

# **HUMUS**

## **HUMUS – Datengrundlagen für treibhausgasrelevante Emissionen und Senken in landwirtschaftlichen Betrieben und Regionen Österreichs**

**17.12.2008 bis 30.06.2012**

**Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Nachhaltige  
Agrarsysteme  
Institut für Ökologischen Landbau**



**Dieses Projekt wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „ENERGIE DER ZUKUNFT“ durchgeführt**

## PUBLIZIERBARER Endbericht Studien

### Vorab-Version für die Homepage der KPC

(gilt nicht für andere Projekttypen)

#### A) Projektdaten

<b>Titel:</b>	HUMUS – Datengrundlagen für treibhausgasrelevante Emissionen und Senken in landwirtschaftlichen Betrieben und Regionen Österreichs
<b>Programm:</b>	<b>Project Call 2007 (ENERGIE DER ZUKUNFT 1. Ausschreibung)</b>
<b>Koordinator/ Projekteinreich er:</b>	Ao. Univ.Prof. Dr. Jürgen K. Friedel; Universität für Bodenkultur Wien; Department für Nachhaltige Agrarsysteme; Institut für Ökologischen Landbau;
<b>Kontaktperson - Name:</b>	Ao. Univ.Prof. Dr. Jürgen K. Friedel
<b>Kontaktperson – Adresse:</b>	Universität für Bodenkultur Wien, Gregor Mendel Straße 33, 1180 Wien
<b>Kontaktperson – Telefon:</b>	+43 1 47654 3757
<b>Kontaktperson E-Mail:</b>	juergen.friedel@boku.ac.at
<b>Projekt- und Kooperationspa rtner (inkl. Bundesland):</b>	Prof. Dr. Kurt-Jürgen Hülsbergen; Lehrstuhl für Ökologischen Landbau, Technische Universität München, Alte Akademie 12, D-85354 Freising- Weihenstephan;
<b>Projektwebsite:</b>	<a href="https://forschung.boku.ac.at/fis/suchen.projekt_uebersicht?sprache_in=de&amp;me&lt;br/&gt;nue_id_in=300&amp;id_in=7320">https://forschung.boku.ac.at/fis/suchen.projekt_uebersicht?sprache_in=de&amp;me nue_id_in=300&amp;id_in=7320</a>
<b>Schlagwörter:</b>	Treibhausgasemissionen, Betriebstypen, C-Speicherung, Modell REPRO
<b>Projektgesamtk osten:</b>	180177
<b>Fördersumme:</b>	159451
<b>Klimafonds-Nr:</b>	A760469
<b>Projektstart &amp; Ende</b>	Projektstart: 17.12.2008; Projektende: 30.6.2012

## B) Projektübersicht

### 1 Executive Summary

Der Sektor Landwirtschaft stellt sowohl eine Quelle als auch eine Senke klimarelevanter Gase dar. Betrachtet man die verschiedenen Nutzungssysteme, so kann das Ausmaß der involvierten Prozesse je nach Art der Bewirtschaftung unterschiedlich sein. Dies hat auch einen Einfluss auf die Art, wie klimarelevante Gase emittiert und gespeichert werden. Ein besonderer Focus gilt der C-Speicherung der Böden. Dieser Prozess wird durch natürliche Gegebenheiten und betriebliche Maßnahmen beeinflusst. Die Klimarelevanz konventioneller und biologischer Bewirtschaftungssysteme spiegelt sich unter anderem in der Veränderung der Humusgehalte wider.

Eine umfassende Darstellung treibhausgasrelevanter Emissionen und Senken der vorherrschenden landwirtschaftlichen Betriebstypen unter konventioneller und biologischer Bewirtschaftung in den acht Hauptproduktionsgebieten Österreichs ist das Ziel dieses Projekts. Der Schwerpunkt liegt auf der Abbildung des Pflanzenbaus mit seinen vor- und nachgelagerten Bereichen.

Für jedes Hauptproduktionsgebiet wurden die beiden vorherrschenden Betriebstypen an Hand der INVEKOS-Daten (Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem der EU) ermittelt. Angaben zu Pflanzenbau, Maschinen und Verfahren bilden die Grundlage für die Modellierung der Landnutzung mit dem integrativen Modell REPRO in der jeweiligen Region (Küstermann et al., 2008). Bei der Modellierung der Betriebstypen wurde in biologische und konventionelle Bewirtschaftung unterschieden. Die gewählten Betriebstypen decken den Pflanzen- und Tierbestand der Region zu mindestens 80 % ab. Die Modellbetriebe sind so aufgebaut, dass jede Fruchtart ab einem Mindestflächenanteil (mindestens 1 %) abgebildet wurde. Die Düngergaben, Pflanzenschutzanwendungen, Produktionsverfahren und Erträge von Haupt-, Zwischenfrucht und Untersaat entsprechen regionalen Mittelwerten. Der Tierbesatz der Betriebstypen wurde ebenfalls berücksichtigt. Angaben zu Tierhaltungsform, Fütterung, Weide- und Stallhaltung flossen in die Berechnungen mit ein.

Der mineralische N-Düngereinsatz wurde, auf Grund fehlender Erhebungen in den INVEKOS-Daten, aus anderen Größen abgeleitet. Über den Ertrag wurde der Gesamt-N-Bedarf, in Anlehnung an die KTBL-Richtwerte 2002, ermittelt, wobei Düngungsempfehlungen der Ämter berücksichtigt wurden. Beim Düngerbedarf der Kulturen wurden der Wirtschaftsdüngeranfall und die Zufuhr von Bioabfallkompost (BAK), Klärschlamm (KS) und Biogasgülle (BGG), unter Einhaltung der praxisüblichen Düngierzufuhr bei den Mineraldüngergaben mitberücksichtigt. Die Ausbringungsverordnungen für BAK, KS und BGG wurden miteinbezogen und Düngermenge, -form, und -termine mit Ämtern und Kammern abgeglichen.

Für diese unterschiedlichen landwirtschaftlichen Betriebstypen wurden Bilanzen zu Humus, Hauptnährstoffen, Energie und Treibhausgasen berechnet.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass sich konventionelle und biologische Bewirtschaftungsweise deutlich in ihren Energie- und Treibhausgasbilanzen unterscheiden. Der Einsatz von bzw. der Verzicht auf Betriebsmittel, wie Mineraldünger oder Pflanzenschutzmittel, wirkt sich wesentlich auf die Ergebnisse aus. Der Humusaufbau wird generell durch Futterbaubetriebe und eine biologische Bewirtschaftungsweise begünstigt.

## 2 Hintergrund und Zielsetzung

Die österreichische Landwirtschaft verzeichnete 2008 einen Ausstoß von 7 631 Gg CO<sub>2</sub> - Äquivalenten, was 8.8 % der gesamten österreichischen Treibhausgasemissionen entspricht (UBA 2010). Landwirtschaftliche Böden haben aber auch das Potential, C zu speichern, wobei die Menge von mehreren Einflussfaktoren (z.B. Bewirtschaftungssystem) abhängt. Um die Effizienz konventioneller und biologischer Bewirtschaftungssysteme in Bezug auf die C-Speicherung im Boden zu ermitteln, wird der Humusgehalt herangezogen. Damit können die Mengen an organischem C berechnet und einander gegenübergestellt werden. Der Humusgehalt wird aber nicht nur über die Anbausysteme, sondern auch von anderen Faktoren (z.B. Bodenart und Klima) beeinflusst. Aus den verschiedenen Informationen lassen sich Aussagen über die standortbezogene Effizienz konventioneller und biologischer Bewirtschaftungssysteme in Bezug auf die C-Speicherung und deren Beitrag zur Minderung der Treibhausgasemissionen ableiten.

Die wesentlichen Projektziele sind die Optimierung von Daten- und Berechnungsgrundlagen für eine umfassende Darstellung von Profilen treibhausgasrelevanter Emissionen und Senken landwirtschaftlicher Betriebstypen in Österreich, sowie die Modellierung treibhausgasrelevanter Emissionen und Senken der wichtigsten landwirtschaftlichen Betriebstypen Österreichs in den Hauptproduktionsgebieten mit dem Modell REPRO (Küstermann et al., 2008). Über die Analyse der C-, N- und Energieflüsse im System Boden-Pflanze-Tier-Umwelt sollen die Quellen und Senken der Treibhausgase identifiziert werden. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem C-Kreislauf im System Boden-Pflanze.

Um repräsentative Aussagen hinsichtlich der räumlichen Verteilung von Humus in landwirtschaftlich genutzten Böden in Österreich zu erzielen, wurden Betriebsdaten und organische Substanzgehalte der Böden von längerfristig konventionell bzw. biologisch bewirtschafteten Betrieben in ausgewählten Regionen mit regionstypischen Bewirtschaftungssystemen über mehrere Jahre hinweg analysiert und gegenüber gestellt. Darüber kann die C-Senkenfunktion landwirtschaftlicher Böden bei unterschiedlichen Bewirtschaftungssystemen in verschiedenen Regionen Österreichs dargestellt werden.

Ziel ist die Optimierung der Datengrundlagen und Berechnungsgrundlagen für eine umfassende Darstellung von Profilen über treibhausgasrelevante Emissionen landwirtschaftlicher Betriebe in Österreich, sowie die Einrichtung der Schnittstellen zwischen Datengrundlagen betrieblicher und regionaler Landnutzungs- und Landschaftsmodellierungen. Weiters soll die Anwendung und Modellierung von treibhausgasrelevanten Emissionen der wichtigsten landwirtschaftlichen Betriebstypen Österreichs und Darstellung der regionalen Profile treibhausgasrelevanter Emissionen (status quo) erzielt werden. In weiterer Folge werden der Forschungsbedarf sowie Modellmodifikationen bzgl. Szenarien zu klimatischen Auswirkungen auf die Menge treibhausgasrelevanter Emissionen in landwirtschaftlichen Betrieben abgeleitet.

### 3 Projektinhalt und Ergebnis

#### Projektaktivitäten

Folgende Forschungsarbeiten der beiden Projektschwerpunkte, die Erstellung der Datengrundlagen und die modellhafte Darstellung der vorherrschenden Betriebstypen in den Hauptproduktionsgebieten einerseits, und die Modellierung einzelner landwirtschaftlicher Referenzbetriebe mit bekannten Humusgehaltsdaten andererseits, wurden bisher durchgeführt:

Die Auswahl der Gebietsabgrenzung basiert auf der Einteilung nach Hauptproduktionsgebieten, nicht wie ursprünglich geplant auf dem NUTS III Regionenansatz, um die landwirtschaftliche Nutzfläche Österreichs besser in homogenen Einheiten darstellen zu können. Besonders durch den Einfluss natürlicher Gegebenheiten entwickelten sich in Österreich verschiedene Betriebstypen. Dementsprechend können die meisten Betriebe, laut errechnetem Standarddeckungsbeitrag, einem Betriebstyp zugeordnet werden. In jedem der acht Hauptproduktionsgebiete wurden die wichtigsten Betriebstypen Österreichs anhand der INVEKOS Daten identifiziert (Tabelle 1) und jeweils die beiden vorherrschenden Betriebstypen festgestellt.

**Tabelle 1: Hauptproduktionsgebiete mit den wichtigsten Betriebstypen**

Hochalpen	Futterbau; Betriebe mit >25% Forst
Voralpen	Futterbau; Betriebe mit >25% Forst
Alpenostrand	Futterbau; Betriebe mit >25% Forst
Wald- und Mühlviertel	Marktfrucht; Futterbau
Kärntner Becken	Futterbau; Betriebe mit >25% Forst
Alpenvorland	Marktfrucht; Futterbau; Veredelung
Südöstliches Flach- und Hügelland	Marktfrucht; Futterbau
Nordöstliches Flach- und Hügelland	Marktfrucht; Dauerkultur

Zusätzlich zu den INVEKOS Datensätzen erfolgte die Erhebung ergänzender Informationen zu den Regionen und Betriebstypen. Durch den Aufbau der Zusammenarbeit mit relevanten Stellen (vor allem Bezirksbauernkammern, Landwirtschaftskammern, BMLFUW, TU München) wurden Informationen und Daten gewonnen, die die Grundlage für die Modellierung betrieblicher und regionaler Landnutzungen bilden.

Diese Daten bilden die Grundlage für die Modellbetriebe, die mit REPRO berechnet wurden. In Absprache mit dem Projektpartner TU München fand die Einschulung in das Modellierungsprogramm und eine fortlaufende Betreuung statt.

## Projektergebnisse

Das Ziel der Bereitstellung von Daten- und Berechnungsgrundlagen für die Bereiche Pflanzenbau, Tierbesatz, Maschinen und Verfahren wurde erreicht.

Die Modellbetriebe der acht Hauptproduktionsgebiete Österreichs wurden in REPRO erfasst und ihre Humus- bzw. Kohlenstoff-, Hauptnährstoff-, Energie- und Treibhausgasbilanzen berechnet.

Referenzbetriebe wurden ausgewählt und die Böden ausgewählter Flächen beprobt.

Im Folgenden werden exemplarisch die wichtigsten Ergebnisse der beiden Hauptproduktionsgebiete Nordöstliches Flach- und Hügelland sowie Wald- und Mühlviertel dargestellt.

Bei den konventionell wirtschaftenden Betriebstypen ist die mineralische Düngung die Hauptstickstoffzufuhr (99 bzw. 80 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>), bei den biologisch wirtschaftenden Betriebstypen ist es die organische Düngung und die symbiotische N-Fixierung. Der N-Entzug beinhaltet die gesamte N-Aufnahme der angebauten Kulturen (Haupt- und Nebenprodukte). Die N-Zufuhr beinhaltet N-Deposition, Zufuhr mit Saatgut, symbiotische N-Fixierung, sowie die Zufuhr mit Mineral- und organischen Düngern (wie Stroh- und Gründüngung, Stallmist, Gülle, Jauche, Kompost). Die Veränderung des N-Bodenvorrates (Mineralisierung bzw. Immobilisierung) geht, über die Kopplung mit dem C-Kreislauf, ebenfalls in den N-Saldo ein. Positive Werte bei der Veränderung des N-Bodenvorrates bedeuten Humusaufbau, negative Werte hingegen Humusabbau. Die N-Ausnutzung ist bei den biologischen Betriebsformen deutlich höher als bei den konventionellen (Tabellen 2 und 3).

Tabelle 2: **Flächenbezogene Stickstoffbilanz Hauptproduktionsgebiet (HPG) Nordöstliches Flach- und Hügelland**

Kennzahl	Einheit	Marktfrucht		Dauerkultur	
		konventionell	biologisch	konventionell	biologisch
N-Entzug (Gesamt)	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	127	144	120	138
N-Entzug (Abfuhr)	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	85	73	62	58
N-Zufuhr	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	165	166	167	166
Symbiotische N-Fixierung	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	3	75	10	66
Mineraldüngung	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	99	0	80	0
org. Wirtschaftsdünger	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	49	76	63	86
Δ N Bodenvorrat	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	2	11	-2	-4
N-Saldo (mit Δ Bodenvorrat)	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	36	11	49	32
N-Ausnutzung <sup>a)</sup>	%	77	87	72	83

<sup>a)</sup> N-Ausnutzung = N-Entzug / N-Zufuhr (ohne Berücksichtigung von Δ N-Bodenvorrat) \* 100

Tabelle 3: Flächenbezogene Stickstoffbilanz HPG Wald- und Mühlviertel

Kennzahl	Einheit	Futterbau		Marktfrucht	
		konventionell	biologisch	konventionell	biologisch
N-Entzug (Gesamt)	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	200	192	133	133
N-Entzug (Abfuhr)	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	197	185	101	76
N-Zufuhr	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	257	167	180	148
Symbiotische N-Fixierung	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	36	49	16	65
Mineraldüngung	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	115	0	97	0
org. Wirtschaftsdünger	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	94	104	53	68
Δ N Bodenvorrat	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	22	23	8	5
N-Saldo (mit Δ Bodenvorrat)	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	35	-48	39	10
N-Ausnutzung <sup>a)</sup>	%	78		74	90

Legende siehe Tabelle 2

Der Humussaldo gibt Auskunft ob der Betrieb Humus auf- oder abbaut. Im HPG Nordöstliches Flach- und Hügelland gewähren biologisch bewirtschaftete Flächen, im Vergleich zu konventionellen, eine höhere Humusversorgung durch die deutlich höhere Humusmehrerleistung. Im HPG Wald- und Mühlviertel hingegen ergeben sich, besonders durch den Anfall und Einsatz von Wirtschaftsdünger, generell ähnliche Werte für beide Bewirtschaftungssysteme. Die Humusversorgung wird hier als sehr hoch eingestuft (Tabellen 4 und 5). Die Humusersatzleistungen aller biologischen Betriebstypen waren höher als die der konventionellen.

Tabelle 4: Humusbilanz (HE-Methode, dynamisch) HPG Nordöstliches Flach- und Hügelland

Kennzahl	Einheit	Marktfrucht		Dauerkultur	
		konventionell	biologisch	konventionell	biologisch
HE-Bedarf	kg Hu-C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	-339	-458	-297	-420
HE-Humusersatzleistung ges.	kg Hu-C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	363	574	354	592
Humusmehrerleistung <sup>a)</sup>	kg Hu-C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	33	219	37	241
Zufuhr organ. Dünger	kg Hu-C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	331	355	317	351
Humussaldo	kg Hu-C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	24	116	57	172
Humusversorgungsgrad <sup>b)</sup>	%	107	125	119	141

a) Humusanreicherung durch Zwischenfrucht-, Leguminosenanbau, Stilllegung, etc.

b) Humusversorgungsgrad = Humusersatzleistung / Humusbedarf \* 100

Hu-C: Humus-Kohlenstoff

Tabelle 5: Humusbilanz (HE-Methode dynamisch) HPG Wald- und Mühlviertel

Kennzahl	Einheit	Futterbau		Marktfrucht	
		konventionell	biologisch	konventionell	biologisch
HE-Bedarf	kg Hu-C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	-292	-343	-302	-482
HE-Humusersatzleistung ges.	kg Hu-C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	732	878	398	542
Humusmehrerleistung <sup>a)</sup>	kg Hu-C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	259	461	72	222
Zufuhr organ. Dünger	kg Hu-C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	473	417	326	320
Humussaldo	kg Hu-C ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	440	534	96	60
Humusversorgungsgrad <sup>b)</sup>	%	251	256	132	112

Legende siehe Tabelle 4

Die biologisch bewirtschafteten Betriebe haben eine geringere Energiebindung und einen geringeren Energieeinsatz als die konventionellen Betriebe (Tabelle 6). Die konventionellen Flächen weisen eine deutlich höhere Energieintensität auf. Im Wald- und Mühlviertel ergeben sich, bedingt durch den energieintensiven Futterbau, höhere Werte als im Nordöstlichen Flach- und Hügelland.

Tabelle 6: Energiebilanz

Kennzahl	Einheit	Nordöstl. Flach- u. Hügelland		Wald- u. Mühlviertel	
		konventionell	biologisch	konventionell	biologisch
Energiebindung	GJ ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	82,2	60,3	145,7	117,1
Energie-Einsatz	GJ ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	9,0	3,8	13,3	7,3
Netto-Energieoutput	GJ ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	71,2	54,4	131,2	108,5
Energieintensität	MJ GE <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	168,5	113,1	253,1	173,5

GE: Getreideeinheit

Die Treibhausgas-Bilanz (Tabelle 7) zeigt, dass die biologischen Modellbetriebe in beiden Gebieten in der Anbauphase weniger als die Hälfte an CO<sub>2</sub>-Äquivalenten emittieren als die konventionellen Modelle. Die Ergebnisse der flächenbezogenen Treibhausgas-Bilanz sind bei den biologisch bewirtschafteten Betrieben etwa halb so groß wie bei konventionellen Betrieben. Betrachtet man das produktbezogene Treibhausgas-Potential in Getreideeinheiten (GE), so liegen die Werte zwischen biologisch und konventionell weit weniger auseinander, da die Erträge auf den biologischen Betrieben geringer sind. Die Emissionen der konventionellen Betriebsflächen sind durch den Betriebsmitteleinsatz (Dünger, Pflanzenschutz) höher, während biologische Betriebe, vor allem im marktfruchtdominierten Nordöstlichen Flach- und Hügelland, einen höheren Humusaufbau zeigen.



Tabelle 7: Treibhausgasbilanz

Kennzahl	Einheit	Nordöstl. Flach- u. Hügelland		Wald- u. Mühlviertel	
		konventionell	biologisch	konventionell	biologisch
CO <sub>2</sub> -Emissionen Anbau	kg CO <sub>2</sub> eq ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	733,9	305,0	802,5	359,8
N <sub>2</sub> O-Emissionen	kg CO <sub>2</sub> eq ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	942,4	962,0	1324,4	871,0
C-Sequestion Boden <sup>a)</sup>	kg CO <sub>2</sub> eq ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	-46,3	-326,6	-734,6	-660,8
Treibhauspotenzial flächenbezogen	kg CO <sub>2</sub> eq ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	1630,0	940,5	1392,4	570,1
Treibhauspotenzial produktbezogen	kg CO <sub>2</sub> eq GE <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	30,0	27,5	26,2	15,3

<sup>a)</sup> Positive Werte bedeuten einen Humusabbau und die Abgabe von Boden-C an die Atmosphäre;

GE: Getreideeinheit

### 3 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die unten genannten Schlussfolgerungen sind als vorläufig zu betrachten, da derzeit der Abgleich der Ergebnisse der Modellierung mit den Humusgehaltsentwicklungen der Referenzbetriebe noch nicht abgeschlossen ist. Erst danach wird klar sein, in wieweit die Modellierungsergebnisse verallgemeinerbar sind.

Empfehlungen können derzeit noch keine gegeben werden.

Konventionell bewirtschaftete Betriebstypen wiesen generell einen höheren N-Saldo und somit ein höheres N-Verlustpotenzial auf als biologisch wirtschaftende Betriebe. Die unterschiedlichen Betriebstypen und die Bewirtschaftungsweise spiegeln sich auch in den Ergebnissen der Humusbilanzen wider. Biologisch wirtschaftende Betriebe bauen überwiegend mehr Humus auf als konventionelle. Ebenso haben Futterbaubetriebe hohe Humussalden. Dies kann zu niedrigen N-Effizienzen und einem erhöhtem Risiko von Stickstoffverlusten führen. Konventionell und biologisch bewirtschaftete Betriebstypen unterscheiden sich deutlich in ihren Energie- und Treibhausgas-Bilanzen voneinander. Der Einsatz von bzw. Verzicht auf Betriebsmittel (Mineraldünger, Pflanzenschutz) wirkt sich wesentlich auf die Ergebnisse aus.

## C) Projektdetails

### 4 Methodik

Um eine Aussage über die treibhausgasrelevanten Emissionen der wichtigsten Betriebstypen Österreichs zu erlangen, wurden auf der Basis statistischer Daten resp. der INVEKOS Daten die wichtigsten Betriebstypen Österreichs in den Hauptproduktionsgebieten identifiziert und so genannte Referenzbetriebe ausgewählt. Hierbei wurden sowohl konventionelle als auch biologische Betriebe mit einbezogen.

Auf den Referenzbetrieben wurden neben den betrieblichen Daten die Humusgehalte erfasst. Deren Verlauf wurde mit den modellierten Humusgehaltsentwicklungen verglichen. Insgesamt werden etwa 8 Betriebe ausgewählt und untersucht. Dies wird derzeit noch durchgeführt.

Die C- und N-Kreisläufe der Betriebe wurden mit der Modellierungs-Software REPRO abgebildet (Küstermann et al. 2008; 2010). Für die Erstellung von Profilen Treibhausgas-relevanter Emissionen landwirtschaftlicher Betriebe wurde das bestehende Programm genutzt und optimiert sowie um noch fehlende Tools, wie z.B. im Bereich der Biogasproduktion ergänzt. Fehlende Modellkomponenten für die Emission von klimarelevanten Gasen im Bereich der Tierhaltung wurden durch andere Berechnungsverfahren, die derzeit konkretisiert werden, ergänzt. Damit verbunden ist die Einrichtung einer erweiterten Datenbank.

Daran anschließend werden allfällige Modellmodifikationen identifiziert, welche im Kontext zu einem Klimawandel erforderlich werden können. Dazu wird Literatur ausgewertet und Expertenwissen aufbereitet. Abschließend werden auf der Basis der ermittelten Humusgehaltsveränderungen und der für den Messzeitraum modellierten C- und N-Kreisläufe Empfehlungen zur Reduktion von treibhausgasrelevanten Emissionen abgegeben.

Das Modell REPRO ist in der Lage, die Umweltwirkungen von Landwirtschaftsbetrieben über die Verknüpfung betrieblicher Daten mit den Standorteigenschaften zu bewerten und kann somit die vernetzten Stoff- und Energieflüsse darstellen und repräsentative Modellbetriebe ausgewählter Regionen schaffen. In weiterer Folge lassen sich von diesem in sich schlüssigen Betriebssystem die betrieblichen Stoffkreisläufe modellieren mit dem Ziel der detaillierten Beschreibung landwirtschaftlicher Betriebe als Systeme. Voraussetzung für diese Berechnungen sind umfangreiche Angaben im Pflanzenbau (Standorteigenschaften, Fruchtarten mit Details zu Aussaat, Ernte und Ertrag, Düngung, Pflanzenschutz, Maschinen und Verfahren) und der Tierhaltung (Tierart, GVE, N und P Anfall, N und P Ausscheidung, Haltungssystem, Wirtschaftsdüngermanagement, Weidetage, Auslauf, N-Verlust) der konventionellen und biologischen Betriebe. Abgesehen von den verfügbaren statistischen Daten sind zahlreiche Angaben notwendig, die nicht schriftlich erhältlich sind (z.B. Anzahl der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen im Pflanzenbau; Stallhaltungssystem in der tierischen Produktion). Die Erhebung dieser Informationen erfolgte über Kontakte zu Experten der verschiedenen Bereiche und war dementsprechend zeitaufwendig und mit Unsicherheiten behaftet.

Der Aufbau der Modellbetriebe verläuft folgendermaßen:

In jedem Hauptproduktionsgebiet wurden für jeden der ausgesuchten Betriebstypen (jeweils für biologisch und konventionelle Bewirtschaftungsweise) entsprechend den zur Verfügung stehenden agrarstatistischen Daten mit Hilfe des Modells REPRO Modellbetriebe aufgebaut wie im Folgenden beschrieben.

Der Tierbestand des betrachteten Betriebstyps wird, entsprechend den zur Verfügung stehenden agrarstatistischen Daten, v.a. INVEKOS-Daten, in vereinfachter Differenzierung, die mindestens 90 % des Tierbestandes abdeckt, dem Modellbetrieb zugewiesen. Bei der Anlage der Modellbetriebe wurde darauf geachtet, dass das regionale Anbauverhältnis mit abgebildet wurde und die Bewirtschaftung soweit erforderlich unter Beibehaltung der Schlagstruktur über längere Zeiträume fortgeschrieben werden kann.

Die Betriebsstruktur in den Modellbetrieben (jeweils für biologische und konventionelle Bewirtschaftungsweise) wird mit folgenden Daten beschrieben:

- 100 ha landwirtschaftliche Nutzfläche
- Abgebildet werden Fruchtarten mit mehr als 1% Anteil
- Die Schlaggröße entspricht dem Flächenanteil der Fruchtart in diesem Betriebstyp
- Düngergaben, Pflanzenschutzintensität, Produktionsverfahren und Erträge (der Hauptfrucht, Zwischenfrucht und Untersaat) entsprechen den regionalen Betriebstypen (in Absprache mit Experten der Agrarverwaltung und -beratung)
- Abgebildete Tierbestandsstrukturen für Veredelungsbetriebe: Zuchtsauen und Mastschweine
- Abgebildete Tierbestandsstrukturen für Futterbaubetriebe: Milchvieh, weibliche und männliche Nachzucht, Bullenmast (eventuell Mutterkuhhaltung)
- Weide- und Stallhaltung mit Flüssigmist (Kälber < 3 Monate Strohhaltung), Eigenfutterproduktion (ausgenommen Mineralfutter und Eiweißfutter)

In Tabelle 8 ist als Beispiel die Anbaustruktur für die Modellbetriebe des Hauptproduktionsgebietes „Nordöstliches Flach- und Hügelland“ dargestellt.

Tabelle 8: Anbaustruktur in den Modellbetrieben „Nordöstliches Flach- und Hügelland“

Fruchtart		Marktfrucht		Dauerkultur	
		biologisch	konventionell	biologisch	konventionell
Gesamte LN	ha	100	100	100	100
Getreide	ha				
Winterweizen	ha	25,5	32,8	15,9	22,4
Winterroggen	ha	4,7	2,3	3,6	1,7
Wintergerste	ha	1,7	2,6		1,3
Triticale	ha	2,5	3,8		
Dinkel	ha	2,9		1,7	
Sommergerste	ha	6,2	15,1	5,5	14,4
Hirse	ha	2,6		1,6	
Körnerleguminosen	ha	7,7	2,4	5,5	1,9
Sojabohne	ha	3,5		2,3	
Mais (Körner)	ha	7,2	6,7	4,6	4,9
Winterraps	ha		4,7		3,1
Sonnenblume	ha	1,4	4,3	1,6	4,1
Zuckerrübe	ha		7,6		3,4
Kartoffeln	ha	2,1	2,8		
Ölkürbis	ha	1,8		2,8	
Buchweizen	ha	1		0,9	
Rotationsbrache	ha	5,7	7,6	4,8	7,5
Grünland (extensiv & intensiv)	ha	2,6	1,3	4,7	2,1
Luzerne	ha	9,9		7,5	
Kleegras	ha	4		3	
Wein	ha			25	28,8
Zwischenfrucht	ha	18,4	20,9	12,4	14,3
Untersaat	ha	37,3		21	
<b>tatsächlich abgebildete Fläche</b>	<b>ha</b>	<b>93</b>	<b>93,94</b>	<b>91</b>	<b>95,6</b>

Die Tierhaltungsform und -fütterung der viehhaltenden Modellbetriebe entspricht den für die betrachtete Region nach Auskunft der Bauernkammern vorherrschenden Bedingungen. Der Milcherzeugung (mit eigener Bestandesergänzung der Milchviehherde) sowie der Bullenmast kommt eine zentrale Rolle zu. Die Milchleistung je Kuh (incl. Fett- und Eiweißgehalt) wurde den Leistungen der Tiere in dieser Region gemäß INVEKOS-Daten angepasst. Die Weide- bzw. Stallhaltung entspricht dem regionstypischen Haltungsverfahren des Betriebstyps nach INVEKOS-Daten und Auskunft der Bauernkammern. Bei der Stallhaltung wurde Flüssigmist angenommen. Lediglich die Kälber (< 3 Mon.) haben ein Tiefstallsystem mit Stroheinstreu. In der Schweinhaltung wurde ebenfalls als Stallsystem Flüssigmist angenommen und die entsprechenden Leistungen der Tiere der Region wurden unterstellt (Würfen und abgesetzten Ferkel je Sau und Jahr, mittlere Tageszunahmen). Bei der Fütterung der Rinder und Schweine wurde Eigenfutter verfüttert. Lediglich Mineral- und Eiweißfutter wurde zugekauft. Die Tierfütterung, Stallhaltungssysteme und Details der Aufstallung in den tierhaltenden Modellbetrieben wurden in Absprache mit den Ämtern und der Beratung erarbeitet, da die agrarstatistische Datengrundlage hier nicht ausreicht.

### **Pflanzenbauliche Parameter der Modellbetriebe**

Die Erträge, Trockenmasse- und Nährstoffgehalte für die angebauten Kulturen wurden entsprechend den zur Verfügung stehenden agrarstatistischen Daten und in Absprache mit den Ämtern und der Beratung für die jeweiligen Betriebstypen der einzelnen Produktionsgebiete festgelegt. Die verwendeten Stickstoff- und Phosphorgehalte der Ernteprodukte entstammen der Datensammlung der LLG Sachsen-Anhalt (LLG 2002), der TLL Thüringen (TLL 2001), und der LfL Bayern). Für den mineralischen N-Düngereinsatz (Menge, Zeitpunkt und gedüngte Kultur) gibt es keine statistischen Erhebungen, so dass diese Düngung in Absprache mit den Ämtern und der Beratung als Funktion aus anderen Größen wie folgt abgeleitet wird.

Der Gesamt-N-Bedarf wurde in Anlehnung an die KTBL-Richtwerte (KTBL 2002) als Funktion des Ertrages ermittelt (modifiziert nach Wendland et al. 1993). Der abgeleitete N-Bedarf wurde anhand der Düngungsempfehlungen der LLG (LLG 2001), in Absprache mit den Ämtern und der Beratung an die Hauptproduktionsgebiete angepasst.

Dieser Düngerbedarf (ertragsunabhängige Grundmenge und ertragsabhängige Komponente) wurde mit dem Wirtschaftsdüngeraufkommen abgeglichen, wobei zum einen die pflanzenbauübliche Praxis der Bevorzugung bestimmter Fruchtarten bei der Wirtschaftsdüngerzufuhr (Hackfrüchte, Mais, Raps, Grünland) und zum anderen die fruchtartspezifische Stickstoffausnutzung der organischen Dünger berücksichtigt wurden. Vom Gesamt-N-Bedarf wurde der mit den Wirtschaftsdüngern sowie mit Bioabfallkompost und Klärschlamm ausgebrachte Stickstoff zu einem bestimmten Anteil abgezogen. Daraus wurde der Mineral-N-Einsatz zu den einzelnen Kulturen abgeschätzt. Die jeweiligen Verordnungen zur Ausbringung von Bioabfallkompost und Klärschlamm wurden bei den Berechnungen bedacht.

Die gewählte dynamische HE-Methode (HÜLSBERGEN et al. 2000) berücksichtigt Fruchtart, Bewirtschaftungsweise (biologisch und konventionell), Ertrag und mineralische Düngung. Die Standortparameter gehen über den Niederschlag und die Ackerzahl in die Berechnungen mit ein. Der Humus-Bedarf ist die Humuszehrerleistung der angebauten Fruchtart, während die Humusmehrerleistung (Humusmehrung z.B. durch den Anbau von Zwischenfrüchten, Leguminosen) zusammen mit der organischen Düngung die Humusersatzleistung bestimmt.

Die Modellbetriebe bilden weiterhin die Grundlage für die Szenariorechnungen zu klimatischen Auswirkungen auf C- und N-Kreisläufe in landwirtschaftlichen Betrieben.

### **Literatur**

LLG (2001): Grundlagen der Düngbedarfsermittlung für eine gute fachliche Praxis beim Düngen. Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (Hrsg.).

LLG (2002): Richtwerte für eine gute fachliche Praxis beim Düngen im Rahmen einer ordnungsgemäßen Landwirtschaftsbewirtschaftung. Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (Hrsg.).

TLL (2001): Anleitung und Richtwerte für Nährstoffvergleiche nach Düngerverordnung. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.).

KTBL (2002): Datensammlung für Betriebsplanung in der Landwirtschaft. Kuratorium für Technik und Bauen in der Landwirtschaft, 18. Aufl. Darmstadt.

Küstermann, B., Kainz, M. and Hülsbergen, K. J. (2008): Modeling carbon cycles and estimation of greenhouse gas emissions from organic and conventional farming systems. *Renewable Agriculture and Food Systems* 23, 38-52.

Küstermann, B., Christen, O. and Hülsbergen, K. J. (2010): Modelling nitrogen cycles of farming systems as basis of site- and farm-specific nitrogen management. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 135, 70-80.

UBA (2010): Austria's National Inventory Report 2010. Anderl Michael, Freudenschuß Alexandra, Friedrich Angela, Köther Traute, Kriech Martin, Kuschel Verena, Muik Barbara, Pazdernik Katja, Poupa Stefan, Schodl Barbara, Stranner Gudrun, Schwaiger Elisabeth, Seuss Katrin, Weiss Peter, Wieser Manuela, Zethner Gerhard (Eds.). Wien, 2010. Reports, Band 0265, ISBN: 978-3-99004-066-9. 770 S.

Wendland, M. ,M. Diepholder & P. Capriel (2007): Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.): LfL-Information, Gelbes Heft, 8. Auflage

## 5 Arbeits und Zeitplan

### Ziel 1

Optimierung der Datengrundlagen und Berechnungsgrundlagen für eine umfassende Darstellung von Profilen über treibhausgasrelevante Emissionen landwirtschaftlicher Betriebe in Österreich. Einrichtung der Schnittstellen zwischen Datengrundlagen betrieblicher und regionaler Landnutzungs- und Landschaftsmodellierungen.

Dauer: 20 Monate

### Ziel 2

Anwendung und Modellierung von treibhausgasrelevanten Emissionen der wichtigsten landwirtschaftlichen Betriebstypen Österreichs und Darstellung der regionalen Profile treibhausgasrelevanter Emissionen – status quo.

Dauer: 18 Monate

### Ziel 3

Ableitung eines Forschungsbedarfs / Modellmodifikation bzgl. Szenarien zu klimatischen Auswirkungen auf die Menge treibhausgasrelevanter Emissionen in landwirtschaftlichen Betrieben.

Dauer: 4 Monate



## 5 Publikationen und Disseminierungsaktivitäten

Angabe von wissenschaftlichen Publikationen, die aus dem Projekt entstanden sind sowie aller sonstiger relevanter Disseminierungsaktivitäten und

### Publikationen:

Kasper, M., Freyer, B., Amon, B., Hülsbergen, K.J., Friedel, J.K. (2009): Projektvorstellung: C - Speicherung in Böden landwirtschaftlicher Betriebssysteme Österreichs. Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation) <http://www.dbges.de>. Jahrestagung der DBG - Kommission III, September 2009, Bonn.

Kasper, M., Freyer, B., Amon, B., Hülsbergen, K.J., Friedel, J.K. (2009): HUMUS - Datengrundlagen für treibhausgasrelevante Emissionen und Senken in landwirtschaftlichen Betrieben und Regionen Österreichs. In: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Johann Heinrich von Thünen-Institut (Hrsg.), Aktiver Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel – Beiträge der Agrar- und Forstwirtschaft, Braunschweig, Germany, Juni 15-16, 2009. [http://www.vti.bund.de/de/institute/ak/aktuelles/veranstaltungen/homepages/0901\\_klimaschutz/](http://www.vti.bund.de/de/institute/ak/aktuelles/veranstaltungen/homepages/0901_klimaschutz/)

Kasper, M., Freyer, B., Amon, B., Hülsbergen, K.J., Friedel, J.K. (2010): Berechnungen der THG-Emissionen und C-Speicherung im Humus repräsentativer landwirtschaftlicher Modellbetriebe. In: Klimaforschungsinitiative AustroClim, Klima im Wandel, Auswirkungen und Strategien. 11. Österreichischer Klimatag, BOKU Wien, Österreich, 11. u. 12. März 2010.

Kasper, M., Freyer, B., Amon, B., Hülsbergen, K.J., Schmid, H., Friedel, J.K. (2011): Modellberechnungen für treibhausgasrelevante Emissionen und Senken in landwirtschaftlichen Betrieben Ost-Österreichs. In: G. Leithold, K. Becker, C. Brock, S. Fischinger, A.-K. Spiegel, K. Spory, K.-P. Wilbois und U. Williges (Hrsg.): Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Gießen, 16.-18. März 2011. Band 1. S. 177-180.

Kasper, M., Schmid, H., Freyer, B., Hülsbergen, K.J., Friedel, J.K. (2011): Berechnung von Energie- und Treibhausgasbilanzen des Pflanzenbaus in zwei Hauptproduktionsgebieten Österreichs. In: Klimaforschungsinitiative AustroClim und Klima- und Energiefonds, Tagungsband des 12. Österreichischen Klimatags, Vienna, AUSTRIA, Sept. 21-22, 2011.

Kasper, M. und Friedel, J.K., (2011): HUMUS - Datengrundlagen für treibhausgasrelevante Emissionen und Senken in landwirtschaftlichen Betrieben und Regionen Österreichs. Symposiumsdokumentation BIO NET 2011 - Neue Ideen für die biologische Landwirtschaft. 03/03/2011 Wien. [http://www.bio-net.at/documents/Abstracts\\_gesammelt\\_110415.pdf](http://www.bio-net.at/documents/Abstracts_gesammelt_110415.pdf)

### Posterbeiträge für Tagungen:

vTI – Braunschweig Fachtagung „Aktiver Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel - Beiträge der Agrar- und Forstwirtschaft“ 2009

DBG-Jahrestagung Bonn 2009

AustroClim - 11. Österreichischer Klimatag 2010

11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau Gießen 2011

AustroClim - 12. Österreichischer Klimatag 2011

### weitere Tagungs- und Workshopteilnahme:

ADAGIO Symposium der BOKU 2009

UBA Veranstaltung zur Klimawirksamkeit der ÖPUL Maßnahmen 2009

KTBL Tagung „Emissionen landwirtschaftlich genutzter Böden“ 2010

KTBL Tagung „Emissionen der Tierhaltung“ 2011

Diese Projektbeschreibung wurde von der Fördernehmerin/dem Fördernehmer erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte übernimmt der Klima- und Energiefonds keine Haftung.