden müssten, so dass Stufe 2 sich aus einer Kombination der Optimalwerte von Breitschuh et al. (2008) und Stein-Bachinger (2020) bildet. Es wäre sinnvoll, diese Richtwerte im Zusammenhang mit tatsächlichen Ergebnissen der Betriebe zu validieren.

Klee- und Luzernegras und ähnliche Kulturen sind aus diesem Indikator ausgeschlossen, weil Anteil Klee gras in der Fruchtfolge einen alleinstehenden Indikator bildet. Dauerkulturen und Dauergrünland sind auch ausgeschlossen, weil sie von Jahr zu Jahr gleichbleiben.

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

Indikator	Einheit	Gruppierung	Sehr gut (Stufe 2)	Gut (Stufe 1)	Ausreichend (Stufe 0)	Ungünstig/ nicht zulässig	Anmerkung/Quelle
Kulturarten- diversität	Shannon Index	Acker-/ Gemüsebau ohne Klee gras, Luzernegras, Dauergrünland	2,0 plus > 20 % Sommerung < 20 % Mais > 5 % Gemengen	1,5–2,0	< 1,5	< GLÖZ 1, 7, 9	Barbieri et al. (2017) Breitschuh et al. (2008) Uthes et al. (2020) Stein-Bachinger, Haub, 2022, pers. Mitteilung

Quelle: Eigene Darstellung.

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 KAD-Indikators nach den ausgewählten Aussagekraftkriterien

Kriterien	Bewertung	Anmerkungen/Quellen
Relevanz (theoretisch, zeitlich, politisch, Umwelt, Praxis) Leistung 1: Kulturarten-diversität Leistung 2: nichtzutreffend	+	Die Erhaltung der Biodiversität auf landwirtschaftlichen Flächen in Deutschland ist nach Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) und nach EU-Recht (FFH-Regelung, GLÖZ) als wichtig einzustufen (UGÖ-Schlussbericht Teil II.1). Dabei ist aber mehr Gewicht auf Wildarten und -biotope gelegt, wobei Kulturartendiversität auch relevant ist. Das Vorkommen naturbetonter Flächen wie Landschaftselemente (LE) wird mit dem Indikator Anteil Landschaftselemente (ALE) erfasst. Die KAD ändert sich auf Schlag- und Betriebs-Ebene jährlich und muss jährlich erfasst werden. Eine Verbesserung der Leistungen ist von Jahr zu Jahr zu erwarten. Der Shannon-Index hat sich als eine verlässliche Methode erwiesen (Uthes et al., 2020) und ist mit InVeKoS-Daten einfach zu berechnen. Barbieri et al. (2017) haben die Werte nicht flächenbezogen wie Uthes et al. berechnet, sondern auf der Basis von Fruchtfolgeanteilen bestimmter Kulturgruppen. Schlagbezogen, oder auf Versuchsflächen, ist das relevant. Auf Betriebsebene, wo mehrere Fruchtfolgen vorkommen können, ist die flächenbezogene Methodik zu bevorzugen.

Kriterien	Bewertung	Anmerkungen/Quellen
		Die KAD ist eher ergebnisorientiert und reflektiert die Kombination unterschiedlicher Kulturen auf dem Betrieb. Die Erwartung ist, dass eine hohe KAD zu mehr Biodiversität führt, auch von nicht landwirtschaftlichen Arten.
Repräsentativität	++	Shannon Index-Werte (HS-Werte) sind gut geeignet, um die Häufigkeit und Menge unterschiedlicher Kulturen zu erfassen.
Sensibilität	++	Die HS-Werte sind genau mit InVeKoS-Flächen Daten zu berechnen und sind nicht von Beobachter*innen zu beeinflussen.
Vergleichbarkeit	+	Der KAD-Indikator beschränkt sich auf jährliche Acker-, Futter- und Gemüse-Kulturen. Dauergrünland, Dauerkulturen sowie mehrj. Klee gras/ Leguminosen und Landschaftselemente werden ausgeschlossen. Insoweit ist es weniger notwendig, Untergruppen für die Beurteilung zu bilden. Es kann sein, dass einige Betriebstypen wie Milchbetriebe eher vereinfachte Fruchtfolgen mit Futterkulturen haben werden und deswegen eventuell nur Stufe 1 statt Stufe 2 erreichen können, aber zurzeit besteht zu wenig Information, um eine genauere Unterteilung erzeugen zu können.
Komplementarität	+	Es könnte Überschneidungen mit den Indikatoren ABAG-C-Faktoren, Anteil mehrj. Klee gras/Leguminosen und Anteil Landschaftselemente geben. Klee- oder Luzerne gras und Landschaftselemente werden hier nicht mitberechnet. Die ABAG-C-Faktoren sind für Bodenerosionsgefährdung und nicht Biodiversität relevant.
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 KAD-Indikators nach den ausgewählten Justiziabilitäts- und Betrugsanfälligkeitskriterien

Kriterien	Bewertung	Anmerkungen/Quellen
Rechtliche Grundlage	+	Die methodische Vorgehensweise ist gut definiert von Uthes et al. (vgl. Abschnitt 2.2). Bisher ist keine gesetzliche oder DIN-Methodenbeschreibung vorhanden. InVeKoS- und EU-Öko-Verordnungen sind bei der Datenerhebung relevant.
Messbarkeit/ Quantifizierbarkeit	++	Der KAD-Indikator ist einfach auf der Basis von InVeKoS-Daten zu berechnen. Die einfache Methodik und gute Datengrundlage ermöglichen eine sehr hohe Genauigkeit.
Evidenzbasiertheit	++	Einige wissenschaftliche Veröffentlichungen, auch von DE, liegen vor (siehe oben). Die tatsächliche Bandbreite der Werte von Ökobetrieben müsste aber in der Umsetzung bestätigt werden. Bisher gibt es wenig statistisch-gesicherte Daten, vor allem in Zusammenhang mit Ökobetrieben. Eine Bewertung von Strukturdaten von der Agrarstrukturerhebung, Testbetriebsnetzdaten oder InVeKoS-Daten könnte wertvoll sein.
Replizierbarkeit/ Verlässlichkeit	++	Die Replizierbarkeit ist wegen guter Datengrundlage und einfacher Berechnungsmethodik hoch. Die HS-Werte können direkt auf Betriebsebene berechnet werden. Der Zeitpunkt der Datensammlung ist von der InVeKoS-Verordnung festgelegt. Der Einfluss der Datensammler*innen spielt in diesen 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	++	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 KAD-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 und Mischkulturen gibt es einige Lücken, die geschlossen werden müssten.
Datenqualität	++	Die Schlagdaten haben eine hohe Qualität und werden regelmäßig kontrolliert und verbessert.
Verlässlichkeit der Erhebungsmethode	++	Die Landnutzungsdaten können mit Fernerkundung 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 KAD-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, um die Shannon-Index-Berechnungen durchführen zu können.
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
- Änderungsmotivation

Tabelle 3-5: Kommunizierbarkeit des KAD-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	Mäßig, könnte mit Bildern unterstützt werden, um die unterschiedlichen KAD-Stufen zu beschreiben
Änderungsmotivation	Mäßig	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 KAD-Indikators nach den ausgewählten Kommunizierbarkeitskriterien

Kriterien	Bewertung	Anmerkungen/Quellen
Durchschaubarkeit der Methodik	0	Die Durchschaubarkeit ist begrenzt, weil die Berechnung des Shannon-Indexes eine mathematische Formel braucht, die nicht jeder versteht.
Komplexität der Umsetzung	++	Die Umsetzung ist sehr einfach, da nur die Flächenangaben für einzelne Kulturarten benötigt werden.
Interpretierbarkeit der Ergebnisse	+	Mit einer Grafik wie in Abbildung 2-1 ist es relativ einfach, die HS-Werte zu verstehen
Änderungsmotivation	+	Es ist einfach, Änderungen in der Landnutzung hinsichtlich ihres Einflusses auf den HS-Wert zu prüfen.
Gesamtbewertung Kommunizierbarkeit	+	Die Kommunizierbarkeit des KAD-Indikators ist insgesamt als gut zu bewerten.

Quelle: Eigene Darstellung.

3.6 UGÖ-Modul-A-Ergebnisse

Obwohl Fruchtfolgen ein Teil der Modul-A-Biodiversitätsanalysen war, liegen keine eindeutigen Ergebnisse zu Kulturartendiversität in dem UGÖ-Schlussbericht-Teil-1 vor. Haub (2022, pers. Mitteilung) hat die Situation wie folgt zusammengefasst:

Wir haben uns bei der Berechnung des Shannon-Index auf die Methode von Barbieri et al. 2017 bezogen. Hier wurden Fruchtartenkategorien definiert (z. B. Getreide, Futterleguminosen usw.) und der relative Anteil an der Fruchtfolge ermittelt. Diese Variante der Berechnung bezieht nicht die Fläche mit ein. Wir hatten diese Angabe in den Studien nicht und da war die Methode von Barbieri et al. für uns die passendste. Wenn ich die Höhe der aus unseren Studien ermittelten Shannon-Indexe mit den vorgeschlagenen Grenzwerten vergleiche, würde keine der untersuchten Fruchtfolgen über die Stufe 1 hinauskommen (der höchste Wert liegt bei 1,83, da handelt es sich um eine siebengliedrige Fruchtfolge mit 2 x Klee grasuntersaat). Es handelt sich zum Großteil um Experimentalstudien. Es wäre daher zu prüfen, inwiefern die unterschiedliche Art der Berechnung Einfluss auf die Höhe des Indexes hat, und dementsprechend die Grenzwerte für die Indikatorstufen zu definieren. Uthes et al. beziehen sich teilweise auf das KSNL-System von Breitschuh et al. 2008. Ansonsten wäre es wahrscheinlich sinnvoll, im Rahmen des Praxis-Tests auf einigen Betrieben den Shannon-Index zu ermitteln und zu schauen, in welcher Spanne er sich bewegt. Eine weitere Möglichkeit wäre, die anderen BearbeiterInnen um ihre Daten zum Shannon-Index zu bitten und zu versuchen, es daraus abzuleiten.

4 Schlussfolgerung

Hinsichtlich der Kriterien Justiziabilität, Betrugsanfälligkeit, Datenverfügbarkeit und -qualität sowie Transaktionskosten ist der Indikator als sehr gut zu bewerten (Tabelle 4-1). Aussagekraft und Kommunizierbarkeit sind als gut zu bezeichnen.

Tabelle 4-1: Gesamtbewertung des KAD-Indikators

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

Quelle: Eigene Darstellung.

KAD ist als Indikator für das Honorierungssystem gut geeignet, wenn auch nicht als einziger Indikator für Biodiversität, weil andere wichtige Aspekte damit nicht abgedeckt sind.

5 Literaturverzeichnis

- 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
- GFPI (2021) Kulturartenvielfalt: Pflanzenzüchterische Ansätze für die Landwirtschaft. Bonn: Gemeinschaft zur Förderung von Pflanzeninnovation e. V.
- Oppermann R, Braband D, Sassendorf B, Haack S (2005) Nature indicators for agriculture. *Berichte über Landwirtschaft* 83:76-102
- 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



THÜNEN

UGÖ-Schlussbericht Teil II.19

**Kontext, Methodik und Qualität von Indikatoren zur Bewertung von Umweltleistungen:
Kulturartendiversität (KAD)**

Thünen-Institut für Betriebswirtschaft
Bundesallee 63
DE-38116 Braunschweig