

Evaluierung der Klimawirksamkeit der Ökopunkte NÖ



Schwerpunkt agrarische Bewirtschaftung



EVALUIERUNG DER ÖPUL-MASSNAHME ÖKOPUNKTE HINSICHTLICH IHRER KLIMARELEVANZ

Schwerpunkt agrarische Bewirtschaftung

Katrin Sedy
Gerhard Zethner
Alexandra Freudenschuß

Projektleitung

Katrin Sedy

AutorInnen

Alexandra Freudenschuß

Katrin Sedy

Gerhard Zethner

Datenaufbereitung (INVEKOS)

Andreas Bartel

Lektorat

Maria Deweis

Satz/Layout

Elisabeth Riss

Umschlagfoto

© Umweltbundesamt/Götz

Diese Publikation wurde im Auftrag der Niederösterreichischen Landesregierung, Abteilung Landwirtschaftsförderung, erstellt.

Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter: <http://www.umweltbundesamt.at/>

INHALT

ZUSAMMENFASSUNG	5
1 EINLEITUNG	7
2 METHODIK ZUR BEWERTUNG DER ACKERFLÄCHEN	9
2.1 Überblick	9
2.2 Auswahl des C-Bilanzierungsmodells	9
2.3 Bewertung der Humusbilanzierungsergebnisse	11
2.4 Stickstoffbilanz	13
2.5 Datengrundlagen	14
2.5.1 Auswertungen aus der INVEKOS-Datenbank	14
2.5.2 Weitere Datenerfordernisse	16
3 ERGEBNISSE DER ACKERFLÄCHENBEWERTUNG	19
3.1 Ergebnisse der Humusbilanzierung auf regionaler Ebene	19
3.1.1 Humusbilanzierung – „Ökopunkte Niederösterreich“	19
3.1.2 Humusbilanzierung: Datenvergleich	21
3.2 Ergebnisse der Stickstoff-Bilanzen für 2007	23
4 DISKUSSION DER ERGEBNISSE	30
4.1 Humusbilanzierung für „Ökopunkte Niederösterreich“- Flächen	30
4.2 Einfluss der N-Bilanz und deren Auswirkung auf Humusmehrung bzw. -zehrung	31
4.3 Managementfaktoren im internationalen Vergleich	32
5 SCHLUSSFOLGERUNGEN DER ACKERFLÄCHENBEWERTUNG	35
5.1 Aussagen zur Klimawirkung der Maßnahme „Ökopunkte Niederösterreich“	35
5.2 Grundlage für den Indikator Bewirtschaftete Flächen mit Klimaschutzwirkung	36
6 ERGÄNZENDE BEWERTUNG DER LANDSCHAFTSELEMENTE (LE)	37
6.1 Datengrundlagen	37
6.2 Methodik zur Bewertung der Landschaftselemente	38
6.3 Ergebnisse und Validierung	41
6.4 Diskussion der Modellergebnisse	44
6.5 Bewertung der LE auf qualitativer Ebene	45
7 LITERATURVERZEICHNIS	46

ZUSAMMENFASSUNG

Die „Ökopunkte Niederösterreich“ sind als eigene Maßnahme im ÖPUL-Programm verankert und bewerten Umweltmaßnahmen, die sich auf Acker, Grünland und Landschaftselemente beziehen. Die Maßnahme bildet die gesamten Umweltleistungen eines Betriebes in Form eines Punktesystems ab.

Eine Reihe der im Ökopunkte-System erfassten Bewirtschaftungsmaßnahmen wird als klimarelevant eingestuft. Dazu zählen insbesondere Humus aufbauende und Dünger reduzierende Maßnahmen. Um diese Maßnahmen in ihrer Wirksamkeit zu quantifizieren, werden die einzelnen klimarelevanten Indikatoren mittels Humus- und Stickstoffbilanz bewertet und mit internationalen Managementfaktoren verglichen. Als Grundlage für die Bewertung der Bewirtschaftungsmaßnahmen von Ackerflächen wurde die nationale Studie zur Bewertung der ÖPUL-Maßnahmen hinsichtlich ihrer Klimawirksamkeit (UMWELTBUNDESAMT 2010) herangezogen. Für die Bewertung der Landschaftselemente wurde ein Modell geprüft und dessen Anwendbarkeit diskutiert.

Sowohl biologische als auch konventionell bewirtschaftete Ökopunktflächen weisen eine ausgeglichene Humusbilanz (HB) auf. Die Humuszehrung durch die angebauten Kulturen wird bei biologischer Wirtschaftsweise bereits durch Begrünung ausgeglichen, bei den konventionell bewirtschafteten Flächen wird durch die Versorgung mit Wirtschaftsdünger positiv bilanziert. Damit kann bei beiden Bewirtschaftungsformen von einer Humus aufbauenden Wirtschaftsweise gesprochen werden.

In Zahlen dargestellt ergibt sich bezüglich der Bilanzierungssummen von HB1+HB2+Begrünung+W-Dünger bei der Gegenüberstellung von verschiedenen ÖPUL-Maßnahmen (Einheit: kg Humus-C/ha und Jahr, Werte für Niederösterreich und 2007) folgende Reihenfolge:

Ökopunkte Bio: 553–671 kg Humus-C/ha > Ökopunkte konv.: 297 bis 474 kg Humus-C/ha > Bio gesamt: 289 bis 449 kg Humus-C/ha > UBAG: – 81 bis 217 kg Humus-C/ha.

Die Stickstoffbilanzierung belegt ebenfalls eine im Durchschnitt positive Wirkung auf den Humusvorrat bei biologischer und konventioneller Bewirtschaftung der Ökopunktflächen. Eine Berechnung der Bodenkohlenstoffwirkung anhand der Managementfaktoren nach IPCC und der Bewirtschaftungssituation 1990 bzw. 2007 ergibt, dass durch die Maßnahme Ökopunkte konv. ein jährliches CO₂-Senkenpotenzial im Boden von zusätzlich 3.690 t CO₂ realisiert wird. Diese Zahl beruht auf den erhöhten Wirtschaftsdüngergaben der konventionell bewirtschafteten Ökopunktflächen.

Daher wird vorgeschlagen, die Maßnahme „Ökopunkte Niederösterreich“ in die Auflistung der klimawirksamen ÖPUL-Maßnahmen aufzunehmen. Dies betrifft eine Flächensumme von insgesamt 31.220 ha, die sich aus 1.031 ha biologisch bewirtschafteten und 30.189 ha konventionell bewirtschafteten Ackerflächen zusammensetzt. Die klimawirksame Fläche im ÖPUL steigt bei Berücksichtigung der Ökopunktflächen von 595.733 ha auf 612.391 ha.

Für die ergänzende Bewertung der Landschaftselemente (LE) wurde ein in Frankreich entwickeltes und für Niederösterreich adaptiertes Modell (*Planete*) geprüft. Durch die Berechnung nach *Planete* kann ein theoretischer jährlicher Zuwachs von bis zu 6.403 t Kohlenstoff (23.478 t CO₂) in LE errechnet werden.

***Klimarelevante
Bewirtschaftungs-
maßnahmen***

***positive
Humusbilanz***

***Stickstoff-
bilanzierung***

***Klimawirksamkeit
bestätigt***

***Kohlenstoff-
Speicherung in LE***

Um eine Quantifizierung der Klimaschutzwirkung der Landschaftselemente zu ermöglichen, wurden die jährlichen C-Zuwachsraten mit für die LE in NÖ entsprechenden Umtriebszeiten ergänzt, um auch der Nutzung der LE Rechnung zu tragen. Die errechneten C-Speicherungen in Landschaftselementen liegen bei insgesamt 1.924–2.001 t Kohlenstoff (das entspricht einer nicht freigesetzten Menge von 7.054–7.363 t CO₂) für das Jahr 2010 und beziehen sich auf eine LE-Fläche von 5.817 ha.

Empfehlungen zu LE Für weitere Bewertungen der Landschaftselemente werden die Überprüfung der jährlichen Zuwachsraten und Nutzungen der Biomasse sowie eine Vorratsabschätzung (t C/ha LE) mit zugrundeliegend Umtriebszeiten empfohlen. Ebenso sollten Landnutzungsänderungen im zeitlichen Verlauf erhoben werden.

Landschaftselemente erfüllen zweifelsohne wichtige Ökosystemleistungen, die auch einen positiven Effekt auf den Klimaschutz haben. Daher wird eine qualitative Bewertung durchgeführt, die im Namen der Klimaschutzwirkung auch Erosionsminderung, Bodenverbesserung (Wasserverhältnisse und Nährstoffe) sowie Bodenstabilisierung umfasst.

1 EINLEITUNG

Den „Ökopunkten Niederösterreich“ kommt im Rahmen der ÖPUL-Maßnahmen eine besondere Rolle zu, da sie als selbstständiger Programmteil aufgebaut sind. Die Maßnahme umfasst eine Vielzahl von Parametern – von Fruchtfolge über Schlaggröße bis zum Verzicht des Pestizideinsatzes – und zielt darauf ab, den gesamten Betrieb mit seiner spezifischen Wirtschaftsweise abzubilden. Um Aufschluss über die Umweltleistungen eines Betriebes zu erhalten, werden die einzelnen erfassten Bereiche mit einem Punktesystem bewertet. Die Punktesumme gibt Aufschluss über das Ausmaß an umgesetzten umweltschonenden Bewirtschaftungsmaßnahmen des Betriebs. Die im Punktesystem positiv bewerteten Leistungen der Landwirtinnen und Landwirte werden über produktionsunabhängige Prämienstufen abgegolten.

In dieser Arbeit soll die Klimaschutzwirkung der Maßnahme „Ökopunkte Niederösterreich“ bewertet werden. In Tabelle 1 sind die Teilbereiche, die relevant für Ackerkulturen sind, gemeinsam mit dem Ökopunkte-Bewertungsziel gelistet. Die Analyse der Klimaschutzwirkung bezieht sich auf Ackerkulturen und Landschaftselemente. Unter Spalte „Bewertung der Klimaschutzwirkung“ der Tabelle 1 ist ersichtlich, welche Bewirtschaftungsaspekte – die sich auch mit der Ökopunktebewertung decken – für die Analyse herangezogen werden.

Umweltleistungen eines lw. Betriebes

Bewertung der Klimaschutzwirkung

Tabelle 1: Umweltbewertungsverfahren „Ökopunkte NÖ“, ausgewählte Indikatoren für Ackerkulturen (Quelle: Anhänge zur Sonderrichtlinie des BMLFUW für das Österreichische Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft (ÖPUL 2007); GZ BMLFUW-LE.1.1.8/0073-II/8/2007; verändert (BMLFUW 2007b)).

Indikator	Bewertungsziel im Ökopunkte-Programm	Bewertung der Klimaschutzwirkung
Fruchtfolge (Acker)	je kulturartenreicher, desto höhere Artenvielfalt, Boden schonende Fruchtfolgen	ja (inklusive Feldfutterflächen)
Bodenbedeckung (Acker)	positive Bewertung von Bodenbedeckung, Untersaaten und Minimalbodenbearbeitung	ja (Begrünung)
Düngeintensität (Acker)	Anpassung der N-Düngung an Bedarf der Kultur bzw. Nutzung und Standort	ja (Ertragsreduktionen durch beschränkte Düngegaben werden berücksichtigt)
Düngerart und -ausbringung (Acker)	weniger leicht lösliche Komponenten und angepasste Ausbringungsmengen, Einarbeitung von Stroh und Ernterückständen positiv	ja (Düngerart: anfallender Wirtschaftsdünger wird errechnet)
Schlaggröße	je kleiner desto besser, 0-Punktlinie bei 1,5 ha	nein
Biozideinsatz	Optimum bei Verzicht auf Biozide	nein
Landschaftselemente	je mehr, größere, breitere Landschaftselemente desto höher die Qualität der Landschaft	ja (unter Verwendung des Modells <i>Planete</i>)

**Bewertung der
ÖPUL-Maßnahme
Ökopunkte**

Eine Reihe von Bewirtschaftungsmaßnahmen wird als klimarelevant eingestuft. Dazu zählen insbesondere Humus aufbauende und Dünger reduzierende Maßnahmen. Im Rahmen dieser Studie wurde für die ÖPUL-Maßnahme „Ökopunkte Niederösterreich“ eine Bewertung der agrarischen Bewirtschaftung durchgeführt und der Einfluss von Landschaftselementen diskutiert.

Als Grundlage für die Bewertung der Bewirtschaftungsmaßnahmen der Ökopunkte Niederösterreich wurde die nationale Studie zur Bewertung der ÖPUL-Maßnahmen hinsichtlich ihrer Klimawirksamkeit (UMWELTBUNDESAMT 2010) herangezogen.

Ziele des Projekts

Im Hinblick auf die Klimarelevanz der ÖPUL-Maßnahme „Ökopunkte Niederösterreich“ ergaben sich folgende Projektziele:

- Humusbilanzierung auf Ackerflächen der NÖ Ökopunktebetriebe nach VDLUFA (KÖRSCHENS et al. 2004), adaptiert an österreichische Produktionsweisen (entsprechend der Studie zur Klimawirksamkeit von ÖPUL-Maßnahmen, UMWELTBUNDESAMT 2010).
- Ausweisung des Humussaldos, Differenzierung in die Produktionsweisen biologische und konventionelle Landwirtschaft.
- Ausweisung der Verringerung bzw. Erhöhung der N₂O-Emissionen durch die Änderung der Düngemengen entsprechend der THG-Inventur (UNFCCC).
- Ergänzung der Datengrundlage für den Indikator “Area under successful land management – contribution to climate change“.
- Darstellung der Bandbreite des jährlichen C-Zuwachses und des C-Vorrats für Ökopunktebetriebe durch Landschaftselemente.

2 METHODIK ZUR BEWERTUNG DER ACKERFLÄCHEN

Diese Studie wurde aufbauend auf den Bericht „Arbeiten zur Evaluierung von ÖPUL-Maßnahmen hinsichtlich ihrer Klimawirksamkeit“ (UMWELTBUNDESAMT 2010) erstellt und bedient sich der gleichen Methodik. Zum allgemeinen Verständnis werden die Methodik und die einzelnen Arbeitsschritte hier nochmals wiedergegeben.

2.1 Überblick

Die Beurteilung der Klimarelevanz der ÖPUL-Maßnahme „Ökopunkte Niederösterreich“ erfolgte im Rahmen dieses Projekts nach folgenden Gesichtspunkten:

- Bilanzierung des Inputs von organischem Material und des Humusverlustes aufgrund der Bewirtschaftung (Humusbilanzierung).
- Reduzierter Einsatz von mineralischen Düngemitteln (Reduktion von N₂O-Emissionen).
- Abgeleitete C/N-Verhältnisse der Stoffflüsse in die Böden, als qualitative Kenngröße für die Humusstabilität.
- Anwendung von Managementfaktoren auf die Kategorie Ökopunkte, die Auswirkungen auf die Bodenkohlenstoffgehalte bzw. -vorräte durch die ackerbauliche Bewirtschaftung abbilden.

Kriterien zur Beurteilung der Klimarelevanz

Die Durchführung folgender Arbeitsschritte war daher erforderlich:

- Aufbereitung regionaler Datensätze (INVEKOS-Daten, Ertragsdaten etc.).
- Anwendung der Humusbilanzierung.
- Basierend auf den Ergebnissen der Humusbilanzierung, dem jeweiligen N-Bedarf der Kulturarten und den abgeleiteten Mengen an ausgebrachtem Wirtschaftsdünger (N-Input) erfolgte zusätzlich eine qualitative Beschreibung der C/N-Verhältnisse des organischen Inputs in Böden.
- Darüber hinaus wurde die Klimawirksamkeit der ÖPUL-Maßnahme „Ökopunkte“ hinsichtlich des Düngemiteleinsatzes analysiert.

Arbeitsschritte

2.2 Auswahl des C-Bilanzierungsmodells

Humusbilanzen dienen der Bewertung der Humuszufuhr und der Humuszehrung (Humusbedarf genannt) von Bewirtschaftungssystemen. Das Ergebnis der Berechnung wird Humussaldo genannt. Die Humuszufuhr erfolgt in erster Linie durch Einarbeitung der Erntereste, Begrünung und organischen Dünger. Die Humuszehrung wird durch die Fruchtart, den Boden, das Klima und die Bodenbearbeitung verursacht. Der Saldo gibt dann Auskunft über die Anreicherung oder die Reduktion organischer Bodensubstanz.

Boden-C-Modelle Humusbilanz (HB)

VDLUFA-Methode Es sind unterschiedliche Humusbilanzierungsmethoden verfügbar, wobei in die VDLUFA¹-Methode die gängigsten deutschen Modelle eingeflossen sind. Diese Methode wird derzeit in Deutschland, in einzelnen Bundesländern teilweise mit Abänderungen, angewendet (KÖRSCHENS et al. 2004) und liefert die Basis für diese Maßnahme. Nach den Cross-Compliance-Regelungen müssen Landwirtschaftsbetriebe in Deutschland eine Humusbilanz vorlegen können, wenn diese weniger als drei Fruchtarten mit einem Anteil von mindestens 15 % der Ackerfläche anbauen.

Varianten zur Berechnung der HB Folgende Berechnungsvarianten der Humusbilanzierung wurden ausgewählt:

Variante 1: „obere Werte“, Strohreproduktionsfaktor (SRF²): 80;
Es wird von einem hohem Kohlenstoffverlust (z. B. Zuckerrübe: Entzug – 1.300 kg Humus-C/ha) und von hohem Kohlenstoffaufbau (z. B. Untersaaten: + 300 kg Humus-C/ha) ausgegangen. Die oberen Richtwerte werden bereits seit längerer Zeit humusunterversorgten Böden zugerechnet.

Variante 2: „untere Werte“, SRF: 100 (vergleichbar mit Cross Compliance in Deutschland);
Es wird von einem geringeren Kohlenstoffverlust bei zehrenden Kulturpflanzen (z. B. Zuckerrübe: Entzug – 760 kg Humus-C/ha) und geringerem Kohlenstoffaufbau bei C-mehrenden Kulturen bzw. Maßnahmen (z. B. Untersaaten: + 200 kg Humus-C/ha) ausgegangen. Die unteren Richtwerte sind bei Böden in gutem Kulturzustand mit optimaler mineralischer N-Düngung anzuwenden.

Variante 3: „obere Werte“, SRF: 40;
Dieser Wert ist ein Ergebnis der Berechnungen der Feldversuche der AGES (siehe UMWELTBUNDESAMT 2010) und wird als österreichische Variante vorgeschlagen (vgl. auch KOLBE 2007).

In Tabelle 2 sind die Berechnungsschritte und -varianten der Humusbilanzierung zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 2: Zusammenfassende Darstellung der Berechnungsschritte und -varianten der Humusbilanzierung (Quelle: Umweltbundesamt).

Variante 1	Variante 2	Variante 3
Humuszehrung durch Kulturen (HB1)		
hoch	geringer	hoch
(– 1.300 kg Humus-C/ha bei ZR)	(– 760 kg Humus-C/ha bei ZR)	(– 1.300 kg Humus-C/ha bei ZR)
Humusaufbau/-reproduktion durch Kulturen (HB1)		
hoch	geringer	geringer
(+ 240 kg Humus-C/ha bei Leguminosen)	(+ 160 kg Humus-C/ha bei Leguminosen)	(+ 160 kg Humus-C/ha bei Leguminosen)
Strohreproduktionsfaktor (HB2)		
80	100	40
Zufuhr von organischen Materialien – Begrünung		
hoch	geringer	geringer
Zufuhr von organischen Materialien – Stallmist		
gleich	gleich	gleich

ZR = Zuckerrübe

¹ Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten

² Der SRF gibt die Humus-C-Reproduktionsleistung in kg C je t Frischmasse (FM) (bei 86 % Trockensubstanz) an.

Ein wichtiger Einflussfaktor ist der Verbleib von Stroh und Ernterückständen auf den Ackerflächen. Es wurden – entsprechend der Vorläuferstudie – unterschiedliche Abfuhrprozentsätze auch für die Ökopunkte-Betriebe angewendet. Als Referenz wurde bei den konventionell bewirtschafteten Ökopunktflächen eine Strohabfuhr von 100 % angenommen (SRF: 0). Damit wird beim Berechnungsteil HB2 deutlich negativ bilanziert.

Stroh und Ernterückstände

Die Methode ist aus Sicht des Umweltbundesamt hinreichend weit entwickelt, um Beurteilungen durchführen zu können. Einige Ergänzungen – etwa die Humusbilanz für den Biologischen Landbau und für den Einfluss konservierender, pflugloser Bewirtschaftung – sind aber noch erforderlich. Des Weiteren ist zu beachten, dass häufige Bearbeitungsgänge die Mineralisierung und damit den Abbau von Bodenkohlenstoff fördern. Der Einfluss des Produktionsniveaus (in Abhängigkeit von der mineralischen N-Düngung) auf die Humusbilanz, die Humusreproduktionsleistung von Stroh, die Bodenbearbeitung und die Nährstoffversorgung der Böden muss dabei berücksichtigt werden (KÖRSCHENS et al. 2004).

Anpassungserfordernisse der HB

Auf den Flächen der „Ökopunkte Niederösterreich“ wurde die Humusbilanz entsprechend den oben genannten drei Varianten berechnet. Folgende Berechnungsschritte wurden durchgeführt:

Berechnungsschritte

Schritt 1: Bilanzierung aus der Zuordnung der humuszehrenden bzw. -mehrenden Eigenschaften der angebauten Kulturen in der jeweiligen betrachteten Maßnahme und pro angebaute Fläche (= HB1).

Schritt 2: Berechnung der Ernterückstände, die am Feld verbleiben. Hier unterscheiden sich die Varianten durch unterschiedliche Strohreproduktionsfaktoren (= HB2).

Schritt 3: Beitrag der Begrünungen zum Humusaufbau des Bodens.

Schritt 4: Humuswirkung des Wirtschaftsdüngers.

Die Ergebnisse der vier Berechnungsschritte werden summiert und stellen das Resultat der Humusbilanzierung entsprechend dem VDLUFA-Standpunkt (Varianten 1 und 2) und der adaptierten österreichischen Variante 3 dar.

2.3 Bewertung der Humusbilanzierungsergebnisse

Die Bilanzierungsergebnisse können, wie in den folgenden beiden Tabellen dargestellt, unterschiedlich bewertet werden. Die erste Bewertung stammt vom VDLUFA-Standpunkt und teilt in fünf Humus-Versorgungsbereiche ein (siehe Tabelle 3).

VDLUFA-Bewertung

Tabelle 3: Bewertung der Humussalden nach dem VDLUFA-Standpunkt (Quelle: Umweltbundesamt).

Humussaldo		Bewertung
kg Humus-C/ha/a	Gruppe	
< - 200	A: sehr niedrig	ungünstige Beeinflussung von Bodenfunktionen und Ertragsleistung
- 200 bis -76	B: niedrig	mittelfristig tolerierbar, besonders auf mit Humus angereicherten Böden
- 75 bis + 100	C: optimal	optimal hinsichtlich Ertragssicherheit bei geringem Verlustrisiko; langfristig Einstellung standortangepasster Humusgehalte
101 bis 300	D: hoch	mittelfristig tolerierbar, besonders auf mit Humus verarmten Böden
> 300	E: sehr hoch	erhöhtes Risiko für Stickstoffverluste, niedrige N-Effizienz

Cross Compliance-Bewertung

Die zweite Bewertung ist der Humusbilanz-Methode für Bayern nach den Vorgaben von Cross Compliance (CC) entnommen. Die Einteilung ist im Vergleich zum VDLUFA-Standpunkt stark vereinfacht (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Bewertung der Humussalden nach der CC-Humusbilanz-Methode (Bayern), (Quelle: Umweltbundesamt).

Humussaldo	Bewertung/Handlungsempfehlung
< - 75 kg Humus-C/ha/a	Humusabbau; mehr Zwischenfrüchte und humusmehrende Früchte sind anzubauen; mehr organische Dünger (Wirtschaftsdünger, Stroh, Kompost, ...) sind auszubringen

Für die Interpretation der Humusbilanzen auf regionaler Ebene bieten die beiden Bewertungsansätze einen groben Rahmen. In welcher Größenordnung die Kohlenstoff-Anreicherung des Bodens verläuft, ist neben den direkten Bewirtschaftungsfaktoren noch von anderen Faktoren abhängig.

C-Gleichgewichtszustand im C-armen Boden

Durch eine langjährige, konventionelle ackerbauliche Nutzung der Böden stellt sich ein Kohlenstoff-Gleichgewicht im Boden ein, das weit unter dem natürlichen Kohlenstoffgehalt des Bodens liegen kann. Wird – ausgehend von diesem niedrigen Bodenkohlenstoffgehalt – humusmehrend gewirtschaftet, kommt es zu einem relativ raschen C-Aufbau im Boden, bis wiederum ein höherer Gleichgewichtszustand erreicht ist. Wie rasch Kohlenstoff im Boden angereichert werden kann, hängt also auch davon ab, wie weit der Kohlenstoffgehalt von seinem ursprünglichen Gleichgewicht entfernt ist (JOHNSON 1995, HÜLSBERGEN 2009).

C-Bedarf bei biologischer Bewirtschaftung

Bei der biologischen Bewirtschaftung hat der Boden systembedingt ebenfalls einen höheren Bedarf an organischer Substanz, da ein enger Zusammenhang zwischen der Versorgung der Böden mit nährstoffreicher organischer Substanz und dem Ertragsniveau besteht. Höhere standortspezifische Humusvorräte sind anzustreben, da durch den Anwendungsverzicht von Mineralstickstoff die Ernährung der Kulturpflanzen wesentlich vom Umsatz der leicht abbaubaren organischen Bodensubstanz, besonders von der Stickstoffmineralisation, abhängig ist. Bei hohem Humusversorgungsgrad erfolgt ein schneller Abbau von Nährhumus, organischem Dünger sowie von Ernte- und Wurzelrückständen. Die mikrobiellen Umsetzungsprozesse sind intensiviert. Die direkte und indirekte Humusersatzwirkung des Mineralstickstoffs muss durch den Anbau humus-

mehrender Fruchtarten und/oder durch erhöhte organische Düngung kompensiert werden. Durch stärkere mechanische Pflegemaßnahmen werden aber auch in der biologischen Landwirtschaft Humusabbauprozesse angeregt (LEITHOLD 1996).

2.4 Stickstoffbilanz

Die Stickstoffbilanz setzt am Ende des landwirtschaftlichen Produktionsprozesses an, indem sie die durch Kulturpflanzen entzogenen N-Mengen den eingesetzten Düngermengen und den sonstigen N-Einträgen gegenüberstellt. Dabei wird der errechnete Bilanzüberschuss als Hinweis (Indikator) für die potenziellen N-Verluste interpretiert. Die OECD-Methode ist eine Bruttomethode, es werden keine Ammoniakverluste im Stall und Feld abgezogen.

Um jedoch abschätzen zu können, mit welchen durchschnittlichen C/N-Verhältnissen die Böden auf den Flächen der Maßnahme „Ökopunkte Niederösterreich“ durch die Düngung beaufschlagt werden, wurde die N-Bilanz adaptiert. Der Stickstoffbedarf wurde anhand der Kulturen und der jeweiligen Erträge abgeleitet. Die Ertragsverhältnisse wurden analog zu jenen der Humusbilanzierung für 2007 festgelegt.

adaptierte N-Bilanz

Folgende Komponenten wurden berücksichtigt:

**berücksichtigte
Komponenten**

- Anbauverhältnisse: N-Düngung abhängig von der durchschnittlichen Ertragshöhe (= N-Bedarf).
- Erntereste bzw. die Fruchtfolgewirkung werden indirekt abhängig von den Kulturen durch die N-Bedarfskalkulation einbezogen.
- N-Fixierung: N-Bindung aus dem Leguminosenanbau wird als N-Eintrag verrechnet.
- Wirtschaftsdünger aus der Tierhaltung.
- Mineraldünger als Ausgleich für das errechnete N-Defizit in den Flächen (Ausnahme Biolandbauflächen).
- Kompostanwendung: geschätzte 60 % der Kompostmengen im Bundesland werden der Landwirtschaft zugeteilt.
- Klärschlammnutzung: der verwertete Anteil an Klärschlamm wird verrechnet (darf nur bei der Maßnahme UBAG³ verwendet werden).
- Biogasgülle und Gärrückstände aus der getrennten Sammlung, Speiserestvergärung, Mais und Grünlandnutzung werden angeschätzt.
- Zwischenbegrünungen werden auf ihre N-Wirkung angerechnet.

Komponenten ohne Einfluss auf die Ergebnisse und daher nicht berücksichtigt sind:

**nicht
berücksichtigte
Komponenten**

- N-Mineralisierung und N-Verluste im Boden.
- Querverbringung von Wirtschaftsdünger zwischen den anderen ÖPUL-Maßnahmen und mit anderen Bundesländern.

³ Umweltgerechte Bewirtschaftung von Acker- und Grünlandflächen

Um die Klimawirksamkeit der ÖPUL-Maßnahmen in Hinblick auf den Einsatz von Mineraldünger abschätzen zu können, wurden mit der adaptierten N-Bilanz drei unterschiedliche Szenarien berechnet. Diese unterstellen keine Beschränkung des Mineraldüngereinsatzes bzw. die Anhebung der durchschnittlichen Ertragslage in den Biolandbau-, den Ökopunkte Biolandbau- und den konventionellen Ökopunkteflächen. Es wird simuliert, dass die ÖPUL-Förderung für Biolandbau und Ökopunkte eingestellt wird.

**berechnete
Szenarien**

Die Szenarien im Detail:

Szenario 1: Der neben dem Wirtschaftsdünger zusätzliche Bedarf an organischem Dünger wird bei den Maßnahmen Biolandbau und Ökopunkte Biolandbau durch Mineraldünger kompensiert (und nicht wie derzeit durch Komposte, Biogasgülle, Gärückstände oder andere organische Dünger). Die Ertragsniveaus im Biolandbau, Ökopunkte und UBAG-Flächen werden jedoch nicht verändert. Das Ergebnis liefert den Beitrag der Maßnahmen Biolandbau insgesamt bzw. Ökopunkte und „Biolandbau“ zur Reduktion der direkten N-Emissionen aus der Düngermanwendung.

Szenario 2: Die reduzierten Ertragsniveaus der Maßnahmen Biolandbau (– 27 %), Ökopunkte (– 10 %) und UBAG (– 10 %) werden an das Durchschnittsertragsniveau des Bundeslandes Niederösterreich (100 %) angeglichen. Dies ist nur mit einem Mehrbedarf an Mineraldünger erreichbar. Somit werden alle Restriktionen der ausgewählten ÖPUL-Maßnahmen aufgegeben. Das Ergebnis bildet den Beitrag dieser Maßnahmen zur Reduktion der Lachgasemissionen aus der Düngermanwendung ab.

Szenario 3: Basiert auf Szenario 2, allerdings wird weiterhin eine Nachfrage nach Bioprodukten unterstellt, d. h. auf 50 % der Biofläche wird weiterhin biologische Landwirtschaft ohne Mineraldüngereinsatz betrieben.

2.5 Datengrundlagen

2.5.1 Auswertungen aus der INVEKOS-Datenbank

2.5.1.1 Maßnahmen- und Flächenabfragen

Aus der INVEKOS-Datenbank des BMLFUW wurden die Kultur- und Flächen-daten der Maßnahme „Ökopunkte Niederösterreich“, differenziert nach biologischer und konventioneller Wirtschaftsweise abgefragt. Die Abfrage wurde für das Jahr 2007 durchgeführt.

2.5.1.2 Begrünungsdaten

Die Flächen der Begrünungsvarianten wurden den biologisch bzw. konventionell bewirtschafteten Ökopunkteflächen zugeordnet, wobei zwischen Begrünungskategorien unterschieden wird (siehe Tabelle 5). Die Lokalisierung der Begrünung und der Maßnahmen erfolgte auf Ebene der Feldstücksnummern, sodass die Flächen in einer Kreuztabelle, gruppiert nach Bundesländern, darstellbar und die Flächensummen der Kombination der verschiedenen Begrünungsvarianten mit den Maßnahmen erkennbar sind.

Die Notwendigkeit der Lokalisierung der Maßnahmenflächen mit Begrünung verursacht jedoch eine gewisse Unschärfe. Der sich daraus ableitbare Fehler wird als vertretbar eingeschätzt.

Die verschiedenen Begrünungsvarianten wurden hinsichtlich ihrer Humuswirkung aufgrund ihrer Vegetationsdauer in der Bilanzierung unterschiedlich bewertet. Die Zuordnung ist in Tabelle 5 ersichtlich.

Tabelle 5: Gewichtung der unterschiedlichen Begrünungsvarianten (Quelle: Umweltbundesamt).

Variante	BG-VDLUFA kg Humus-C/ha/ a	BG-CC kg Humus-C/ha/a	Ertrag-VDLUFA/CC t/ha
VAR A	150	100	25
VAR A1	150	100	25
VAR B	120	80	25
VAR C	160	120	30
VAR H	700	700	30
VAR L	160	120	30

Zuordnung der Begrünungen zu Maßnahmenflächen

Die Begrünungsdaten wurden für 2007 abgefragt und errechnet. Somit werden alle Begrünungen am Ackerland erfasst, die 2007 angebaut wurden. So wurden die Begrünungsdaten des Herbstantrags für die Berechnung 2007 verwendet – damit werden die für die Programmperiode 2007–2013 vorgesehenen Begrünungsvarianten in dem Projekt auch für 2007 berücksichtigt.

Von den Ökopunkte-Betrieben wurde sehr häufig die Begrünung mit Variante L gewählt. Diese Variante umfasst sowohl winterharte als auch abfrostende Begrünungskulturen. In welchem Ausmaß winterharte Kulturen gewählt wurden, geht aus den Begrünungsdaten nicht hervor. Ist der Anteil der winterharten Kulturen hoch, kann es bei dieser Variante zu einer leichten Unterschätzung durch die Humusbilanzierung kommen. Um diese Unsicherheit auszuräumen wäre eine bessere Datengrundlage erforderlich.

Außer bei Variante H (und teilweise bei Variante L) findet der Umbruch vor der Vegetationsperiode des Folgejahres statt. Ein Großteil der Biomasse wird in dem Jahr, in dem der Herbstantrag gestellt wird, aufgebaut. Für die Variante H ergibt sich durch diese Berechnung eine gewisse Überschätzung der Boden-C aufbauenden Wirkung. Die Biomasse wird nicht vollständig im Antragsjahr aufgebaut, im Folgejahr geht diese Kultur anfangs als Begrünung, im Lauf der Vegetationsperiode dann als Hauptkultur in die Statistik ein. Daraus ergibt sich ebenfalls eine gewisse Unschärfe der Ausgangsdaten.

Durch diese Faktoren kommt es bei der Variante H zu einer leichten Überschätzung der Kohlenstoffanreicherung durch Begrünung: Im Rahmen der „Ökopunkte Niederösterreich“ scheint Variante H bei 0,49 % der begrüneten Ackerfläche bei konventionell bewirtschafteten Flächen auf. Diese Zahl kommt durch Restflächen aus Vorverpflichtungen zustande. Die sich daraus ergebende Überschätzung wird aufgrund der geringen Fläche als vertretbar eingestuft. Dieser Faktor wird bei der Interpretation der Ergebnisse aufgrund der geringen Häufigkeit vernachlässigt.

Ackerland-Begrünungen 2007

2.5.2 Weitere Datenerfordernisse

2.5.2.1 Ertragsdaten

Zentrales Element in der Humusbilanzierung bzw. in der Stickstoffberechnung sind die Ertragsverhältnisse im Bundesland. Für das vorliegende Projekt wurden Ertragsdaten für die Maßnahme Ökopunkte – differenziert in bio und konventionell bzw. UBAG-Flächen – zueinander in Beziehung gesetzt.

- „Ökopunkte Niederösterreich“ – biologisch bewirtschaftet: – 27 % vom Durchschnittsertrag der Kulturen in NÖ.
- „Ökopunkte Niederösterreich“ – konventionell bewirtschaftet: – 10 % vom Durchschnittsertrag der Kulturen in NÖ.
- UBAG – konventionell bewirtschaftet: – 10 % vom Durchschnittsertrag der Kulturen in NÖ.

2.5.2.2 Korn-Stroh-Verhältnisse der Kulturen

Zur Ermittlung der Kohlenstoff- und Stickstoffrückflüsse aus den Ernterückständen wurden ebenfalls die Ertragsverhältnisse herangezogen. Dafür waren sowohl die Korn-Stroh-Relationen (Rübe/Blatt) als auch der am Feld verbleibende Anteil der Biomasse erforderlich. Die Korn-Stroh-Verhältnisse der Kulturen wurden von der bayerischen Humusbilanz (CAPRIEL & RIPPEL 2007) übernommen.

Für die einzelnen Kulturen wurde, basierend auf ExpertInnenschätzung, der Verbleib folgender Stroh- bzw. Blattanteile am Feld unterstellt:

- Getreide, Raps und Körnerleguminosen: zwei Drittel des Strohs,
- Futter- bzw. Zuckerrüben: 100 % des Rübenblatts.

2.5.2.3 Ernterückstände: Abfuhr und energetische Nutzung

Die Abfuhr von Ernterückständen aus den Ackerflächen findet aufgrund des Einstreubedarfs in der Tierhaltung, des Transfers in andere Acker- und Grünlandgebiete oder aufgrund der energetischen Nutzung mit und ohne organischen Rückfluss (Vergärung versus Verbrennung) statt. Die energetische Verwertung ohne organischen Rückfluss bzw. die Entsorgung der Ernterückstände etwa aus phytosanitären Gründen stellt dabei einen generellen Abzug für den Kohlenstoffkreislauf dar, was eine Verminderung der Bodenqualität auf den betroffenen Standorten zur Folge haben könnte. Bei den Berechnungen wurde von einem vernachlässigbaren Anteil dieser energetischen Nutzung ohne Rückführung ausgegangen. Künftig vermehrte Nutzung von Biomasse zu Energiezwecken sollte auf diese Bodenqualitätsfragen Rücksicht nehmen.

2.5.2.4 Wirtschaftsdünger (Systeme und Verteilung)

Für die Ermittlung der Kohlenstoff- und Stickstoffrückflüsse auf den Boden ist zunächst die Verteilung der Tierbestände auf die Tierhaltungssysteme von Bedeutung. Die Tierhaltungssysteme wurden aus den Ergebnissen der Pilotstudie TIHALO abgeleitet und eingesetzt (AMON et al. 2007). Für die Maßnahme „Ökopunkte Niederösterreich“ wurden die Tierhaltungszahlen (differenziert in Bio und konventionell) ermittelt. Zwischen der Grünland- und Ackerlandnutzung wurde innerhalb der Maßnahmengruppe nach dem jeweiligen Flächenschlüssel

verteilt. Es werden die Stickstoff- bzw. Kohlenstoffgehalte anhand der „Richtlinien für die sachgerechte Düngung“ (BMLF 1999, BMLFUW 2006a) angesetzt, abzüglich der Ammoniakverluste bei der Stallhaltung, Lagerung und Ausbringung.

Die Berechnungen beinhalten folgende Annahmen:

- Die anfallende Düngermenge wird in den entsprechenden Betrieben ausgebracht.
- Der komplette Wirtschaftsdünger der jeweiligen Betriebe wird auch auf die Maßnahmenflächen aufgebracht.

Durch diese Annahmen können die tatsächlich auf den Maßnahmenflächen ausgebrachten Wirtschaftdüngermengen leicht über- bzw. unterschätzt werden.

2.5.2.5 Mineraldünger

Die Menge des vermarkteten Stickstoffdüngers wird in den jeweiligen Wirtschaftsjahren erfasst (BMLFUW 2008a). Es wurde unterstellt, dass die Frühjahrshälfte entscheidend für die Zurechnung ist. Die Verteilung der Mineraldünger erfolgte nach einem errechneten Schlüssel des gewichteten Bedarfsdefizits, der sich am jeweiligen Ertrag orientiert (siehe Kapitel 2.4). Bei den Maßnahmenflächen Biolandbau sind keine N-Mineraldünger zulässig. Im Grünland wurde aus methodischen Gründen bei der Stickstoffzuteilung unterstellt, dass keine Mineraldünger eingesetzt werden, was nur bedingt der Realität entspricht. Der resultierende Fehler wird als gering eingeschätzt.

2.5.2.6 Sonstige Datengrundlagen für die N-Bilanzierung

- Kohlenstoff- und Stickstoffgehalte der Ernterückstände

Die Kohlenstoff- bzw. Stickstoffgehalte der Ernterückstände werden durch die Ertragssituation bestimmt. Sie wurden den „Richtlinien für die sachgerechte Düngung“ und einem Faustzahlenwerk entnommen (BMLFUW 2006a, VUA 1993). Die Trockenmasse wurde anhand der unterlegten Abfuhrprozente der Ernterückstände und der Ertrags- bzw. Korn-Stroh-Verhältnisse berechnet. Von der ermittelten Trockenmasse wurden 50 % als Kohlenstoffgehalt angesetzt. Der Stickstoffrückfluss aus den Ernterückständen wird nicht ausgewiesen, da er bereits in der Stickstoffbedarfsrechnung der Kulturarten berücksichtigt wird.

- Kohlenstoff- und Stickstoffgehalte der Zwischenbegrünungen

Die Kohlenstoff- bzw. Stickstoffgehalte der Begrünungen wurden in Anlehnung an die VDLUFA-Methode und die „Richtlinien für die sachgerechte Düngung“ ermittelt (VDLUFA 1999, BMLFUW 2006a). Der Trockenmassegehalt der Begrünung wurde mit 10 % angesetzt. Von der ermittelten Trockenmasse wurden 50 % als Kohlenstoffgehalt angenommen. Der Stickstoffrückfluss aus der Begrünung wurde für Biolandbau wegen der Leguminosen-Betonung mit 30 kg N/tTM und für die sonstigen Begrünungsflächen mit 20 kg N/t TM angesetzt.

2.5.2.7 Kompost und Klärschlamm

Aus der Abfallstatistik der Bundesländer sind die getrennt gesammelten Abfallmengen bekannt (BMLFUW 2006b), die Menge an Kompost kann davon abgelei-

tet werden. Es wurde unterstellt, dass 60 % des erzeugten Kompostes in Niederösterreich in der Landwirtschaft Verwendung finden und damit in die Kohlenstoff- und Stickstoffbetrachtungen einbezogen werden.

Klärschlamm wird teilweise in der Landwirtschaft eingesetzt, die Anfallmengen werden von den Bundesländern dokumentiert. Einige ÖPUL-Maßnahmen – etwa Biolandbau und Ökopunkte – schließen die Anwendung von Klärschlamm aus. Es wurden die NÖ-Daten anhand der Flächenverhältnisse im Ackerland zugewiesen (sind in diesem Kontext nur für UBAG-Flächen relevant).

2.5.2.8 Biogasgülle und Gärrückstände

In landwirtschaftsnahen Biogasanlagen werden vor allem Wirtschaftsdünger bzw. Gülle aus der Tierhaltung und energiereiche landwirtschaftliche Produkte wie Mais- und Grassilage, aber auch Biotonnenmaterial und Speisereste zur Biogasgewinnung vergoren. Der Rückstand dieser Vergärung wird in der Regel auf landwirtschaftlichen Flächen zur Düngung eingesetzt. Die sich daraus ergebenden Nährstoffrückflüsse sind effizient und – wenn die richtige Ausbringtechnik (bodennahe Ausbringung) verwendet wird – verlustarm an den Kulturpflanzen aufzuwenden. Es werden die aus dem Jahresbericht der E-CONTROL (2007) abgeleiteten Mengen an Maissilage und Grasschnitt angesetzt. Teile aus der getrennten Sammlung (z. B. Speisereste) werden ebenfalls vergoren (BMLFUW 2006b). Damit wurden für das Jahr 2007 österreichweit ca. 4.000 t Stickstoff zurückgeführt. Diese Mengen wurden bei der Stickstoffbetrachtung berücksichtigt. Der Rückfluss aus der Tierhaltung über die Biogasanlagen wurde bereits durch die Tierhaltungsdaten bzw. Wirtschaftsdüngersysteme berücksichtigt. Die Verteilung der Biogasarückstände erfolgt geschätzt nach Ackerflächenverhältnissen.

2.5.2.9 Simulationsrechnung Stickstoffbedarf

Zentrales Element der Berechnung der Stickstoff-Kohlenstoff-Verhältnisse ist die Ertragsfunktion ($E = a + by^4$; JANITSCHKEK 2009), wobei abhängig vom Ertrag die notwendige Stickstoffdüngung bzw. bei einer bestimmten Düngung der Ertrag abgeschätzt werden kann. Die verwendeten Funktionen sind den Deckungsbeitragsrechnungen des BMLFUW angelehnt (BMLFUW 2008b). Dabei werden die Wirkungen der einzelnen Fruchtarten bereits mit einem Fruchtfolgeabschlag und -zuschlag verrechnet.

2.5.2.10 Leguminosenanbau

Der Anbau von Leguminosen wie Körnererbse oder Sojabohne führt zu einer Sammlung von Luftstickstoff durch symbiontisch lebende Mikroorganismen. Daraus ergibt sich einerseits für die Kultur selbst kein oder ein geringer N-Düngerbedarf, andererseits für die nachfolgende Kultur ein nutzbarer N-Vorrat in beachtlicher Höhe. Es werden daher artenspezifische Stickstoffbindungsmengen je Hektar Leguminosen als Stickstoffvorrat für die Folgekulturen an gerechnet (UMWELTBUNDESAMT 1996).

⁴ Allgemeine Ertragsfunktion E: Ertrag in dt, a: Konstante, b: Steigung der Ertragskurve, y: Stickstoffmenge in kg N

3 ERGEBNISSE DER ACKERFLÄCHENBEWERTUNG

3.1 Ergebnisse der Humusbilanzierung auf regionaler Ebene

Die Humusbilanzen für die Maßnahme „Ökopunkte Niederösterreich“ wurden für das Jahr 2007 berechnet und in biologische und konventionelle Wirtschaftsweise differenziert. Auf nationaler und auf Bundesland-Ebene (NÖ) wurden die Humusbilanzen der Maßnahmen Bio, Verzicht und UBAG sowie die Summe der weiteren ÖPUL-Maßnahmen in der Vorgängerstudie (UMWELTBUNDESAMT 2010) errechnet. Diese Zahlen werden als Vergleichswerte herangezogen.

3.1.1 Humusbilanzierung – „Ökopunkte Niederösterreich“

In Niederösterreich wurde im Jahr 2007 auf 77.110 ha die Maßnahme „Ökopunkte Niederösterreich“ durchgeführt, wobei 5.583 ha auf biologische Wirtschaftsweise und 71.527 ha auf konventionelle Wirtschaftsweise entfielen (Datenquelle INVEKOS). Die Humusbilanzierungen beziehen sich auf Ackerflächen, Grünlandflächen werden nur hinsichtlich der Wirtschaftsdünger-Aufbringung einberechnet. Damit ergibt sich für Ackerflächen Ökopunkte Bio die Summe von 1.031 ha, für Ökopunkte konv. 30.189 ha, insgesamt werden rd. 31.220 ha Ackerfläche entsprechend den Ökopunkte-Kriterien bewirtschaftet.

auf 77.110 ha in NÖ eingesetzt

3,3 % der Flächen werden biologisch bewirtschaftet, 96,7 % konventionell. Der Begrünungsanteil, bezogen auf die gesamte Ökopunkte-Ackerfläche in Niederösterreich, liegt bei 45,4 %. Bioflächen werden mit 62,1 % stärker begrünt, im Vergleich dazu kommen die konventionellen Betriebe auf 44,8 % begrünzte Ackerfläche (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Flächenanteile der Maßnahme „Ökopunkte Niederösterreich“ 2007, aufgeteilt in die Managementvarianten Bio und konventionell (Quelle: Umweltbundesamt).

Flächenkategorien	Ackerflächen (INVEKOS) (ha)	Management Ökopunkte (%)	Begrünung (ha) Ökopunkteflächen	Begrünung (%) Ökopunkteflächen
Ökopunkte NÖ Bio	1.031,5	3,3	641,0	62,1
Ökopunkte NÖ konv.	30.188,7	96,7	13.530,2	44,8
Ökopunkte NÖ ges.	31.220,2	100,0	14.171,3	45,4

Die Berechnung der Humusbilanz erfolgt in mehreren Schritten und in jeweils drei Varianten. Der 1. Schritt ist die Humusmehrung und -zehrung der Kulturen (HB1 + HB2) und wird in Tabelle 7 dargestellt.

3 Varianten der Humusbilanz-Berechnung

Die Humuszehrung liegt bei Ökopunkte Bio entsprechend der Bandbreite durch die drei Varianten zwischen – 34,92 und – 153,04 kg Humus-C/ha und weist damit eine Humus schonendere Auswahl an Ackerkulturen auf als Ökopunkte konventionell, deren Werte zwischen – 53,44 und – 230,55 kg Humus-C/ha liegen. Die Ökopunkte Gesamt-Werte orientieren sich, erwartungsgemäß aufgrund der Flächenanteile, stark an den „konventionellen“ Flächen.

Humusaufbau durch Begrünung

Humusaufbau durch Begrünung findet bei der biologischen und bei der konventionellen Bewirtschaftung der Ökopunktflächen statt. Die Bioflächen zeigen eine höhere Anreicherung im Bereich von + 219,70 bis + 245,11 kg Humus-C/ha, die Werte der konventionellen Flächen liegen bei + 157,23 bis + 175,83kg/ha. Auch die Wirtschaftsdünger-Mengen sind auf Bio-Flächen höher (+ 486,38 kg Humus-C/ha) und weisen auf höhere Tierhaltungszahlen hin. Konventionell bewirtschaftete Ökopunktflächen erfahren einen Humusaufbau von + 370,53 kg Humus-C/ha durch das Ausbringen von Wirtschaftsdünger.

Tabelle 7: Werte der einzelnen Schritte der Humusbilanzierung, bestehend aus HB1 + HB2, Begrünung und Wirtschaftsdünger (W-Dünger). Die Einzelschritte sind jeweils in den 3 Berechnungsvarianten angegeben, (Quelle: Umweltbundesamt).

Maßnahmen	HB1 + HB2			Begrünung			W-Dünger
	Var 1 (80)	Var 2 (100)	Var 3 (40)	Var 1	Var 2	Var 3	Var 1/2/3
kg Humus-C/ha							
Ökopunkte Bio	-122,61	-34,92	-153,04	245,11	219,70	219,70	486,38
Ökopunkte konv.	-176,60	-53,44	-230,55	175,83	157,23	157,23	370,53
Ökopunkte ges.	-176,73	-55,21	-228,94	178,12	159,29	159,29	378,92

Die Humusbilanzen setzen sich aus mehreren Berechnungsmodulen zusammen, die schrittweise zusammengeführt werden (siehe Tabelle 8). Wird die Humuszehrung der Kulturen mit der Humusmenge durch Begrünung kombiniert, kehren sich die Werte bei Ökopunkte Bio bei allen drei Varianten ins Positive. Ökopunkte konv. liegt bei Variante 2 im positiven Bereich.

Durch Aufsummierung der Wirtschaftsdünger-Mengen liegen beide Bewirtschaftungsformen bei allen dreiVarianten im positiven Bereich.

Tabelle 8: Bilanzierungssummen von HB1+HB2+Begrünung und der Aufsummierung des Wirtschaftsdüngers auf diese Werte, angegeben sind 3 Berechnungsvarianten der Maßnahmen Ökopunkte, (Quelle: Umweltbundesamt).

Maßnahmen	HB 1 + HB 2 + Begrünung			HB 1 + HB 2 + Begrünung + W-dünger		
	Var 1	Var 2	Var 3	Var 1	Var 2	Var 3
kg Humus-C/ha						
Ökopunkte Bio	122,50	184,78	66,66	608,88	671,16	553,04
Ökopunkte Konv.	- 0,78	103,79	-73,32	369,75	474,31	297,21
Ökopunkte ges.	1,39	104,08	-69,65	380,30	482,99	309,26

positive Humusbilanz

Diese Ergebnisse sind in Abbildung 1 zusammengefasst: Klar erkennbar sind die geringere Zehrung der Ackerkulturen bei den Bio-Flächen sowie der höhere Begrünungs- und Wirtschaftsdünger-Anteil, alle drei Managementfaktoren führen zu einer äußerst positiven Humusbilanz. Konventionell bewirtschaftete Ökopunktflächen weisen ebenfalls eine positive Bilanz aus. Da bei der Kombinationsrechnung von Humuszehrung (HB1 + HB2) und Begrünung noch nicht bei allen Varianten positiv bilanziert wird, hat die Versorgung mit Wirtschaftsdünger einen hohen Stellenwert.

Als „Referenz“-Wert wurde ein Strohreproduktionsfaktor von 0 angenommen, das entspricht einer kompletten Strohabfuhr. Ausgehend von den konventionell bewirtschafteten Flächen wird die Zehrung der Kulturen berechnet (HB1), eine Rückführung von Ernterückständen (HB2) findet nicht statt. Mit $-284,65$ kg Humus-C/ha wird deutlich negativ bilanziert, dies zeigt den überaus wichtigen Einfluss von am Feld verbleibenden Ernterückständen.

Einfluss der Ernterückstände

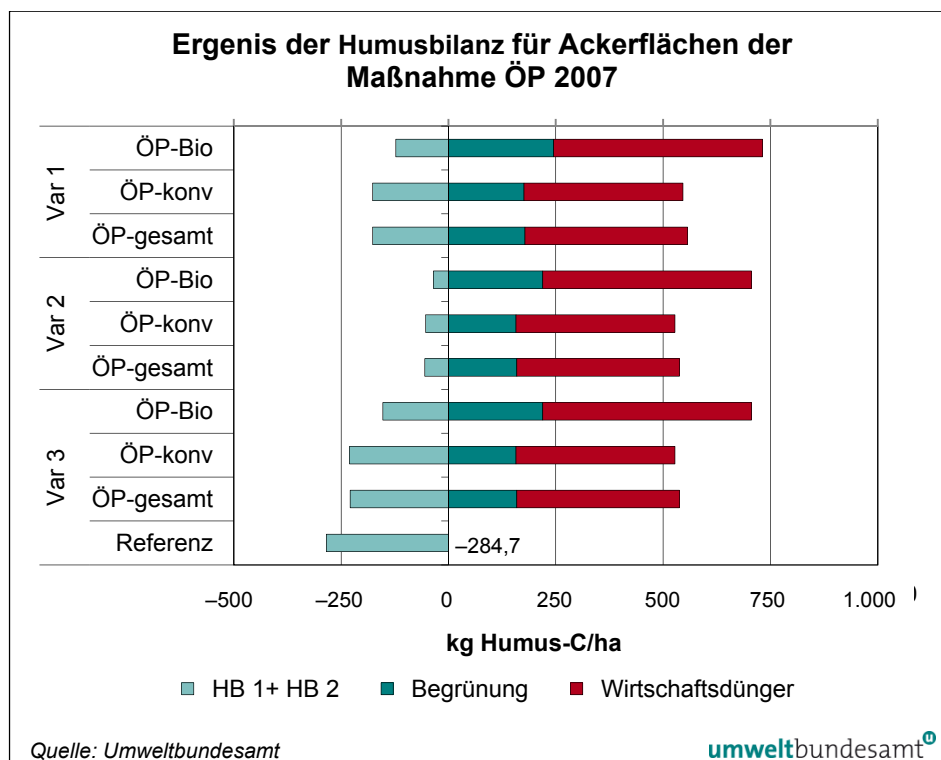


Abbildung 1: Ergebnis der Humusbilanz für Ackerflächen der Maßnahme „Ökopunkte Niederösterreich (ÖP)“ 2007. Zu den Auswirkungen der Kulturen (im negativen Bereich) und der Begrünung wurde der Wirtschaftsdünger aufgerechnet (im positiven Bereich). Die 3 Varianten sind gestaffelt untereinander dargestellt.

3.1.2 Humusbilanzierung: Datenvergleich

Die in der Vorgängerstudie (UMWELTBUNDESAMT 2010) errechneten Daten bezogen sich auf die ÖPUL-Maßnahmen Bio, Verzicht, UBAG sowie eine zusammenfassende Kombination für alle weiteren Maßnahmen (als Terminus wurde o. b. M. – „ohne betrachtete Maßnahmen“ gewählt). Hier sind die konventionellen Ökopunkte-Betriebe mit umfasst.

Die Vergleichbarkeit der Vorgängerstudie und der vorliegenden Studie ist durch die gewählte Methode, den gleichen Untersuchungszeitraum (Jahr 2007) und durch die Auswahl der referenzierten Maßnahme UBAG in Niederösterreich gegeben.

Verglichen werden die Ökopunkte konv. mit UBAG: hier liegen die gleichen Regelungen zum Düngermanagement vor (150 kg/ha/Jahr, Mineral- und Wirtschaftsdünger kann verwendet werden). Es wird bei beiden Maßnahmen von einer Ertragsreduktion um – 10 % ausgegangen (siehe Kapitel 2.5.2.1 Ertragsdaten).

Die Ökopunkte Bio-Flächen werden mit der ÖPUL-Maßnahme Bio (gesamt) verglichen. Durch die Verwendung von Wirtschaftsdünger bzw. die Düngemengenbeschränkung wird von einer Ertragsreduktion von – 27 % ausgegangen, die in beiden Fällen in die Berechnung einfließt.

Wird der prozentuelle Anteil an begrünten Ackerflächen betrachtet, so liegen die Ökopunkteflächen mit 62,1 % (Bio) bzw. 44,8 % (konv.) über den Zahlen für Niederösterreich (Bioflächen gesamt sind zu 42,3 % begrünt, UBAG-Flächen zu 41,3 %).

In Abbildung 2 werden die Kategorien Bio (als ÖPUL-Maßnahme allein und in Kombination mit dem Ökopunkte-Programm) und die konventionellen Ökopunkteflächen mit der Maßnahme UBAG verglichen. Ökopunkte Bio-Flächen weisen höhere Wirtschaftsdüngermengen aus als die Bio gesamt-Flächen, während letztere tendenziell eine weniger zehrende Fruchtfolge aufweisen.

Humusbilanz der UBAG-Flächen

Flächen der Maßnahme UBAG zeigen über alle drei Varianten eine humuszehrendere Kulturpflanzenzusammensetzung als die konventionellen Ökopunkteflächen. Im Ausgleich dazu weisen die UBAG-Flächen einen höheren Humusaufbau durch Begrünung auf. Die auf den Ökopunkteflächen häufig gewählte Variante L lässt neben abfrostenden auch winterharte Kulturen zu, die im Folgejahr als Hauptkultur geführt werden können. Zur Aufteilung innerhalb dieser Variante liefern die Ausgangsdaten keine Information, wodurch die Variante L gegenüber der Variante H (bei Bio gesamt und UBAG) möglicherweise schwächer gewichtet wurde (siehe auch Kapitel 2.5.1.2). Die konventionellen Ökopunkteflächen lassen eine hohe Versorgung an Wirtschaftsdünger erkennen, der diese Flächen in Summe deutlich positiv bilanzieren lässt. Ökopunkteflächen (sowohl Bio als auch konv.) zeigen in der Bilanzierung hohe Wirtschaftsdünger-Mengen, was auf höhere Tierhaltungszahlen bei dieser Maßnahme hinweist.

Auch hinsichtlich der „Referenz“ (vollständige Abfuhr der Ernterückstände) zeigt sich deutlich, dass die Kulturpflanzenwahl bei Ökopunkten (konv.) weniger humuszehrend ist als bei UBAG. Allerdings – in der Praxis in jedem Fall wichtig – unterstreicht dies damit einmal mehr die Wichtigkeit des Verbleibs von Ernterückständen am Feld.

Tabelle 9: Bilanzierungssummen von HB1+HB2+Begrünung und Wirtschaftsdünger. Dargestellt sind 3 Berechnungsvarianten der Maßnahme Ökopunkte (Ökopunkte Bio und Ökopunkte konv.) im Vergleich mit anderen ÖPUL-Maßnahmen (Bio ges. und UBAG) in NÖ (Daten aus Tabelle 8 dieser Studie bzw. aus der Vorgängerstudie UMWELTBUNDESAMT 2010).

Maßnahmen	HB 1 + HB 2 + Begrünung			HB 1 + HB 2 + Begrünung + Wirtschaftsdünger		
	Var 1	Var 2	Var 3	Var 1	Var 2	Var 3
	kg Humus-C/ha					
Ökopunkte Bio	122	184	66	608	671	553
Ökopunkte konv.	–1	103	–73	369	474	297
Bio gesamt	152	250	91	351	449	289
UBAG	–61	127	–171	29	217	–81

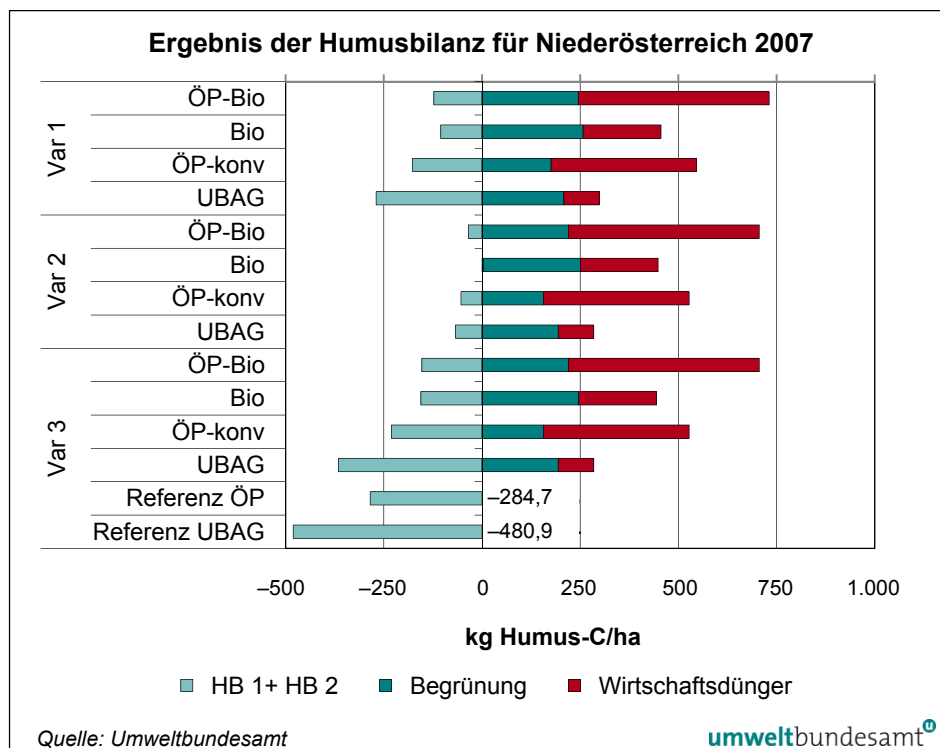


Abbildung 2: Ergebnis der Humusbilanz für Niederösterreich 2007 (entspricht der Darstellung der Tabelle 9). Zu den Auswirkungen der Kulturen (größtenteils im negativen Bereich) und der Begrünung wurde der Wirtschaftsdünger aufgerechnet (im positiven Bereich). Die 3 Varianten mit den entsprechenden ÖPUL-Maßnahmen sind gestaffelt untereinander dargestellt.

3.2 Ergebnisse der Stickstoff-Bilanzen für 2007

Die Lachgasemissionen aus der Landwirtschaft tragen in Österreich mit etwa 70 % zu den Gesamtemissionen von Lachgas bei. Das entspricht 48 % der Gesamtemissionen aus dem Sektor Landwirtschaft (UMWELTBUNDESAMT 2009). Sie sind im Wesentlichen durch die direkte Aufbringungsmenge von organischem und mineralischem Dünger sowie den Stickstoffumsätzen im Boden (Mineralisierung, Nitrifizierung, Denitrifizierung) bedingt. Es besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der Intensität der Bodenbewirtschaftung und der Emissionshöhe. Reaktiver Stickstoff (in Form von Nitrat, Ammoniak, Ammonium und Stickoxiden) ist ein zentrales Element des Pflanzenwachstums und daher auch bei der Steuerung von Erträgen bei Kulturpflanzen von Bedeutung. Effektiver und zielgerichteter Düngereinsatz stellt daher einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz dar.

In die Treibhausgasinventur (THGI) der Landwirtschaft gehen insbesondere die Mineral- und Wirtschaftsdüngermengen direkt bei der Ermittlung der Lachgasemissionen ein. Leguminosenanbau und Erntereste werden ebenso berücksichtigt. Einige ÖPUL-Maßnahmen – wie z. B. Biolandbau – sehen ein Verbot von

Lachgasemissionen

Mineraldünger vor. Damit sind diese Maßnahmen auch als Treibhausgasmin- dernd einzustufen. Die Quantifizierung dieser klimarelevanten Wirkung erfolgt hier in diesem Projekt über die adaptierte Stickstoffbilanzierung und die Erträge. Ein wichtiger Wirkmechanismus ist in diesem Zusammenhang die Bodenbear- beitung, die auf die Stickstoff-, aber auch auf die Kohlenstoffvorräte im Boden und damit auf die Mobilisierung und Verlusthöhe Einfluss nimmt.

N-Bilanz nach der OECD-Methode

Die OECD hat in Gemeinschaft mit Eurostat ein Berechnungsmodell zur Ermitt- lung der Bruttostickstoffbilanz von agrarischen Systemen vorgelegt. Danach wird der Verlauf der N-Bilanz als internationaler Agrar-Umweltindikator abgebil- det (UMWELTBUNDESAMT 2009). Die Ergebnisse sind für Österreich in Abbil- dung 3 dargestellt. Seit 1995 zeigt sich ein deutlich fallender Trend der N- Bilanz, obgleich für 2007 das Niveau wieder auf jenes von 2003 angestiegen ist (ca. 43 kg N/ha LN). Der Maximalwert lag 1992 bei ca. 61 kg N/ha landwirt- schaftlicher Nutzfläche (LN), das Minimum bei ca. 24 kg N/ha LN (2005).

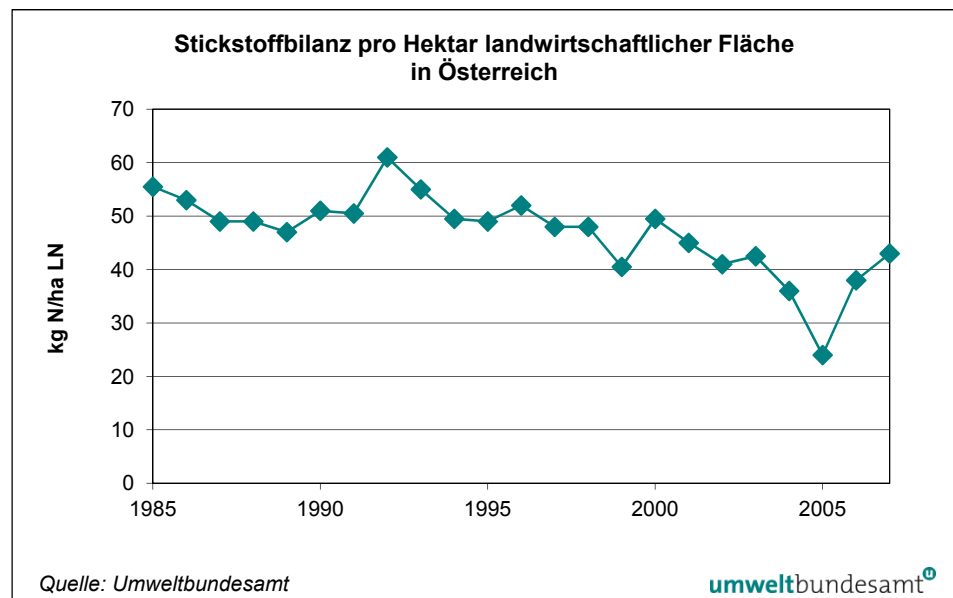


Abbildung 3: N-Bilanz von 1985–2007 in kg N pro Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche.

adaptierte Stickstoffbilanz

Im Gegensatz zur OECD-Methode werden bei der adaptierten N-Bilanz die N- Einträge in Beziehung zum Düngerbedarf der Kulturpflanzen gesetzt.

Mittels der Ertragsfunktion wurde zunächst der Bedarf der Kulturen am Acker- land bestimmt (N-Bedarf siehe Tabelle 10). Die Verteilung der Wirtschaftsdünger erfolgt nach Flächenverhältnissen analog der Humusbilanz. Die Mineraldünger- mengen wurden dadurch ermittelt, dass rechnerisch die Stickstoffmengen des Wirtschaftsdüngers dem Grünland anhand der Bedarfszahlen zugeordnet wur- den. Das sich danach abzeichnende N-Defizit im Ackerland wurde durch Mine- raldüngergaben aufgefüllt. Des Weiteren wurde die Wirkung des Leguminosen- anbaus im Ackerland mit der Bezeichnung „N-Fixierung“ ermittelt. Die Einträge der sonstigen Düngemittel wie Kompost, Klärschlamm und Biogasgülle wurden entsprechend der Methoden angerechnet. Letztlich wurde auch ein Stickstoff- beitrag aus der Begrünung angesetzt. Damit ergibt sich eine Stickstoffbilanzde- ckung, die einen Hinweis für die Humusneubildung, die Intensitätsstufe des Agr- arsystems, aber auch für die potenziellen Stickstoffverluste liefert.

In Tabelle 10 sind die Ergebnisse der adaptierten N-Bilanz je Maßnahme dargestellt. Es zeigt sich, dass die Düngung der Kulturpflanzen lediglich in der Maßnahme UBAG zum überwiegenden Teil aus Mineraldünger (27.887 t N) gedeckt wird, jedoch auch ein beachtlicher Teil aus organischen Stoffströmen stammt.

Bei den organisch orientierten Maßnahmen Bio gesamt und Ökopunkte Bio sind die Tierhaltung, N-Fixierung durch Leguminosen und andere organische Dünger (z. B. Kompost) von großer Bedeutung. Einen beachtlichen Beitrag liefern offensichtlich die Begrünungsflächen. Die Ertragsbildung bei diesen Maßnahmen beruht letztlich auf der Mineralisierung der Stickstoffvorräte im Boden. Betrachtet man die Kennzahlen für Ökopunkte konv. und UBAG ist der Kontrast deutlicher, da UBAG-Flächen vorrangig auf Mineraldüngerbasis bewirtschaftet werden. Die Mineraldünger-Einträge sind bei Ökopunkte konv. auf Basis der Modellberechnungen gering (1.491 t). Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die Flächen der Maßnahme Ökopunkte konv. im Wesentlichen mit organischen Düngern versorgt werden.

Tabelle 10: Adaptierte Stickstoffbilanz, orientiert an den Bedarfsverhältnissen (bezogen auf die Gesamtflächen der Maßnahmen in NÖ), (Quelle: Umweltbundesamt).

ÖPUL-Maßnahmen	Bio ges.	Ökopunkte Bio	Ökopunkte konv.	UBAG
N-Bedarf (t)	-3.625,1	-60,1	-2.306,5	-39.319,1
N-Fixierung (t)	4.441,7	79,8	1.571,9	5.065,0
Tierhaltung Bio (t)	2.576,7	78,5		
Tierhaltung Nicht Bio (t)			2.739,4	7.796,2
Tierhaltung Nicht INVEKOS (t)				
Mineraldünger (t)			1.491,0	27.887,1
Kompost (t)	275,1		19,3	
Klärschlamm (t)				164,6
Biogas (t)	631,5		44,2	1.062,4
N-Begrünung (t)	2.598,0	56,7	785,8	10.673,1
Gesamtüberschuss (t)	6.897,8	154,9	4.345,1	13.329,2
Gesamtaufkommen (t)	10.522,9	215,0	6.651,6	52.648,3
Bilanzabdeckung kg N/ha	95,0	150,2	143,9	28,7
Aufkommensverteilung in %				
N-Fixierung	42,2	37,1	23,6	9,6
Tierhaltung Bio	24,5	36,5	0,0	0,0
Tierhaltung Nicht Bio	0,0	0,0	41,2	14,8
Tierhaltung Nicht INVEKOS	0,0	0,0	0,0	0,0
Mineraldünger	0,0	0,0	22,4	53,0
Kompost	2,6	0,0	0,3	0,0
Klärschlamm	0,0	0,0	0,0	0,3
Biogas	6,0	0,0	0,7	2,0
N-Begrünung	24,7	26,3	11,8	20,3

Die Bilanzabdeckung in kg N/ha zeigt bei der organisch geführten Maßnahme Bio gesamt in Niederösterreich einen Wert von 95,0 – österreichweit beträgt er 106 kg N/ha. Bei den Flächen Ökopunkte Bio liegt dieser Wert bei 150,2 kg N/ha. Damit kommt die hohe, durch organische Düngung bedingte Fruchtbarkeit dieser Maßnahmenflächen zum Ausdruck (der Mineraldüngeranteil ist dabei 0 %). Diese

Ergebnisse der adaptierten N-Bilanz

Verhältnisse sind für die Ernährung der Kulturpflanzen am Ackerland, aber auch für die Humusneubildung eine entscheidende Voraussetzung. Dagegen sind in der mineralisch dominierten Maßnahme UBAG, als Referenzwert, die Abdeckungen trotz hoher Mineraldüngermenge wesentlich geringer (bei 28,7 kg N/ha). Die konventionellen Ökopunkteflächen zeigen – inklusive der zulässigen Mineraldüngergaben – eine wesentlich höhere Bilanzdeckung mit 143,9 kg N/ha. Ohne die Mineraldüngergaben läge die Bilanzabdeckung im Bereich der Maßnahme Bio gesamt.

Die Daten der Tabelle 10 sind die Basis für die Einschätzung der ÖPUL-Maßnahme Ökopunkte hinsichtlich des reduzierten Mineraldüngerbedarfs und damit der reduzierten N-Emissionen. Gleichzeitig werden sie zur Darstellung der N- und C-Rückflüsse in die Böden verwendet, um die Ergebnisse der Humusbilanzierung zu verifizieren. Diese sind nachfolgend beschrieben.

Wirkung der ÖPUL-Maßnahmen auf die N-Bilanz

Basierend auf den Daten der adaptierten N-Bilanz wurden drei Szenarien formuliert und berechnet. Bei den Szenarien wurden keine Änderungen der Kulturarten (Fruchtfolgen) berücksichtigt, obwohl eine hypothetische Mineraldüngerverwendung vor allem bei Biolandbauflächen die Anteile von „Cash Crops“ (z. B. Getreide oder Gemüse) erhöhen und den Anbau von Leguminosen reduzieren könnte. Damit ist die vorgelegte Abschätzung als konservativ einzustufen. Die Szenarien sind in Kapitel 2.4 beschrieben.

Tabelle 11: Übersicht über die Szenarien 1 bis 3 und der damit verbundene Mineraldüngerbedarf sowie Treibhausgasemissionen .

	2007	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
Biolandbau gesamt				
Fläche (%) Bio/Nicht Bio	100/–	–/100	–/100	50/50
Mineraldünger N (t)		2.719	4.953	0/2476,5
CO ₂ -Äquiv. (t)		26.415	48.118	24.059
CO ₂ -Äquiv. in % der Gesamtemission Sektor 4*		0,3	0,6	0,3
Ökopunkte Bio im Ackerbau				
Fläche (%) Ökopunkte Biolandbau/Nicht Ökopunkte Biolandbau	100/–	–/100	–/100	50/50
Mineraldünger N (t)		0	79,4	39
CO ₂ -Äquiv. (t)		-	772	386
CO ₂ -Äquiv. in % der Gesamtemission Sektor 4*		-	0,01	0,01
Ökopunkte konv. im Ackerbau				
Fläche (%) Ökopunkte Biolandbau /Nicht Ökopunkte Biolandbau	100/–	–/100	–/100	–/100
Mineraldünger N (t)		0	633	633
CO ₂ -Äquiv. (t)			6.156	6.156
CO ₂ -Äquiv. in % der Gesamtemission Sektor 4*		-	0,085	0,085
UBAG im Ackerbau				
Fläche (%) UBAG/nicht-UBAG	100/–	–/100	–/100	–/100
Mineraldünger N (t)		0	4.487	4.487
CO ₂ -Äquiv. (t)		0	43.591	43.591
CO ₂ -Äquiv. in % der Gesamtemission Sektor 4*		0	0,6	0,6
Summe THG	0	26.415	98.636	74.192
CO ₂ -Äquiv. in % der Gesamtemission Sektor 4*	0	0,3	1,3	1,0

* Gesamtemissionen Sektor 4 (Landwirtschaft) = 7.631 Gg CO₂

Die Ergebnisse in Tabelle 11 zeigen, dass ohne die Maßnahme Ökopunkte die vermehrte Verwendung von Mineraldünger zu einer Zusatzemission an Treibhausgasen führen würde. Die verhinderten Treibhausgasemissionen der ÖPUL-Maßnahmen Ökopunkte konv., Ökopunkte Bio, Bio gesamt und UBAG können damit quantifiziert werden. Je nach Szenario würden die zusätzlichen Emissionen zwischen 26.415 und 98.636 t CO₂-Äquiv. liegen. Entlang des Szenarios 3 müssten ca. 74.192 t CO₂-Äquiv. der Wirkung der Maßnahmen Bio, Ökopunkte und UBAG zugeschrieben werden. Die vermiedene Mineraldüngeranwendung liegt bei Ökopunkte konv. bei 6.149 t CO₂-Äquiv. Dieser Betrag wurde bisher nicht im Vorläuferprojekt berücksichtigt, da die Ökopunkte konv. bisher zur Summe der nicht betrachteten Maßnahmen (o.b. Maßnahmen) gezählt wurden. Die THG-reduzierende Wirkung der einzelnen Maßnahmen, bezogen auf die Fläche in Niederösterreich folgt der Reihenfolge:

Ökopunkte Biolandbau > Biolandbau gesamt > Ökopunkte konv. > UBAG

Die Ergebnisse der adaptierten N-Bilanz in Tabelle 10 zeigen des Weiteren, dass beachtliche Mengen (10.523 t N für Bio gesamt, 5.160 t N für Ökopunkte konv. bzw. 24.761 t N für UBAG-Gesamtaufkommen abzüglich Mineraldüngermengen) an Stickstoff über die organischen Materialien auf den Boden gelangen. Das Ausmaß ist – bezogen auf die einzelne Maßnahmenfläche – allerdings unterschiedlich. Biolandbau insgesamt wird zum Beispiel bis zu 25 % aus den Begrünungsflächen und zu etwa 42 % aus dem Leguminosenanbau mit Stickstoff versorgt; dagegen werden in den UBAG-Flächen etwa 53 % des Stickstoffs aus der mineralischen Düngung geliefert. Die Stickstoffmengen dienen einerseits zur Versorgung der Kulturen, andererseits aber auch zum potenziellen Aufbau von Humus. Zu berücksichtigen sind die potenziellen N-Verluste, die mit der Höhe der Deckung der N-Bilanz und dem geringen Anteil an organisch gebundener Stickstoffform wahrscheinlich ansteigen können. Abzulesen ist dies auch an der unterschiedlichen Bilanzdeckung (kg N/ha) je Hektar der Maßnahmenflächen (siehe Tabelle 10).

Organisch orientierte Maßnahmen wie Biolandbau und Ökopunkte gesamt haben eine hohe organisch gebundene Bilanzdeckung von bis zu 150 kg N/ha. Mineralisch betonte sonstige Flächen weisen dagegen niedrige Bilanzzahlen von 29 kg N/ha auf, da die Versorgung mit mineralischem Stickstoff lediglich auf den Bedarf der Kulturen abgestimmt ist und eine Überversorgung rasch zu hohen N-Verlusten führen würde. Mit hoher Wahrscheinlichkeit ist damit ein Humusabbau verbunden, jedenfalls ist keine Erhöhung der Kohlenstoffgehalte im Boden der mineralisch gedüngten Flächen zu erwarten.

Die Wirkung der erhöhten Kohlenstoffflüsse der Böden bei klimaschonenden Maßnahmen wird durch die Stickstoffflüsse mitbestimmt. Geringe Gehalte organisch gebundenen Stickstoffs führen zu einem reduzierten Kohlenstoffabbau der Biomasse in Humus. Organische Materialien mit höherem Anteil an organisch eingebundenem Stickstoff stellen somit eine bessere Voraussetzung für die Erhöhung der Humusgehalte in den Böden dar. Das Ausmaß der Zunahme ist allerdings abhängig davon, wie weit der jeweilige Standort vom standorttypischen Humusgehalt entfernt ist. Je weiter der Abstand, desto höher ist die potenzielle Zunahme einzuschätzen (HÜLSBERGEN 2009). In Bezug auf die Humusmehrung und -zehrung wird dem Verhältnis Kohlenstoff zu Stickstoff in den Stoffflüssen auf den Boden eine Indikatorfunktion zugesprochen.

**THG-reduzierende
Wirkung der
Maßnahmen**

**Stickstoffrückflüsse
aus organischen
Materialien**

**Kohlenstoffflüsse
auf den Boden –
C/N-Verhältnisse**

Tabelle 12: Kohlenstoffflüsse auf den Boden bzw. C/N-Verhältnisse der organischen Stoffflüsse.

	Bio ges.	Ökopunkte Bio	Ökopunkte konv.	UBAG
Erntereste (t)	50.605,01	727,4	55.907,1	1.117.357,55
C aus N-Fixierung (t)	31.311,27	450,0	7.274,8	44.365,10
Tierhaltung Bio (t)	27.366,6	1.965,9		
Tierhaltung Nicht Bio (t)			44.877,2	36.095,4
Tierhaltung Nicht INVEKOS (t)				
Kompost (t)	15.282,0		219,7	
Klärschlamm (t)			–	2.220,3
Biogas (t)	1.141,2	–	681,8	14.576,0
C-Begrünung (t)	43.299,2	945	19.644	266.826,3
C-Gesamtaufkommen (t)	169.005,3	4.088,3	128.604,6	1.481.440,6
Bilanz kg C/ha	2.326,5	3.965,4	4.260,0	3.193,5
C/N-Verhältnis organ.	16,1	19,0	24,9	59,8
C/N-Verhältnis N Input insgesamt	16,1	19,0	19,3	28,1
Aufkommensverteilung in %				
Erntereste	29,9	17,8	43,5	75,4
C aus N-Fixierung	18,5	11,0	5,7	3,0
Tierhaltung Bio	16,2	48,1	0,0	0,0
Tierhaltung Nicht Bio	0,0	0,0	34,9	2,4
Tierhaltung Nicht INVEKOS	0,0	0,0	0,0	0,0
Kompost	9,0	0,0	0,2	0,0
Klärschlamm	0,0	0,0	0,0	0,1
Biogas	0,7	0,0	0,5	1,0
C-Begrünung	25,6	23,1	15,3	18,0

Ergebnisse der C-Rückflüsse

Die in Tabelle 11 angeführten C-Rückflüsse zeigen in Summe eine geringere Streuung zwischen den Maßnahmen als erwartet (2.326 bis 4.260 kg C/ha). Werden allerdings die C/N-Verhältnisse betrachtet, wird der Unterschied deutlich: Als optimale Voraussetzung für den Humusaufbau bzw. für den Schutz bestehender Humusgehalte wird für das C/N-Verhältnis ein Indikatorbereich von 16 ± 4 angegeben (HÜLSBERGEN 2003, adaptiert). Bei der Gesamtbetrachtung der C/N-Verhältnisse (organischer + mineralischer N) nähern sich die Kennzahlen der einzelnen Maßnahmen einander an. Davon kann abgeleitet werden, dass Bio gesamt, Ökopunkte Bio und Ökopunkte konv. als organisch orientierte Managementsysteme im Sinne von IPCC-GPG (2003) gelten können.

Gefahr von Humusabbau

Die Wirkungen eines C/N-Verhältnisses oberhalb des Indikatorbereiches führen in der Regel zu erhöhter Bodenbearbeitungsaktivität bzw. zu zusätzlichen N-Düngergaben, um die Kohlenstoffverhältnisse dem üblichen Boden C/N-Verhältnis zwischen 9–12 anzugleichen. Andernfalls kann es zur Stickstofffestlegung kommen. Die stärkere Bodenbearbeitung kann allerdings zu einem Humusabbau führen. C/N-Verhältnisse unterhalb des Indikatorbereiches bedeuten eine hohe Stickstoffpräsenz mit geringen Kohlenstoffrückflüssen. Auch dabei kann es zu Humuszehrung kommen. Betrachtet man die C/N-Verhältnisse insgesamt

– abgesehen vom Indikatorkonzept – wird ersichtlich, dass vor allem die organisch orientierten Maßnahmen Biolandbau und Ökopunkte sich im Indikatorbereich bewegen, jedenfalls offensichtlich ein hoher organischer Rückfluss stattfindet. Dies bestätigt auch die Annahme, dass UBAG vorrangig als mineralisch dominierte Mischmaßnahme eingestuft werden kann.

4 DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Studie „Arbeiten zur Evaluierung von ÖPUL-Maßnahmen hinsichtlich ihrer Klimawirksamkeit“ (UMWELTBUNDESAMT 2010) um die Berechnung der Maßnahme „Ökopunkte Niederösterreich“ zu erweitern.

In der vorliegenden Studie wird die Berechnung um die Maßnahme Ökopunkte Niederösterreich ergänzt.

4.1 Humusbilanzierung für „Ökopunkte Niederösterreich“-Flächen

Die Ergebnisse der einzelnen Berechnungsschritte der Humusbilanz stellen jeweils einen Durchschnittswert für Ökopunktflächen dar. Die Bilanzierungsergebnisse lassen relative Aussagen zur Humuszehrung bzw. -mehring in Bezug auf die betrachteten Maßnahmen und Berechnungsvarianten zu.

Einfluss der Kulturartenwahl

Die Ökopunkte Bio-Flächen zeigen eine geringere Humuszehrung durch Kulturartenwahl als die konventionellen Ökopunktflächen. Im Vergleich mit der Maßnahme UBAG zeigen die konventionellen Flächen ebenso eine geringere Humuszehrung. Dies spricht ebenfalls für eine veränderte Kulturartenwahl mit anteilig weniger humuszehrenden Arten (siehe Abbildung 2).

Diese Annahme wird durch Referenzwerte bestätigt: Wird von einer kompletten Abfuhr der Ernterückstände ausgegangen, zeigen die konventionell bewirtschafteten Ökopunktflächen zwar eine deutliche Humusreduktion ($-284,6$ kg Humus-C/ha), die jedoch weit geringer ausfällt als die der UBAG-Referenzflächen ($-480,9$ kg Humus-C/ha). Humuszehrende Kulturen wie Getreide, Erdäpfel oder Silomais nehmen bei UBAG-Flächen einen verhältnismäßig höheren Anteil ein als bei den Ökopunktflächen. Bei letzteren liegt die Gewichtung vergleichsweise stärker auf humusmehrenden Kulturen (wie z. B. Klee gras und Luzerne) als Hauptkulturen.

Einfluss von Begrünungen

Die Humus aufbauende Wirkung durch Begrünungen liegt bei den Ökopunkte Bio-Flächen etwas niedriger als bei den Bio-Vergleichsflächen. Bei beiden Ansätzen wird die Humuszehrung durch den Begrünungsanbau in jedem Fall ausgeglichen. Die konventionell bewirtschafteten Ökopunktflächen können ihre Humusbilanz durch Begrünung allein nur bei Berechnungsvariante 2 decken. Bei den Varianten 1 und 3 werden positive Humusbilanzwerte erst durch die Aufsummierung von Wirtschaftsdünger erreicht. Durch Wirtschaftsdüngergaben wird auf allen Ökopunktflächen ausgesprochen positiv bilanziert. Die Wirtschaftsdünger-Mengen sind deutlich höher als bei den Vergleichsflächen Bio und UBAG, dies spricht für höhere Tierhaltungszahlen bei Ökopunkte-Betrieben.

Einfluss der Düngung mit Stallmist

Da keine Informationen über die tatsächlichen Aufbringungsmengen von Stallmist bekannt sind, wurde für die Berechnung u. a. angenommen, dass die bei den Betrieben anfallenden Stallmistmengen auch auf den Flächen dieser Betriebe ausgebracht werden. Des Weiteren wurde davon ausgegangen, dass der Stallmist zu gleichen Anteilen auf Grünland und Acker ausgebracht wird. Durch diese Annahmen kann es bei hohen Tierhaltungszahlen zu erheblichen errechneten Humuswirkungen durch organische Düngung kommen.

Bei der zusammenfassenden Betrachtung der Ergebnisse der Humusbilanzierung kann festgehalten werden, dass die Maßnahme „Ökopunkte Niederösterreich“ sowohl bei biologischer als auch bei konventioneller Wirtschaftsweise im Durchschnitt im positiven (z. T. erhöhten) Bereich bilanziert. Damit kann von einer organischen, Humus konservierenden bzw. aufbauenden Bewirtschaftungsweise ausgegangen werden, die einen Beitrag zum Klimaschutz darstellt.

4.2 Einfluss der N-Bilanz und deren Auswirkung auf Humusmehrung bzw. -zehrung

Für die Berechnungen der N- und C-Bilanzen auf regionaler bzw. nationaler Ebene wurden die notwendigen Eingangsdaten (Kulturarten, Leguminosen, Begrünung, Wirtschaftsdünger und sonstige organische Düngung) je nach betrachteter Maßnahme aggregiert. Die Ergebnisse der adaptierten N-Bilanz stellen eine Abschätzung der Kohlenstoff- und Stickstoffströme auf den Boden dar. Diese Stoffströme haben einen wesentlichen Einfluss auf die landwirtschaftliche Ertragsbildung. Die Ergebnisse der N- und C-Bilanzen zeigen in Summe einen durchschnittlichen Wert der C/N-Verhältnisse.

Die adaptierte Stickstoffbilanz wurde zusätzlich zur Ermittlung der vermiedenen Mineraldüngermengen durch die Maßnahmen Bio gesamt, Ökopunkte konv. und UBAG verwendet. Dabei zeigt sich durch die Anwendung von drei hypothetischen Szenarien, dass die eingesparten Mineraldüngermengen in Niederösterreich zu einer Reduktion von ca. 1 % der österreichischen Treibhausgasemissionen aus diesem Bereich der Landwirtschaft führen werden. Die Berechnung basierte auf einer konservativen Abschätzung, sodass die tatsächliche Treibhausgas-Reduktion wahrscheinlich etwas höher liegt.

In den Berechnungsschritten der N- und C-Bilanzierung werden die Eigenschaften der angebauten Kulturen sowie die Wirkung der Einarbeitung von Ernterückständen, die am Feld verbleiben, berücksichtigt.

Bei den Berechnungen wurde die Annahme getroffen, dass zwei Drittel des anfallenden Strohs (Getreide) bzw. bei Zuckerrübe die gesamte Blattmasse am Feld verbleiben. Ebenso wurden die Rückflüsse aus Begrünung, Kompost und Biogasproduktion einbezogen. Davon sind Stickstoff- als auch Kohlenstoffrückflüsse abgeleitet. Die Maßnahme Ökopunkte Bio, Bio gesamt und Ökopunkte konv. zeigen in Niederösterreich C/N-Verhältnisse, die aufgrund des gewählten C/N-Indikatorbereichs von 16 ± 4 organisch eine eindeutig humusmehrnde Wirkung erwarten lassen.

Von den Ergebnissen kann daher abgeleitet werden, dass bei der Maßnahme UBAG generell weniger organischer Dünger eingesetzt und damit weniger Humus aufgebaut wird als bei Ökopunkteflächen.

Bei der zusammenfassenden Betrachtung der Ergebnisse der N- und C-Bilanzierung kann festgehalten werden, dass die Maßnahmen Ökopunkte Bio, Bio gesamt und Ökopunkte konv. im Durchschnitt positive Wirkungen auf den Humusvorrat erwarten lassen. Damit kann von einer organischen, Humus konservierenden bzw. aufbauende Bewirtschaftungsweise ausgegangen werden, die einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz darstellt.

Mineraldünger- und THG-Reduktion

C/N-Verhältnisse bei Humuszehrung bzw. -mehrung

Gesamtergebnis der C/N-Verhältnisse

4.3 Managementfaktoren im internationalen Vergleich

Entsprechend der Vorgängerstudie (UMWELTBUNDESAMT 2010) wird auch in dieser ergänzenden Arbeit eine Abschätzung der C-Änderungen in Ackerböden mittels der in Tabelle 13 angeführten Managementfaktoren durchgeführt. Basierend auf dem Handbuch zur Erstellung der Treibhausgas-Inventur werden drei Aspekte der Bewirtschaftung von Ackerland berücksichtigt: Landnutzung, Bodenbearbeitung und Intensitätsstufe (IPCC-GPG 2003).

Tabelle 13: Managementfaktoren nach IPCC (IPCC-GPG 2003) und der Bewirtschaftungssituation für 2007.

Typ des Managementfaktors	Level	IPCC	national gewählte Management-faktoren
Landnutzung	Langzeitbewirtschaftung	0,82	0,93
umfassende Bodenbearbeitung	beträchtliche Bodenstörung/ häufige Bodenbearbeitung	1,0	1,0
reduzierte Bodenbearbeitung	herabgesetzte Bodenstörung/seichte Bodenbearbeitung ohne volle Wendung des Bodens	1,03	1,03
Minimalbodenbearbeitung	nur minimale Bodenstörung in der Saatzone	1,10	1,10
Input	geringe Rückführung von Ernteresten durch Abfuhr der Ernterückstände	0,92	0,92
	mittlere Rückführung von Ernteresten	1,0	1,0
	hoch – ohne Wirtschaftsdünger	1,07	1,07
	hoch – mit Wirtschaftsdünger	1,34	1,11

Abschätzung der C-Vorräte des Bodens

Um eine Änderung der Boden-Kohlenstoffvorräte seit 1990 abschätzen zu können, mussten die Bewirtschaftungsweisen, Flächenangaben der Bodenbearbeitung und des Düngerregimes für 1990, basierend auf ersten ExpertInnen-Einschätzungen, festgelegt werden. Diese Annahmen sind künftig jedenfalls durch ein Monitoring von Dauerbeobachtungsflächen abzusichern.

Folgendes Szenario wurde für 1990 angenommen:

- Alle Ackerflächen werden konventionell bewirtschaftet,
- bis zu zwei Pflugeinsätze pro Jahr,
- Ernterückstände werden abgeführt oder am Feld verbrannt (60 %),
- keine Begrünung und kein Zwischenfruchtanbau,
- generelle Winterschwarzbrache,
- Sommerschwarzbrache nach Getreide häufig,
- beginnende Biolandbaubewegung ca. 3.000 ha Ackerland,
- organische Dünger unterbewertet, teilweise entsorgt, hohe Ammoniakverluste im Stall und bei Lagerung bzw. Ausbringung,
- kurze Lagerdauer bzw. geringe Lagerkapazität,
- keine Stilllegungsflächen.

Die Managementsituation für 2007 beruht auf den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit.

Es wird eine zwanzigjährige Dauerwirkung unterstellt, um die Auf- und Abbauprozesse abbilden zu können. Für Ökopunkte konv. wird – wie bei der Maßnahme Biolandbau – bei den Inputfaktoren die Kategorie „hoher Input – mit Wirtschaftsdünger“ als nationaler Management-Faktor (1,11) verwendet, da die gezeigten Ergebnisse einen eindeutigen Nachweis dafür geliefert haben.

In Tabelle 14 sind die Ergebnisse aus den Abschätzungen der C-Änderungen in Ackerböden, basierend auf den flächengewichteten Managementfaktoren je nach Maßnahme dargestellt. Im Zeitraum 1990–2007 kam es auf den Ackerflächen im Durchschnitt zu einer Anreicherung von 43,5 kg C/ha/a. Dies entspricht einer Bindung von 224 Gg CO₂. Diese Hochrechnung ist mit einer hohen Unsicherheit (Streuungsbreite) versehen, sie bietet jedoch eine erste Abschätzung für die C_{org}-Änderungen in Ackerböden durch geänderte Bewirtschaftungsmaßnahmen.

Tabelle 14: Berechnung der Bodenkohlenstoffwirkung anhand der Managementfaktoren (M-Faktor) nach IPCC (IPCC-GPG 2003) und der Bewirtschaftungssituation 1990 bzw. 2007 (Quelle: Umweltbundesamt).

	Bezeichnung	Fläche 1990 (ha)	M-Faktor 1990	Summe	Fläche 2007 (ha)	M-Faktor 2007	Summe
land use: FLU	Biolandbau	3.000,00	0,93	2.790,00	141.954	0,93	132.017,2
	UBAG + Verz.	–	0,93		18.236,3	0,93	16.959,7
	Verzicht	–	0,93		6.038,9	0,93	5.616,1
	UBAG	–	0,93		808.666,2	0,93	752.059,5
	o.b.M.	1.410.275,7	0,93	1.311.556,4	292.848,7	0,93	272.349,2
	Ökopunkte NÖ				30.188,7	0,93	28.075,4
	Nicht INVEKOS	–	0,93		115.342,7	0,93	107.268,7
	Summe	1.413.275,7		1.314.346,4	1.413.275,7		1.314.346,2
tillage FMG	Biolandbau	3.000,00	1,03	3.090,00	111.903	1,03	115.260,1
	UBAG + Verz.	–	1		14.236,3	1,03	14.663,4
	Verzicht	–	1		5.038,9	1,03	5.190,1
	UBAG	–	1		718.666,2	1,03	740.226,2
	o.b.M.	1.410.275,7	1	1.410.275,7	262.848,9	1,03	270.734,4
	Ökopunkte NÖ				30.188,7	1,03	31.094,4
	Nicht INVEKOS	–	1		115.342,7	1	115.342,7
	Mulchsaat		1,1		155.051	1,1	170.556,1
Summe	1.413.275,7		1.413.365,7	1.413.275,7		1.463.067,3	
Input FI	Biolandbau	3.000,00	1,11	3.330,00	141.954	1,11	157.568,9
	UBAG + Verz.	–	1,07		18.236,3	1,11	20.242,3
	Verzicht	300.000,0	1,07	321.000,00	6.038,9	1,11	6.703,2
	UBAG	–	1,07		808.666,2	1,09	881.446,2
	o.b.M.	1.110.275,7	1,07	1.187.995,0	292.848,7	1,07	313.348,1
	Ökopunkte NÖ				30.188,7	1,11	33.509,5
	Nicht INVEKOS	–	1,07		115.342,7	1,07	123.416,7
	Summe	1.413.275,7		1.512.325,0	1.413.275,7		1.536.234,8
Ergebnisse							
flächengewichtete, nationale Managementfaktoren				1990: 1,00005		Vorgängerstudie zum Vergleich (vgl. Tabelle 56):	
				2007: 1,01743			
C-Änderung in Ackerböden (1990–2010) in t C/ha				0,87		0,85	
C-Änderung in Ackerböden 2007 in t C/ha/a				0,0434		0,043	
C-Änderung in Ackerböden 2007 in t C				61.342		60.336	
C-Speicherung in Ackerböden 2007 in t CO₂				224.923		221.233	

**potenzielle CO₂-
Reduktion**

Wird das Ergebnis in Tabelle 14 mit den bisherigen Erkenntnissen aus der Vorläuferstudie verglichen, kann die Maßnahme Ökopunkte konv. ein jährliches CO₂-Senkenpotenzial im Boden von zusätzlich 3.690 t CO₂ realisieren (ergibt sich aus 224.923–221.233 t CO₂, siehe UMWELTBUNDESAMT 2010). Diese Zahl beruht auf den erhöhten Wirtschaftsdünger-Gaben der konventionellen Ökopunktflächen. Der Vorteil dieser Berechnung liegt in der langfristigen Betrachtung, die den jeweiligen Momentaufnahmen in ihrer Wertigkeit zumindest ebenbürtig ist. Ein Monitoring der Kohlenstoffgehalte im Boden kann damit aber nicht ersetzt werden und muss in Dauerbeobachtungsflächen verifiziert werden.

5 SCHLUSSFOLGERUNGEN DER ACKERFLÄCHENBEWERTUNG (HUMUS- UND STICKSTOFF-BILANZEN)

5.1 Aussagen zur Klimawirkung der Maßnahme „Ökopunkte Niederösterreich“

Die Bewertung der Klimawirksamkeit der ÖPUL-Maßnahme „Ökopunkte Niederösterreich“ basiert auf 3 Modulen:

- Humusbilanzierung zur Bewertung der C-Bindung des Bodens,
- Reduktion der Mineraldüngung (und damit N-Emissionen),
- Humusaufbau und -abbau durch N-Düngung.

Aufgrund der drei Bewertungsverfahren wurden die Ackerflächen der „Ökopunkte Niederösterreich“ hinsichtlich ihrer Klimawirksamkeit bewertet (siehe Tabelle 15). Die einzelnen Indikatoren der Ökopunkte werden – so von einer Klimawirkung auszugehen ist – gelistet und die jeweiligen spezifischen Klimaschutzwirkungen genannt.

Tabelle 15: Zusammenfassende Darstellung und Gewichtung der Einzelindikatoren der „Ökopunkte Niederösterreich“ (Quelle: Umweltbundesamt).

Indikator	Klimaschutzwirkung nachgewiesen durch 3 Bewertungs-module
Fruchtfolge (Acker)	Vergleichsweise geringe Humuszehrung durch Ackerkulturen
Bodenbedeckung (Acker)	Begrünung: hoher Anteil der Variante L (hoher Anteil an Ackerfutterkulturen – diese zeigen bei Humusbilanzen deutlich humusmehrende Wirkung), durch hohen Leguminosenanteil positive Vorfruchtwirkung
Düngeintensität (Acker)	bedarfsorientierte Düngung – extensives Düngemanagement wird angestrebt
Düngerart und -ausbringung (Acker)	Mit 486,4 und 370,5 kg Humus-C/ha aus Wirtschaftsdünger (Bio, konv.) sind Ökopunktflächen absolut ausreichend versorgt.

Die Berechnungen der Humusbilanz zeigen, dass die Begrünung und der Einsatz organischer Dünger einen wesentlichen Einfluss auf die Humusmehrung in Böden haben. Auch SPIEGEL et al. (2005) und AICHBERGER & SÖLLINGER (2009) zeigten, dass die Anwendung von Stallmist und der Einsatz von Komposten signifikant zur Anreicherung von organischem Kohlenstoff im Boden beitragen kann. Wesentliche Ursachen der Humusanreicherung sind zudem Fruchtfolgen mit hohen Anteilen an Leguminosen-Futterpflanzen, Untersaaten und Begrünungen bei relativ geringen Hackfruchtanteilen sowie der Einsatz qualitativ hochwertiger organischer Substanzen (HÜLSBERGEN 2009). Organisch orientiertem Flächenmanagement kommt gemeinsam mit ausreichendem Leguminosen-Anbau und nur gering zehrenden Hauptkulturen größte Bedeutung hinsichtlich der Klimarelevanz zu. Diese Kriterien werden von den Ökopunktflächen entsprechend der Hochrechnung auf Gesamtflächen erfüllt.

Bewertung der Klimawirksamkeit

Einflussfaktoren der Humusanreicherung

5.2 Grundlage für den Indikator Bewirtschaftete Flächen mit Klimaschutzwirkung

In der Vorgänger-Studie (UMWELTBUNDESAMT 2010) wurde eine Grundlage für den Indikator „Area under successful land management – contributing to climate change mitigation“ (Bewirtschaftete Flächen mit Klimaschutzwirkung) für den Midterm-Evaluierungsbericht der Agrarumweltmaßnahmen (AUM) im Programm LE 07-13 geschaffen. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es nun, diesem Indikator entsprechend die Maßnahme „Ökopunkte Niederösterreich“ zu bewerten.

Den Ackerflächen der „Ökopunkte Niederösterreich“ kann, als Resultat der vorliegenden Berechnungen, eine organische, Humus konservierende bzw. aufbauende Wirtschaftsweise unterstellt werden. Die vorliegenden Ergebnisse belegen, dass sowohl auf den biologisch als auch den konventionell bewirtschafteten Flächen Bewirtschaftungsmaßnahmen durchgeführt werden, die einen Beitrag zum Klimaschutz liefern.

Daher wird vorgeschlagen, die Maßnahme „Ökopunkte Niederösterreich“ in die Auflistung der klimawirksamen ÖPUL-Maßnahmen aufzunehmen. Dies betrifft eine Flächensumme von insgesamt 31.220,27 ha, die sich aus 1.031,57 ha biologisch bewirtschafteten und 30.188,70 ha konventionell bewirtschafteten Ackerflächen zusammensetzt.

In der vorhergehenden Arbeit wurde die Berücksichtigung der Flächen entsprechend des Schlüssels

$$\text{Bio} + \text{Verzicht} + (\text{UBAG} + \text{Verzicht}) + \text{UBAG}_{\text{begr}} + \text{o.b.M.}_{\text{begr}} = 595.733 \text{ ha}$$

vorgeschlagen. Diese Flächensumme wird ergänzt: nicht erfasst werden bisher die unbegrünten konventionellen Ökopunkteflächen. Die Ökopunkte Bio-Flächen bleiben unverändert, da sie über die Maßnahme Bio erfasst wurden. Die Ökopunkteflächen (konv.) wurden in der Vorgänger-Studie über die Kategorie o. b. M. erfasst, in den Indikator-Vorschlag flossen jedoch nur die begrünten Flächen ein. Somit kann die klimawirksame Fläche um 16.658,48 ha (30.188,7 ha Ackerfläche – 13.530,2 ha begrünte Fläche) erweitert werden.

Für den Indikator wird daher folgende Ergänzung vorgeschlagen:

$$\text{Bio} + \text{Verzicht} + (\text{UBAG} + \text{Verzicht}) + \text{UBAG}_{\text{begr}} + \text{o.b.M.}_{\text{begr}} + \text{Ökopunkte}_{\text{konv}} = \mathbf{612.391 \text{ ha}}$$

6 ERGÄNZENDE BEWERTUNG DER LANDSCHAFTSELEMENTE (LE)

Landschaftselemente werden bei der Maßnahme „Ökopunkte Niederösterreich“ sehr differenziert erfasst und stellen einen wichtigen Indikator für die Ökopunkte-Vergabe und die umweltgerechte Bewirtschaftung von Flächen dar.

6.1 Datengrundlagen

Die Daten (INVEKOS-Daten – im Mehrfachantrag 2010 beantragte Flächen) wurden vom Amt der NÖ Landesregierung zur Verfügung gestellt. Sie umfassen 70 % der Betriebe, die ihre Zustimmung zur Datenevaluierung gegeben haben. Diese Daten wurden auf 100 % hochgerechnet.

In Tabelle 16 werden die Flächenkategorien der LE, die Flächenverteilung in Hektar und Prozent angegeben, die Datenbasis stammt aus dem Jahr 2010.

Tabelle 16: Flächenausmaß der Landschaftselemente der niederösterreichischen Ökopunkte-Betriebe, geschätzte Umtriebszeiten in Jahren, Datenbasis: 2010 (Quelle: Umweltbundesamt).

Kategorie Landschaftselemente	ha	%	Umtriebszeiten
Baumgruppe, Gebüschgruppe	345	3,8	80
Baumreihe	862	9,4	80
Baumwiese	425	4,7	80
Böschung	513	5,6	–
Einzelbaum	595	6,5	80
Einzelgebüsch	67	0,7	15
Feldgehölz	385	4,2	30
Fels, Steinhaufen*	124	1,4	–
Grasweg	152	1,7	–
Grasweg/Böschung	20	0,2	–
Grasweg/Hecke	10	0,1	15
Hecke	903	9,9	30
Hecke/Rain/Böschung	8	0,1	15
Krautige Brachfläche	48	0,5	–
Krautige Brachstelle	2	0	–
Obstwiese	2.009	22	80
Quelle, Nassgalle	81	0,9	–
Rain	479	5,2	–
Randstreifen	1.216	13,3	–
Steinwiese	163	1,8	–
Teich, Tümpel*	30	0,3	–
Trockensteinmauer*	2	0	–
Uferrandstreifen**	696	7,6	30
Wiesengräben, Abzugsgräben*	0	0	–
Gesamt (basierend auf nicht gerundeten Werten)	9.132	100	

* werden aufgrund der Flächeneigenschaften nicht in die Bewertung integriert

** Flächen werden zu 30 % berechnet

Insgesamt werden (entsprechend der Hochrechnung) 9.132 ha an Landschaftselementen (ohne Feucht- und Magerwiesen) im Rahmen der „Ökopunkte Niederösterreich“ erfasst.

Die Flächenkategorien Obstwiesen (22 %) sowie Randstreifen (13 %) stellen die am häufigsten vertretenen Landschaftselemente dar, gefolgt von Hecken und Baumreihen.

Aufgrund der Flächeneigenschaften werden die LE-Kategorien Fels/Steinhaufen, Teich/Tümpel, Trockensteinmauer und Wiesengräben/Abzugsgräben aus der Bewertung exkludiert, da es hier nicht bzw. nur in geringem Ausmaß zur C-Speicherung kommt. Mit 30 % der Fläche werden Uferrandstreifen bewertet, da laut Definition über 30 % der Fläche bestockt ist. Aufgrund dessen werden **8.490 ha** für die Bewertung der C-Speicherung herangezogen.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, einen möglichen Nutzen dieser Flächen hinsichtlich des Klimaschutzes zu untersuchen und mittels geeigneter Methodik zu bewerten.

6.2 Methodik zur Bewertung der Landschaftselemente

Die im Rahmen des Programms „Ökopunkte Niederösterreich“ erfassten Landschaftselemente sind sehr vielgestaltig, ebenso ist das Kohlenstoff-Speicherungspotenzial der einzelnen erfassten Wuchsformen sehr unterschiedlich und daher auch unterschiedlich zu bewerten. Gängige Modelle zur Boden-Kohlenstoffbewertung fokussieren entweder auf Ackerbau-Flächen oder auf Waldstandorte. Ackerbaulich genutzte Flächen werden durch Fruchtfolgen, Bodenbearbeitung und diverse Inputstoffe charakterisiert. Zu den Hauptmerkmalen des Waldes zählen die Bestandsdichte, -höhe sowie die Remineralisierung des Bestandesabfalls (Laub) ohne Störung der obersten Bodenschicht sowie der Verbleib des Laubs vor Ort. Die gängigen Modelle für die land- und forstwirtschaftlichen Nutzräume bilden die oben genannten Parameter ab. Für Landschaftselemente können beide Ansätze keine realistische Einschätzung liefern. Die Bewertung der LE stellt einen Übergangsbereich dar, der methodisch bisher nur unzureichend erarbeitet wurde.

Modell *Planete* bewertet LE

Das Amt der NÖ Landesregierung (Abteilung Landentwicklung) hat mit dem französischen Modell *Planete* der Organisation SOLAGRO bereits Erfahrungen gemacht. Dieses Modell dient der Energieanalyse der landwirtschaftlichen Betriebe und der Schätzung der THG-Emissionen und wurde für die Anwendung in Niederösterreich adaptiert. Ein Teilbereich des Modells beschäftigt sich mit der Bewertung von Landschaftselementen. Für baumartige, strauchartige und krautige Landschaftselemente werden unterschiedliche jährliche Zuwachsraten (in t C/ha und Jahr) sowie Kohlenstoff-Vorräte in der lebenden Biomasse (Holz und Wurzeln, in t C/ha) und in Biomasse und Boden (Holz, Wurzeln und Boden in t C/ha) der LE, die aus der LN „herausdigitalisiert“ sind, angenommen und getrennt bewertet. Konkret wird mit folgenden jährlichen Zuwächsen gerechnet: Baum/Strauchartige 1,5 t C/ha/a, nur Baumbestand 1,0 t C/ha/a, Strauchartige 0,9 t C/ha/a und Krautige 0,15 t C/ha/a.

Diese Werte (z. B. entspricht 1,5 t C/ha/a einem Holzuwachs von 5 m³ Holz/ha/a) sind um rund 20 % niedriger als die durchschnittlichen Zuwächse in französischen Waldbeständen (\varnothing 6,1 m³ Zuwachs x 0,3 = 1,83 t C/ha jährlicher Zuwachs) (SOLAGRO 2004).

Die Multiplikationsfaktoren für die unterschiedlichen Bezugsgrößen und LE sind in Tabelle 17 angeführt. Den LE-Kategorien wurden die Kurzbezeichnungen zugeordnet, dadurch werden die LE-Kategorien spezifiziert und die Multiplikationsfaktoren zugeordnet. Für einige LE-Kategorien sind mehrere Zuordnungen möglich (Kurzbezeichnungen: B = Baumartige LE mit > 5 m Höhe, S = Strauchartige LE mit 1–5 m Höhe, K = Krautige niedrige LE mit < 1 m Höhe). So kann z. B. die Baumreihe aus einer 1- bis 2-schichtigen Baumhecke bestehen (B3), aus einer Baumreihe, die älter als 7 Jahre ist (B4) oder aus einer Baumreihe jünger als 7 Jahre (B5). Die unterschiedliche Wuchsdichte und Höhe bewirkt unterschiedliche jährliche Zuwachsraten sowie eine unterschiedliche Größe der C-Vorräte in der Biomasse der LE.

Da die Zuordnung der LE-Kategorien mehrfach erfolgen kann, werden die Ergebnisse als „Bandbreiten“ dargestellt. Ebenso sind unterschiedliche Flächenanteile bei Mischvarianten (z. B. Grasweg/Hecke) möglich, die durch die Bandbreiten abgedeckt werden.

Tabelle 17: Faktoren zur Berechnung des jährlichen Zuwachses (t C/ha/a) und der C-Speicher von Biomasse und Wurzeln (t C/ha) entsprechend der Zuordnung von SOLAGRO (2004), in Zusammenarbeit mit Abt. Landentwicklung der NÖ LR.

LE-Kategorien	Kurzbezeichnung	jährlicher Zuwachs (t C/ha/a)	C-Speicher LE Biomasse (t C/ha)
Baumgruppe, Gebüschgruppe	B6	1,00	30
	B7	1,00	15
Baumreihe	B4	1,00	30
	B5	1,00	15
Baumwiese	B6	1,00	30
	B7	1,00	15
Böschung	K1	0,15	1
	B6	1,00	30
Einzelbaum	B6	1,00	30
	B7	1,00	15
Einzelgebüsch*	S1	0,90	24
	B1	1,50	50
Feldgehölz	S3	0,90	24
	S4	0,90	5
	K4	0,15	0
Fels, Steinhaufen**	K4	0,15	0
Grasweg	K1	0,15	1
Grasweg/Böschung	K1	0,15	1
Grasweg/Hecke*	K1	0,15	1
Hecke	S1	0,90	24
	S2	0,90	5

Zuordnung der LE-Kategorien

LE-Kategorien	Kurz- bezeichnung	jährlicher Zuwachs (t C/ha/a)	C-Speicher LE Biomasse (t C/ha)
Hecke/Rain/Böschung*	K1	0,15	1
Krautige Brachfläche	K2	0,15	1
Krautige Brachstelle	K2	0,15	1
Obstwiese	B6	1,00	30
	B7	1,00	15
Quelle, Nassgalle	K5	0,15	1
Rain	K1	0,15	1
Randstreifen*	K1	0,15	1
	B8	1,00	30
	B9	1,50	50
Steinwiese	K4	0,15	0
Teich, Tümpel**	K5	0,15	1
Trockensteinmauer**	K3	0,15	0
Uferrandstreifen***	B2	1,50	50
Wiesengräben, Abzugsgräben**	K1	0,15	1

* nachträgliche Zuordnung

** Flächen werden nicht bewertet

*** 30 % der Fläche gehen in die Berechnung ein

Das Modell von SOLAGRO sieht auch eine Bewertung der LE inklusive Boden vor. Diese Berechnungsvariante wird zur Beurteilung der LE nicht herangezogen, da für eine Veränderung des Boden-C-Speichers eine Landnutzungsänderung (z. B. Acker in LE-Flächen) stattfinden müsste. Bei gleichbleibender Bodennutzung ist bei den LE davon auszugehen, dass sich die Böden hinsichtlich der C-Anreicherung und dem C-Abbau in einem Gleichgewichtszustand befinden und somit weder als C-Quelle noch als C-Senke fungieren.

Die Kategorie Randstreifen bezieht sich auf die Berechnung von Waldrandstreifen (B8, B9). Entsprechend der Walddefinition und der Instruktion für die Feldarbeit der Österreichischen Waldinventur (HAUK & SCHADAUER 2009) zählt die gesamte forstliche Biomasse dieser Flächen zum Wald.

Damit kann der holzige Biomassezuwachs bei diesem LE für die landwirtschaftlichen Flächen nicht geltend gemacht werden. Um diesen Flächen Rechnung zu tragen, wurde die Möglichkeit gewählt, sie als Krautige (K1) zu bewerten (siehe Tabelle 17).

keine Berücksichtigung der Umtriebszeiten

Die von SOLAGRO gewählte Kalkulationsweise berücksichtigt derzeit nicht die Lebensdauer (Umtriebszeiten) der LE. Benötigt wird jedoch eine Angabe zur geschätzten Nutzungsdauer bis zur nächsten „Auf-Stock-Setzung“ pro LE-Kategorie, um dem Zuwachs an Biomasse auch den Entzug durch Entnahme gegenüberzustellen.

Bei dieser Kalkulationsweise muss jedenfalls die periodische Nutzung (Lebensdauer) von baum- und strauchartig bewachsenen (also holzigen) Flächen mitberücksichtigt werden. In Tabelle 18 sind die Umtriebszeiten aufgelistet, die für die weiteren Berechnungen herangezogen werden. Diese Zeiten stellen derzeit Schätzwerte dar, eine weitere Absicherung wird empfohlen.

Direkte Vergleichsdaten für C-Vorräte bzw. C-Änderungsraten für LE liegen nicht vor, hier ist eindeutig Forschungsbedarf gegeben. Für den Biomassezuwachs im Siedlungsgebiet sowie im mehrjährigen Ackerland werden im Rahmen der nationalen Treibhausinventur (UMWELTBUNDESAMT 2011) folgende, jährliche Zuwachsraten und zugrundeliegende C-Vorräte sowie Umtriebszeiten verwendet (siehe Tabelle 18).

Tabelle 18: Daten zum C-Zuwachs in der Biomasse von Siedlungsgebieten und mehrjährigem Ackerland entsprechend der nationalen Treibhausgasinventur (Datenbasis 2012), (Quelle: Umweltbundesamt).

Kategorien	jährlicher Zuwachs (t C ha/a)	C-Vorrat (C/ha)	Umtriebszeit (Jahre)
Siedlung – Bäume	0,52	31,4	60
Siedlung – Sträucher	0,06	1,2	20
Mehrjähriges Ackerland: Wein- gärten, Obstbäume	2,1	63,0	30
Mehrjähriges Ackerland: Christ- baumkulturen*	3,6	36,0	10
Mehrjähriges Ackerland: Energieholzflächen*	5,0	30,0	6

* aufgrund der intensiven Bewirtschaftung dieser Flächen sind diese Daten als Vergleichsgrößen für die LE nicht geeignet und nur aus Gründen der Vollständigkeit hier genannt.

6.3 Ergebnisse und Validierung

Die LE-Kategorien können mehreren Kurzbezeichnungen und damit C-Zuwachs- und Speichermengen zugeordnet werden, dadurch ergibt sich in der Bilanzrechnung eine Bandbreite, die sowohl in der Spalte „jährlicher Zuwachs“ als auch in der Spalte „C-Speicher LE Biomasse“ als maximale Variante (max) und minimale Variante (min) dargestellt wird (siehe Tabelle 19).

Tabelle 19: Ergebnis der LE-Berechnungen nach Planete (entwickelt von SOLAGRO in Zusammenarbeit mit der Abt. LF6); als Gesamtfläche LE wurden 8.490 ha für die Flächensumme von Holzigen und Krautigen herangezogen, für die holzigen LE allein 5.817 ha (Quelle: Umweltbundesamt).

Kategorie Landschaftselemente	holzige und krautige LE				holzige LE			
	jährlicher Zuwachs (t C/a)		C-Speicher LE Biomasse (t C)		jährlicher Zuwachs (t C/a)		C-Speicher LE Biomasse (t C)	
	max	min	max	min	max	min	max	min
Baumgruppe, Gebüschgruppe	345	345	10.347	5.173	345	345	10.347	5.173
Baumreihe	862	862	25.860	12.930	862	862	25.860	12.930
Baumwiese	425	425	12.757	6.379	425	425	12.757	6.379
Böschung	77	77	513	513	–	–	–	–
Einzelbaum	595	595	17.850	8.925	595	595	17.850	8.925
Einzelgebüsch	60	60	1.610		60	60	1.610	1.610
Feldgehölz	578	347	19.256	1.926	578	347	19.256	1.926
Grasweg	23	23	152	152	–	–	–	–
Grasweg/Böschung	3	3	20	20	–	–	–	–
Grasweg/Hecke	1	1	10	10	1	1	10	10
Hecke	813	813	21.667	4.514	813	813	21.667	4.514
Hecke/Rain/Böschung	1	1	8	8	1	1	8	8
Krautige Brachfläche	7	7	48	48	–	–	–	–
Krautige Brachstelle	0	0	2	2	–	–	–	–
Obstwiese	2.009	2.009	60.268	30.134	2.009	2.009	60.268	30.134
Quelle, Nassgalle	12	12	81	81	–	–	–	–
Rain	72	72	479	479	–	–	–	–
Randstreifen	182	182	1.216	1.216	–	–	–	–
Steinwiese	24	24	–	–	–	–	–	–
Uferrandstreifen	313	313	10.436	10.436	313	313	10.436	10.436
Gesamtergebnis (t C)	6.403	6.172	182.577	82.943	6.002	5.771	180.067	82.043
Gesamtergebnis (t CO₂)	23.478	22.631	669.448	304.124	22.008	21.161	660.246	300.825
t C/ha	0,8	0,7	21,5	9,8	1,0	1,0	31,0	14,1
kg C/ha	754	727	21.506	9.770	1.032	992	30.956	14.104

Berechnung für Holzige und Krautige

Durch die Berechnung nach *Planete* kann ein jährlicher theoretischer Zuwachs von bis zu 6.403 t C (23.478 t CO₂) und ein C-Speicher von 82.943 bis 182.577 t C (304.124 bis 669.448 t CO₂) auf der gesamten betrachteten LE-Fläche (Holzige und Krautige) errechnet werden. Dies entspricht einem C-Speicher von 9.770 bis 21.506 kg C pro ha LE-Fläche.

In diese Berechnung sind keine Umtriebszeiten inkludiert. Entsprechend internationalen Berechnungsmethoden ist dies jedoch ein entscheidender Faktor, da es nach einer entsprechenden Wachstumszeit zu einer Nutzung des Holzes kommt und damit gebundener Kohlenstoff wieder frei wird.

Die Umtriebszeiten der LE sind in Tabelle 16 und Tabelle 20 angegeben. Diese Zeiten, die speziell für die LE der Ökopunkte ausgewählt wurden, zeichnen sich durch eine vergleichsweise lange Lebensdauer aus. Ein Vergleich mit Tabelle 18

zeigt, dass bei der nationalen Treibhausgasinventur 60 Jahre für Bäume in Siedlungen (bei LE Ökopunkten 80 Jahre) und 30 Jahre für Obstbäume – im Sinne von Obstkulturen auf mehrjährigem Ackerland – (LE Ökopunkte 80 Jahre), aber 20 Jahre für Sträucher (LE Ökopunkte nur 15 Jahre) berechnet werden.

Ausgehend von den Umtriebszeiten wird in der Berechnung (siehe Tabelle 20) von einer Flächenreduktion ausgegangen (z. B. 1/80 bei einer Umtriebszeit von 80 Jahren), auf dieser Fläche werden durch das Auf-Stock-Setzen Emissionen frei, die in Abzug gebracht werden.

Tabelle 20: Errechnung des verbleibenden C-Vorrats nach Abzug der entnommenen Holzmenge entsprechend den Umtriebszeiten (Quelle: Umweltbundesamt).

LE-Kategorien	Kurzbezeichnung	Zuwachs (t C/ha/a)	Vorrat (C-Ø Speicher in t)	Vorrat (2/3), in t	UZ (Jahre)	Fläche (ha)	Fläche/UZ	t C Änderung pro Jahr	Änderung t C/ha/Jr
Baumgruppe, Gebüschgruppe	B6, B7	1,0	80,0	53,3	80	344,9	4,3	115,0	0,3
Baumreihe	B4, B5	1,0	80,0	53,3	80	862,0	10,8	287,3	0,3
Baumwiese	B6, B7	1,0	80,0	53,3	80	425,2	5,3	141,7	0,3
Einzelbaum	B6, B7	1,0	80,0	53,3	80	595,0	7,4	198,3	0,3
Einzelgebüsch	S1	0,9	13,5	9,0	15	67,1	4,5	20,1	0,3
Feldgehölz	B1	1,5	45,0	30,0	30	385,1	12,8	192,6	0,5
	S3, S4	0,9	27,0	18,0	30	385,1	12,8	115,5	0,3
Grasweg/Hecke	K1	0,2	2,3	1,5	15	9,5	0,6	0,5	0,1
Hecke	S1, S2	0,9	27,0	18,0	30	902,8	30,1	270,8	0,3
Hecke/Rain/Böschung	K1	0,2	2,3	1,5	15	7,6	0,5	0,4	0,1
Obstwiese	B6, B7	1,0	80,0	53,3	80	2.008,9	25,1	669,6	0,3
Uferrandstreifen	B2	1,5	45,0	30,0	30	208,7	7,0	104,4	0,5
Gesamtergebnis (t C/a)	1.924–2.001								
Gesamtergebnis (t CO₂)	7.054–7.336								
t C/ha/Jahr	0,33–0,34								
kg C/ha	331–344								

Folgende Annahmen wurden für die Berechnung getroffen:

- Umtriebszeiten LE Ökopunkte.
- Für die Nutzung wird als durchschnittlicher Vorrat $\frac{2}{3}$ des Vorrats am Ende der Umtriebszeit der LE angenommen (z. B. 53,3 t statt 80 t; ExpertInnenschätzung).
- Als jährliche Zuwachsfläche werden 100 % der Fläche berechnet.

In die Berechnung gehen die jährlichen Zuwachszahlen des Modells *Planete* ein. Mit den Umtriebszeiten wird der Vorrat des LE am Ende der Umtriebszeit errechnet, woraus sich der durchschnittliche Vorrat ableitet. Für die jährliche Nutzung der LE wird noch angenommen, dass nicht der gesamte Vorrat am Ende der Umtriebszeit eines LE genutzt wird, sondern nur $\frac{2}{3}$ der Speichermenge des

Vorrats (ExpertInnenschätzung). Rechnerisch wird die Fläche der jeweiligen LE mit dem jährlichen Zuwachs multipliziert („Zuwachs“), die jährlich auf-Stock-gesetzte Fläche wird mit dem durchschnittlichen Vorrat multipliziert („Entzug“). In einem weiteren Schritt wird der errechnete „Zuwachs“ vom „Entzug“ abgezogen.

berechnete C-Speicherung

Durch die LE der „Ökopunkte Niederösterreich“ können demzufolge insgesamt 1.924 bis 2.001 t C (7.054 bis 7.336 t CO₂) pro Jahr gespeichert werden. Das entspricht einer Größenordnung von 331 bis 344 kg C/ha LE-Fläche.

6.4 Diskussion der Modellergebnisse

Das Modell *Planete*, adaptiert vom Amt der NÖ Landesregierung (LF6), stellt eine vereinfachte Berechnungsmethode zur Abschätzung von C-Vorräten und jährlichen C-Zuwächsen von Landschaftselementen in unterschiedlichen Kategorien dar. Werden holzige und krautige LE gemeinsam bewertet, liegt auf einer Fläche von 8.490 ha eine C-Speicherung von 82.943–182.577 t C vor. Eine Reduktion der LE auf Holzige bewirkt eine Reduktion auf 82.043–180.067 t C, bezogen auf Gesamtfläche von 5.817 ha.

weitere Messungen sind erforderlich

Die zugrundeliegenden Annahmen und Eingangsgrößen sind kritisch zu hinterfragen und bedürfen weiterer Ergänzungen und genauer Messungen (Zuwachs, Vorrat, Nutzung), bevor diese für eine allgemeine Verwendung auf regionaler oder nationaler Ebene anwendbar sind.

Dem Zuwachs ist immer auch die Entnahme, sei es durch wirtschaftliche Nutzung des Holzes oder die begrenzte Lebensdauer der Landschaftselemente, entgegenzustellen. Diese Entnahme wird in dieser Studie mittels Umtriebszeiten festgesetzt.

berechnete C-Speicherung

Für die Bewertung der LE wurden vergleichsweise lange Umtriebszeiten angenommen. Dies entspricht einer langen Lebensdauer der jeweiligen LE und damit einer höheren C-Speicherung. Durch diese Definition kann eine C-Speicherung im Bereich von 1.924 bis 2.001 t C pro Jahr (das entspricht einer nicht freigesetzten Menge von 7.054 bis 7.336 t CO₂) auf einer Fläche von 5.817 ha errechnet werden. Eine C-Speicherung von 331 bis 344 kg C/ha wird damit für das Jahr 2010 realisierbar.

Als Klimaschutzwirkung kann immer nur die Änderung des C-Vorrates in einer gewissen Zeiteinheit gesehen werden, nicht der C-Vorrat als solches. Bei der Bewertung von LE hinsichtlich ihrer Klimaschutzwirkung ist daher die jährliche C-Vorratsänderung bei einer langfristigen C-Speicherung von Relevanz.

Einfluss von Landnutzungsänderungen

Die Berechnungen der jährlichen nationalen Treibhausgasinventur für den Landnutzungssektor zeigen, dass sich Landnutzungsänderungen deutlich auf die Änderungen der C-Vorräte auswirken (z. B. Ackerland zu Grünland oder Wald). Da bei den LE der Ökopunkte nur das Jahr 2010 betrachtet wird, kann keine Zeitreihe erstellt werden. Bei einer zukünftigen Bewertung der LE wird eine Berechnung der LE als Zeitreihe empfohlen. In Kombination mit der vorgeschlagenen Methodik (Umtriebszeiten) kann die Flächenentwicklung und damit der zeitliche Verlauf der C-Speicherung zufriedenstellend bewertet werden. Eine Absicherung der angenommenen Umtriebszeiten wird für weitere Berechnungen jedoch dringend empfohlen.

Generell stellt sich die Frage nach der Bewertung von LE national und international. In Sinne der Ökosystemleistungen und der Aufrechterhaltung der Bodeneigenschaften sollte die gängige Bewertungspraxis hinterfragt werden bzw. der vielfältige Zusatznutzen in die Bewertung einfließen.

6.5 Bewertung der LE auf qualitativer Ebene

Alternativ wird dazu eine qualitative Bewertung der Landschaftselemente vorgeschlagen, da die LE der Maßnahme „Ökopunkte Niederösterreich“ wesentliche ökosystemare Dienstleistungen erfüllen, denen auch eine positive Klimaschutzwirkung zugesprochen wird.

- Baum- und strauchförmige Landschaftselemente wirken erosionsmindernd, da sie die Windgeschwindigkeit verringern und damit die Winderosion reduzieren.
- Umfangreiche Wurzelsysteme wirken der Bodenverdichtung entgegen und verbessern damit das Infiltrationsvermögen der Böden bei Starkregen-Ereignissen. Da durch den Klimawandel verstärkt mit extremen Wetterlagen zu rechnen ist, kommt den baum- und strauchförmigen Landschaftselementen eine Pufferwirkung zu, die auf die unmittelbare Umgebung durch Beschattung, verminderte Windgeschwindigkeiten und Bodenstabilisierung wirkt und damit einen wichtigen Beitrag leistet.
- Krautige Landschaftselemente erfüllen den Anspruch der Bodenbedeckung. Ungestörte Standorte sind aus Klimaschutzsicht offenen, unbewachsenen Standorten vorzuziehen. Als Vorteile sind hier ebenfalls Erosionsminderung und eine bessere Versickerungsleistung des Niederschlags bei Starkregen-Ereignissen zu nennen.

7 LITERATURVERZEICHNIS

- AICHBERGER, K. & SÖLLINGER, J. (2009): Use of biocompost in agriculture – results of a long-term field trial. Proceedings of the second AQUAGRIS workshop. Vienna, 19th June 2009.
- AMON, B.; FRÖHLICH, M.; WEIßENSTEINER, R.; ZABLATNIK, B. & AMON, T. (2007): Tierhaltung und Wirtschaftsdüngermanagement in Österreich. Im Auftrag des BMLFUW, Universität für Bodenkultur, Department für nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Landtechnik.
- BMLF – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (1999): Richtlinien für die sachgerechte Düngung. 5. Auflage. Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2006a): Richtlinien für die sachgerechte Düngung, Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz des BMLFUW.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2006b): Bundesabfallwirtschaftsplan Stand 2006 bzw. 2009. www.bundesabfallwirtschaftsplan.at
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2007a): LE 07-13 Österreichisches Programm für die Entwicklung des Ländlichen Raums 2007–2013. Stand 14.9.2007.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2007b): Anhänge zur Sonderrichtlinie des BMLFUW für das Österreichische Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft (ÖPUL 2007); GZ BMLFUW-LE.1.1.8/0073-II/8/2007.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2008a): Grüner Bericht 2008.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2008b): Deckungsbeiträge und Daten für die Betriebsplanung 2008, Landwirtschaftliche & forstliche Beratung.
- CAPRIEL, P. & RIPPEL, R. (2007): Humusbilanz für Beratung in Bayern. <http://www.lfl.bayern.de/iab/bodenschutz/12458/index.php>
- E-CONTROL (2007): Jahresbericht 2006 der E-Control. www.e-control.at
- HAUK, E. & SCHADAUER, K. (2009): Instruktionen für die Feldarbeit der Österreichischen Waldinventur 2007–2009. S. 41–51.
- HÜLSBERGEN, K. -J. (2003): Entwicklung und Anwendung eines Bilanzierungsmodells zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme. Shaker Verlag.
- HÜLSBERGEN, K. -J., (2009): Möglichkeiten der C-Sequestrierung landwirtschaftlich genutzter Böden. 3. Humusseminar Kaindorf, September 2009.

- IPCC-GPG (2003): Penman, J.; Gytarsky, M.; Hiraishi, T.; Krug, T.; Kruger, D.; Pipatti, R.; Buendia, L.; Miwa, K.; Ngara, T.; Tanabe, K. & Wagner, F. (Eds.): Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry.
- JANITSCHKEK, H. (2009): Mineraldüngereinsatz (N-P-K) in Österreich. Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, im Auftrag für Statistik Austria.
- JOHNSON, M. (1995): Lal, R.; Kimble, J.; Levine, E.; & Stewart, B. (Eds.): The role of soil management in sequestration soil carbon. Soil Management and the Greenhouse Effect. Lewis Publishers, Boca Raton, FL. pp. 351–363.
- KOLBE, H. (2007): Einfache Methode zur standortangepassten Humusbilanzierung von Ackerland unterschiedlicher Anbauintensität. 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau.
- KÖRSCHENS, M.; ROGASIK, J.; SCHULZ, E.; BÖNIG, H.; EICH, D.; ELLERBROCK, R.; FRANKO, U.; HÜLSBERGEN K.; KÖPPEN, D.; KOLBE, H.; LEITHOLD, G.; MERBACH, I.; PESCHKE, H.; PRYSTAV, W.; REINHOLD, J. & ZIMMER, J. (2004): Humusbilanzierung. Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland. Standpunkt. VDLUFA, Bonn.
- LEITHOLD, G. (1996): Wie hoch ist der Bedarf des Bodens an organischer Substanz? Ökologie und Landbau, Bad Dürkheim 24, H. 98. S. 42–44.
- LK-OE – Österreichische Landwirtschaftskammer (2009): Strohrechner der Landwirtschaftskammer nach J. Recheis. www.lk-oe.at
- SOLAGRO (2004): THG-Bilanz in der Landwirtschaft – adaptiert für Niederösterreich. C/567 Abschlussbericht, Adaptierung für NÖ (2011) durch P. Mayrhofer, Amt der NÖ Landesregierung.
- SPIEGEL, H.; DERSCH, G.; DACHLER, M. & BAUMGARTEN, A. (2005): Effects of different agricultural management strategies on soil organic matter. ALVA-Mitteilungen, 3, 2005. ISSN 1811-7317.
- STATISTIK AUSTRIA (2008): Statistik der Landwirtschaft 2007.
- UMWELTBUNDESAMT (1996): Götz, B. & Zethner, G.: Regionale Stoffbilanzen in der Landwirtschaft. Der Nährstoffhaushalt im Hinblick auf seine Umweltwirkung am Beispiel des Einzugsgebietes Strem. Monographien, Bd. M-0078. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2009): Anderl, M.; Freudenschuß, A. & Köther, T.: Austria's National Inventory Report 2009. Reports, Bd. REP-0188. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2010): Freudenschuß, A.; Sedy, K.; Spiegel, H. et al.: Arbeiten zur Evaluierung von ÖPUL-Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit. Reports, Bd. REP-0290. Umweltbundeamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2011): Anderl, M.; Freudenschuß, A. & Friedrich, A.: Austria's National Inventory Report 2011. Reports, Bd. REP-0308. Umweltbundeamt, Wien.
- VDLUFA – Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (1999): Humusbilanz Handbuch.

VUA – Verlagsunion Agrar (1993): Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. Herausgeber Hydro Agri Dülmen GmbH, Dülmen.

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-313 04

Fax: +43-(0)1-313 04/5400

office@umweltbundesamt.at

www.umweltbundesamt.at

Das Umweltbundesamt untersucht die ÖPUL-Maßnahme „Ökopunkte Niederösterreich“ hinsichtlich ihrer Klimarelevanz. Eine Reihe der im Ökopunkte-System erfassten Bewirtschaftungsmaßnahmen wird als klimarelevant eingestuft. Dazu zählen insbesondere Humus aufbauen- und Dünger reduzierende Maßnahmen. Um ihre Wirksamkeit zu quantifizieren, werden die einzelnen klimarelevanten Indikatoren mittels Humus- und Stickstoffbilanz bewertet und mit internationalen Managementfaktoren verglichen. Ergänzend wird die Klimaschutz- wirkung verschiedener Landschaftselemente bewertet

Sowohl biologische als auch konventionell bewirtschaftete Ökopunkte- flächen (Acker) weisen eine ausgeglichene Humusbilanz sowie eine positive Stickstoffbilanzierung auf. Daher sollte die Maßnahme „Öko- punkte Niederösterreich“ in die Liste der klimawirksamen ÖPUL- Maßnahmen aufgenommen werden.



EMAS

Geprüftes
Umweltmanagement
REG.NO. AT-000484