



Institut für Ökologischen Landbau  
Department für Nachhaltige Agrarsysteme

Kurzstudie

**Bio-Landwirtschaft und Klimaschutz in Österreich:**  
Aktuelle Leistungen und zukünftige Potentiale der Ökologischen  
Landwirtschaft für den Klimaschutz in Österreich

erstellt im Auftrag von BIO AUSTRIA

**Autoren:**

Univ. Prof DI Dr. Bernhard Freyer  
Gregor Mendel-Straße 33  
A-1180 Wien  
e-mail: [bernhard.freyer@boku.ac.at](mailto:bernhard.freyer@boku.ac.at)  
Tel.: ++43 1 47654-3751  
<http://www.boku.ac.at/oekoland>

Michael Dorninger  
e-mail: [michael.dorninger@kabsi.at](mailto:michael.dorninger@kabsi.at)

Wien, Oktober 2008

<b>1</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>1</b>
1.1	<i>Einführung</i>	1
1.1.1	Hintergrund und Zielsetzung	1
1.1.2	Treibhausgasemissionen (THGE) - Globale Perspektive	1
1.1.3	Kyoto Fortschrittsbericht Österreich für die Jahre 1990-2005 und 1990-2006	1
1.1.3.1	<i>Die Österreichische Landwirtschaft</i>	1
1.1.3.2	<i>Beitrag der Ökologischen Landwirtschaft</i>	2
1.2	<i>Zukünftige Reduktionspotentiale</i>	2
1.2.1	Sektorale Analyse	2
1.2.2	THGE-Reduktionspotentiale einer Vollumstellung der Ernährung	3
1.2.3	Biolandbau und Energieproduktion	3
1.3	<i>Fazit</i>	4
<b>2</b>	<b>EINFÜHRUNG</b>	<b>6</b>
2.1	<i>Hintergrund</i>	6
2.2	<i>Fragestellungen, Zielsetzungen und Vorgehen</i>	7
2.3	<i>Exkurs - Den Denkraum erweitern</i>	7
<b>3</b>	<b>TREIBHAUSGASEMISSIONEN – EIN ÜBERBLICK</b>	<b>8</b>
3.1	<i>Globale Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft</i>	8
3.2	<i>Treibhausgasemissionen des Lebensmittelsektors</i>	9
3.3	<i>Der Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990-2005(2006)</i>	10
<b>4</b>	<b>LANDWIRTSCHAFT</b>	<b>13</b>
4.1	<i>Betriebsmitteleinsatz im landwirtschaftlichen Betrieb</i>	13
4.1.1	Energie	13
4.1.2	Pflanzenschutzmittel - THG-Emissionen in der Herstellung	14
4.1.3	Mineraldünger – THG-Emissionen in der Herstellung	15
4.1.4	Futtermittel	17
4.2	<i>Tierbesatz im landwirtschaftlichen Betrieb</i>	19
4.2.1	Methan-Emissionen aus der Tierhaltung	19
4.2.2	Einfluss von Grundfutterqualität, Lebensleistung und Mastdauer auf das THG-Reduktionspotential	21
4.3	<i>Non Food Sektor - NAWAROS</i>	22
4.3.1	Einführende Überlegungen	22
4.3.2	Biomasse und Biogas	23
4.3.3	Biomasse und Biokraftstoffe	24
4.4	<i>Wirkungen auf den Natur- und Ressourcenhaushalt</i>	25
4.4.1	Humus	25
4.4.2	Erosion	26
4.4.3	Wasser	27
<b>5</b>	<b>LEBENSMITTEL</b>	<b>27</b>
5.1	<i>Ernährungssicherung und Ernährungsempfehlung</i>	27
5.2	<i>Einsparungspotentiale bei unterschiedlichen Produktions- und Ernährungsweisen</i>	29
5.3	<i>THGE nach Produktionsweise, Saisonalität und Regionalität</i>	30
5.3.1	THGE konventionell und biologisch erzeugter Lebensmittel	30

5.3.2	Regional und überregional erzeugte Lebensmittel.....	31
5.3.3	Saisonal und nicht-saisonal erzeugte Lebensmittel.....	32
6	FOOT PRINT - ÖKOLOGISCHER FUSSABDRUCK .....	33
7	LITERATUR .....	35
8	ANHANG.....	38

#### Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft im Jahr 2006 (Datenstand 2008).....	1
Tabelle 2:	Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft im Jahr 2005 (Datenstand 2007).....	2
Tabelle 3:	THG-Emissionen - Reduktionspotentiale in ausgewählten agrarischen Sektoren .....	4
Tabelle 4:	Reduktionspotentiale durch Vollumstellung auf Bio und Anpassung der Ernährung nach Weik 2005 .....	5
Tabelle 5:	Reduktionspotentiale durch Humusaufbau .....	5
Tabelle 6:	THGE der Landwirtschaft (global) und im vorgelagerten Bereich im Jahr 2005 .....	8
Tabelle 7:	Die Hauptverursacher des Landwirtschaftssektors (1.000 t CO <sub>2</sub> e) sowie der landwirtschaftliche Anteil der gesamten Emissionen in Österreich im Jahr 2005 .....	10
Tabelle 8:	Die Hauptverursacher des Landwirtschaftssektors (1.000 t CO <sub>2</sub> e) sowie der landwirtschaftliche Anteil der gesamten Emissionen in Österreich im Jahr 2006 .....	11
Tabelle 9:	Lachgasemissionen durch Düngung landwirtschaftlicher Böden im EU-Ländervergleich .....	11
Tabelle 10:	Methanemissionen durch Verdauung der Wiederkäuer im EU-Ländervergleich .....	12
Tabelle 11:	Eingesparte CO <sub>2</sub> -Äquivalente nach einer Abschätzung der ÖPUL-Maßnahmen Biolandbau, Verzichtmaßnahmen und Reduktionsmaßnahmen in 1000 t CO <sub>2</sub> e.....	12
Tabelle 12:	Relativer Energieverbrauch ökologisch vs. konventionell erzeugter Produkte bezogen auf England (in MJ/a).....	14
Tabelle 13:	Pflanzenschutzmittel - in Verkehr gebrachte Wirkstoffmengen im Zeitvergleich (1) .....	14
Tabelle 14:	PSM-Absatz (Wirkstoffmenge) in Österreich im Jahr 2006 und THG-Emissionen der PSM-Herstellung (alle Angaben in Tonnen) .....	14
Tabelle 15:	Reduktionspotential THG durch PSM in der ökologischen Landwirtschaft (in Tonnen).....	15
Tabelle 16:	Düngerabsatz im Zeitvergleich .....	15
Tabelle 17:	Düngerabsatz (Reinnährstoffe) in Österreich im Jahr 2006 und THG-Emissionen der Düngerherstellung (alle Angaben in Tonnen) .....	15
Tabelle 18:	Reduktionspotential für N-Mineraldünger bei Umstellung auf die ökologische Landwirtschaft (in Tonnen).....	16
Tabelle 19:	Futtermittelproduktion Gewerbe und Industrie .....	17
Tabelle 20:	Reduktionspotential für Futtermitteltransporte aus Übersee bei Umstellung auf die ökologische Landwirtschaft (in Tonnen) .....	19
Tabelle 21:	Komponentenzerlegung des Emissionstrends von Methan im Bereich der landwirtschaftlichen Viehhaltung.....	19
Tabelle 22:	Emissionsanteile aus enterogener Fermentation nach verschiedenen Tierkategorien im Jahr 2005.....	19
Tabelle 23:	Emissionsfaktoren von Milchkühen und Nicht-Milchkühen – konv. und bio. ....	20
Tabelle 24:	THG-Reduktionspotential der Rinderhaltung bei Umstellung auf die ökologische Landwirtschaft (in Tonnen) .....	20
Tabelle 25:	Flächenkonkurrenz diverser Kulturen für die Energieproduktion.....	23
Tabelle 26:	Minderung von THG durch Humusaufbau in CO <sub>2</sub> in Tonnen bei BIO_100 Ackerfläche in Österreich?.....	25
Tabelle 27:	Pro Kopfverbrauch an Lebensmittel und inländischer Flächenbedarf .....	28
Tabelle 28:	Flächenbedarf und Flächenverteilung in vier verschiedenen Ernährungsszenarien .....	29
Tabelle 29:	Treibhausgasemissionen der betrachteten unterschiedlichen Ernährungsweisen .....	29
Tabelle 30:	Vergleich der CO <sub>2</sub> e einzelner Lebensmittel bei konventioneller bzw. ökologischer Produktion .....	30
Tabelle 31:	Treibhausgasemissionen in Abhängigkeit von Transportmittel und -entfernung (Bezug München) in g CO <sub>2</sub> e pro kg Lebensmittel .....	32
Tabelle 32:	Energieeinsatz und Emissionen beim Unterglas- und Freilandanbau .....	32
Tabelle 33:	Veränderung der Emissionen durch Gewächshauskultivierung am Beispiel Tomate.....	32
Tabelle 34:	Äquivalenzfaktoren im Jahr 2002.....	34
Tabelle 35:	Erntefaktoren der Schweiz im Jahr 2002.....	34
Tabelle 36:	Gesamtrendgang des ökologischen Fußabdrucks .....	38

#### Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Beitrag der Ernährung zum Treibhauseffekt in Deutschland.....	9
Abbildung 2:	Leistungen der Ökologischen Landwirtschaft.....	13
Abbildung 3:	Importe von eiweißhaltigen Futtermitteln in die EU-25 (2005) .....	17
Abbildung 4:	Emissionen pro Kilogramm Milch von vier grünlandbasierten Produktionssystemen in Österreich.....	21
Abbildung 5:	Anteil der Flächen mit einem jährlichen durchschnittlichen Bodenabtrag durch Wassererosion zwischen 6 t ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> und 11 t ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> (bezogen auf die jeweilige Gesamtfläche des NUTS 3 Gebiets) .....	26

#### Abkürzungsverzeichnis

---

BSE	Bovine Spongiforme Enzephalopathie („Rinderwahn“)
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
CO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> -Äquivalente
CH <sub>4</sub>	Methan
GVE	Großvieheinheit
ha	Hektar
MH <sub>4</sub>	Methan
N <sub>2</sub> O	Lachgas
PSM	Pflanzenschutzmittel
THGE	Treibhausgas-Emissionen
TS	Trockensubstanz

Umrechnung: Kohlenstoff C in CO<sub>2</sub>, wobei 1 kg Kohlenstoff = 3,7 kg CO<sub>2</sub> entspricht (Molekülgewicht CO<sub>2</sub> / Atomgewicht C = 44/12 ≈ 3,7).

# 1 ZUSAMMENFASSUNG

## 1.1 Einführung

### 1.1.1 Hintergrund und Zielsetzung

Vieles deutet darauf hin, dass der Mensch ganz maßgeblich verantwortlich zeichnet für den Klimawandel, ausgelöst durch eine massive Zunahme der Treibhausgasemissionen. Verschiedene Sektoren tragen dazu bei. In dieser Studie fokussieren wir im wesentlichen auf den Einfluss der (ökologischen) Landwirtschaft sowie der Ernährung auf den Klimawandel, weisen aber auch auf andere ökologische Wirkungen der konventionellen Wirtschaftsweise hin. Bevölkerungszuwachs, Trockenperioden, eine Zunahme der Nachfrage nach Energie aus Biomasse, ein steigender Verzehr an Fleisch hat den Druck auf die landwirtschaftlichen Flächen erhöht. Um diese Nachfrage zu bedienen, wird die Produktion intensiviert sowie durch Rodung von vorwiegend tropischen Wäldern die Anbaufläche erweitert. Beide Maßnahmen führen jedoch zu problematischen Ergebnissen, welche das eigentliche Ziel konterkarieren: Die Folgen:

- für Natur und Umwelt massive Erhöhung der treibhausgasrelevanten Emissionen, irreversible Zerstörung von CO<sub>2</sub>-Senken, Belastungen von Flora und Fauna sowie Grundwasser.
- für die Produktionsleistung der Landwirtschaft: bereits kurz- bis mittelfristig Reduktion der Gesamterträge landwirtschaftlicher Produktionsflächen bis hin zur irreversiblen Zerstörung der Produktionsstandorte.
- für die Gesellschaft: zunehmender Hunger, Wasserknappheit, Armut sowie gewalttätige Auseinandersetzungen um die Ressourcen.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, welchen Beitrag die Ökologische Landwirtschaft sowie eine angepasste Ernährung in Österreich zur Minderung der treibhausgasrelevanten Emissionen sowie zur Minderung der Folgekonflikte beitragen kann. Zur Beantwortung dieser Frage wurden auf der Basis von Literaturrecherchen sowie überschlägigen Kalkulationen die Potentiale einer Treibhausgasreduktion durch die Vollumstellung auf den biologischen Landbau sowie der Anpassung der Ernährung an die Richtlinien der Deutschen Gesellschaft für Ernährung skizziert.

Es ist außer Frage gestellt, dass Antworten auf die globalen Problemfelder (Ernährung, Energie und Klimawandel) nicht allein innerhalb der Ökologischen Landwirtschaft gefunden werden können. Als Schlüsseltechnologie im 21. Jahrhundert kann die Ökologische Landwirtschaft ihr Potential nur im Zusammenspiel mit anderen gesellschaftlichen Teilsystemen (z.B. Politik, Wirtschaft, Wissenschaft usw.) entfalten. Dem Systemverständnis folgend, dass das System Ökologische Landwirtschaft nur dann funktionieren kann, wenn die sie umgebenden Systeme sich ebenso entwickeln, bedarf es neben der Umstellung der landwirtschaftlichen Produktion, auch einer Umstellung der Ernährung oder des Umgangs mit Energie u.a.m.

### 1.1.2 Treibhausgasemissionen (THGE) - Globale Perspektive

Weltweit emittierte die Landwirtschaft im Jahr 2005 insgesamt zwischen 8,5 und 16,5 Mrd. t THG (17 bis 32 Prozent der weltweiten THG-Emissionen) (bei eingerechneten Landnutzungsänderungen (= Brandrodung/Abholzung der Regenwälder) (vgl. Bellarby et al. 2008: 8). Auf die Landnutzungsänderungen entfallen jährlich (ca. 5,9 Mrd. t) (ca. 47,1 % der gesamten landwirtschaftlichen THG-Emissionen weltweit). Die Landwirtschaft (ohne Landnutzungsänderungen) inklusive vorgelagerte Produktion von Betriebsmitteln (nur die Herstellung von Dünge- und Pflanzenschutzmittel) emittiert zwischen 5,1 und 6,6 Mrd. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> (10 - 12 %) der globalen THGE.

Die Emissionen werden größtenteils in Form von Methan (3,3 Mrd. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup>) und Lachgas (2,8 Mrd. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup>) abgegeben. Hingegen ist der Nettoausstoß an Kohlendioxid relativ gering (0,04 Mrd. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup>) (vgl. Bellarby et al. 2008: 8) (Abschnitt 2.3).

### 1.1.3 Kyoto Fortschrittsbericht Österreich für die Jahre 1990-2005 und 1990-2006

#### 1.1.3.1 Die Österreichische Landwirtschaft

Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990-2006 (Datenstand 2008)

Insgesamt emittierte die österreichische Landwirtschaft im Jahr 2006 rund 7,9 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> (ca. 8,7 % der jährlich in Österreich anfallenden Gesamtemissionen von etwa 91,1 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup>) (Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990-2006; Stand 2008) (siehe Abschnitt 3.3). Die Emissionen sind im Zeitraum von 2005 bis 2006 um 0,4 % gestiegen, zwischen 1990 und 2006 haben sie um 14,0 % abgenommen (Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990-2006: 79; Datenstand 2008) (vgl. Tabelle 1).

**Tabelle 1: Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft im Jahr 2006 (Datenstand 2008)**

<b>Sektor Landwirtschaft</b>			
THG-Emissionen 2006 (Mio. t CO <sub>2</sub> -Äquiv.)	Anteil an den nationalen THG-Emissionen	Veränderung zum Vorjahr 2005	Veränderung seit 1990
7,9	8,7 %	+0,4 %	-14,0 %

Quelle: Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990-2006:79

Von den rd. 7,9 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> entfallen ca. 3 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> (3,3% aller nationalen THGE) auf Methan aus Mägen von Wiederkäuern (Rinder, Schafe, Ziegen) und ca. 2,9 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> (3,2 %) Lachgas aus den landwirtschaftlichen Böden in Verbindung mit organischen und mineralischen Düngern. Auf das Gülle-Management (gesamte Kette, Lachgas und Methan) entfallen rd. 2 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup>. Nicht berücksichtigt sind im Sektor Landwirtschaft die Herstellung von mineralischem N-Dünger, der Pflanzenschutzmittel, sowie etwaige THGE durch Futtermittelzukauf (z. B. Soja aus Brasilien).

Die Methanemissionen aus dem Verdauungstrakt von Rindern sind seit 1990 um 14,9 %, Lachgasemissionen aus der Düngung landwirtschaftlicher Böden um 14,1 % gesunken. Die Hälfte (54 %) der gesamten Lachgasemissionen Österreichs stammt aus landwirtschaftlich genutzten Böden, deren Stickstoffgehalt durch die Ausbringung von Stickstoffdüngern erhöht ist (Nährstoffüberschüsse). Weltweit ist dagegen eine Zunahme der THGE (z.B. durch vermehrten Einsatz von mineralischem N-Dünger oder durch Brandrodung) zu verzeichnen.

Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990-2005 (Datenstand 2007)

Der Sektor Landwirtschaft umfasst die Emissionen der Treibhausgase Methan und Lachgas und machte im Jahr 2005 8,4 % der gesamten österreichischen Treibhausgasemissionen aus. Die Emissionen sanken von 2004 auf 2005 um 0,4 %, zwischen 1990 und 2005 haben sie aber um 14,3 % abgenommen (vgl. Tabelle 2).

**Tabelle 2: Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft im Jahr 2005 (Datenstand 2007)**

Sektor Landwirtschaft	Anteil an den gesamten Treibhausgasen	Veränderung zum Vorjahr	Veränderung seit 1990
	8,4 %	-0,4 %	-14,3 %

Quelle: Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990-2005:50

### 1.1.3.2 Beitrag der Ökologischen Landwirtschaft

Es ist naheliegend, dass die Reduktionen zwischen 1990 und 2005 neben den über das ÖPUL eingeleiteten Reduktionsmaßnahmen in der konventionellen Landwirtschaft maßgeblich auf die Umstellung von heute ca. 13,5% landwirtschaftlicher Betriebe (heute ca. 15% der Fläche) auf die biologische Wirtschaftsweise zurückzuführen sind. Gründe die dafür sprechen sind unter anderem die mineralische Stickstoffdüngung, die im biologischen Betrieb untersagt ist, der geringere Tierbestand und der damit verbundene geringere Hofdüngeranfall sowie der geringere Anteil an Güllesystemen. Der Kyoto Fortschrittsbericht bietet diesbezüglich allerdings keine detaillierten Informationen, noch sind alle THG relevanten Emissionen mit Bezug zur Landwirtschaft im Sektor Landwirtschaft berücksichtigt (beispielsweise wird die Energie zur Erzeugung der Kunstdünger im Sektor Industrie erfasst).

## 1.2 Zukünftige Reduktionspotentiale

### 1.2.1 Sektorale Analyse

Die sektorspezifischen Ergebnisse der Kalkulationen von THGE-Reduktionspotentialen einer 100% Umstellung auf die biologische Wirtschaftsweise sind als überschlägige Näherungswerte zu verstehen. Aufgrund unvollständiger Datengrundlagen mussten diverse Annahmen getroffen und unterschiedliche Berechnungen angestellt werden. Die kalkulierten Teilbereiche des Systems Ökologische Landwirtschaft wurden nach der Qualität der Datengrundlagen ausgewählt. Danach schließt eine Kalkulation einer Vollumstellung auf Bio auf der Basis der GEMIS Datenbank an, welche auf den Ernährungsmustern basiert.

#### *Pflanzenschutzmittel - Herstellung*

Die heute bei der Herstellung der PSM anfallenden THG-Emissionen von rd. 41.330 t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> sind im Vergleich zur Düngerherstellung (776.713 t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup>) mit rund 5 % als eher gering einzustufen (vgl. Abschnitt 4.1.2). In der gegenwärtigen Situation (ca. 15 % Biolandbau) werden durch Biolandbau aufgrund des Nicht-Einsatzes von PSM ca. 6.200 t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> eingespart. Durch eine Gesamtumstellung der österreichischen Landwirtschaft auf Biolandbau (100 %) könnten rd. 36.577 t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> vermieden werden.

#### *Stickstoffmineraldünger - Herstellung*

In der gegenwärtigen Situation (ca. 15 % Biolandbau) werden durch Biolandbau aufgrund des Nicht-Einsatzes von N-Mineraldüngern ca. 142.097 t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> eingespart. Das entspricht rd. 1,9 % der

gesamten landwirtschaftlichen THGE (7,6 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup>) und knapp 0,15 % der gesamten österreichischen THGE von ca. 93,4 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> (Stand 2005). Durch eine Gesamtumstellung der österreichischen Landwirtschaft auf Biolandbau (100 %), könnten aufgrund des Verzichtes auf den Stickstoffmineraldünger rd. 776.713 t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> vermieden werden. Das entspricht rd. 10 % der gesamten landwirtschaftlichen Emissionen und knapp 1 % der gesamten österreichischen Emissionen. (vgl. Abschnitt 4.1.3). Bei Phosphor und Kalium wurde keine Reduktion angenommen. In der Praxis ist langfristig mit ca. einer Halbierung bis ein Drittel des konventionellen Einsatzes zu rechnen.

#### *Futtermittelimport Soja – Transport*

Rund 500.000 t Sojaextraktionsschrot wurden 2007 nach Österreich importiert um hier in der Tierhaltung verfüttert zu werden (vgl. AMA 2008). Im Ökologischen Landbau werden die Tiere überwiegend mit hofeigenem Futter ernährt (EU-VO 2091/02; BIO AUSTRIA 2006: 82f), darüber hinaus beziehen Biobetriebe ihre Futtermittel auch von der Futtermittelindustrie oder via Rohstoffbündler (z.B. österreichische Agentur für Biogetreide GmbH). Insofern sind also auch weitere Kreisläufe zu beachten. Nichts desto trotz können zum gegenwärtigen Zeitpunkt THG-Emissionen, im Ausmaß von 5.400 t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> aus Überseetransporten (7000 km Massenfrachter) für hofeigene Futtermittel gutgeschrieben werden. Die Anteile von Übersee-Soja in den heimischen biologischen Futtermittelrationen sind gegenwärtig zu vernachlässigen. Inwiefern aber bei flächendeckender Umstellung auf Biolandbau die österreichische Veredelungswirtschaft auf Sojaimporte gänzlich verzichten kann, ist fraglich.

#### *Tierhaltung - Methan aus Mägen von Rindern (enterogene Fermentation)*

In der gegenwärtigen Situation werden durch Biolandbau ca. 28.409 t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> eingespart. Das entspricht rd. 0,4 % der gesamten landwirtschaftlichen Emissionen und knapp 0,04 % der gesamten österreichischen Emissionen (Stand 2005). Durch eine Gesamtumstellung der österreichischen Landwirtschaft auf Bio-Rinderhaltung, könnten ca. 180.638 t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> vermieden werden (Reduktion um ca. 6 % der momentanen Methan-Emissionen aus Rindermägen). Das entspricht rd. 2 % der gesamten landwirtschaftlichen Emissionen (7,6 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup>) und knapp 0,2 % der gesamten österreichischen THGE (vgl. Abschnitt 4.2.1). Eine Reduktion des Tierbesatzes, die bei einer Umstellung zu erwarten ist, ist damit noch nicht berücksichtigt.

#### *Humusaufbau – Einmalige C-Sequestrierung einer Vollumstellung auf Biolandbau*

Unter günstigen Annahmen einer Humuserhöhung können in einem Zeitraum von 25 Jahren auf der österreichischen Ackerfläche einmalig nach einer überschlüssigen Kalkulation 16,4 Mio. t CO<sub>2</sub> im Boden gebunden werden. Das entspricht dem 2-fachen der jährlich anfallenden landwirtschaftlichen THGE (rd. 7,6 Mio. t CO<sub>2</sub> a<sup>-1</sup>) und etwas mehr als der Hälfte der jährlich in Österreich anfallenden Gesamtemissionen (rd. 93. Mio. t CO<sub>2</sub> a<sup>-1</sup>) (Stand 2005). Bei ungünstigen Annahmen können in einem Zeitraum von 25 Jahren einmalig 7,2 Mio. t CO<sub>2</sub> durch Humusaufbau (Ackerfläche) gebunden werden. Das entspricht ungefähr den jährlich anfallenden landwirtschaftlichen Gesamtemissionen und etwa einem Zwölftel der jährlich in Österreich anfallenden Gesamtemissionen (Stand 2005) (vgl. Abschnitt 4.4.1). Bezogen auf ein Jahr ergibt sich bei Annahme von einer Zeitspanne von 25 Jahren ein jährliches Reduktionspotential von rd. 640.000 t resp. rd. 304.000 t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> für die österreichische Ackerfläche (1,5 Mio. ha inkl. Obst- und Weinanlagen). Das sind rd. 433 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> resp. 206 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>.

#### *Kalkulation der Umstellung auf Biolandbau bei unverändertem Ernährungsmuster*

Wird die Vollumstellung auf der Basis der GEMIS Daten kalkuliert, welche den landwirtschaftlichen Betrieb sowie den vor- und nachgelagerten Bereich umfassend einbeziehen, so errechnet sich eine Reduktion der THGE durch die Umstellung auf Biolandbau von 374 kg CO<sub>2</sub>e pro Person und Jahr, was einer Reduktion der landwirtschaftlichen Emissionen um 30,4% und in bezug auf die österreichischen Gesamtemissionen um ca. 2,9% entspricht.

## **1.2.2 THGE-Reduktionspotentiale einer Vollumstellung der Ernährung**

Durch eine Umstellung der Ernährung nach den Richtlinien der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE), aber bei weiterhin konventionellem Landbau, können die THG-Emissionen um bis zu 199 kg CO<sub>2</sub>e pro Person und Jahr reduziert (vgl. Tabelle 29). Für 8.300.000 Österreicher ergäbe das ein Minderungspotential von rd. 1,7 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup>. D.h., es können von den momentan anfallenden ernährungsbedingten THGE (Annahme 10,2 Mio. t CO<sub>2</sub>e) ca. 16 % eingespart werden. Die potentiellen Einsparungen durch die Umstellung der Ernährung betragen somit rund 1,7% der gesamten österreichischen Treibhausgasemissionen (vgl. Abschnitt 5.2).

## **1.2.3 Biolandbau und Energieproduktion**

Die Nutzung von Biomasse für die Energiegewinnung macht im Ackerbau dort Sinn, wo die Niederschläge über ca. 600 mm liegen. Schnitt von Hauptfrucht-Leguminosenbeständen, Zwischenfrüchte sowie Zweitfrüchte und Stroh können genutzt werden, wobei hier Obergrenzen einzuhalten sind, um einen Humusabbau zu vermeiden. Ebenso können der Grünlandaufwuchs oder Aufwuchs von Naturschutzflächen sowie hofeigene Dünger eingesetzt werden.

93 Millionen Hektar Ackerfläche stehen in der EU-25 zur Nahrungs- und Futtermittel- sowie Energiepflanzenproduktion zur Verfügung. Werden 20 Prozent der Ackerfläche für den alleinigen Anbau von Energie-

pflanzen genutzt, können jährlich bis zu 104 Millionen Tonnen Rohöläquivalente (Crude Oil Equivalents, COE) produziert werden - spezialisiertes System (vgl. Amon 2007: 307). Im Gegensatz dazu ermöglicht eine integrierte Fruchtfolge (integriertes System) die Nutzung der gesamten Ackerfläche für die gleichzeitige Produktion von Nahrungsmitteln, Futtermitteln und Energiepflanzen. Berechnungen zufolge können in einem solchen System jährlich 96,6 Gigajoule Energie pro Hektar auf der gesamten Ackerfläche der EU-25 produziert werden, was 215 Millionen Tonnen COE entspricht – mehr als das Doppelte im Vergleich zum spezialisierten System (Bauer et al. 2007). Im Verkehrssektor wurden 2005, im Vergleich dazu, in der EU-25 jährlich rund 355 Millionen Tonnen Rohöläquivalente verbraucht (EUROSTAT 2007). Inwieweit bei dieser Nutzung die Humusversorgung gewährleistet ist, kann bislang nicht beantwortet werden.

Bei einer flächendeckenden Umstellung auf Biolandbau, und unter Berücksichtigung österreichische Verhältnisse, lassen sich innerhalb der Fruchtfolge (integriertes System) auf 200.000 ha der Ackerfläche mit Zwischenfrüchten belegen. Geht man davon aus, dass davon 50% direkt verfüttert werden, so verbleiben 100.000 ha für die Biogasproduktion. Bei einem TM Ertrag von 2 t/ha, resultieren daraus 69 Mio. m<sup>3</sup> Biomethan (61.129 t COe). Damit werden ca. 3% des gesamten österreichischen Treibstoffverbrauchs (mit ca. 2,1 Mio. t Benzin und ca. 6,3 Mio. t Diesel) im Jahr 2005 gedeckt. Zusätzliche Biomasse kann aus brachliegendem und für die Fütterung nicht erforderlichem Aufwuchs gewonnen werden. Zahlen darüber liegen derzeit jedoch nicht vor.

### 1.3 Fazit

Im Jahr 2006 betragen die THGE Österreichs 91,1 Mio. t CO<sub>2</sub>e (CO<sub>2</sub>-Äquivalente). Damit lagen sie um 15,1 % über dem Niveau von 1990 (Bezugsjahr Kyoto-Fortschrittsbericht). Zwischen 2005 und 2006 kam es zu einer Reduktion der THGE um 2,3 %. Der Sektor Landwirtschaft ist insgesamt für 7,9 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> und damit für 8,7 % der nationalen THGE verantwortlich (Stand 2006 - Kyoto Fortschrittsbericht 2008). Seit 1990 haben die Emissionen in der Landwirtschaft um 14,0 % abgenommen.

Unter Berücksichtigung ausgewählter sektoraler Kenngrößen, können durch eine vollständige Umstellung auf Ökologische Landwirtschaft die THGE um 120 kg CO<sub>2</sub>e pro Person und Jahr reduziert werden (bezogen auf die gesamte Bevölkerung: ca. 1 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> (993.928 t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> in Tabelle 3)(ca. - 1 % der gesamten jährlichen österreichischen THGE oder ca. - 12,7 % der gesamten jährlichen landwirtschaftlichen THGE (Stand 2006)). (Den Berechnungen wurde eine Einwohnerzahl für Österreich von 8.300.000 zugrunde gelegt). Dabei sind eine Vielzahl an Kenngrößen nicht berücksichtigt.

Auf der Basis aggregierter Daten aus GEMIS (Weik 2005: 90 und Tabelle 29), können über eine Umstellung auf die ökologische Landwirtschaft 374 kg CO<sub>2</sub>e pro Person und Jahr (bezogen auf die gesamte Bevölkerung: ca. 3,1 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> in Tabelle 32; ca. - 3,4 % der gesamten jährlichen österreichischen THGE oder ca. - 39 % der gesamten jährlichen landwirtschaftlichen THGE (Stand 2006)).

Die Ernährungsumstellung nach DGE erreicht ein Minderungspotential von 199 kg CO<sub>2</sub>e pro Person und Jahr (bezogen auf die gesamte Bevölkerung: ca. 1,7 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> (vgl. Weik 2005: 90, Tabelle 4 und Tabelle 29); ca. - 1,9 % der gesamten österreichischen THGE oder - 21,5 % der gesamten jährlichen landwirtschaftlichen THGE (Stand 2006)).

Das Gesamteinsparungspotential aus der Umstellung der Landwirtschaft einerseits und der Umstellung der Ernährung andererseits, erreicht auf der Basis dieser Daten einen Wert von 319 kg CO<sub>2</sub>e pro Person und Jahr (bezogen auf die gesamte Bevölkerung: ca. 2,7 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> oder ca. - 2,9 % der gesamten jährlichen österreichischen THGE oder ca. - 34 % der gesamten jährlichen landwirtschaftlichen THGE (Stand 2006)) und eine maximale Reduktion von 489 kg CO<sub>2</sub>e pro Person und Jahr (bezogen auf die gesamte Bevölkerung ca. 4,8 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> oder ca. - 5,2 % der gesamten jährlichen österreichischen THGE (Stand 2006)) .

Die Minderung der THGE durch Humusaufbau belaufen sich bei einer Umstellung auf die Ökologische Landwirtschaft bezogen auf die ackerbauliche Fläche verteilt auf 25 Jahre auf insgesamt vorsichtig geschätzte 433 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (günstige Annahmen) resp. 206 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (ungünstige Annahmen) (vgl. Tabelle). Bezogen auf ein Jahr ergibt sich insgesamt ein Reduktionspotential von ca. 640.000 t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> (77 kg CO<sub>2</sub>e pro Person und Jahr) resp. ca. 304.000 t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> (37 kg CO<sub>2</sub>e pro Person und Jahr); bzw. ca. - 0,7 % resp. - 0,3 % der gesamten jährlichen österreichischen THGE oder ca. - 8 % resp. - 4 % der gesamten jährlichen landwirtschaftlichen THGE (Stand 2006)).

Diese Werte können bislang nur als grobe Annäherung bewertet werden. Weitere Datenerhebungen und Berechnungen sind für eine Spezifizierung dieser Eckdaten dringend erforderlich. Beispielsweise zeigen Vergleiche der Datensätze aus GEMIS Version 4.4 (jüngere Daten) und Version 4.2 (ältere Daten) markante Abweichungen bezogen auf die angegebenen THGE - Werte. Gegenwärtig kann daher vorsichtig davon ausgegangen werden, dass bei Vollumstellung auf Ökologische Landwirtschaft (ohne Ernährungsumstellung) ein Reduktionspotential von ca. - 20 % bezogen auf die gesamten jährlichen landwirtschaftlichen THGE; bzw. knapp - 2 % der gesamten jährlichen österreichischen THGE, möglich ist.

#### **Tabelle 3: THG-Emissionen - Reduktionspotentiale in ausgewählten agrarischen Sektoren**

Herkunft der THG-Emissionen	THG-Emissionen der österr. LW	Anteil THG-Emissionen - Reduktion durch Biolandbau 15%	THG-Emissionen - Reduktionspotential bei 100% Biolandbau	THG-Emissionen - bei 100% konventionellem Landbau
Landwirtschaftlicher Betrieb und ausgewählte vorgelagerte Sektoren - Angaben in Tonnen CO <sub>2</sub> e a <sup>-1</sup>				
Pflanzenschutzmittel (Herstellung)	41.330 (Stand 2007)	6.200	36.577	47.530
N, P und K-Düngemittel (Herstellung)	853.717 (Stand 2007)	142.097 (nur N)	776.713 (nur N)	995.814
Futtermittelimport Transport (500.000 t Sojaimport, Massenfrachter, 7.000km)	36.000 (Stand 2007)	5.400	Nicht bekannt	41.400
Tierhaltung (Methan aus Rindermägen, fütterungsbedingt)	2.875.065 (Stand 2005)	28.409	180.638	2.903.473
Summe über Sektoren	3.806.112	182.106	993.928	3.988.217
In % über alle Sektoren	100	-4,8	-26,1	+ 4,8
In % der gesamten landwirtschaftlichen THGE:		-2,4	-13	+ 2,4
In % der gesamten österreichischen THGE:		-0,2	-1,0	+ 0,2
Reduktionspotentiale durch Anpassung der Ernährung				
DGE-Empfehlung t CO <sub>2</sub> e a <sup>-1</sup>				-1.651.700
In % der gesamten österreichischen THGE				-1,7

**Tabelle 4: Reduktionspotentiale durch Vollumstellung auf Bio und Anpassung der Ernährung nach Weik 2005**

(1) Vollumstellung auf Biolandbau in kg CO <sub>2</sub> e a <sup>-1</sup> und Person	-374
(2) Ernährungsumstellung auf der Basis der DGE-Empfehlungen in kg CO <sub>2</sub> e a <sup>-1</sup> und Person	-199
(3) Vollumstellung auf Biolandbau sowie der Ernährungsumstellung auf der Basis der DGE-Empfehlungen in kg CO <sub>2</sub> e a <sup>-1</sup> und Person (Summe aus (1) und (2))	-489
In % der gesamten österreichischen THGE (Bezug (3))	-4,7
In % des Gesamtsystems Landwirtschaft und Ernährung (Bezug (3))	-40

**Tabelle 5: Reduktionspotentiale durch Humusaufbau**

Humusaufbau einmalig - Reduktionspotential in t CO <sub>2</sub> in 25 Jahren (Bezug Ackerfläche)	
Günstige Annahmen für den Humusaufbau	16.400.000 gesamt, oder 640.000 t pro Jahr
Ungünstige Annahmen für den Humusaufbau	7.200.000 gesamt, oder 304.000 t pro Jahr

Die vorgenommenen Kalkulationen decken nur einen Teil klimarelevanter Prozesse in den Sektoren Landwirtschaft und Ernährung ab. Die verfügbaren Datenbanken bedürfen für weitere Berechnungen der Überarbeitung und Ergänzung.

Um bei einer flächendeckenden Umstellung die skizzierten Reduktionspotentiale zu erreichen, bedarf es noch erheblicher Bemühungen in Forschung, Beratung und Praxis. Verpasst die Ökologische Landwirtschaft seine Qualitätsziele (Konventionalisierung), nähert sie sich der konventionellen Landwirtschaft und damit auch deren THG-Emissionen.

Besteht das politische Ziel, die THG-Emissionen in Österreich maßgeblich zu reduzieren, und wird Verantwortung übernommen für globale Landnutzungsentwicklungen (z. B. Futtermittelimport), dann gilt die Ökologische Wirtschaftsweise und eine Ernährungsumstellung als eine der obersten Prioritäten.

## 2 EINFÜHRUNG

### 2.1 Hintergrund

Nachdem die mediale Bugwelle über die den Menschen und die Umwelt schädigenden Auswirkungen von Pestiziden längst verebbt ist, über Nitratbelastungen im Grundwasser kaum mehr gesprochen wird, und das Thema Erosion vom Winde verweht, das Thema Artenschwund in den Medien kaum mehr einen Aufschrei auslöst, sind wir nun mit dem nächsten massiven Umweltproblem konfrontiert: dem Klimawandel resp. dem drastischen Anstieg an THG-Emissionen und damit verbundenen Auswirkungen auf die gesamte Erde.

In welchem Umfeld spielt sich diese Entwicklung ab? Natur (Ökosystem) und Kultur (Gesellschaftssystem) sind auf das Engste miteinander verbunden. Von der Tatsache globaler lebensweltlicher Problemfelder (Landnutzung, Ernährung, Energie und Klimawandel) sind alle gesellschaftlichen Teilsysteme (Wirtschaft, Politik, Wissenschaft, Massenmedien, Religion usw.) der (Welt-)Gesellschaft gleichermaßen berührt - es handelt sich demnach um ein Querschnittsproblem. Das macht die „Sache“ nicht einfacher, werden doch die einzelnen Probleme in je eigenen Systemkontexten und Weltanschauungen wahrgenommen - Politiker sehen die Sache (z.B. Klimawandel) naturgemäß anders als etwa Wirtschaftskapitäne oder Wissenschaftler. Hier geht es maßgeblich um kurz- als auch langfristige Einflussbereiche und Interessenskonflikte und bislang selten wirksame nachhaltige Lösungsansätze.

Thema dieser Studie sind der Klimawandel und die Rolle, welche dabei die Landwirtschaft und das Ernährungssystem einnehmen. Wie sich zeigen wird, sind letztere auf das Engste miteinander verknüpft.

Die Landwirtschaft ist Verursacher des Klimawandels und zugleich Leitragende, sie ist aber auch in der Lage etwas gegen den Klimawandel zu unternehmen.

Die Landwirtschaft trägt weltweit mit etwa 32 Prozent (bei eingerechneter Brandrodung und ohne Ernährung) an dem vom Menschen verursachten Treibhausgasemissionen bei (vgl. Bellarby et al. 2008: 5). Insgesamt emittiert die österreichische Landwirtschaft jährlich rund 7,6 Mio. t CO<sub>2</sub>e, das sind etwa 8 % der jährlich in Österreich anfallenden Gesamtemissionen von etwa 93,4 Mio. t CO<sub>2</sub>e. Von den rd. 7,6 Mio. t CO<sub>2</sub>e entfallen ca. 3 Mio. t CO<sub>2</sub>e auf Methan aus Rindermägen und ca. 2,8 Mio. t CO<sub>2</sub>e Lachgas aus Düngung landwirtschaftlicher Böden. Auf das Güllemanagement (Methan und Lachgas) entfielen rd. 1,8 Mio. t CO<sub>2</sub>e (vgl. UBA 2007).

Zugleich ist die Landwirtschaft Leidtragende, nicht nur weil sie mit einer Extremisierung der Witterung, sondern mit allen gesamtökologischen Auswirkungen ihrer eigenen Wirtschaftsweise (z.B. Erosion, Trockenheit, Biodiversitätsverlust) konfrontiert ist. Neben dem Klimaschutz sollte also der Naturschutz und Ressourcenschutz, welche mit dem Klimawandel in einer Wechselbeziehung stehen, berücksichtigt werden.

Die Landwirtschaft ist aber auch in der Lage durch entsprechende Bewirtschaftungsmaßnahmen CO<sub>2</sub> im Boden zu speichern und damit einen Beitrag zur Reduktion der THGE zu leisten. Neben der Speicherung im Boden kann über den Anbau von Energiepflanzen die THGE vermindert werden. Bisherige Strategien können nicht in jedem Fall überzeugen, zum Teil tragen sie eher zu einer Belastung des gesamten Ökosystems bei, denn zu einer Entlastung.

Das landwirtschaftliche System kommt durch verschiedene Entwicklungen zunehmend unter Druck, löst diesen Druck aber auch selbst aus, wobei diese Entwicklungen sind eng miteinander verbunden.

Die Flächenkonkurrenz zwischen Lebensmitteln und Energiepflanzen im konventionellen Produktionssystem hat in den zurückliegenden Jahren erheblich zugenommen (steigende Weltbevölkerung, steigender Nahrungsmittelbedarf, steigender Energiebedarf). Daraus resultiert die Forderung nach mehr Flächen und Ertrag. Dominierende Strategien diesen Bedarf zu decken bestehen im Landnutzungswandel sowie der Intensivierung der Produktion.

Beide Maßnahmen sind jedoch kontraproduktiv. Sie führen zu enormen Humusverlusten, Erosion, Trockenperioden und damit verbundenen Missernten. Um diesen Verlust an Kulturfläche auszugleichen, wird der Regenwald weiter vernichtet (Brandrodung), was zu einer gewaltigen Freisetzung von THG-Emissionen führt - die Medizin wird zur Krankheit - das Syndrom ließe sich beliebig fortsetzen.

Die Konsequenzen eines Anbaus von Pflanzen zur Energieerzeugung sind so komplex, dass die Art und Weise der Beantwortung der Frage ohne Analyse der Wechselwirkungen innerhalb des landwirtschaftlichen Betriebes, der gesamten Wertschöpfungskette sowie der Implikationen auf andere ökologische und gesellschaftliche Bereiche derzeit nicht absehbar ist.

Das Ernährungssystem gilt ebenso als ein relevantes Handlungsfeld in der Klimadebatte. Welche Verantwortung kommt den VerbraucherInnen in ihrem Lebensmittelkonsum zu? Die Nachfrage nach

spezifischen Lebensmitteln, die Verarbeitung und Distribution beeinflussen die klimarelevanten Auswirkungen der Landwirtschaft. Darüber hinaus wirkt die Nachfrage auf soziale Systeme, den Ressourcenverbrauch oder das Gesundheitssystem. D.h., wir befinden uns inmitten eines Komplexitätszuwachses verschiedener Produktions- und Konsumphilosophien, Werte, Normen und Weltanschauungen, welcher selbst für ExpertInnen kaum mehr überschaubar ist.

## 2.2 Fragestellungen, Zielsetzungen und Vorgehen

Die Bearbeitung der Thematik folgt dem derzeit in der Literatur vorliegendem Kenntnisstand. Dies schließt keineswegs aus, dass Positionen kritisch bewertet werden. Soweit auf keine natur- oder sozialwissenschaftliche Beweisführung zurückgegriffen werden kann, wird das jeweilige Thema anhand von vorläufigen plausiblen Überlegungen dargelegt. Der Bericht gliedert sich in folgende Abschnitte:

Das Thema Klimawandel wird mit einem Blick auf die globale Situation der Treibhausgasemissionen in der Landwirtschaft (vgl. Abschnitt 3.1) und Ernährung (vgl. Abschnitt 3.2) sowie einem Einblick in die österreichische Situation eröffnet (vgl. Abschnitt 3.3).

Daran anschließend werden in Abschnitt 4.1 und 4.2 die ökologischen Leistungen im landwirtschaftlichen Betrieb, in Verbindung zum vorgelagerten Bereich dargelegt (PSM, N-Mineraldünger) mit dem. In einigen Abschnitten werden die folgenden Szenarien verglichen:

- STATUS\_15/85 (Status Quo: 15% ökologische und 85% konventionelle Landwirtschaft)
- BIO\_100 (Szenario: 100% ökologische Landwirtschaft)
- KONV\_100 (Szenario: 100% konventionelle Landwirtschaft)

Im Non-Foodsektor, siehe Abschnitt 4.3, wird die Nutzung landwirtschaftlicher Biomasse und deren ökologische Auswirkungen bewertet.

Für den in Abschnitt 5 dargestellten Ernährungssektor werden ökologische Auswirkungen unterschiedlicher Ernährungsmuster wie folgt unterschieden:

- IST\_KONV (durchschnittliche österreichische Ernährung mit konventionellen Produkten)
- IST\_ÖKO (durchschnittliche österreichische Ernährung mit Produkten aus dem ökologischen Landbau)
- SOLL\_KONV (nach ernährungswissenschaftlichen Erkenntnissen gestaltete Ernährungsweise mit konventionellen Produkten)
- SOLL\_ÖKO (nach ernährungswissenschaftlichen Erkenntnissen gestaltete Ernährungsweise mit Produkten aus ökologischer Produktion)

Mit der Food-Print-Methode wird in Abschnitt 6 dargelegt, wie sich ein Systemwandel zur Ökologischen Landwirtschaft auf ausgewählte Indikatoren auswirkt.

In der Begrenztheit des Auftragsvolumens und der damit zur Verfügung stehenden Arbeitszeit, war es nur punktuell möglich, eigene Kalkulationen zu erstellen. Wir gehen davon aus, dass eine vertiefte Bearbeitung in Folgearbeiten möglich sein wird.

Ziel des vorliegenden Papiers ist der Versuch, eine Zwischenbilanz zum Klimawandel und der Bedeutung der Ökologischen Landwirtschaft und ausgewählten Umfeldern zu ziehen. Dazu werden die Auswirkungen der konventionellen Landwirtschaft und Ernährung auf den Klimawandel kritisch zusammengefasst, die Auswirkungen der Ökologischen Landwirtschaft und Ernährung gegenübergestellt und soweit möglich Datenmaterial tabellarisch aufbereitet. Die klimarelevanten Wirkungen werden um die gesamtökologischen Wirkungen ergänzt.

## 2.3 Exkurs - Den Denkraum erweitern

In der wissenschaftlichen wie in der öffentlich medialen Diskussion rund um den Biolandbau und zur Nachhaltigkeit, wurde bisher mit den folgenden zentralen Leitdiffenzen analysiert und argumentiert:

(1) *Biologisch / Konventionell*

(2) *Ökologie / Ökonomie / Soziales*

Mithilfe der Unterscheidung (2) - die drei Säulen der Nachhaltigkeit - wurde versucht, die jeweiligen Stärken und Schwächen sowie die Chancen und Risiken des biologischen und wie des konventionellen Produktionssystems gegenüberzustellen (1 Unterscheidung). Vor dem Hintergrund gegenwärtiger globaler und möglicher wie wahrscheinlicher zukünftiger Entwicklungen (Bevölkerungswachstum und Flächenkonkurrenz), wird die folgende argumentative Differenzierung von zentraler Bedeutung:

(3) *Ertragsorientierung / Flächenorientierung*

Insbesondere das wissenschaftliche System (Forschung zum Biolandbau) sollte sich der flächen- und ertragsbezogenen Argumentation im gleichen Maßen annehmen wie sie es mit der 1. Unterscheidung

gegenwärtig praktiziert. Die geringeren Erträge müssen gegenüber den flächenbezogenen Umweltleistungen saldiert werden. Diese Frage muss sich allerdings aus dem konventionellen System stellen; denn wir wissen weder, ob wir mit der konventionellen noch, wie wir mit der biologischen Produktion die Welt in Zukunft ernähren können.

#### (4) Klimaökologisch / Gesamtökologisch

Ebenso wie bereits in der 3. Unterscheidung angedeutet, sollten die klimaökologischen den gesamtökologischen Leistungen der konventionellen und Ökologischen Landwirtschaft systematisch gegenübergestellt werden. Was sich allerdings als zweite Seite der Unterscheidung neben dem Gesamtökologischen langfristig positioniert, ist eine Frage, welche im besonderen Maße von der Berichterstattung der Massenmedien abhängt (vgl. beispielsweise den BSE-Skandal). Wenn die Medien nicht berichten, dann existiert der Sachverhalt (z.B. Klimawandel) in der Öffentlichkeit nicht. Andererseits konstruieren die Massenmedien „Realität“: „Was wir über unsere Gesellschaft, ja über die Welt, in der wir leben, wissen, wissen wir durch die Massenmedien“ (Luhmann 2004:9). Was ist der nächste mediale Schwerpunkt - der Welthunger, das Wasser?

## 3 TREIBHAUSGASEMISSIONEN – EIN ÜBERBLICK

Dieser Abschnitt führt zunächst in die globale Bedeutung der Landwirtschaft im Kontext zum Klimawandel ein. Daran schließen erste Überlegungen über ein mögliches Reduktionspotential durch die Ökologische Landwirtschaft und als nicht spezifisch ausgewiesener Unterpunkt des Ernährungsverhaltens an. Im zweiten Abschnitt werden Daten interpretiert, welche den THG-Anteil der Ernährung und Landwirtschaft unter mitteleuropäischen Bedingungen präsentiert. Auch mit diesen Daten werden Überlegungen hinsichtlich des Reduktionspotentials einer biologischen Landwirtschaft aber auch angepassten Ernährungsweise reflektiert. Abschnitt 3.3 erläutert und reflektiert in analoger Weise den Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990-2005 (UBA 2007) im internationalen Vergleich sowie im Kontext zur ökologischen Wirtschaftsweise.

### 3.1 Globale Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft

Die Landwirtschaft im engen Sinne verursacht zwischen 5,1 und 6,6 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>e, das sind etwa 10 - 12% der globalen THG. Darin ist die Herstellung und die Distribution der künstlichen N-Dünger enthalten. Werden die Landnutzungsänderungen (= Brandrodung/Abholzung der Regenwälder) miteinbezogen, so entstehen jährlich (= a<sup>-1</sup>) insgesamt THG-Emissionen zwischen 8,5 und 16,5 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>e, das sind in etwa 17 bis 32 Prozent der weltweiten THG-Emissionen (Stand 2005) (vgl. Bellarby et al. 2008, S.8).

Die Treibhausgase Lachgas (N<sub>2</sub>O) und Methan (CH<sub>4</sub>) werden oft als CO<sub>2</sub>-Äquivalent (CO<sub>2</sub>e) angegeben, bezogen auf ihr Treibhauspotenzial über einen Zeitraum von 100 Jahren hat N<sub>2</sub>O ein 296-mal höheres Treibhauspotenzial als CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ein 23-mal höheres.

Die landwirtschaftlichen THG-Emissionen (ohne Landnutzungsänderungen) werden größtenteils in Form von Methan (3,3 Mrd. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup>) und Lachgas (2,8 Mrd. CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup>) abgegeben. Hingegen ist der Nettoausstoß an Kohlendioxid relativ gering (0,04 Mrd. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup>) (vgl. Bellarby et al. 2008: 8).

**Tabelle 6: THGE der Landwirtschaft (global) und im vorgelagerten Bereich im Jahr 2005**

THG-Quellen in der Landwirtschaft/ vorgelagerter Bereich	THG	Mio. Tonnen CO <sub>2</sub> e a <sup>-1</sup>	in %
Lachgas aus Böden (N-Düngung)	N <sub>2</sub> O	2128	17,0
Methan aus Rindermägen	CH <sub>4</sub>	1792	14,3
Verbrennung von Biomasse	CH <sub>4</sub> + N <sub>2</sub> O	672	5,4
Nass-Reisanbau	CH <sub>4</sub>	616	4,9
Wirtschaftsdünger	CH <sub>4</sub> + N <sub>2</sub> O	413	3,3
Mineraldünger (Herstellung)	CO <sub>2</sub> + N <sub>2</sub> O	410	3,3
Bewässerung	CO <sub>2</sub>	369	2,9
Landwirtschaftliche Maschinen	CO <sub>2</sub>	158	1,3
Pestizide (Herstellung)	k.A.	72	0,6
Total) landwirtschaftliche Produktion / vorgel. Bereich	CO <sub>2</sub>	6630	52,9
Abholzung/Brandrodung des Regenwaldes	CO <sub>2</sub>	5900	47,1

Quelle: Bellarby et al. 2008, S.8ff; k.A.=keine Angabe

Methan (rd. 17% der landwirtschaftlichen THGE) entsteht bei organischen Gär- und Zersetzungsprozessen (enteroge Fermentation) im Wesentlichen im Verdauungstrakt von Wiederkäuern (Rindern). Lachgas (rd. 14,3% der landwirtschaftlichen THGE) entsteht durch Nitrifikation und Denitrifikation unter anaeroben Bedingungen, durch die Anwendung von mineralischem N-Dünger und organischen Dünger. Dünger werden häufig im Übermaß ausgebracht. Da sie nur teilweise von den Pflanzen aufgenommen werden, belasten die Überschüsse in Form von Stickoxiden die Atmosphäre. Die Verbrennung von Biomasse, die Reisproduktion sowie das Düngermanagement tragen des weiteren maßgeblich zur Belastung bei.

Der weitaus größte Anteil an den CO<sub>2</sub>-Emissionen mit rd. 47% wird durch die Brandrodung (Landnutzungsänderungen) des Regenwaldes verursacht. Die dabei entstehenden Weide- und Ackerflächen verlieren innerhalb 2-6 Jahren ihre Fruchtbarkeit, erodieren und gehen in Folge weitgehend irreversibel als Anbauflächen verloren.

*Was leistet der Biolandbau?*

Reduktionspotentiale sind zu erwarten bei Lachgas (keine N-Mineraldüngung), Methan aus Rindermägen (Tierbestandsreduktion), Verbrennung von Biomasse (im Biolandbau ausgeschlossen), Wirtschaftsdünger (Reduktion und weniger Gülleproduktionsverfahren), Mineraldünger (geringerer Einsatz), Bewässerung (geringerer Einsatz) und Pestizide (kein bis deutlich eingeschränkter Einsatz). In Bezug auf den Nasserisanbau sind generelle Verfahrensoptimierungen zu diskutieren, die zunächst nicht als biolandbauspezifisch gelten. Keine gesicherten Aussagen lassen sich derzeit in Bezug auf die Bodenbearbeitung und den damit verbundenen Energieverbrauch treffen. Zwar strebt der Biolandbau eine schonende extensive Bodenbearbeitung an, der Pflug mit einer Bearbeitungstiefe von bis zu 20-25cm ist noch immer in vielen Betrieben zu ca. 50% in der Fruchtfolge üblich. Ebenso lassen sich derzeit keine Aussagen über die Verwendung organischer Handelsdünger im Biobetrieb treffen. Die Verwendung organischer Dünger bedeutet allerdings, dass Kreisläufe geschlossen werden, womit ökologisch positive Nebeneffekte zu erwarten sind.

Inwiefern der Biolandbau an der Abholzung der Regenwälder beteiligt ist lässt sich nur schwer beziffern. Kombinierte Forst-Agroforstsysteme oder Waldweiden, welche den ökologischen Bedingungen angepasst sind und die Wälder nicht gefährden, sind Konzepte, die traditionell oder aber auch unter den Biorichtlinien praktiziert werden. Insbesondere in den tropischen Ländern ist die biologische, mit hoher Bodendeckung arbeitende Wirtschaftsweise, in den Erträgen mit dem konventionellen Anbausystem vergleichbar.

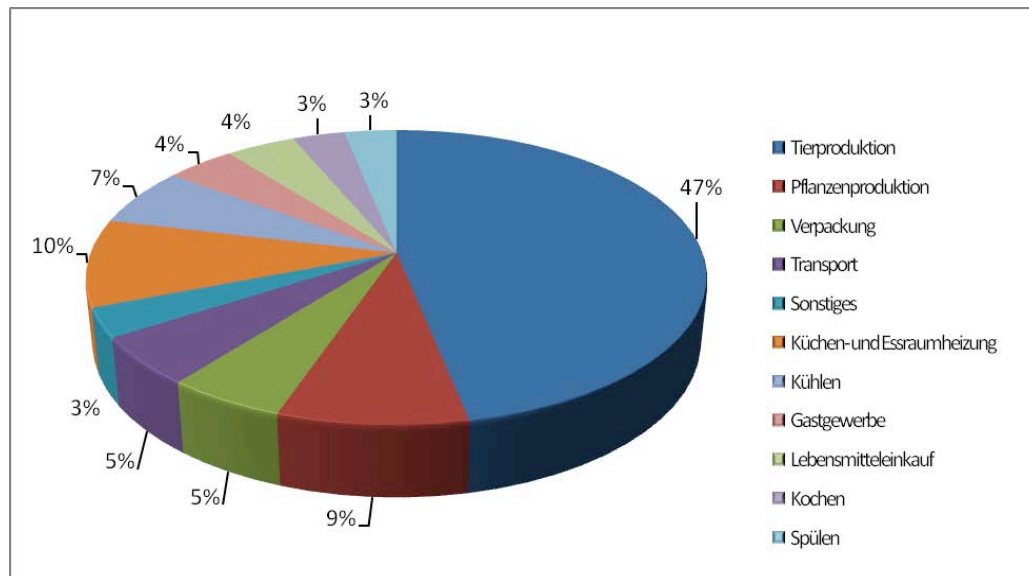
Die Ausführungen zeigen, dass mit einer qualitativen Bewertung der ökologischen Wirtschaftsweise bereits erhebliche THG-Reduktionspotentiale identifiziert werden können.

### 3.2 Treibhausgasemissionen des Lebensmittelsektors

Unser täglich Brot und besonders unser täglich Fleisch tragen erheblich zur Klimabelastung bei. Von der gesamten in Deutschland verbrauchten Energie entfallen 20 Prozent auf den Ernährungsbereich. Dazu zählen die Landwirtschaft, die Verarbeitung, der Handel und die Aktivitäten der Verbraucher (Konsumenten). Der weitaus größte Anteil an THG-Emissionen im Ernährungsbereich mit etwa 58 % entfällt dabei auf die Landwirtschaft (Tier- und Pflanzenproduktion). Es kann davon ausgegangen werden, dass die Größenordnungen auch für Österreich gelten.

Die Anteile der verschiedenen Bereiche der gesamten Prozesskette Ernährung verweisen aber auch auf erhebliche Reduktionspotentiale außerhalb der Landwirtschaft.

**Abbildung 1: Beitrag der Ernährung zum Treibhauseffekt in Deutschland**



Quelle: Koerber und Kretschmer 2000, S.40; Basisjahr 1991, Angabe in % der emittierten CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr innerhalb von Landwirtschaft und Ernährung

Was leistet der Biolandbau?

In Ergänzung zu dem vorausgehenden Abschnitt, wird hier der enge Zusammenhang zwischen Landwirtschaft und Ernährungsverhalten deutlich. Ein geringerer Viehbesatz korrespondiert mit einer Ernährungsweise, welche verstärkt auf Gemüse und Obst basiert. Transport und Kühlung sind zwei Größen, welche in der Ökologischen Landwirtschaft thematisiert sind, zum einen über die verstärkte Verwendung regional angebaute Produkte, zum anderen einer Orientierung des Speiseplans an dem regional saisonalen Angebot (siehe dazu Abschnitt 5.3). Eine Reduktion des Verpackungsaufwandes stößt aufgrund der Notwendigkeit der Abgrenzbarkeit der Bioprodukte von den konventionellen Produkten an seine Grenzen. Darüber hinaus zeigt die Graphik Bereiche, welche ungeachtet der Landbaumethode der Optimierung bedürfen (z. B. Heizung).

### 3.3 Der Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990-2005(2006)

Insgesamt emittiert die österreichische Landwirtschaft jährlich rund 7,9 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup>, das sind etwa 8,7 % der jährlich in Österreich anfallenden Gesamtemissionen von etwa 91,1 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> (Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990-2006; Stand 2008) (siehe Abschnitt 3.3). Die Emissionen sind im Zeitraum von 2004 bis 2005 um 0,4 % gesunken, seit 1990 haben sie um 14,3 % abgenommen (Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990-2005: 4; Stand 2007). Bezogen auf das Jahr 2006 lagen sie um 15,1 % über dem Niveau von 1990. Zwischen 2005 und 2006 kam es zu einer Reduktion der THGE um 2,3 % (Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990-2006: 5). Siehe dazu Tabelle 7 und Tabelle 8.

Von den rd. 7,9 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> entfallen ca. 3 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> (3,3% aller nationalen THGE) auf Methan aus Mägen von Wiederkäuern (Rinder, Schafe, Ziegen) und ca. 2,9 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> (3,2 %) Lachgas aus den landwirtschaftlichen Böden in Verbindung mit organischen und mineralischen Düngern. Auf das Gülle-Management (gesamte Kette, Lachgas und Methan) entfallen rd. 2 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup>.

Die Methanemissionen aus dem Verdauungstrakt von Rindern sind seit 1990 um 14,9 %, Lachgasemissionen aus der Düngung landwirtschaftlicher Böden um 14,1 % gesunken. Die Hälfte (54 %) der gesamten Lachgasemissionen Österreichs stammt aus landwirtschaftlich genutzten Böden, deren Stickstoffgehalt durch die Ausbringung von Stickstoffdüngern erhöht ist (Nährstoffüberschüsse). Weltweit ist dagegen eine Zunahme der THGE zu verzeichnen (Tabelle 6 ist analog zu interpretieren).

Die anfallenden THG-Emissionen zur Herstellung der Mineraldünger und der PSM sind im Fortschrittsbericht im Sektor Landwirtschaft nicht berücksichtigt. Die THG-Emissionen der chemischen Industrie (Mineraldünger und PSM Erzeugung) wie der Nahrungs- und Genussmittelindustrie werden im Fortschrittsbericht im Sektor Industrie und Gewerbe verbucht (vgl. UBA 2007: 26). Damit wird die Gesamthöhe der landwirtschaftlichen THG-Emissionen erheblich unterschätzt (vgl. dazu die Abschnitte 4.1.2 und 4.1.3).

**Tabelle 7: Die Hauptverursacher des Landwirtschaftssektors (1.000 t CO<sub>2</sub>e) sowie der landwirtschaftliche Anteil der gesamten Emissionen in Österreich im Jahr 2005**

Hauptverursacher	1990	2004	2005	Veränderung 2004–2005		Veränderung 1990–2005		Anteil an den gesamten Emissionen 2005
				Absolut	Relativ	Absolut	Relativ	
Verdauung der Wiederkäuer (Methan)	3.561	3.072	3.029	-42,7	-1,4 %	-532	-14,9 %	3,2 %
Düngung landwirtschaftlicher Böden (Lachgas)	3.288	2.805	2.824	+18,6	+0,7 %	-465	-14,1 %	3,0 %
Güllemanagement (Methan)	1.060	880	881	+1,5	+0,2 %	-179	-16,9 %	0,9 %
Güllemanagement (Lachgas)	1.005	886	876	-9,7	-1,1 %	-129	-12,8 %	0,9 %

Quelle: Umweltbundesamt (2007: 51)

**Tabelle 8: Die Hauptverursacher des Landwirtschaftssektors (1.000 t CO<sub>2</sub>e) sowie der landwirtschaftliche Anteil der gesamten Emissionen in Österreich im Jahr 2006**

Hauptverursacher	1990	2005	2006	Verände- rung 2005–2006	Verände- rung 1990–2006	Anteil an den nationalen THG-Emissionen 2006
Verdauung (Fermentation) in Rindermägen (Methan)	3.561	3.017	3.009	-0,2 %	-15,5 %	3,3 %
Düngung landwirtschaftlicher Böden (Lachgas)	3.333	2.868	2.920	+1,8 %	-12,4 %	3,2 %
Güllemanagement (Methan)	1.060	881	875	-0,6 %	-17,5 %	1,0 %
Güllemanagement (Lachgas)	1.005	876	875	-0,2 %	-13,0 %	1,0 %

Quelle: Umweltbundesamt (2008: 80)

Wie steht Österreich im Vergleich mit anderen EU-Ländern (vgl. UNFCCC 2007; 298ff)? Im Zeitraum von 1990 bis 2005 sind die direkten N<sub>2</sub>O-Emissionen durch Düngung landwirtschaftlicher Böden europaweit um rd. 13 % gesunken (vgl. Tabelle 7 und Tabelle 9). Der größte Anteil der landwirtschaftlichen N<sub>2</sub>O-Emissionen resultiert aus mineralischen N-Dünger und dem Wirtschaftsdünger. Die N<sub>2</sub>O -Emissionen aus Mineralstickstoffdüngern und dem Wirtschaftsdünger sind nicht differenziert ausgewiesen. Als Ursachen sind zu vermuten: Aufgabe des Tierbestandes, Reduktion der N-Mineraldüngung und die Umstellung auf die biologische Wirtschaftsweise. Emissionen der Vorketten sind in dieser Kalkulation nicht berücksichtigt. Spitzenreiter bei der Reduktion von düngungsbedingten N<sub>2</sub>O Emissionen ist Griechenland mit minus 37%. Österreich liegt mit 14,1 % im Mittelfeld (siehe auch Tabelle 9).

**Tabelle 9: Lachgasemissionen durch Düngung landwirtschaftlicher Böden im EU-Ländervergleich**

Member State	N <sub>2</sub> O emissions (Gg CO <sub>2</sub> equivalents)			Share in EU15 emissions in 2005	Change 2004-2005		Change 1990-2005		Method applied	Activity data
	1990	2004	2005		(Gg CO <sub>2</sub> equivalents)	(%)	(Gg CO <sub>2</sub> equivalents)	(%)		
Austria	1,760	1,502	1,518	1,5%	16	1%	-242	-14%	T1a,b	NS
Belgium	2,471	2,222	2,198	2,2%	-24	-1%	-273	-11%	D	NS
Denmark	4,224	2,964	2,976	3,0%	12	0%	-1,249	-30%	D/CS	NS
Finland	3,370	2,506	2,489	2,5%	-17	-1%	-881	-26%	D	NS
France	26,595	23,369	22,963	22,9%	-406	-2%	-3,633	-14%	C/ T1	NS
Germany	27,711	24,031	23,816	23,8%	-215	-1%	-3,896	-14%	C/D/T1/T2	RS
Greece	2,760	1,704	1,743	1,7%	40	2%	-1,017	-37%	T1a, T1b	NS, IS
Ireland	2,861	2,787	2,688	2,7%	-100	-4%	-173	-6%	T1a, T1b	NS
Italy	9,590	9,302	8,997	9,0%	-305	-3%	-593	-6%	D	NS
Luxembourg	146	146	146	0,1%	0	-	0	-	C	-
Netherlands	4,597	4,839	4,802	4,8%	-37	-1%	205	4%	T1b,T2	NS
Portugal	1,380	1,226	1,327	1,3%	101	8%	-53	-4%	T1a	NS
Spain	10,080	10,553	9,736	9,7%	-817	-8%	-344	-3%	CS, T1a, T1b	NS
Sweden	3,191	2,975	2,918	2,9%	-57	-2%	-273	-9%	CS, T1a, T1b	NS
United Kingdom	14,262	12,083	11,950	11,9%	-133	-1%	-2,312	-16%	T1a, T1b	NS
EU-15	115,000	102,208	100,265	100,0%	-1,943	-1,9%	-14,735	-13%		

Quelle: UNFCCC 2007, S. 305

Im Zeitraum von 1990 bis 2005 sind europaweit die CH<sub>4</sub>-Emissionen um ca. 11% gesunken. Deutschland und Dänemark konnten mit je 25% ihre CH<sub>4</sub>-Emissionen am stärksten reduzieren. Österreich liegt bei der Reduktion im Zeitraum von 1990 bis 2005 mit minus 15 % etwa im europäischen Durchschnitt (siehe auch Tabelle 10).

In den Berechnungen des UBA (2007) und der UNFCCC (2007) wird der Energieeinsatz der vorgelagerten Bereiche (Herstellung von Düngemitteln/Pflanzenschutzmittel) nicht berücksichtigt. Die österreichische Landwirtschaft liegt bei der THG-Reduktion im europäischen Mittelfeld. Deutschland konnte seine N<sub>2</sub>O-Emissionen bei der N-Düngung wie Österreich um 14% senken, bei einem Anteil von rd. 3% Biolandbau im Unterschied zu Österreich mit einem Anteil von ca. 15%. Ursachen für diese Unterschiede lassen sich nur im Rahmen einer detaillierten Datenanalyse erschließen.

**Tabelle 10: Methanemissionen durch Verdauung der Wiederkäuer im EU-Ländervergleich**

Member State	CH <sub>4</sub> emissions (Gg CO <sub>2</sub> equivalents)			Share in EU15 emissions in 2005	Change 2004-2005		Change 1990-2005		Method applied	Activity data	Emission factor
	1990	2004	2005		(Gg CO <sub>2</sub> equivalents)	(%)	(Gg CO <sub>2</sub> equivalents)	(%)			
Austria	3,561	3,072	3,029	3.0%	-43	-1%	-532	-15%	T2	NS	CS
Belgium	4,301	3,665	3,606	3.6%	-59	-2%	-695	-16%	M	NS	CS
Denmark	2,950	2,297	2,227	2.2%	-69	-3%	-723	-25%	T2	NS	CS
Finland	999	805	795	0.8%	-10	-1%	-205	-20%	T2	NS	CS
France	28,162	25,472	25,487	25.3%	15	0%	-2,674	-9%	C	NS	D/CS
Germany	22,639	17,010	16,951	16.9%	-59	0%	-5,688	-25%	CS/D/T2	RS	CS
Greece	866	807	931	0.9%	124	15%	65	8%	T1	NS	D
Ireland	8,269	8,327	8,194	8.1%	-132	-2%	-75	-1%	T2	NS	CS
Italy	10,039	8,641	8,664	8.6%	23	0%	-1,375	-14%	T2	NS	CS
Luxembourg	192	152	151	0.2%	-1	-1%	-41	-21%	T2	-	CS
Netherlands	6,767	5,712	5,677	5.6%	-35	-1%	-1,090	-16%	T2	NS	CS
Portugal	1,814	2,111	2,148	2.1%	37	2%	334	18%	T2	NS	CS
Spain	6,473	8,388	8,201	8.2%	-186	-2%	1,728	27%	CS, T2	NS	CS, D
Sweden	2,729	2,554	2,520	2.5%	-34	-1%	-210	-8%	CS	NS	CS
United Kingdom	13,484	12,179	11,975	11.9%	-205	-2%	-1,510	-11%	T2	NS	CS, D
EU-15	113,248	101,191	100,559	100.0%	-632	-1%	-12,689	-11%			

Quelle: UNFCCC 2007, S. 299

Was leistet der Biolandbau?

Der Kyoto Fortschrittsbericht bietet keine detaillierten Informationen bezüglich der Beiträge der verschiedenen Wirtschaftssysteme. Es ist allerdings naheliegend, dass die Reduktionen zwischen 1990 und 2005 auch maßgeblich auf die Umstellung (Ausgangswert 1990: rd. 9 Mio. t CO<sub>2</sub>e; Aktueller Wert 2006: 7,9 Mio. t CO<sub>2</sub>e) der heute ca. 13,5% landwirtschaftlichen Betrieben (heute ca. 15% der Fläche) auf die biologische Wirtschaftsweise zurückzuführen sind. Gründe die dafür sprechen sind unter anderem der geringere Tierbestand und der damit verbundene geringere Hofdüngeranfall, der geringere Anteil an Güllesystemen sowie die mineralische Stickstoffdüngung, die im biologischen Betrieb untersagt ist (THG-Emissionen der Produktion von Stickstoff / Pestiziden im UBA-Bericht nicht der Landwirtschaft zugeordnet).

Evaluierungsbericht zur Klimastrategie 2002 der UBA (Stand 2006)

Die quantitativen Effekte der ÖPUL-Einzelmaßnahmen werden mit Hilfe von Abschätzungen des Düngerverhaltens der Landwirte durchgeführt (vgl. Tabelle 11, sowie UBA 2006: 249ff). Anhand der Kulturartenverhältnisse in den Maßnahmen wird eine Hochrechnung durchgeführt. Dabei werden die einzelnen Kulturarten mit der Maßnahmengehörigkeit kombiniert. Dabei wird unterlegt – was würden die Betriebsführer tun ohne der angeführten speziellen ÖPUL-Maßnahmen, aber vor dem Hintergrund der übrigen ÖPUL-Maßnahmen.

**Tabelle 11: Eingesparte CO<sub>2</sub>-Äquivalente nach einer Abschätzung der ÖPUL-Maßnahmen Biolandbau, Verzichtmaßnahmen und Reduktionsmaßnahmen in 1000 t CO<sub>2</sub>e**

ÖPUL-Maßnahmen	2000	2001	2002	2003
Biolandbau	79	81	86	91
Verzicht	176	144	143	146
Reduktion	15	16	15	13
Summe	270	241	244	260
Unsicherheit	±50 %	±40 %	±40 %	±40 %

Quelle: Umweltbundesamt (2006: 251)

Die betrachteten Maßnahmen stehen stellvertretend für alle düngerreduzierenden Maßnahmen des ÖPUL-Programms. Die Wirkung wird insbesondere durch die direkte Beschränkung der Düngermengen erreicht.

In der vorliegenden Arbeit wurden für düngerreduzierende Maßnahmen (vgl. Tabelle 3, bei 15% Biolandbau) 142.097 t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> errechnet, für die ÖPUL-Maßnahme Biolandbau (ökologische Wirtschaftsweise) in Tabelle 11 sind 91.000 t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> ersichtlich. In Anbetracht der hohen Unsicherheit der Berechnungen in Tabelle 11, können die beiden Werte dennoch zur Deckung gebracht werden.

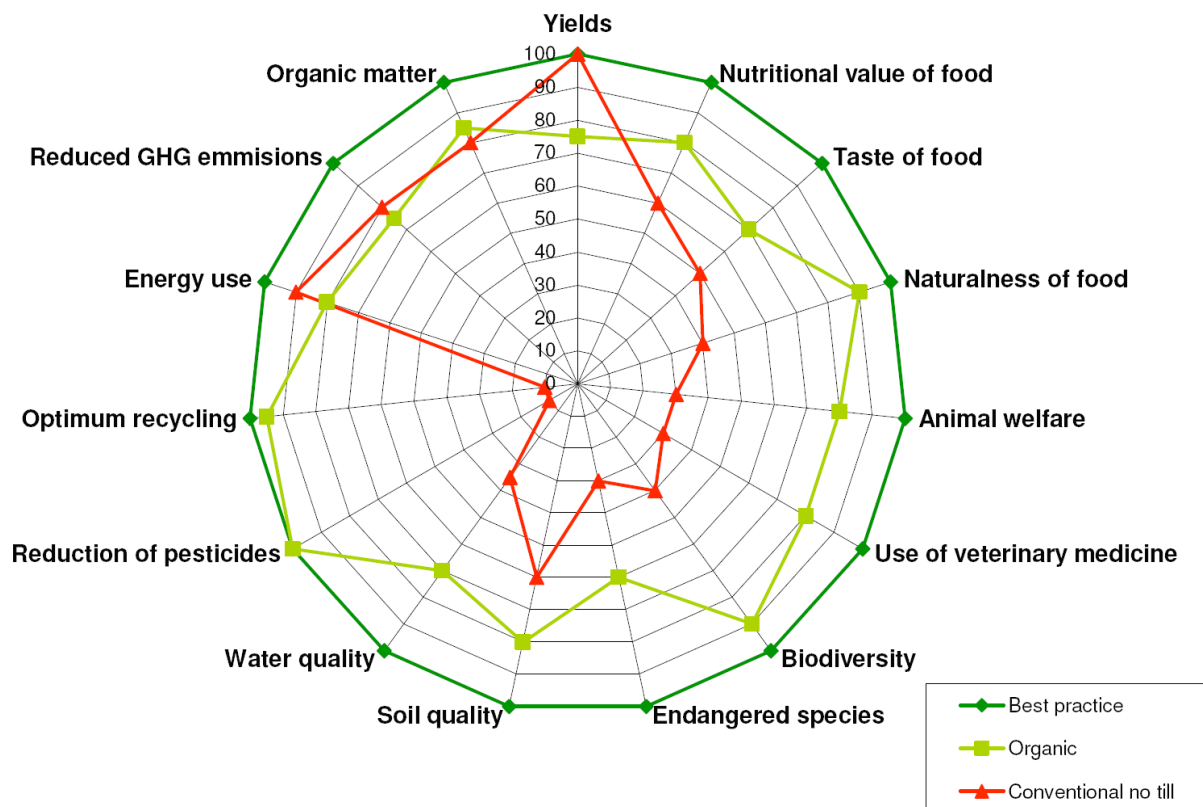
## 4 LANDWIRTSCHAFT

THG-relevante Emissionen der Landwirtschaft treten im vorgelagerten Bereich sowie im landwirtschaftlichen Betrieb selbst auf. Dort wo eine entsprechende Datengrundlage verfügbar ist, werden den THG-Emissionswerten der aktuellen Situation – ca. 85 konventionelle Betriebe und ca. 15% Biobetriebe – Kalkulationen einer 100% Landwirtschaft konventionell und einer 100% Landwirtschaft Bio unter der Einbeziehung des vorgelagerten Bereiches gegenübergestellt. Abschnitt 4.4 schließt mit einer Darstellung der ökologischen Zusatzleistungen, welche durch eine Umstellung auf die ökologische Wirtschaftsweise erbracht werden.

Die erzielten Effekte des Biologischen Landbaus, als Multitargeting System, sind, da mehrere Ziele (Umweltschutz, Klimaschutz, Biodiversität,...) verfolgt werden, nicht immer trennscharf darstellbar. Die folgende Abbildung 2 gibt einen Überblick bezüglich der Stärken und Schwächen des Biolandbaus, verglichen mit dem konventionellen System. Da beispielsweise der Biolandbau auf synthetische Pflanzenschutzmittel verzichtet, ist er in diesem Zusammenhang auch als best practice aufzufassen (vgl. auch Niggli et al. 2007).

Bei einigen Zielen (Maßnahmen) ist eine Quantifizierung der reduzierenden der positiven wie negativen Effekte nur schwer abschätzbar. Sie stehen jedoch untereinander in enger Wechselwirkung und es kann ihnen eine große Summenwirkung zugeschrieben werden.

**Abbildung 2: Leistungen der Ökologischen Landwirtschaft**



Quelle: FIBL 2007

### 4.1 Betriebsmitteleinsatz im landwirtschaftlichen Betrieb

#### 4.1.1 Energie

Die Landwirtschaft nutzt Primärenergie bei nahezu allen Arbeitsgängen. Direkt verbraucht sie beispielsweise Treibstoff bei Feldarbeiten. Indirekt verbraucht sie Energie bei der Erzeugung von Düngern und Pflanzenschutzmitteln, im Transport und dem Gebrauch von Investitionsgütern wie z. B. Gebäuden.

*Was leistet der Biolandbau?*

Die pflanzenbauliche Produktionsweise des Biolandbaus stützt sich in weit geringerem Maß auf die Inanspruchnahme nicht erneuerbarer Ressourcen als der konventionelle Landbau. Da Bio-Bauern auf die Nutzung von mineralischen Düngern und synthetischen Pflanzenschutzmitteln verzichten, verbrauchen sie je nach Produktionsverfahren weniger Energie. Zunahmen bei Werten in der biologischen Produktion lassen sich auf Import resp. geringe Effizienzen im Anbausystem zurückführen (Schaderreger, Beikrautdruck). Insgesamt kann im Schnitt einer Auswahl an Kulturen nach der Studie der SOIL ASSOCIATION (2007) 15

% an Energie bei Umstellung auf Biolandbau eingespart werden. Eine detaillierte Beschreibung, der in Tabelle 12 ersichtlichen Prozentsätze ist der Studie allerdings nicht zu entnehmen.

**Tabelle 12: Relativer Energieverbrauch ökologisch vs. konventionell erzeugter Produkte bezogen auf England (in MJ/t)**

Pflanzliche Erzeugnisse	Tierische Erzeugnisse
Lauch 58% weniger	Milch 38% weniger
Weizen 29% weniger	Rind 35% weniger
Möhren 25% weniger	Lamm 20% weniger
Raps 25% weniger	Schweinefleisch 13% weniger
Zwiebel 16% weniger	Eier 14% mehr
Kartoffel 2% mehr	Huhn 32% mehr
Tomaten (lange Saison) 30% mehr	

Quelle: Soil Association 2007

Haas et al. (1995) ermittelten bezogen auf den Gesamtbetrieb, dass durch Biolandbau eine Einsparung an fossiler Energie in Höhe von 65 % und damit eine Reduzierung der klimarelevanten Kohlendioxid-Emission in Höhe von etwa 60 % gegen über dem konventionellen System möglich ist. Im Vergleichszeitraum (1991/92) verbrauchten die Biobetriebe 6.828 MJ/ha und konventionellen 19.408 MJ/ha an fossiler Energie.

#### 4.1.2 Pflanzenschutzmittel - THG-Emissionen in der Herstellung

Die in Österreich abgesetzte Pflanzenschutzmittelmenge betrug 2006 rund 8.500 t (= Wirkstoffmenge x ca. 2,5). Dies entspricht einer Wirkstoffmenge von ca. 3.416 t, welche im Jahr 2006 in Verkehr gebracht wurde. Darüber hinaus lässt sich eine Zunahme der ausgebrachten Wirkstoffmengen ablesen.

**Tabelle 13: Pflanzenschutzmittel - in Verkehr gebrachte Wirkstoffmengen im Zeitvergleich (1)**

Präparatgruppe	Wirkstoffmengen in t				
	2002	2003	2004	2005	2006
Herbizide	1.458,3	1.434,2	1.532,2	1.464,7	1.650,9
Fungizide (2)	587,2	622,1	664,9	715,6	698,2
Schwefel	591,4	967,2	707,5	814,7	637,2
Kupferhältige Wirkstoffe	115,6	117,1	115,4	114,3	98,9
Mineralöle und Paraffinöle (3)	196,1	112,0	138,6	118,8	160,6
Insektizide (4)	103,6	108,2	119,1	144,1	130,9
Wachstumsregulatoren	10,7	10,4	6,6	9,5	16,3
Rodentizide	1,1	1,2	0,8	1,1	2,1
Sonstige	15,2	12,5	16,6	21,2	20,6
Gesamt	3.079,2	3.384,9	3.301,7	3.404,0	3.415,7

Quelle: BMLFUW 2007, Tabelle 1.2.5

Anmerkungen: 1) Im Geltungsbereich des Pflanzenschutzmittelgesetzes 1997; 2) Einschließlich fungizider Saatgutbehandlungsmittel und Bakterizide, ausgenommen Schwefel und Kupfer. 3) Einschließlich anderer Öle. 4) Einschließlich insektizider Saatgutbehandlungsmittel, Akarizide, Molluskizide, Nematizide und Synergisten.

Die bei der Herstellung der PSM anfallenden THG-Emissionen von ca. 41.330 t CO<sub>2</sub>e sind im Vergleich zu 865.925 t CO<sub>2</sub>e der Düngerherstellung mit etwa 5 % als eher gering einzustufen.

**Tabelle 14: PSM-Absatz (Wirkstoffmenge) in Österreich im Jahr 2006 und THG-Emissionen der PSM-Herstellung (alle Angaben in Tonnen)**

	PSM-Absatz	CO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
PSM	3.416	41.330	37.678	81	6

Quelle: eigene Berechnungen, BMLFUW 2007, GEMIS 4.4

### Was leistet der Biolandbau?

Das Szenario STATUS\_1585 (vgl. Tabelle 14 und Tabelle 15) zeigt die THG-Emissionen zur PSM-Herstellung im Jahr 2006. Diese Mengen wurden definitiv ausgebracht. Das Szenario BIO\_100 zeigt die THG-Emissionen durch den kompletten Verzicht auf synthetische Pflanzenschutzmittel.

Durch eine Gesamtumstellung der österreichischen Landwirtschaft auf Biolandbau, könnten demnach rd. 36.577 t CO<sub>2</sub>e vermieden werden. Das Szenario KONV\_100 zeigt die THG-Emissionen bei 100% konventionellen Landbau, d.h. es würden rd. 15% (Anteil Biofläche an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche) mehr PSM benötigt (6.200 t CO<sub>2</sub>e), als in Status-Szenario 1585. Diese Menge entspricht in etwa der Menge der gegenwärtigen Einsparung von THG-Emissionen (in CO<sub>2</sub>e) durch die ökologische Landwirtschaft. Für den Biosektor werden dennoch 10% THG-Emissionen angenommen, da auch hier, wenn auch drastisch reduziert bei einer flächendeckenden Umstellung PSM resp. sogenannte Pflanzenpflegemittel eingesetzt werden, welche einen gewissen Energiebedarf benötigen, der entsprechend THG – relevant ist.

**Tabelle 15: Reduktionspotential THG durch PSM in der ökologischen Landwirtschaft (in Tonnen)**

THGE	STATUS_1585	BIO_100	KONV_100
CO <sub>2</sub>	16.805	1.933	19.326
CH <sub>4</sub>	0,1	0,01	0,1
N <sub>2</sub> O	5	0,6	6
CO <sub>2</sub> e	41.330	4.753	47.530
Reduktion	-6.200	-36.577	+6.200

Quelle: eigene Berechnungen

PSM verursachen eine Vielzahl von negativen Wirkungen in der Umwelt. Dazu zählen Wasserbelastung, Minderung der MO-Masse und -Vielfalt im Boden, Minderung der Biodiversität oder die Hervorrufung von Gesundheitsschäden bei Tier und Mensch. Bei einer Umstellung auf die Ökologische Landwirtschaft führt der weitgehende Verzicht der PSM zu einer erheblichen Reduktion der genannten Umweltwirkungen, zum einen während der Produktion dieser Wirkstoffe und zum anderen während deren Ausbringung.

### 4.1.3 Mineraldünger – THG-Emissionen in der Herstellung

90 Millionen Tonnen Erdöl oder Erdgas werden jährlich weltweit zu Stickstoffdünger verarbeitet. 250 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> sind darauf zurückzuführen. Das sind ca. 1% der gesamten weltweiten anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Herstellung des Stickstoffdüngers (vgl. Niggli 2007a: 3)

In Österreich wurden im Jahr 2006 insgesamt rd. 179.400 t Mineraldünger (Reinnährstoffe) abgesetzt (vgl. Tabelle 16). Daraus resultieren insgesamt 853.717 t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup>, die bei der Herstellung der Mineraldünger anfallen (vgl. Tabelle 17).

**Tabelle 16: Düngerabsatz im Zeitvergleich**

Düngemittel	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06
	in 1.000 Tonnen Reinnährstoffen									
Stickstoff (N)	131,8	127,5	119,5	121,6	117,1	127,6	94,4	100,8	99,7	103,7
Phosphor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	60,0	57,3	53,5	48,5	47,2	47,2	45,2	39,4	36,3	35,0
Kali (K <sub>2</sub> O)	71,6	61,5	59,7	55,2	53,9	50,1	50,0	49,5	45,8	40,7
Summe	263,4	246,3	232,7	225,3	218,2	224,9	189,6	189,7	181,8	179,4

Quelle: AMA

**Tabelle 17: Düngerabsatz (Reinnährstoffe) in Österreich im Jahr 2006 und THG-Emissionen der Düngerherstellung (alle Angaben in Tonnen)**

Düngemittel	Düngerabsatz t/Jahr	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> e
Stickstoff (N)	103.700	293.471	773	1.566	776.713
Phosphor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	35.000	42.000	0,07	0,001	42.002
Kali (K <sub>2</sub> O)	40.700	35.002	0,06	0,002	35.002

Summe	179.400	370.473	773	1.566	853.717
-------	---------	---------	-----	-------	---------

Quelle: AMA, GEMIS 4.4

In der konventionellen Landwirtschaft werden die tierischen Dünger in vielen Fällen als Abfall umwelt- und klimabelastend entsorgt, dadurch sind regionale Grünlandflächen oft völlig überdüngt (Zentren der Massentierhaltung) (vgl. Reichholf 2004: 54ff). Die daraus resultierenden Nährstoffüberschüsse sind von besonderer Bedeutung für die Umwelt: Sie führen zu Stickstoffeinträgen in das Grundwasser, in die Oberflächengewässer und in die Atmosphäre (Ammoniak-, Stickstoff-, Stickstoffoxid- und Lachgasemissionen). Darüber hinaus erhöhen Phosphorüberschüsse den P-Gehalt im Boden. Bei Erosions- und Abschwemmungsereignissen kommt es dadurch zu vermehrtem P-Austrag in die oberflächennahen Gewässer. Kaliumüberschüsse verursachen eine erhöhte Kalium-, aber auch Chlorid- und Kalzium-Auswaschung in das Grundwasser. Über eine Umstellung auf die ökologische Wirtschaftsweise können diese negativen Einflüsse vermieden werden (vgl. Götz & Zethner 1994: 106)

Was leistet der Biolandbau?

Das Szenario STATUS\_1585 (vgl. Tabelle 18) zeigt die THG-Emissionen zur Herstellung der mineralischer N, P und K-Dünger wie es sich im Jahr 2006 dargestellt hat (853.717 t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup>). Das Szenario BIO\_100 zeigt die THG-Emissionen bei einem kompletten Verzicht auf mineralischen N-Dünger. P und K verbleiben zu Gänze im System, und das entspricht THGE im Ausmaß von 77.004 t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup>, de facto ist aber auch der Verbrauch dieser Düngemittel bei einer Umstellung rückläufig.

Durch eine Gesamtumstellung der österreichischen Landwirtschaft auf Biolandbau, könnten also rd. 776.713 t CO<sub>2</sub>e für die Herstellung mineralischer N-Dünger vermieden werden. Das entspricht rd. 10 % der gesamten landwirtschaftlichen Emissionen (7,6 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup>) und knapp 1 % der gesamten österreichischen Emissionen (93,4 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup>) (Stand 2005).

Das Szenario KONV\_100 zeigt die THG-Emissionen bei 100% konventionellen Landbau, d.h. es würden rd. 15% (Anteil Biofläche an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche) mehr Mineraldünger (N, P und K) benötigt als im Status-Szenario. Das entspricht zusätzlich 142.097 t CO<sub>2</sub>e, eine Menge die der gegenwärtigen Einsparung von THG-Emissionen (in CO<sub>2</sub>e) durch die ökologische Landwirtschaft nahe kommt. Das macht rd. 1,9 % der gesamten landwirtschaftlichen Emissionen (7,6 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup>) und knapp 0,15 % der gesamten österreichischen Emissionen (93,4 Mio. t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup>) (Stand 2005) aus.

**Tabelle 18: Reduktionspotential für N-Mineraldünger bei Umstellung auf die ökologische Landwirtschaft (in Tonnen)**

THGE	STATUS_1585	BIO_100	KONV_100
CO <sub>2</sub>	370.473	77.002	426.044
CH <sub>4</sub>	773	0,13	889
N <sub>2</sub> O	1.566	0,003	1.801
CO <sub>2</sub> e	853.717	77.004	995.814
Reduktion	-142.097	-776.713	+142.097

Quelle: eigene Berechnungen

Auf Biobetrieben setzt man auf die natürliche Fixierung von Luftstickstoff durch stickstoffbindende Pflanzen (Leguminosen), welche dank ihrer Symbiose mit Wurzelbakterien (Knöllchenbakterien) viel Stickstoff



Kleegras mit blühendem Inkarnatklee

Quelle: © BLE, Bonn/Foto: Thomas Stephan

in den Boden bringen. Stickstoff ist in der Natur und somit in der Landwirtschaft keine Mangelware. Leguminosen werden als Untersaaten (z.B. im Mais und im Getreide), Zwischenfrüchte (z.B. als Winterbodenbedeckung), als Viehfutter (Gras-Weissklee-Mischungen) oder als Hauptkultur (Erbsen, Bohnen, Ackerbohnen, Erdnüsse) verwendet. Badgley et al. (2007) berechneten, dass auf den 1.513 Mio. ha Ackerland bei einer konsequenten Nutzung von Leguminosen als Gründüngung (als Zwischenfrüchte und als überwinternde Deckfrüchte) mindestens 140 Millionen Tonnen Stickstoff zusätzlich produziert werden könnten, also 70 % mehr als heute in Form synthetischer Düngemittel eingesetzt werden. Neben der Gründüngung und Stickstofffixierung recycelt der Ökolandbau die organischen Hofdünger. Geregelt Verfahren der umweltgerechten und effizienten Lagerung sowie Mengen-Obergrenzen bei der

Ausbringung tragen zur Vermeidung von Umweltbelastungen bei.

Der gesamte Weltbestand von 18,3 Milliarden Tieren (Rind, Büffel, Schaf, Ziege, Schwein, Huhn) erzeugt nochmals etwa 160 Millionen Tonnen Stickstoff (vgl. Niggli 2007: 3). Fehlerhafte Lagerung, überhöhte

Ausbringungsmengen sowie ein hoher Anteil an Güllesystemen machen die organische Düngung zu einem umweltbelastenden Stoff.

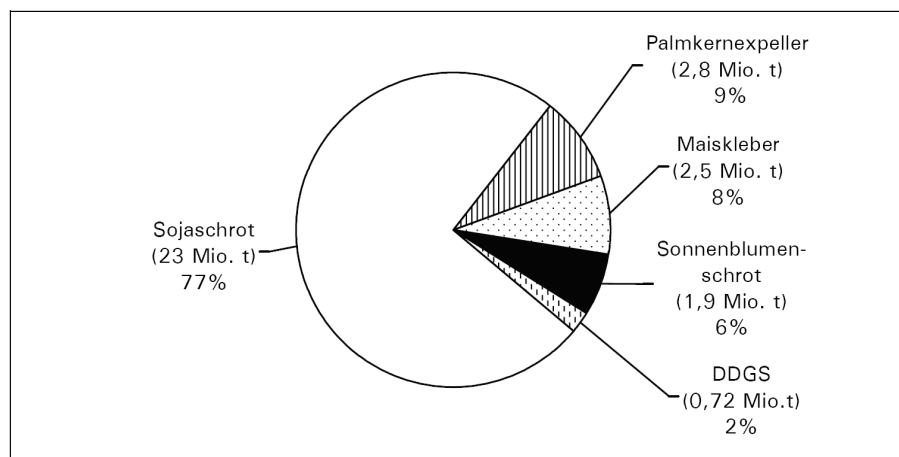
#### 4.1.4 Futtermittel

Neben den selbst erzeugten Futterkomponenten aus der Landwirtschaft (Heu, Stroh, Silage, Getreide, Leguminosen, Wurzel- und Knollenfrüchte) wurden im Jahr 2006 zur ausgewogenen Versorgung der Nutztierbestände in der EU-25 rund 143,8 Mio. t Mischfutter produziert. Hiervon entfallen ca. 38 Mio. t auf Rinder-, 47 Mio. t auf Schweine- und knapp 46 Mio. t auf Geflügelfuttermittel (vgl. Ehlers & Czekala 2007: 4)

##### Sojabedarf in der EU

Hauptbestandteil der EU-Mischfuttermenge ist Getreide, das mit ungefähr 66 Mio. t einen Anteil von knapp 46 % an der gesamten Mischfuttermenge hat. Auf eiweißhaltige Futtermittel entfallen immerhin 40 % der Mischfutterproduktion; dies entspricht einer Menge von rd. 55 Mio. t, die zu fast 100 % aus den drei wichtigsten Anbaunationen USA, Brasilien und Argentinien importiert werden müssen. Von den gesamten eiweißhaltigen Futtermittelimporten mit rd. 30,5 Mio. t entfallen ca. 23 Mio. t auf Sojaschrot (vgl. Ehlers & Czekala 2007: 3 und Abbildung 3). So wurden 2005 zusätzlich zu den eiweißhaltigen Futtermitteln etwa 14,4 Mio. t Sojabohnen importiert, welche in der EU zu rund 2,7 Mio. t Sojaöl sowie 11,5 Mio. t Sojaschrot verarbeitet wurden.

**Abbildung 3: Importe von eiweißhaltigen Futtermitteln in die EU-25 (2005)**



Quelle: Ehlers & Czekala 2007, S. 4

##### Sojabedarf in Österreich

Von den insgesamt 23 Mio. t in die EU-25 importierten Sojaschroten, landen rd. 500.000 t jährlich in Österreich, um hier in der Tierhaltung verfüttert zu werden (vgl. AMA 2008). Nach Schätzungen von Greenpeace (2008) belaufen sich die Sojaimporte aber auf rund 800.000 t wobei etwa 600.000 für Futterzwecke Verwendung finden. Die Zusammensetzung der österreichischen Mischfuttermenge mit 1.080.944 t im Jahr 2006 entspricht also in etwa den europäischen Verhältnissen.

**Tabelle 19: Futtermittelproduktion Gewerbe und Industrie**

Produkt	2002	2003	2004	2005	2006	Änderung 2006 zu 2005 in %
	in Tonnen					
Schweinefutter	218.097	215.662	218.289	202.027	219.125	+ 8,5
Rinderfutter	304.206	327.393	341.933	351.917	390.087	+ 10,8
Geflügelfutter	385.821	393.717	387.517	384.368	386.642	+ 0,6
Sonstiges Futter	60.806	63.653	67.515	80.115	85.090	+ 6,2
Futtermittel insgesamt Nutztiere	968.930	1.000.425	1.015.253	1.018.427	1.080.944	+ 6,1
Heimtierfutter	116.712	123.332	120.984	121.779	119.227	- 2,1
Gesamtsumme	1.085.642	1.123.757	1.136.237	1.140.206	1.200.170	+ 5,3

Quelle: Grüner Bericht 2007, Tabelle 1.2.9

#### *Selbstversorgungsgrad für Soja in der EU*

Eiweißreiche Rohstoffkomponenten pflanzlicher Herkunft sind unverzichtbar für die ausgewogene Versorgung der europäischen Tierbestände. Allerdings beträgt der Selbstversorgungsgrad der Europäischen Union (EU-25) nur etwa 35 % (vgl. Ehlers & Czekala 2007: 1).

#### *Substitutionsmöglichkeiten für Soja bei europäischen Verhältnissen*

Um 1 t Sojaschrot zu ersetzen, müssten rechnerisch unter Berücksichtigung des Rohproteinverhältnisses etwa 1,3 t Rapsschrot als Futtermittel eingesetzt werden. Rechnerisch könnten auf Grundlage des Rohproteinverhältnisses durch die Ausdehnung des Anbaus heimischer Körnerleguminosen auf etwa 0,63 Mio. ha Futtererbsen (Ertrag 3 bis 3,5 t pro ha) und 0,5 Mio. ha Ackerbohnen (Ertrag 3 bis 4 t pro ha) rund 1 Mio. t Sojaschrot ersetzt werden (vgl. Ehlers & Czekala 2007: 7).

In Österreich müssten für den Anbau von 500.000 t Soja, bei einem angenommenen Ertrag von 2,5 t ha<sup>-1</sup> insgesamt 200.000 ha bereit gestellt werden (entspricht rd. 25 % der Getreidefläche und etwa 14 % gesamten Ackerfläche).

#### *Brandrodung*

Jährlich gehen Schätzungen zufolge dadurch weltweit rd. 12 Mio. bis 15 Mio. ha tropischer Regenwald verloren das entspricht etwa der halben Fläche Deutschlands (vgl. Suhr 2002: 3). Dieser ist im Stande rd. 235 t ha<sup>-1</sup> an C in Form von Biomasse binden (vgl. Reijnders & Huijbregts 2006). Bei Brandrodung werden ca. 870 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> freigesetzt. Dementsprechend werden bei Rodung von 12 Mio. ha Regenwald etwa 394 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> und bei 15 Mio. ha 492 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> freigesetzt.

In Brasilien wurden in Jahr 2006 rd. 55 Mio t. Soja produziert (vgl. Ehlers & Czekala 2007: 2), was bei einen angenommenen Ertrag von 3 t ha<sup>-1</sup> einer Fläche von 18,3 Mio. ha entspricht. Sojaanbau findet in vielen Fällen auf gerodeten Flächen statt (exakte Daten für Brasilien bezüglich Brandrodung sind nicht bekannt).

Auf einer Soja-Plantage wird jedoch kaum Kohlenstoff gespeichert, da die Menge Biomasse pro ha in Vergleich zum Urwald sehr gering ist. Der Humusgehalt des Bodens ist eher rückläufig. Die temporäre Bindung ist vernachlässigbar gering. Das durch Brandrodung kurzfristig freigesetzte CO<sub>2</sub> kann insofern nicht mehr gebunden werden. Durch die Umwandlung von Regenwaldflächen in landwirtschaftliche Nutzflächen wird zusätzlich der im (Torf)Boden gespeicherte Kohlenstoff in CO<sub>2</sub> umgewandelt und freigesetzt. Schätzungen gehen davon aus, dass von dem in jedem ha gebundene Kohlenstoff (nach Rodung) pro Jahr 10 bis 15 t als CO<sub>2</sub> freigesetzt wird (vgl. Reijnders & Huijbregts 2006).

5.900.000.000 t CO<sub>2</sub> (5.9 Mrd.) entstehen jährlich durch Brandrodung. Angenommen die österreichische Landwirtschaft verzichtet zur Gänze auf mineralischen N-Dünger, was in etwa einer flächendeckenden Umstellung auf Biolandbau gleichkommt, dann könnten rd. 800.000 t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> eingespart werden. Diese jährliche Ersparnis entspricht etwa den THGE, welche in gut einer Stunde durch Brandrodung entstehen. Was tun?

Die Anteile der THG-Emissionen durch Brandrodung an den österreichischen Sojaimporten insgesamt, lassen sich bisher nicht beziffern.

#### *Was leistet der Biolandbau?*

Im Ökologischen Landbau werden die Tiere grundsätzlich mit hofeigenem und biologischem Futter ernährt (EU-VO 2091/02), aber der Zukauf Biofutter ist möglich. Für Verbandsbetriebe (Mitglieder von Bio Austria) ist der Zukauf von Futtermitteln aus dem Ausland genehmigungspflichtig (BIO AUSTRIA 2006: 82f). Konventionelle Futtermittel dürfen in Zukunft nur eingesetzt werden, wenn biologische Futtermittel nicht zur Verfügung stehen (z.B. in Katastrophenfällen).

#### *Transportemissionen*

In die EU-Staaten werden jährlich 55 Millionen Tonnen Futtermittel (samt Ölsaaten mit rd. 14,4 Mio. t) importiert. Wird für deren Transport aus Übersee lediglich ein Massengutfrachter mit einem Verkehrsweg von 7000 km berücksichtigt, so dann entstehen bereits rd. 3 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>e. Dieser Wert unterschätzt die tatsächliche Situation in beträchtlichem Maße, weil Schiffe einfach nicht in Sojaplantagen und Mastställen anlegen.

Bezugnehmend darauf können zum gegenwärtigen Zeitpunkt THG-Emissionen aus Überseetransporten für hofeigene Futtermittel gutgeschrieben werden. Das Szenario STATUS\_1585 (vgl. Tabelle 20) zeigt die THG-Emissionen der Futtermitteltransporte aus Übersee im Jahr 2006, diese Mengen wurden definitiv transportiert. Hierbei sind nur 7.000 km Seeweg mit Massenfrachter ausgewiesen. Das Szenario KONV\_100 zeigt die THG-Emissionen bei 100% konventionellen Landbau, d.h. es würden rd. 15% (Anteil Biofläche an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche) mehr Transportemissionen anfallen als im Status-Szenario 1585, wobei zusätzlich 5.400 t CO<sub>2</sub>e anfallen würden, und das entspricht auch der gegenwärtigen Einsparung von THG-Emissionen (in CO<sub>2</sub>e) durch die ökologische Landwirtschaft. Das entspricht ca. 0,07 % der gesamten landwirtschaftlichen THG-Emissionen welche jährlich anfallen (Bezug 2005).



CO <sub>2</sub> e in 1000t	3.079	1.230	1.656	52	6	31	95	3	7
CH <sub>4</sub> Emissionen in 1000t	153,95	61,48	82,78	2,61	0,28	1,57	4,75	0,17	0,33
Anteil 2005 %	100	39.9	53.8	1.7	0.2	1.0	3.1	0.1	0.2
Trend 1990-2005 %	-14.1	-30.4	1.9	5.1	47.6	77.0	-14.1	-5.7	11.0

Quelle: Umweltbundesamt (2007a, S. 222)

Was leistet der Biolandbau?

In der folgenden Ausführung werden beispielhaft nur mehr die Rinder einer detaillierten Betrachtung unterzogen. Die Reduktion der Rinder-Besatzahlen, welche sich bei Umstellung auf Biolandbau ergeben würde, bleibt in der nachfolgenden Argumentation unberücksichtigt. Aus Tabelle 23 ist ersichtlich, dass, außer bei Mutterkühen THG-Minderungspotentiale durch Ökologische Bewirtschaftung möglich sind, was unter anderem auf den geringeren Anteil an Kraftfutter in den Rationen zurückzuführen ist (vgl. UBA 2007a: 229). Bei den konventionellen Milchkühen wurde eine Jahresleistung von 5.783 kg, für Bio-Milchkühe eine um ca. 700 kg reduzierte Leistung gesetzt (vgl. UBA 2007a: 238)

**Tabelle 23: Emissionsfaktoren von Milchkühen und Nicht-Milchkühen – konv. und bio.**

Tierkategorie	Anzahl der Tiere				CH <sub>4</sub> Emissionen in kg CH <sub>4</sub> /Tier/a		
	Gesamt	Konv.	Bio	% Bio	Konv.	Bio	kg/% Bio THG-Minderung
Milchkühe	534.417	454.254	80.163	15	115	107,3	7,3 / 6,7
Nicht-Milchkühe							
Mutterkühe	270.465	202.849	67.616	25	93	93	-
Rinder > 2 Jahre	141.069	112.855	28.214	20	64	63	1,0 / 1,6
Jungrinder > 1 Jahre	628.426	546.731	81.695	13	33	28	5 / 15,2
Jungrinder 1-2 Jahre	436.303	383.947	52.356	12	66	59	7 / 10,6

Quelle: Umweltbundesamt 2007a, S. 224, 225, 226, 228 und 230, eigene Berechnungen

Das Szenario STATUS\_1585 (vgl. Tabelle 24) zeigt die THG-Emissionen der Rinderhaltung im Jahr 2005. Durch eine Gesamtumstellung der österreichischen Landwirtschaft auf Biolandbau (BIO\_100), könnten demnach ca. 180.638 t CO<sub>2</sub>e vermieden werden (gleichbleibender Tierbestand). Das entspricht ca. 2 % der gesamten landwirtschaftlichen Emissionen (7,6 Mio. t CO<sub>2</sub>e) und knapp 0,2 % der gesamten österreichischen THG-Emissionen (93,4 Mio. t CO<sub>2</sub>e, Stand 2005).

Das Szenario KONV\_100 zeigt die THG-Emissionen bei 100% konventioneller Rinderhaltung, d.h. es würden rd. 15% mehr konventionelle Rinder gehalten werden als im Status-Szenario, wobei zusätzlich 28.409 t CO<sub>2</sub>e anfallen würden. Das entspricht der Größenordnung der gegenwärtigen Einsparung von THG-Emissionen (in CO<sub>2</sub>e) durch die ökologische Landwirtschaft, das entspricht in etwa 0,4 % der gesamten landwirtschaftlichen Emissionen oder 0,04 % der gesamten österreichischen Emissionen (Stand 2005).

**Tabelle 24: THG-Reduktionspotential der Rinderhaltung bei Umstellung auf die ökologische Landwirtschaft (in Tonnen)**

THGE	STATUS_1585	BIO_100	KONV_100
CO <sub>2</sub> e Milchkühe	1.216.814	1.146.859	1.229.159
CO <sub>2</sub> e Nicht-Milchkühe	1.658.251	1.547.568	1.674.314
CO <sub>2</sub> e Gesamt	2.875.065	2.694.427	2.903.473
Reduktion	-28.409	-180.638	+28.409

Quelle: eigene Berechnungen

Vor dem Hintergrund einer erheblichen Zunahme der Biobetriebe seit Anfang der 1990er Jahre, ist davon auszugehen, dass der Biolandbau über den initiierten Rückgang des Tierbesatzes und der durchschnittlich geringeren Tierbestände einen Beitrag zur Senkung von THG-Emissionen geleistet hat. Laut den Buchführungsergebnissen (siehe Grüner Bericht 2007: 234) halten konventionelle Futterbaubetriebe

(n=777 Testbetriebe) momentan 1,21 GVE/ha und biologische Futterbaubetriebe (n=257 Testbetriebe) 1,07 GVE/ha. Die geringere N-Konzentration in den Hofdüngern (die hier keinen Niederschlag findet) sowie die Bevorzugung von Stallmistsystemen, leisten ebenfalls einen Beitrag zur Senkung von THG-Emissionen.

#### 4.2.2 Einfluss von Grundfutterqualität, Lebensleistung und Mastdauer auf das THG-Reduktionspotential

Besonders bedeutsam für ein geringeres Ausmaß an Methan-Emissionen ist das Erzielen einer hohen Grundfutterqualität. Gerade in diesem entscheidenden Aspekt kann die ökologische Landwirtschaft unter Umständen Nachteile gegenüber intensiveren Produktionssystemen haben, wenn nämlich Grundfuttermittel aus extensiver Erzeugung eine geringere ernährungsphysiologische Qualität aufweisen (vgl. Hörtenhuber & Zollitsch 2008: 23). Extensive Erzeugung bezieht sich in diesem Kontext auf tendenziell geringere Schnittfrequenz gegenüber konventioneller Milchproduktion. Damit geht einher, dass der Bestand erst später genutzt wird und der Anteil der Rohfaser (unverdaulicher Bestandteil des Futtermittels) in der Pflanze steigt beziehungsweise der Anteil Rohfett zurückgeht. Während Rohfaser die Methan-Emissionen aus enterogener Fermentation fördert, wirkt der Rohfettanteil in den Futtermitteln stark hemmend. Die enterogene Fermentation macht den weitaus größten Anteil der klimarelevanten Gase in der Milchproduktion (bzw. generell Wiederkäuerhaltung) aus, in extensiven Produktionssystemen bis zu über 60% (Hörtenhuber 2008, telefonische Mitteilung).

*Was leistet der Biolandbau?*

Aus der Sicht des Klimaschutzes wäre also eine hohe Nutzungsfrequenz anzustreben, welche aber aus gesamtökologischer Sicht auch eventuell Probleme schafft z.B. dort wo Standortbedingungen und Pflanzenbestand nicht dafür geeignet sind. Je höher die Nutzungsfrequenz von Grundfutterflächen, desto höher ist beispielsweise auch der Rückgang der Biodiversität.

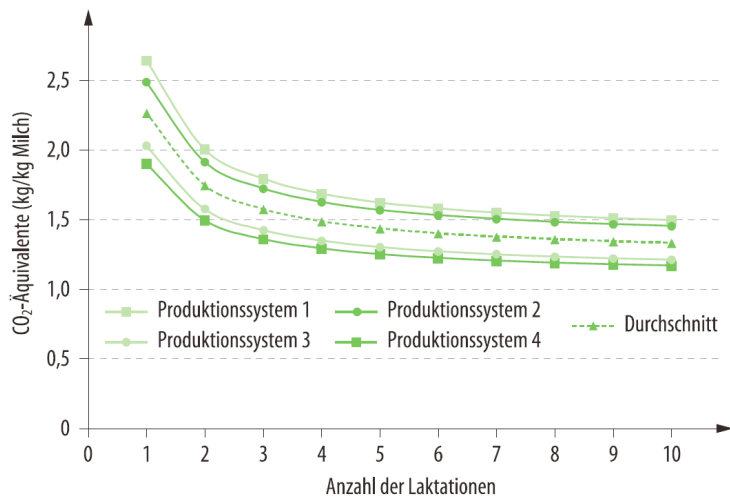
Was macht „gute Grundfutterqualität“ aus? Eine gute Grundfutterqualität wäre die bestmögliche zu erreichende Qualität, die ohne nennenswerte ökologische Probleme (z.B. Rückgang der Biodiversität der Wiesenfläche) zu erreichen ist. D.h. also, dass in Gunstlagen die Nutzung intensiv erfolgt und auf ertragsschwachen Standorten entsprechend extensiv.

Neben der Futtermittelqualität sollte auch die Nutzungsdauer und damit die Lebensleistung einer Milchkuh möglichst hoch sein, so dass die Emissionen, welche während der Aufzuchtphase (24–32 Monate) entstehen, auf eine entsprechend hohe Milchmenge verteilt werden (vgl. Hörtenhuber & Zollitsch 2008: 24). Der durchschnittliche Stalldurchschnitt von konventionell wirtschaftenden Betrieben (6.322 kg/a) ist um ca. 625 kg Milch höher als derjenige der Biobetriebe (5.697 kg/a) (vgl. LBG 2007: 37). Umgekehrt ist die Nutzungsdauer der Bio-Milchkühe um ca. 3 Monate länger als die der konventionellen Milchkühe. Die Lebensleistung ist aber aufgrund der niedrigeren Bio-Milchleistung ungefähr gleich (konventionell 17.569 kg, biologisch 17.933 kg) (vgl. Fürst 2006: 42).

Die für jedes kg Milch emittierten THG (in CO<sub>2</sub>e) nehmen um rund 17% ab, wenn eine Kuh bei gleicher Laktationsleistung drei statt zwei Laktationen erbringt (leistungsabhängige Degression). Deshalb ist für die emittierte Menge an Treibhausgasen pro Kilogramm Milch weniger die Milchleistung pro Laktation als vielmehr die Lebensleistung einer Milchkuh ausschlaggebend (vgl. Abbildung 4). Über alle Laktationen und alle vier Produktionssysteme (siehe Abbildung) könnten im Biolandbau theoretisch also rd. 2-4 % an Emissionen vermieden werden. Diese Ergebnisse entsprechen der Größenordnung nach, in etwa den oben berechneten Szenarien (vgl. Tabelle 24). In diesem Zusammenhang wirkt sich also eine lange Lebenszeit (höhere Nutzungsdauer bei konstanter Aufzuchtdauer) der Milchkühe klimaoptimierend aus.

Milchkühe mit hohen Leistungen beanspruchen darüber hinaus auch mehr Kraftfutter, was auf der Ackerfläche mit Stickstoff angebaut werden muss. Kuhbestände mit hohen Leistungen erhöhen den Nitratüberschuss auf den Betrieben und senken die Stickstoffnutzungseffizienz (Nährstoffverluste).

**Abbildung 4: Emissionen pro Kilogramm Milch von vier grünlandbasierten Produktionssystemen in Österreich**



Quelle: Hörtenhuber & Zollitsch 2008, S. 24; (Produktionssystem: 4 steirische Grünlandbetriebe)

In der Fleischproduktion sollten dagegen die Tageszunahmen ein mittleres Leistungsniveau nicht unterschreiten. Je länger die Mastdauer ist, desto höher ist der Energieaufwand für den Erhaltungsbedarf und damit auch die Emission klimarelevanter Gase. Ideale der ökologischen Tierhaltung – können demzufolge dazu beitragen, Emissionen zu mindern.

## 4.3 Non Food Sektor - NAWAROS

### 4.3.1 Einführende Überlegungen

Die Nutzung von Biomasse für die Energieerzeugung sowie der Erzeugung industrieller Rohstoffe hat in den zurückliegenden Jahren einen Nachfrageboom erlebt. Sowohl die Produktion der Biomasse, als auch deren effiziente Verwendung als auch die sozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen sind jedoch enorm und werfen eine Vielzahl an Fragen auf, inwieweit insbesondere die Energieerzeugung in einem landwirtschaftlichen System als nachhaltig zu bezeichnen ist.

Auch die ökologische Landwirtschaft hat zu beantworten, inwieweit sie sich an der Produktion nachwachsender Rohstoffe (NAWAROS) beteiligt und unter welchen Bedingungen dies Sinn macht resp. den Vorgaben der Anbau-Richtlinien entspricht. Darüber hinaus ist die Frage zu stellen, welchen Beitrag NAWAROS zur Verbesserung der Klimabilanz leisten können und sollen. Diese Frage kann allerdings nur unter Bezugnahme auf das gesamte landwirtschaftliche und Ernährungssystem und das Energiesystem beantwortet werden.

Bevor über einen Anbau überhaupt sinnvoll diskutiert werden kann, ist daher unter systemischen Gesichtspunkten der Handlungsrahmen für eine Biomasse in der Ökologischen Landwirtschaft zu identifizieren. Dabei wird im folgenden der Focus auf den Energieaspekt gerichtet.

A Die Prinzipien und Rahmenbedingungen für die Ökologische Landwirtschaft schließen von vornherein aus, dass NAWAROS nicht angebaut werden können, wenn sie

- die Lebensmittelproduktion konkurrenzieren
- im Anbau ökologisch unverträglich (Boden, Wasser, Biodiversität, Klima, Energieeffizienz) sind oder
- zu einer Zunahme der Armut, Landflucht u.a.m. führen

Daraus leitet sich generell ab, dass Monokulturen im großflächigen Anbau grundsätzlich ausscheiden.

B An zweiter Stelle ist zu hinterfragen, inwieweit bisher alle Einsparungs- und Effizienzpotentiale genutzt wurden, die zu einer Reduktion des Energieverbrauches führen und damit auch den Produktionsdruck auf die land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen mindern könnten. Sowohl im Verkehrswesen, der Industrie als auch im Bereich der privaten Energieverwendung (Hauswärme etc.) bestehen erhebliche Potentiale, den Energieverbrauch zu senken, und die Effizienz zu steigern. Vor diesem Hintergrund ist das politisch gesteckte Ziel der Produktion von 5-10% Bioenergie aus NAWAROS kritisch zu hinterfragen. Die Frage der Einsparungs- und Effizienzpotentiale ist aber auch entlang der Lebensmittelkette zu stellen. Sowohl der Umgang mit Lebensmitteln als auch die Ernährungsweisen beeinflussen maßgeblich die für die Deckung der Lebensmittelnachfrage erforderliche Anbaufläche.

C Als dritter Punkt ist die Frage anzuführen, welche alternativen Energiequellen genutzt werden können. Diese Frage soll und kann hier nur richtungsweisend beantwortet werden. An erster Stelle ist die Solarenergie anzuführen. Die Nutzung von Windkraftanlagen, Gezeitenkraftwerken oder Wasserkraft ist jeweils unter den spezifischen Bedingungen zu bewerten. Die Nutzung von Biomasse aus der Plantagen-

wirtschaft ist mit einer Vielzahl von Problemen behaftet, die weitgehend analog der landwirtschaftlichen Produktion zu bewerten sind.

Zusammenfassend ist demnach festzuhalten, dass die Erzeugung von Energie aus Biomasse in einer Ökologischen Landwirtschaft von den unter A – C genannten Diskussionspunkten abhängig zu machen ist.

Im folgenden werden beispielhaft die Problemfelder und mögliche Lösungsansätze im Rahmen der ökologischen Erzeugung vorgestellt.

### 4.3.2 Biomasse und Biogas

93 Millionen Hektar Ackerfläche stehen in der EU-25 zur Nahrungs- und Futtermittel- sowie Energiepflanzenproduktion zur Verfügung. Werden 20 Prozent der Ackerfläche für den alleinigen Anbau von Energiepflanzen genutzt, können jährlich bis zu 104 Millionen Tonnen Rohöläquivalente (Crude Oil Equivalents, COE) produziert werden - spezialisiertes System (vgl. Amon & Hopfner-Sixt 2007: 307).

Im Gegensatz dazu ermöglicht eine integrierte Fruchtfolge (integriertes System) die Nutzung der gesamten Ackerfläche für die gleichzeitige Produktion von Nahrungsmitteln, Futtermitteln und Energiepflanzen. Berechnungen zufolge können in einem solchen System jährlich 96,6 Gigajoule Energie pro Hektar auf der gesamten Ackerfläche der EU-25 produziert werden, was 215 Millionen Tonnen COE entspricht – mehr als das Doppelte im Vergleich zum spezialisierten System (Bauer et al. 2007). Im Verkehrssektor wurden 2005, im Vergleich dazu, in der EU-25 jährlich rund 355 Millionen Tonnen Rohöläquivalente verbraucht (EUROSTAT 2007).

Unter den Anbaubedingungen des Ökologischen Landbaus scheidet allerdings die mineralische N-Düngung aus. Inwieweit die Gülle umweltfreundlich verwertet werden kann, ist eine Frage der Fruchtfolgegestaltung. Der Anbau von Mais mit derartigen Ertragszielen ist nur unter äußerst intensiven Anbaubedingungen und besten standörtlichen Bedingungen realisierbar. Fakt ist, dass die Intensivierung des Maisanbaus bereits zu den klassischen mit dem Maisanbau verbundenen umweltbelastenden Schäden geführt hat. Darüber hinaus hat die Konzentrierung des Maisanbaus die Verbreitung des Maisstängelbohrers unterstützt. Derartige und vergleichbare Produktionsansätze oder der Transport von Biomasse über Hunderte von km scheidet bereits aus ökologischen Gründen für die Ökologische Landwirtschaft aus und widersprechen auch den Grundsätzen einer nachhaltigen Bewirtschaftung (siehe dazu Abschnitt 4.3.1).

*Was „leistet der Biolandbau“?*

Im Biolandbau ist eine Flächenkonkurrenz zu Lebensmitteln möglichst zu vermeiden. Unter ökologischen Gesichtspunkten kommen für den Zwischenfruchtanbau eine Vielzahl von Pflanzen in Frage (vgl. Freyer 2003: 82ff). Als Energiepflanzen für die Zwischenfrucht eignen sich nach Amon et al. (2006) beispielsweise Sonnenblumen, Erbsen, Wicken, diverse Kreuzblütler und Sudangras (Verwertbarkeit eingeschränkt) besonders gut. Bei einer Vollumstellung des gesamten Ackerbaus auf den ökologischen Landbau kann auf ca. 75% der Fläche eine Zwischenfrucht angebaut werden. Limitierender Faktor bei den restlichen Flächen 25% ist das begrenzte Wasserangebot. Weitere Möglichkeiten bietet die sogenannte Kaskadennutzung (vgl. Amon et al. 2006). Darunter wird nach Nutzung eines Kornertrages die Verwertung aller sonstigen Teile der Pflanze – Halm, Blätter, etc. für die Verwertung in der Biogasanlage genutzt.

Bei der Biogasproduktion aus Zwischenfruchtanbau vor und nach Getreide, sind Nahrungs- und Energieproduktion auf derselben Fläche und in derselben Vegetationsperiode möglich (vgl. Graf 2007: 83ff). Das zentrale Problem der Flächenkonkurrenz zu Nahrungs- und Futtermittelflächen beim Einsatz von stofflichen und energetischen NAWAROS wird dadurch entschärft (vgl. Tabelle 25). Diese Verfahren sind auf Standorten mit mehr als 650mm zu diskutieren.

**Tabelle 25: Flächenkonkurrenz diverser Kulturen für die Energieproduktion**

Kulturpflanze	Biomasseertrag in t TM pro ha	theoretische Energiemenge m <sup>3</sup>	Flächenkonkurrenz
Silomais (33% TM)	ca. 15	5.600	Hoch
Mischsilo mit div. Hauptfrüchten	ca. 15	5.600	Hoch
Kleegrassilage	ca. 12	4.500	Gering
Mischsilo mit Zwischenfrucht vor und nach Getreide	ca. 8	2.750	Gering

*Quelle: nach Graf (2007, S. 87) verändert*

Bei einer flächendeckenden Umstellung auf Biolandbau, und unter Berücksichtigung österreichische Verhältnisse, lassen sich innerhalb der Fruchtfolge (integriertes System) auf 200.000 ha der Ackerfläche mit Zwischenfrüchten belegen. Geht man davon aus, dass davon 50% direkt verfüttert werden, so

verbleiben 100.000 ha für die Biogasproduktion. Bei einem TM Ertrag von 2 t/ha, resultieren daraus 69 Mio. m<sup>3</sup> Biomethan, und das entspricht 61.129 t COE. Oder anders ausgedrückt ca. 3 % des gesamten österreichischen Treibstoffverbrauchs (mit ca. 2,1 Mio. t Benzin und ca. 6,3 Mio. t Diesel) im Jahr 2005. Zusätzliche Biomasse kann aus brachliegendem und für die Fütterung nicht erforderlichem Aufwuchs gewonnen werden. Zahlen darüber liegen derzeit jedoch nicht vor. Diese Vorgehensweise ermöglicht auch Natur- und Bodenschutz auf hohem Niveau, da weder der Zukauf von N-Dünger und PSM für die Energiepflanzen erforderlich ist. Der natürliche Kreislauf wird nicht unterbrochen (Rückführung der Biogasgülle) und es besteht keine Flächenkonkurrenz.

Energiebereitstellung durch die Produktion nachwachsender Rohstoffe in der biologischen Landwirtschaft ist nur im Rahmen extensiver Produktion zukunftsfähig. Die Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion würde mit massiven negativen Folgen auf den Artenschutz der Fauna und Flora, der Bodenfruchtbarkeit – Humusabbau, Bodenverdichtungen, – und somit der Selbstregulierungskräfte der ohnehin schon ausgeräumten Agrarlandschaft einhergehen. Großflächige Reinkulturen aus Stärke-, Zucker- und Ölpflanzen zur Gewinnung von Bioethanol und Pflanzenöl sind daher zu vermeiden. Außerdem ist die Energieeffizienz durch den hohen Energiebedarf für die Verarbeitung zu Bioethanol sowie Methyl ester sehr gering.

Viele naturschutzrelevante Aspekte können bei der Biomasseproduktion, für die Fermentation, am Acker oder auf Stilllegungsflächen berücksichtigt werden. Diese Form der Biomassenutzung vermag sogar die Erhaltungskosten von Naturschutzflächen zu senken sowie aus Bracheflächen ein zusätzliches Einkommen zu lukrieren, da der Aufwuchs in Biogasanlagen verwertet werden kann. Durch den Erhalt naturschutzrelevanter Flächen, wie sie Grenzertragsstandorte darstellen, wird der Biotopvernetzung und somit dem Artenschutz Vorschub geleistet.

In Zukunft wird der Anbau von Sudangras und Zuckerhirse, auf entsprechend warmen Standorten, eine größere Rolle im Energiepflanzenanbau in der biologischen Landwirtschaft spielen. Sonnenblumen, Raps und Leindotter im Mischfruchtanbau sind die effizienteren Ölpflanzen im Biolandbau und werden daher an Wichtigkeit zulegen. Um die Effizienz im Energiepflanzenbau zu steigern, unter der Restriktion der extensiven Bewirtschaftung, ist zukünftig in Bezug auf Züchtungsarbeit und Sortenversuche noch Forschungsbedarf gegeben. Energiepflanzen können zur Auflockerung enger Marktfruchtfolgen bis zu 50% Anteil an der Fruchtfolge beitragen. Unumgänglich ist jedoch der mehrjährige Kleeergrasanbau zur Förderung der Bodenfruchtbarkeit. Der Aufwuchs kann als zusätzliche Einnahmequelle in viehlosen Betrieben betrachtet werden, wenn dieser in Biogasanlagen verwertet wird. Extensiver Energiepflanzenbau, unter Berücksichtigung der Schutzwürdigkeit des jeweiligen Standortes – Fauna und Flora – trägt somit aktiv zum Naturschutz als auch zur ökonomischen Stütze landwirtschaftlicher Betriebe bei. Kurzumtriebsplantagen hingegen, mit schnell wachsenden Baumarten wie Pappel und Weiden sind trotz höchster Energieeffizienz mit Vorsicht zu begegnen, da diese mit naturschutzrelevanten Aspekten in vielen Bereichen kollidieren. Standorte für Kurzumtriebsplantagen sind daher vorausschauend auf ihre Umweltverträglichkeit zu prüfen.

### 4.3.3 Biomasse und Biokraftstoffe

Der Anteil der Biokraftstoffe in der EU soll bis 2010 rd. 10 % ausmachen. Dessen Produktion würde aber 33 % der EU Fläche beanspruchen (OECD 2007). Daher ist man unter diesen Zielsetzungen auf Importe angewiesen. Es ist dennoch fraglich, ob der Import von Biotreibstoffen in großem Maßstab langfristig sinnvoll ist. Die Studie von Zah et al. (2007) zeigt, dass bei den meisten Biotreibstoffen ein Zielkonflikt zwischen der Minimierung der Treibhausgasemissionen und einer positiven ökologischen Gesamtbilanz besteht. Zwar lassen sich THG-Reduktionen von mehr als 30% mit einer ganzen Reihe von Biotreibstoffen erzielen, die meisten dieser Bereitstellungspfade weisen jedoch bei mehreren anderen Umweltindikatoren (z.B. Überdüngung, Ökotoxizität) höhere Belastungen als Benzin auf.

Zentrale Erkenntnis dieser Studie ist, dass bei Biotreibstoffen der Großteil der Umweltbelastungen durch den landwirtschaftlichen Anbau verursacht wird. Im Falle der tropischen Landwirtschaft ist dies primär die Brandrodung von Urwäldern, welche große Mengen von CO<sub>2</sub> freisetzt, eine erhöhte Luftbelastung bewirkt und massive Auswirkungen auf die Biodiversität hat. Andererseits führt die hohe Nachfrage nach Biotreibstoff zu einem rasanten Ausbau der Produktionsflächen und damit auch zur Flächenkonkurrenz (Nahrungs- und Futtermittel), zu steigenden Nahrungsmittelpreisen und zu einem erhöhten Druck auf Regenwaldflächen. In den gemäßigten Breiten sind teils der niedrige Flächenertrag, teils die intensive Düngung und mechanische Bearbeitung für eine ungünstige Umweltbeurteilung dieser Produktionsweisen ausschlaggebend.

Was leistet der Biolandbau?

Die Erzeugung von Biotreibstoffen in der Ökologischen Landwirtschaft wird eine untergeordnete Rolle spielen. Sonnenblumen oder Leindotter im Mischfruchtanbau sind geeignete Ölpflanzen im Biolandbau. Inwieweit sie in Zukunft von Bedeutung sein werden, hängt unter anderem stark von den politischen Rahmenbedingungen ab und ist bislang noch nicht absehbar.

## 4.4 Wirkungen auf den Natur- und Ressourcenhaushalt

### 4.4.1 Humus

Landwirtschaft verursacht nicht nur CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Nutzung fossiler Energie, sondern bindet auch CO<sub>2</sub> in Pflanze und Boden und entzieht es so der Atmosphäre. Für die Klimarelevanz eines Anbausystems ist deshalb auch die längerfristige Kohlenstoff-Speicherung im Humus bedeutsam (C-Sequestrierung).

Da der Anbau humusfördernder Kulturarten wie Klee gras und Luzerne gras in der Landwirtschaft stark abgenommen hat, der Humusbildner Stroh weltweit noch immer verbrannt oder aber vom Feld abgefahren wird für unterschiedlichste Nutzungszwecke, wie auch für die Erzeugung von Bioenergie, kann global gesehen ein seit Jahrhunderten andauernder Humusschwund beobachtet werden. Diese klimarelevante Entwicklung wird verstärkt durch den Anbau an humuszehrenden Kulturarten wie z. B. Mais oder aber Schwarzbrache bzw. der Verzicht an Bodenbedeckung mit Pflanzen über die gesamte Vegetationsperiode.

Die Erzeugung von Bioenergie hat das Risiko des Humusschwundes (Humusabbau, Erosion) aufgrund der zunehmenden Nachfrage nach Mais nochmals intensiviert. D. h., die Ausbreitung und Intensivierung der Bioenergieerzeugung mit Mais und Stroh trägt auch zu einer Erhöhung von THGE bei.

Was leistet der Biolandbau?

Im ökologischen Landbau werden Feldfutter-Leguminosen-Grasgemenge mit hoher Humusaufbauwirkung angebaut. Aufgrund der vorgeschriebenen Einstreu der Liegeplätze für die Tiere (in der Regel Stroh) wird häufig mit Stallmist gedüngt, der ebenfalls die Humusbildung fördert.

Eine Untersuchung von Hülsbergen und Küstermann (2007: 9) ergab, dass im Mittel der ökologischen Betriebe der Humusaufbau langfristig Kohlenstoff aus der Luft im Boden bindet, während im Mittel der konventionellen Betriebe der Humusabbau zusätzliches CO<sub>2</sub> freisetzt. Im Mittel erreichen die ökologischen Betriebe eine C-Akkumulation (+ 110 kg C pro ha und Jahr = Reduktion des Treibhauspotenzials um 402 kg CO<sub>2</sub> pro ha und Jahr, während die integrierten Betriebe C im Boden eher abbauen (- 55 kg C pro ha und Jahr = Erhöhung des Treibhauspotenzials um 202 kg CO<sub>2</sub> pro ha und Jahr). Diese Entwicklungen werden zum einen durch die Mineralisation des Humuskörpers erklärt, zum anderen durch einen Bodenverlust über Erosion (siehe Abschnitt 0). Rahmann (2007: 5) konstatiert in Anschluss an Hülsbergen und Küstermann (2007), dass die Umstellung konventioneller Betriebe auf Ökologischen Landbau in einem Planungszeitraum von 10-20 Jahren zu einer zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Bindung von 7 bis 17 t/ha führen würde. Allerdings gibt es hier eine hohe Schwankungsbreite. Hülsbergen und Küstermann berechnen in diesem Zeitraum nur Werte zwischen 4-8 t/ha. 10-20 Jahre als Entwicklungszeitraum für den Humusaufbau sind als zu kurzfristig angesetzt, weshalb wir von 20-30 Jahren ausgehen. In Tabelle 26 ist das mögliche Minderungspotential (Mittelwerte aus den Angaben von Hülsbergen und Küstermann resp. Rahmann: ungünstige Annahme = 5,5 t/ha; günstige Annahme = 12,5 t/ha) für Österreich bei einer flächendeckenden 100%-Umstellung der Ackerfläche von ca. 1,4 Mio. ha auf Biolandbau für einen Zeitraum von 20-30 Jahren dargestellt.

**Tabelle 26: Minderung von THG durch Humusaufbau in CO<sub>2</sub> in Tonnen bei BIO\_100 Ackerfläche in Österreich?**

Minderungspotential	Unter günstigen Annahmen	Unter ungünstigen Annahmen
CO <sub>2</sub>	16.400.000	7.200.000

Quelle: eigene Berechnungen nach Rahmann (2007, S. 5), modifiziert

Unter günstigen Annahmen einer Humuserhöhung können in einem Zeitraum von 20-30 Jahren auf der österreichischen Ackerfläche einmalig 16,4 Mio. t CO<sub>2</sub> im Boden gebunden werden. Das entspricht dem 2-fachen der jährlich anfallenden landwirtschaftlichen Gesamtemissionen (rd. 7,6 Mio. t CO<sub>2</sub> a<sup>-1</sup>) und etwas mehr als der Hälfte der jährlich in Österreich anfallenden Gesamtemissionen (rd. 93. Mio. t CO<sub>2</sub> a<sup>-1</sup>) (Stand 2005). Bei ungünstigen Annahmen können in einem Zeitraum von 20-30 Jahren einmalig 7,2 Mio. t CO<sub>2</sub> durch Humusaufbau (Ackerfläche) gebunden werden. Das entspricht ungefähr den jährlich anfallenden landwirtschaftlichen Gesamtemissionen und etwa einem Zwölftel der jährlich in Österreich anfallenden Gesamtemissionen (Stand 2005). Bezogen auf ein Jahr ergibt sich bei Annahme von einer Zeitspanne von 25 Jahren ein jährliches Reduktionspotential von rd. 640.000 t resp. rd. 304.000 t CO<sub>2</sub>e a<sup>-1</sup> für die österreichische Ackerfläche (ca. 1,5 Mio. ha inkl. Obst- und Weinanlagen), und das entspricht rd. 433 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> resp. 206 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>.

Werden weltweit bezogen auf die Ackerfläche (Ausgangsposition 50 t C ha<sup>-1</sup> für mitteleuropäische Ackerbaugelände) von 1,4 Mrd. ha zusätzliche 10% Humus (5 t C ha<sup>-1</sup> oder 18,5 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup>) bis 25 cm Bodentiefe aufgebaut, können ca. 92.5 Mrd. Tonnen CO<sub>2</sub> der Atmosphäre entzogen werden. Dies ist ein einmaliger Akt, der sich über ca. 10-25 Jahre vollzieht. Unter Annahme von 20 Jahren, bedeutet dies eine jährliche Bindung von 0,25 t C ha<sup>-1</sup>.

Im Vergleich dazu werden durch die Landwirtschaft (ohne Brandrodung) weltweit 5,1 und 6,1 Mrd. Tonnen  $\text{CO}_2\text{e a}^{-1}$  bzw.  $1,12 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  emittiert. Die jährlichen Brandrodungen liegen bei 5,9 Mrd. t  $\text{CO}_2\text{e}$ . Dementsprechend werden bei Rodung von 12 Mio. ha Regenwald etwa  $394 \text{ t CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  ( $146 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ) und bei 15. Mio. ha  $492 \text{ t CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  ( $182 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ) freigesetzt.

Auf dem erhöhten Humusniveau vollziehen sich Auf- und Abbauprozesse, die sich über die gesamte Fruchtfolgerotation auf dem einmal erreichten Niveau einpendeln. Diese Humusanreicherung hat umfangreiche positive Auswirkungen auf die Wasserspeicherefähigkeit der Böden, die Erosionsminderung sowie das Ertragsniveau und die Ertragssicherheit.

#### 4.4.2 Erosion

Auch die alltägliche Bodenerosion gehört zu den wichtigen  $\text{CO}_2$ -Verursachern. Seit 1955 sind weltweit 30 Prozent der fruchtbaren Ackerböden durch intensive Landwirtschaft erodiert, wobei jedes Jahr gehen weitere 10 Mio. ha Boden verloren (Pimentel et al. 1995; Van Oost et al. 2007). Bellamy et al. (2005) untersuchten die Veränderungen der Humusgehalte in Englands Böden und kamen zu dem Ergebnis, dass die jährlichen Humusverluste im nicht nachhaltigen Ackerbau acht Prozent des  $\text{CO}_2$ -Ausstoßes der gesamten Industrie Englands ausmachen.



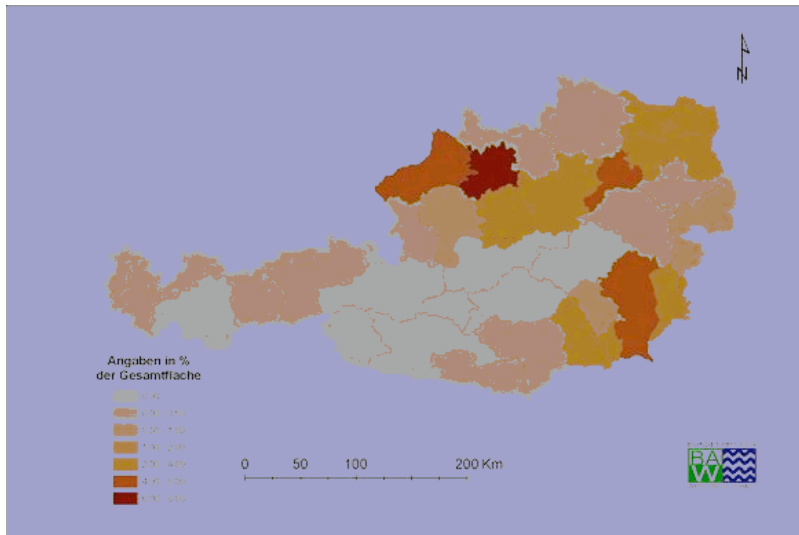
10 Meilen nördlich von Grady, New Mexico

Quelle:

<http://www.neatorama.com/images/2006-05/lands-end.jpg>

Das durchschnittliche Bodenerosionsrisiko wird für gesamte Fläche des österreichischen Bundesgebiets mit dem Wert  $0,46 \text{ t pro ha und Jahr}$  beziffert (BMLFUW 2007: 39). Damit liegt Österreich weit unter jedem europäischen Durchschnitt (EU-15, EU-25, EU-27). Dies ist darauf zurück zu führen, dass in den steilen Lagen Österreichs (Berggebiete) Wald und Dauergrünland vorherrschen und im vorwiegend außerhalb des Berggebietes getätigten Ackerbau. Dennoch sind 13% der landwirtschaftlich genutzten Fläche Österreichs sind durch Wassererosion gefährdet. Besonders betroffen sind die Ebenen und Hügellgebiete im Südosten und Nordosten Österreichs, das Alpenvorland und das Klagenfurter Becken, sowie die nordwestlichen Teile von Oberösterreich (vgl. Strauss & Klaghofer 2006; siehe Abbildung 5 ).

**Abbildung 5: Anteil der Flächen mit einem jährlichen durchschnittlichen Bodenabtrag durch Wassererosion zwischen  $6 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  und  $11 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  (bezogen auf die jeweilige Gesamtfläche des NUTS 3 Gebiets)**



Quelle: BMLFUW 2007, S. 40

Durch den Klimawandel wird die Erosion langfristig zunehmen. Gründe dafür sind:

- Änderungen in der jährlichen Niederschlagsverteilung und -höhe.
- Klimabedingte Nutzungsänderung (z.B. Zunahme der Flächen mit Mais).
- Zunahme von lokalen Starkregen.

Wie oben bereits erwähnt gehen rd. 10 Mio. ha  $\text{a}^{-1}$  landwirtschaftlicher Nutzfläche durch Erosion verloren, andererseits lässt sich der Verlust an Regenwald mit 12-15 Mio. ha  $\text{a}^{-1}$  beziffern. Daraus resultiert eine zweifach ökologische Katastrophe: Um die globale landwirtschaftliche Nutzfläche zu stabilisieren, werden

die durch Bodenerosion verlorenen Flächen durch Brandrodung der Regenwälder wieder zurückgewonnen. Hier offenbart sich ein globales Dilemma eines die eigenen Produktionsgrundlagen zerstörenden Landnutzungssystems, welches über kurz oder lang keinen Bestand haben kann.

*Was leistet der Biolandbau?*

Sowohl Wasser- als auch Winderosion kann mit optimaler Fruchtfolgegestaltung gezielt vermieden werden (vgl. Freyer 2003: 179f). Die Zufuhr von stabiler organischer Masse durch Stallmist oder Kompost verbessert in der Regel auch die physikalischen Bodeneigenschaften, wie Aggregatstabilität, Porosität, Infiltration und Wasserhaltekapazität. Dadurch verbessert sich nicht nur die Qualität des Bodens als Pflanzenstandort, sondern es erhöht sich auch seine Widerstandsfähigkeit gegenüber der Bodenerosion, was wiederum die durch Bodenabtrag verursachten Kohlenstoff-Verluste des Bodens verringert. Synergien zwischen Humusaufbau und Erosionsvermeidung sind offensichtlich. Die Ökologische Landwirtschaft verfügt weltweit über das Potential der Erhaltung der landwirtschaftlichen Nutzfläche und der Erhöhung der Humuswerte resp. der CO<sub>2</sub>-Bindung (siehe Abschnitt 4.4.1).

### 4.4.3 Wasser

Die Thematik Wasserverbrauch, Wassernutzungseffizienz und Klimawandel kann hier nur angedeutet jedoch nicht angemessen behandelt werden. Die Aussagen fokussieren auf zentrale Konflikte und Prinzipien und Wechselwirkungen zwischen Landwirtschaft, Ernährung und dem Klimawandel.

Global kann von einer Zunahme von extremen Witterungsereignissen gesprochen werden. Dabei sind vor allem Trockenheit und Hitze (Trocken- und Hitzeschäden), Starkregenniederschläge (Bodenerosion, Auswinterungsschäden), Zunahme der Gewitterhäufigkeit (Hagelschäden) und Stürme (Schäden im Forstbereich) zu nennen. Die zunehmenden Temperaturen erhöhen das Verdunstungspotential. Das bedeutet, dass die Pflanzen mehr Bodenwasser entziehen (vgl. Eitzinger 2008: 20), der Gesamtertrag sinkt und damit der Flächenanspruch zur Erzeugung gleicher Produktmengen zunimmt.

Der größte Anteil an Wasser wird weltweit in der Nahrungsmittelproduktion verbraucht. Für die Produktion von einem Kilogramm Weizen werden 500 Liter Wasser benötigt, für ein Kilogramm Brot ein Kubikmeter und für ein Kilogramm Fleisch fünf Kubikmeter, da Tiere nur rund zehn Prozent ihrer Nahrung in Fleisch umsetzen (vgl. Schertenleib 2002: 46).

*Was leistet der Biolandbau?*

Die Wasserspeicherkapazität landwirtschaftlicher Böden korreliert unmittelbar mit dem Humusgehalt. Eine Zunahme der Humusgehalte, wie nach ca. zwei Fruchtfolgerotationen im Biolandbau erreichbar, führt zu einer entsprechenden Zunahme der Wasserreserven im Boden. Damit erhöhen sich für Pflanzen die Möglichkeiten auch Trockenphasen zu überstehen, Biomasse zu erzeugen und damit Kohlenstoff zu speichern. Der Boden ist geschützt, das Erosionsrisiko wird vermindert. Lokale Schutzmaßnahmen gegenüber extremen Witterungsereignissen lassen sich nur über eine höhere Bodenbedeckung, Agroforstsysteme und die Erhöhung der Humuswerte erreichen. Die Ökologische Landwirtschaft kann dies leisten.

Auch wenn die Angaben über den Wasserverbrauch äußerst pauschal sind, so ist angesichts dieser Zahlenverhältnisse die Frage zu stellen, inwieweit eine Konzeption Ökologische Landwirtschaft konsequenterweise mit einer Konzeption Ernährung zu koppeln ist? Mit einer fleischarmen Ernährung kann die Weltbevölkerung mit weitaus weniger Wasser auskommen, benötigt geringere Flächen und erreicht bei einer drastischen Reduktion des Tierbestandes auch eine markante Reduktion im Bereich der Methanproduktion.

## 5 LEBENSMITTEL

Die Lebensmittelversorgung, von der Landwirtschaft bis zum Konsumenten, ist unter mitteleuropäischen Bedingungen für ca. 20 Prozent aller Treibhausgasemissionen verantwortlich (von Koerber und Kretschmer, 2000) und damit Mitauslöserin des Klimawandels. Innerhalb der Lebensmittelversorgungskette teilen sich die Emissionen wie folgt auf (Bezug Deutschland): Landwirtschaft 52 Prozent (innerhalb davon 44 Prozent Tierhaltung), Verarbeitung sechs Prozent, Handel/Verteilung 13 Prozent und Verbraucher 29 Prozent. Im folgenden wird untersucht, wie sich eine Ökologisierung der Landwirtschaft und eine Umstellung der Ernährung auf die THGE auswirken (vgl. Abschnitt 3.2).

### 5.1 Ernährungssicherung und Ernährungsempfehlung

Um zu überprüfen, wie sich verschiedene Ernährungsweisen und landwirtschaftliche Produktionsformen auf den Flächenbedarf und dessen Verteilung auswirken, sollen die folgenden vier Produktions- und Ernährungsszenarien gegenübergestellt werden (in Anlehnung an Weik 2005: 70ff):

- IST\_KONV (konventionelle Landwirtschaft und durchschnittliche österreichische Ernährung)

- IST\_ÖKO (ökologische Landwirtschaft und durchschnittliche österreichische Ernährung)
- SOLL\_KONV (konventionelle Landwirtschaft und nach ernährungswissenschaftlichen Erkenntnissen gestaltete Ernährungsweise)
- SOLL\_ÖKO (ökologische Landwirtschaft und nach ernährungswissenschaftlichen Erkenntnissen gestaltete Ernährungsweise)

In Tabelle 27 ist der pro Kopfverbrauch für verschiedene Lebensmittel, sowie der Flächenbedarf in m<sup>2</sup> für ein kg Lebensmittel dargestellt. Der Ist-Verbrauch repräsentiert die durchschnittliche österreichische Ernährungsweise, der Soll-Verbrauch eine nach ernährungswissenschaftlichen Erkenntnissen gestaltete Ernährungsweise (Weik 2005: 70ff). In der rechten Tabellenhälfte ist der Flächenbedarf in m<sup>2</sup> ausgewiesen, welcher benötigt wird um 1 kg Lebensmittel, entweder konventionell oder ökologisch, zu produzieren (vgl. Seemüller 2000 39ff). Durch Verknüpfung dieser Datensätze über Ernährungsweise und Flächennutzung ergibt sich dann der jeweilige Flächenbedarf und dessen Verteilung in den vier Szenarien (vgl. Tabelle 28).

**Tabelle 27: Pro Kopfverbrauch an Lebensmittel und inländischer Flächenbedarf**

Lebensmittel	Lebensmittel Pro Kopfverbrauch in kg/a		Flächenbedarf in m <sup>2</sup> für 1kg Lebensmittel	
	Ist	Soll	Konv.	Öko.
Weizenmehl	62,40	103,00	2,39	3,76
Roggenmehl	10,40	17,00	2,94	3,92
Kartoffel	63,00	56,80	0,30	0,70
Zucker	40,50	21,50	1,60	1,60
Milch	90,90	96,60	2,10	2,80
Käse	17,40	24,30	16,80	22,40
Butter	4,70	6,90	42,00	56,00
Eier	14,00	11,00	4,40	6,40
Obst (heimisch)	61,00	110,60	0,44	0,53
Gemüse	166,10	228,54	0,26	0,31
Schweinefleisch	56,80	24,50	7,70	12,40
Rindfleisch	18,80	7,80	7,90	10,20
Geflügelfleisch	17,90	8,40	7,70	11,20

Quelle: eigene Berechnungen nach Seemüller 2000, S. 45f und Weik 2004, S. 79ff

In den Szenaren werden nur Grundnahrungsmittel (Mehl, Fleisch, Milch, Butter usw.) berücksichtigt, es fehlen Südfrüchte, Weine, Schokolade und anderes mehr. Für die Produktion von 1 kg Käse (Butter) wurde der Verbrauch von 9 (20) l Milch angenommen. Bei Obst und Gemüse, diese Werte werden bei Seemüller nicht berücksichtigt, wurden die jeweiligen Flächen auf 8.300.000 EW aufgeteilt. Aufgrund der Selbstversorgungsgrade bei Obst von 63% und bei Gemüse von 57 %, sind diese Flächen unterbewertet, d.h. pro EW fallen dementsprechend mehr Flächen an. Die Berücksichtigung der Ölsaaten bzw. des Ernährungsverbrauchs pflanzlicher Öle, ist aufgrund der Datenlage schwierig. Infolgedessen werden aus Gründen der Vereinfachung diese Kulturen in allen Szenaren mit dem gleichen Flächenbedarf ausgewiesen und auf 8.300.000 EW aufgeteilt.

Exporte bleiben ebenfalls unberücksichtigt. Die Erträge von Seemüller (2007) wurden, den österreichischen Verhältnissen gemäß, nach unten revidiert (vgl. AMA 2007). Darüber hinaus wurde angenommen, dass alles Soja in den Futtermittelrationen importiert (Südamerika) wird (siehe Tabelle 28 unter: Gesamtfläche Ausland in ha (für 8.300.000 EW), daher ergibt sich neben dem inländischen ein im Ausland liegender Flächenanspruch. Alle anderen Importe bleiben unberücksichtigt. Der Tierbesatz ist in den konventionellen biologischen Szenarien gleich hoch (Bei Umstellung auf Biolandbau ist dieser reduziert). Gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche (ohne Almen) wurde mit 2.570.000 ha gesetzt.

#### *Ernährungsumstellung und flächendeckender Biolandbau*

Im Ist-konv Szenario (IKS) ergibt bei durchschnittlicher Ernährung und konventioneller Wirtschaftsweise ein inländischer Flächenbedarf von 1.800 m<sup>2</sup>. Seemüller (2000:45) ermittelte für deutsche Verhältnisse einen Flächenbedarf von 1.738 m<sup>2</sup> bei konventioneller Bewirtschaftung. Im Ist-öko Szenario (IÖS) ergibt sich ein Wert von 2.562 m<sup>2</sup> bei ökologischer Wirtschaftsweise, 2.423 m<sup>2</sup> ergaben bei dieser Produktionsweise die Kalkulationen von Seemüller (2000: 46). Im IKS werden neben den inländischen Flächen (1.623.520 ha) noch 251.739 ha ausländische Flächen benötigt. Im IÖS werden nur 227.957 ha

Auslandfläche benötigt, weil zuerst inländische Futtermittel verbraucht, und erst dann auf Futterimporte zurückgegriffen wird (vgl. Seemüller 2000: 15ff).

Es handelt sich demnach um grobe Schätzungen, Relationen und Bewegungen sollen aufgezeigt werden. Unter den oben genannten Einschränkungen kann gesagt werden, dass sich Österreich auch bei flächendeckender Umstellung und gewärtigen Ernährungsweisen mit Grundnahrungsmittel selbst versorgen könnte.

**Tabelle 28: Flächenbedarf und Flächenverteilung in vier verschiedenen Ernährungsszenarien**

	Ist_konv	Ist_öko	Soll_konv	Soll_öko
Produkte	Inländischer Flächenbedarf in m <sup>2</sup> /Kopf			
Weizenmehl	149	235	246	387
Roggenmehl	31	41	50	67
Kartoffel	19	44	17	40
Zucker	65	65	34	34
Milch	191	255	203	270
Käse	292	390	408	544
Butter	197	263	290	386
Eier, Eierzeugnisse	62	90	48	70
Obst (heimisch)	27	32	49	58
Gemüse	43	52	60	72
Schweinefleisch	437	704	189	304
Rindfleisch	149	192	62	80
Geflügelfleisch	138	200	65	94
Gesamtfläche in m <sup>2</sup> /Kopf	1.800	2.562	1.720	2.407
Gesamtfläche in ha/Kopf	0,18	0,26	0,17	0,24
Ölfruchtfläche in ha/Kopf	0,02	0,02	0,02	0,02
Gesamtfläche in ha/Kopf incl. Ölfruchtfläche	0,20	0,27	0,19	0,26
Gesamtfläche Inland in ha (für 8.300.000 EW)	1.623.520	2.256.365	1.557.724	2.127.644
Gesamtfläche Ausland in ha (für 8.300.000 EW)	251.739	227.957	129.054	122.831
Summe In- und Ausland	1.875.259	2.484.322	1.686.778	2.250.475

Quelle: eigene Berechnungen nach Seemüller 2000, Grüner Bericht 2007

## 5.2 Einsparungspotentiale bei unterschiedlichen Produktions- und Ernährungsweisen

Die Produktion der Lebensmittel macht etwa 60% der gesamten Emissionen der Ernährung aus. Hochgerechnet bedeutet das für die durchschnittliche österreichische Ernährung Emissionen in der Höhe von 2,3 t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Kopf und Jahr (Produktion und Ernährungsweise). Die gesamten österreichischen Emissionen betragen pro Kopf rund 10,6t. Der Anteil der Ernährung eines Erwachsenen liegt somit bei geschätzten 21,9%. Das entspricht bisherigen Arbeiten: so schätzt beispielsweise Jungbluth (2000) den Anteil des Ernährungssystems an den gesamten Treibhausgasemissionen auf 15 - 20%.

*Was leistet eine Ernährungsumstellung und flächendeckender Biolandbau?*

Um zu überprüfen, inwiefern sich verschiedene Ernährungsweisen auf Treibhausgasemissionen auswirken, wurden wieder die oben genannten Produktions- und Ernährungsszenarien gegenübergestellt. Der Vergleich der Treibhausgasemissionen der vier betrachteten Ernährungsweisen ergibt folgende Ergebnisse:

**Tabelle 29: Treibhausgasemissionen der betrachteten unterschiedlichen Ernährungsweisen**

Ernährungsweise	Verbrauchte Lebensmittel	CO <sub>2</sub> -Äquivalente	Ersparnis gegenüber „Ist-konv.“	Ersparnis gegenüber „Ist-konv.“
	kg/Person/a	kg/Person/a	kg CO <sub>2</sub> -Äquivalente	%
Ist-konv.	644	1230	0	0
Ist-öko.	644	856	374	30,4
Soll-konv.	723	1031	199	16,2
Soll-öko.	723	742	489	39,7

Quelle: Weik 2005: 83

Unter Berücksichtigung der in den Vergleich einbezogenen Nahrungsmittelgruppen „Brot, Nahrungsmittel“, „Fleisch, Eier“, „Fisch, Fischwaren“, „Milch, Käse“, „Speisefette und Öle“, „Obst“, „Gemüse“ und „Zucker“ ergeben sich für die Ernährung österreichischer Erwachsener folgende Potentiale der Einsparung von Treibhausgasemissionen:

Allein durch den Verbrauch von Lebensmitteln aus ökologischem Anbau anstelle konventioneller Produkten können etwa 374 kg CO<sub>2</sub>e eingespart werden, das sind 30% der durch die Lebensmittelproduktion verursachten Emissionen (siehe Tabelle 29).

Eine Veränderung der Ernährung in Richtung der DGE Ernährungsempfehlungen ergäbe ein Einsparungspotential von 199 kg CO<sub>2</sub>e oder 16%. Werden beide Faktoren kombiniert, kann eine Einsparung von 489 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten bzw. 40% erreicht werden.

In Summe könnten also von allen erwachsenen Österreichern und Österreicherinnen mindestens 2,4 Millionen t CO<sub>2</sub>e allein durch Kauf von Produkten aus ökologischer Produktion sowie eine nach ernährungswissenschaftlichen Kriterien veränderten Ernährungsweise eingespart werden.

Die gesamten Treibhausgasemissionen Österreichs betragen im Jahr 2005 ca. 93 Mio. t. Die potentiellen Einsparungen betragen somit rund 4,7 % der gesamten österreichischen Treibhausgasemissionen.

## 5.3 THGE nach Produktionsweise, Saisonalität und Regionalität

### 5.3.1 THGE konventionell und biologisch erzeugter Lebensmittel

Biologischer Pflanzenbau benötigt im Vergleich zum konventionellen Pflanzenbau pro Hektar deutlich weniger Energie und stößt auf den Hektar bezogen entsprechend weniger Treibhausgase aus (vgl. Tabelle 30). Hauptgrund ist der Ausschluss sehr energieaufwändiger mineralischer Stickstoffdünger. (Bockisch 2000: 166ff; Tauschner 2003). Da der biologische Landbau geringere Erträge erzielt (20 – 30 % unter konventionellem Niveau) ist es sinnvoll, die Einsparungen auch auf die gleiche produzierte Menge zu beziehen. So gesehen benötigt der biologische Pflanzenbau nur gut die Hälfte an Energie (Bockisch 2000: 166ff) und produziert nur drei Viertel (Hülsbergen 2003: 9ff) bis halb (Bockisch 2000: 166ff) soviel klimaschädliche Treibhausgase wie der konventionelle Pflanzenbau. Die biologische Tierhaltung verbraucht ebenfalls weniger Energie. Die Datenlage der Treibhausgase ist jedoch noch unzureichend (Bockisch 2000: 166ff; Tauschner 2003)(siehe dazu Abschnitt 4.2).

**Tabelle 30: Vergleich der CO<sub>2</sub>e einzelner Lebensmittel bei konventioneller bzw. ökologischer Produktion**

Lebensmittel	CO <sub>2</sub> -Äquivalente	CO <sub>2</sub> -Äquivalente	Vergleich - öko
	konventionelle Produktion (kg/kg)	ökologische Produktion (kg/kg)	konventionell = 100% (%)
<b>Mehl, Brot, Nahrungsmittel</b>			
Weizen	0,361	0,132	36,40
Weizenmehl	0,514	0,220	42,70
Roggen	0,346	0,384	110,70
Roggenmehl	0,451	0,493	109,40
Gerste	0,327	0,127	38,91
Mais	0,461	n.a.	n.a.
Hafer	0,327	0,127	38,89
Brot	0,648	0,488	75,41
Vollkornbrot	0,624	0,432	69,26
Reis	11,226	n.a.	n.a.
Teigwaren	0,601	0,337	56,10
<b>Fleisch, Fleischwaren</b>			
Schwein	4,176	2,446	58,58
Rind	10,571	6,769	64,03
Geflügel	2,240	1,829	81,65
Wurst	4,781	4,481	93,73
Eier	2,472	1,627	65,83
<b>Fisch, Fischwaren</b>			
Fisch, Meeresfrüchte	1,253	n.a.	n.a.
Fischkonserven	1,333	n.a.	n.a.
<b>Milch, Käse</b>			
Milch	1,355	0,983	72,56
Butter	31,004	22,556	72,75
Frischkäse	4,189	2,924	69,80
Hartkäse	16,504	11,639	70,52
Käse	8,444	6,026	71,37
Joghurt	1,542	1,148	74,47
<b>Speisefette und Öle</b>			
Ölsaaten	0,731	n.a.	n.a.
Pflanzenöle	2,273	1,334	58,68
Margarine	1,918	1,169	60,96
<b>Obst</b>			
einheimisches Obst	0,279	0,248	88,98
Beerenobst	0,290	0,177	60,98
Südfrüchte	0,306	0,273	88,98
<b>Gemüse</b>			
Tomaten saisonal	0,194	0,153	78,63
Tomaten asaisonal	3,130	n.a.	n.a.
Gemüse	0,033	0,015	45,93
Kartoffeln	0,081	0,035	42,92
<b>Zucker</b>			
Zucker	1,468	1,214	82,75
<b>Sonstige Nahrungsmittel</b>			
Nüsse	0,335	n.a.	n.a.
Kaffe	0,357	n.a.	n.a.
Kakaobohnen	0,357	n.a.	n.a.
Tee	0,262	n.a.	n.a.
<b>Getränke</b>			
Mineralwasser	0,045	n.a.	n.a.
Saft	1,507	1,407	93,33
Limonade	0,325	0,324	99,83
Wein	1,507	1,407	93,33
Bier	0,326	0,281	86,21
andere alk. Getränke	4,637	n.a.	n.a.

Quelle: GEMIS 4.2 (2005) in Weik 2005, S.87

### 5.3.2 Regional und überregional erzeugte Lebensmittel

Die Lebensmitteltransporte haben sich europaweit in den letzten 20 Jahren verdoppelt – obwohl sich die pro Person verbrauchte Lebensmittelmenge kaum verändert hat. Hierfür verantwortlich ist einerseits eine zunehmende Verarbeitung der Lebensmittel und eine höhere Spezialisierung in den einzelnen Betriebsstätten. Folglich ergeben sich zusätzliche Zwischentransporte zu mehreren Betrieben. Andererseits entstehen längere Transportwege durch die europaweite Konzentration bestimmter Verarbeitungsbetriebe wie Mühlen, Molkereien und Schlachthöfe. LKWs transportieren die weitaus größte Menge der Lebens- und Futtermittel für den österreichischen Markt; Bahn, Binnen- und Hochseeschiffe befördern dagegen nur geringe Mengen.

Die generell erhobene Forderung, regionalen Produkten den Vorzug zu geben, erscheint auf den ersten Blick umweltpolitisch sinnvoll. Jedoch zeigen verschiedene Studien, die auch bei Jungbluth (2000: 26f; Demmeler 2007) zitiert werden, dass regionale Produkte nicht per se über eine bessere Umweltbilanz verfügen. Vielmehr müsste zur Beurteilung der Auswirkungen des Transports der gesamte Lebensweg des Produkts von der landwirtschaftlichen Produktion bis zum Konsumenten betrachtet werden. Unter Umständen lohnt sich auch ein etwas weiterer Transportweg, wenn dadurch Produkte bezogen werden können, bei denen durch verbesserte Anbaubedingungen negative Umweltauswirkungen deutlich vermindert sind. Darüber hinaus ist nicht nur der Transport über ganze Kette, sondern Gesamtenergiebilanz zu beachten (Transport = kleiner Teil der Gesamtenergiebilanz). Vor diesem Hintergrund wäre Regional alleine eine unzulässige Verkürzung weil die energieintensive Produktion ausgeklammert wird, Bio und Regional ist wäre somit optimal.

Nichtsdestotrotz bedürfen regionale Lebensmittel geringerer Transportstrecken und sparen damit Energie und klimaschädliche Treibhausgase gegenüber gleich produzierten Produkten, die aus der Ferne hertransportiert werden. Flug-Transporte bei Importen aus Übersee belasten das Klima etwa 80-mal mehr als Schiffs-Transporte und bis zu 300-mal mehr als Erzeugnisse aus der Region (vgl. Tabelle 31).

**Tabelle 31: Treibhausgasemissionen in Abhängigkeit von Transportmittel und -entfernung (Bezug München) in g CO<sub>2</sub>e pro kg Lebensmittel**

	Übersee (Schiff, Flugzeug)		Europa/Deutschland (LKW)		Region (LKW)	
Getreide	USA (Schiff)	280	Polen	253	Niederbayern	69
Äpfel	Neuseeland(Schiff)	513	Italien	219	Bodensee	76
Erdbeeren	Südafrika (Flugzeug)	11.671	Italien	219	Oberbayern	61
Spargel	Chile (Flugzeug)	16.894	Spanien	359	Schrobenhausen	60
Fleisch	Argentinien (Schiff)	349	Niedersachsen	179	Oberbayern	61

Quelle: StMUGV 2007, S. 8 nach Demmeler 2007

Regionale Lebensmittel haben daher das Potenzial, Energie und damit Treibhausgas-Emissionen einzusparen. Dieses muss in vielen Fällen durch effiziente Transport- und Vermarktungsstrukturen sowie eine erhöhte Nachfrage nach regionalen Produkten noch erschlossen werden.

### 5.3.3 Saisonal und nicht-saisonal erzeugte Lebensmittel

Der Freilandanbau von Gemüse und Obst in der Saison ist weniger klimabelastend als ihre Erzeugung in beheizten Treibhäusern. Die Produktion im beheizten Treibhaus während der kalten Jahreszeit verbraucht bis zu 10- bis 50-mal mehr Energie als im Freiland, da zum Heizen zumeist fossile Energieträger dienen. Die klimaschädlichen Emissionen liegen bis zu 5- bis 30-mal höher (vgl. Tabelle 32).

**Tabelle 32: Energieeinsatz und Emissionen beim Unterglas- und Freilandanbau**

Kulturen	Energie MJ/kg Lebensmittel		CO <sub>2</sub> -Äquivalente g/kg Lebensmittel	
	Beheizter Unterglasanbau	Freilandanbau	Beheizter Unterglasanbau	Freilandanbau
Bohnen	97	1,8	6.360	220
Lauch	82	1,4	5.430	190
Kopfsalat	67	1,1	4.450	140
Sellerie	55	1,5	3.660	190
Gurken	35	0,8	2.300	170

Quelle: StMUGV (2007, S. 8 nach Demmeler (2007))

Besondere Betrachtung verdient der für Tomaten ermittelte Emissionswert für asaisonale Produktion, der aufgrund des Heizöl- und Stromeinsatzes in der Gewächshauskultivierung das 16fache des Werts der saisonalen Produktion beträgt. Die asaisonale Produktion ist nur für das Beispiel Tomaten berechnet worden, es ist aber davon auszugehen, dass andere Gewächshausgemüse ähnliche Bilanzergebnisse zeigen.

**Tabelle 33: Veränderung der Emissionen durch Gewächshauskultivierung am Beispiel Tomate**

Produktionsart	CO <sub>2</sub> -Äquivalente	Vergleich	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
	g/kg	%	g/kg	g/kg	g/kg
Saisonal konv.	194,010	100	61,935	0,072	0,441
Asaisonal konv.	3130,230	1613,4	2812,660	7,413	0,497
Ökologisch saisonal	170,510	87,9	50,355	0,051	0,402

Quelle: GEMIS 4.2 (2005)

Werte für Ökologisch asaisonal sind der GEMIS-Datenbank nicht zu entnehmen. Es ist aber davon auszugehen dass es sich um ähnliche Verhältnisse handelt, wie zwischen der saisonal konv. und asaisonal konv. Produktionsart.

Würde man, bezogen auf das oben angeführte Beispiel, mit regenerativen Energien heizen, so wäre die Bilanz natürlich anders. Zu beachten ist, dass Bio weder automatisch saisonal/asaisonal oder fossil/regenerativ zu bezeichnen ist.

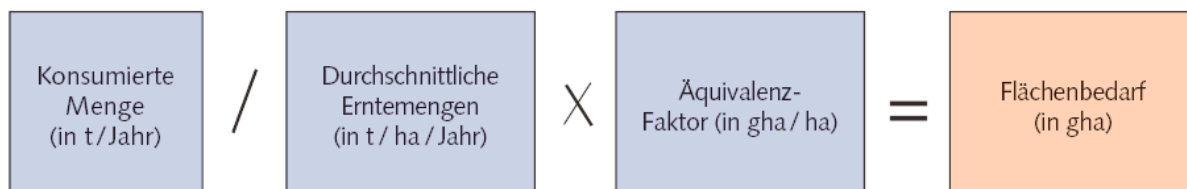
## 6 FOOT PRINT - ÖKOLOGISCHER FUSSABDRUCK

Was würde passieren, wenn alle 6,4 Milliarden Menschen auf der Erde so leben wollten wie wir in Österreich? Gleiche Ernährung, ähnlicher Lebensstil, Energiebedarf etc. Verkraftet das unser Planet? Der Ökologische Fußabdruck einer/s durchschnittlichen Österreicherin/Österreichers beträgt 4,9 Hektar. Der ökologische Fußabdruck ist eine wissenschaftliche Methode, die erfasst, in welchen Bereichen, wie stark und wo der Mensch die Umwelt belastet (vgl. Stokar et al 2006: 45ff). Die Methode rechnet das Ausmaß der Nutzungen und Belastungen der Natur wie etwa Ackerbau, Energie- oder Holzverbrauch in Flächen um, die notwendig wären, um diese Ressourcen auf erneuerbare Weise bereitzustellen. Das Resultat – also der ökologische Fußabdruck einer Region, eines Landes oder der ganzen Welt – wird in einem Flächenmaß ausgedrückt, der so genannten „globalen Hektare“. Je grösser der Abdruck, desto stärker ist die Umwelt belastet. Der ökologische Fußabdruck kann durch die Bevölkerungszahl geteilt und als Pro-Kopf-Maß verwendet werden. Dadurch lassen sich unterschiedliche Regionen besser vergleichen. Andererseits berechnet die Methode auch die „Biokapazität“, also die Fähigkeit der Natur, Rohstoffe zu erzeugen und Schadstoffe abzubauen. Die Biokapazität schließt alle Flächen mit ein, auch jene, die nicht genutzt werden – sei es aus geographischen, wirtschaftlichen oder naturschützerischen Gründen. Die Biokapazität eines Gebietes steigt, wenn die Produktivität pro Flächeneinheit zunimmt oder die produktiven Flächen zunehmen. Der ökologische Fußabdruck wie auch die Biokapazität werden in globalen Hektaren (gha) gemessen. Wenn Fußabdruck und Biokapazität einer Region übereinstimmen, befindet sich diese im Einklang mit der Tragfähigkeit der Natur; sie ist nachhaltig.

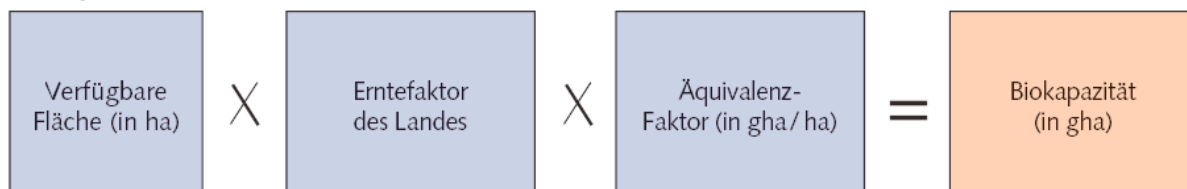
Ein ökologisches Defizit besteht dann, wenn der ökologische Fußabdruck eines bestimmten Gebiets (zum Beispiel eines Landes) grösser ist als die entsprechende Biokapazität. Wenn also mehr konsumiert wird, als das Gebiet natürlicherweise hervorbringt. Ein ökologisches Defizit eines Landes kann aufgefangen werden durch Import von Erzeugnissen und damit von Biokapazität aus anderen Ländern. Jener Anteil des Defizits, der nicht kompensiert werden kann, führt jedoch dazu, dass das Naturkapital des Landes aufgezehrt wird (ökologische Übernutzung). Ein globales ökologisches Defizit kann nicht kompensiert werden.

Die Berechnung des ökologischen Fußabdrucks und der Biokapazität erfolgt in den einzelnen Komponenten grob nach folgender Grafik:

### Fussabdruck



### Biokapazität



Quelle: Stokar et al. 2006, S. 45.

Die konsumierte Menge entspricht z.B. dem verbrauchten Getreide für Ernährung in t/a. Die verfügbare Fläche repräsentiert z.B. Wald oder Ackerland in ha in einem/r Land/Region. Durchschnittliche globale Erntemengen: Für jede Flächenart werden die weltweiten Durchschnittserträge pro Hektar bestimmt. Diese Durchschnittserträge sind nötig, um den Fußabdruck aus der Nutzung einer bestimmten Fläche zu bestimmen. Je höher die durchschnittlichen globalen Erntemengen, desto kleiner fällt der Fußabdruck aus. Die Erntefaktoren beschreiben die Produktivität einer Flächenart (zum Beispiel von Ackerflächen oder Wald) im Vergleich zur weltweit durchschnittlichen Produktivität der entsprechenden Flächenart. Je höher ein Erntefaktor ist, desto höher ist die Produktivität einer Fläche und desto höher die entsprechende Biokapazität. Die Erntefaktoren unterscheiden sich für jedes Land, jedes Jahr und jede

Flächenart. Die gesamte Berechnung aller Komponenten ist in Tabelle 36: (siehe Anhang) schematisch dargestellt.

Die verschiedenen Flächenarten (Flächen zur Produktion von pflanzlichen Produkten, von Holz usw.) werden mit Äquivalenzfaktoren in globale Hektaren umgerechnet. Ein Hektar mit einer durchschnittlichen biologischen Produktivität hat einen Äquivalenzfaktor von 1. Die Äquivalenzfaktoren unterscheiden sich von Jahr zu Jahr, sind aber für alle Länder gleich.

**Tabelle 34: Äquivalenzfaktoren im Jahr 2002**

Energie	Fruchtbares Ackerland (pflanzliche Produkte)	Weniger fruchtbares Ackerland (pflanzliche Produkte)	Weideland (tierische Produkte)	Fischerei	Wald	Siedlungsflächen
1.38	2.19	1.80	0.48	0.36	1.38	2.19

Quelle: Stokar et al. 2006, S. 49

Die Erntefaktoren beschreiben das Ausmaß in welchem eine Fläche (z.B. Fläche zur Produktion von pflanzlichen Produkten) produktiver oder weniger produktiv als im weltweiten Durchschnitt ist. Ein Erntefaktor über 1 bedeutet, dass die Produktivität einer bestimmten Fläche über dem weltweiten Durchschnitt liegt, ein Wert unter 1 bedeutet, dass diese unter dem weltweiten Durchschnitt liegt. Die Erntefaktoren unterscheiden sich für jedes Land, jedes Jahr und jede Flächenart.

**Tabelle 35: Erntefaktoren der Schweiz im Jahr 2002**

Energie	Fruchtbares Ackerland (pflanzliche Produkte)	Weniger fruchtbares Ackerland (pflanzliche Produkte)	Weideland (tierische Produkte)	Fischerei	Wald	Siedlungsflächen
1	2.13	3.29	2.21	0.11	3.5	2.13

Quelle: Stokar et al. 2006, S. 49

(b) Probleme des ökologischen Fußabdrucks aus der Sicht des Biolandbaus

Der ökologische Fußabdruck bewertet nach den folgenden zwei Zusammenhängen:

- Je grösser der Fußabdruck, desto stärker ist die Umwelt belastet
- Je höher die Erträge (pro Flächeneinheit), desto größer (besser) ist die Biokapazität (pro Flächeneinheit)

Mit anderen Worten: Je höher die Erträge, desto weniger Fläche braucht es, um die gleiche Menge zu produzieren, d.h. je intensiver das (landwirtschaftliche) Produktionssystem, desto kleiner (besser) ist der ökologische Fußabdruck. Der tw. deutlich höhere ökologische Fußabdruck der ökologischen vor allem auf drei Gründe zurückzuführen: Die hohe flächenbeanspruchende Produktionsweise, die niedrigeren tierischen Leistungen sowie den höheren Stallgebäude- und Strohbedarf. Beispielsweise verursacht biologische Mutterkuhhaltung einen fast fünf Mal höheren ökologischen Fußabdruck als die konventionelle Mastrinderhaltung (vgl. Kratochvil & Dekker 2004). Nur eine starke Anhebung der Leistungen und Erträge verbessert den Fußabdruck; und das würde zu Konflikten mit ökologischen und ethischen Zielsetzungen des Ökologischen Landbaus führen. Leistungen des Biolandbaus: Biodiversität (Flora und Fauna), Bodenfruchtbarkeit, Erosionsminderung, Wasserschutz (weniger Nitrateintrag), Überdüngung usw. werden mit dem ökologischen Fußabdruck nicht bewertend abgebildet.

Der ökologische Fußabdruck eignet sich somit um Ungleichgewichte und ökologische (Über-) Beanspruchungen im globalen Vergleich darzustellen. Aufgrund unterschiedlicher Ziele und Leistungen (vgl. dazu Abbildung 2) landwirtschaftlicher Produktionsweisen ist die Aussagekraft des ökologischen Fußabdrucks als Werkzeug der Nachhaltigkeitsbewertung auf betrieblicher bzw. regionaler Ebene aber anzuzweifeln.

## 7 LITERATUR

Amon T. und Hopfner-Sixt K. (2005): Analyse und Optimierung neuer Biogasanlagen. Projektnr. 809288 /8539 KA/SA, 2004 – 2005. Im Auftrag der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) – Austrian Research Promotion Agency. Institut für Landtechnik, Universität für Bodenkultur, Wien.

Amon, T., V. Kryvoruchko, K. Hopfner-Sixt, B. Amon, V. Bodiroza, M. Ramusch, R. Hrbek2, J. K. Friedel, W. Zollitsch, J. Boxberger (2006): Biogaserzeugung aus Energiepflanzen. Teil 1: gem. Werkvertrag Nr. 439; Wien 27.02.2006

ARGE Fast Food – Slow Food (2002): Fast Food Slow Food, Lebensmittelwirtschaft und Kulturwirtschaft Synthesebericht, Auftraggeber Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur.

Bauer, A. (2007): Potential of biogas production in sustainable biorefinery concepts. Proceedings of the 15th European Biomass Conference and Exhibition, Berlin, May 7–11, 2007.

Bellarby, J., Foereid, B., Smith, P. (2008): Cool Farming: Climate impacts of agriculture and mitigation potential. [www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)

Bellamy, P.H., P.J. Loveland, R.I. Bradley, R.M. Lark, G.J.D. Kirk (2005): Carbon losses from all soils across England and Wales 1978–2003. Nature 437, S.245–248

BIO AUSTRIA (2006): Produktionsrichtlinien, Wien

BMLFUW (2007): Österreichisches Programm für die Entwicklung des Ländlichen Raums 2007-2013. Wien [www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/landwirtschaft/LE/01\\_ex-ante\\_Bericht.pdf](http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/landwirtschaft/LE/01_ex-ante_Bericht.pdf)

Bockisch FJ: Bewertung von Verfahren der ökologischen und konventionellen landwirtschaftlichen Produktion im Hinblick auf den Energieeinsatz und bestimmte Schadgasemissionen.

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig, Sonderheft 211, S. 160 – 164 und 178 – 180, 2000

Crutzen, P. J., A. R. Mosier, K. A. Smith, and W. Winiwarter (2008): N<sub>2</sub>O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels. Atmos. Chem. Phys., 8, 389–395, 2008

Ehlers, H; Czekala, A. (2007): Hintergrundinformationen zur Herkunft und Verwendung von Soja in der Futtermittelwirtschaft. Deutscher Raiffeisenverband e.V. Bellarb

<http://www.raiffeisen.de/presse/pdf-aktuelles/Hintergrundinformationen-Soja-01-02-07.pdf>

Eitzinger, J. (2008): Fakten zum Klimawandel und Auswirkungen auf die österreichische Landwirtschaft. In: Tagungsbeiträge BIO AUSTRIA Bauerntage 2008. Wien

EU-KOM (2006): Begleitdokument zur Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Thematische Strategie für den Bodenschutz – Zusammenfassung der Folgenabschätzung. KOM (2006)231 endgültig; SEK (2006)620.

EUROSTAT. 2007. Energy: Yearly statistics 2005. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

FAO (Food and Agriculture Organization) (2006): Livestock's Long Shadow. FAO, Rom [www.virtualcentre.org/en/library/key\\_pub/longshad/A0701E00.pdf](http://www.virtualcentre.org/en/library/key_pub/longshad/A0701E00.pdf)

Freyer, B. (2003): Fruchtfolgen - Konventionell Integriert Biologisch. Ulmer Verlag, Stuttgart

Fritsche, U. R., Eberle, U., Wiegmann, K. Schmidt, K. (2007): Treibhausgasemissionen durch Erzeugung und Verarbeitung von Lebensmitteln.

<http://www.oekoinstitut.de/publikationen/forschungsberichte/studien/dok/657.php?id=&anzeige=det&ITitel1=&IAutor1=&ISchlagw1=&sortieren=&dokid=328>

Fuchs, D., Lorek S. (2000): An inquiry into the impact of globalization on the potential for „sustainable consumption“ in households, report presented at the Workshop on Sustainable Household Consumption Impacts, Goals and indicators for Energy-use, Transport and Food, ProSus/CSTM, Enschede, 17.-19.11.2000.

Geier B. (2003): Bio-Global: Nein Danke?, Ökologie und Landbau 128, 4/2003, S.29ff.

- Graf, W. Kraftstoff Biogas Der Treibstoff der Zukunft - erneuerbar und immer verfügbar. Books on Demand, Norderstedt
- Greenpeace (2008): Mündliche Mitteilung, April 2008.
- Haas, G., Geier, U., Schulz, G., Köpke, U. (1995): Vergleich Konventioneller und Organischer Landbau - Teil I: Klimarelevante Kohlendioxid-Emission durch den Verbrauch fossiler Energie. Berichte über Landwirtschaft 73, 401 - 415.
- Hoffmann I. und Lauber I. (2001): Beitragsserien: Gütertransporte im deutschen Ernährungssektor. Gütertransporte im Zusammenhang mit dem Lebensmittelkonsum in Deutschland, Teil I-III.
- Hörtenhuber, S., Zollitsch, W. (2008): Welche Vorteile bringt die Öko-Rinderhaltung. ÖKOLOGIE & LANDBAU 145,1/2008. [www.soel.de](http://www.soel.de)
- Hörtenhuber, S. (2008): Treibhausgasemissionen aus der Milchproduktion in Abhängigkeit von Standort und Wirtschaftsweise - Ergebnisse für österreichische Modellbetriebe. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien
- Hrbek, R., B. Freyer, B., Amon, T., Friedel, J. K. Nachhaltige Fruchtfolgesysteme für den biologischen Energiepflanzenanbau in Österreich. 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Wien Beitrag archiviert unter <http://orgprints.org/view/projects/wissenschaftstagung-2007.html>
- Jungbluth, N. (2000): Umweltfolgen des Nahrungsmittelkonsums, Beurteilung von Produktmerkmalen auf Grundlage einer modularen Ökobilanz, Dissertation ETH Zürich, <http://e-collection.ethbib.ethz.ch/cgi-bin/show.pl?type=diss&nr=13499>
- Koerber, K. von und Kretschmer. J. (2000): Zukunftsfähige Ernährung. ERNO 1(1) 39-46.
- Koerber, K. von, Kretschmer. J., Schlatzer, M. (2007): Ernährung und Klimaschutz – Wichtige Ansatzpunkte für verantwortungsbewusstes Handeln. Ernährung im Fokus 7- 05/07
- Kratochvil, R., Dekker, S. (2004): Der ökologische Fußabdruck: biologische Mutterkuh- und konventionelle Mastrinderhaltung im Vergleich. Ländlicher Raum 1/2004
- Kratochvil, R.; Lindenthal, T.; Vogl, C. (2005): Prozessqualität im Wandel: Beobachtungen am Beispiel der Bio-Wertschöpfungskette in Österreich, in: Heß, J., Rahmann, G.: Ende der Nische, 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 1.-4. März 2005, Kassel, 415-418; University Press, Kassel; ISBN 3-9958-115-6 (reviewed).
- Hülsbergen, K.-J. Küstermann, B., Kainz, M. (2007): Modeling carbon cycles and estimation of greenhouse gas emissions from organic and conventional farming systems. Renewable Agriculture and Food Systems. 23: 1-16.
- Hülsbergen KJ: Ökologischer Landbau – Beitrag zum Klimaschutz. In: Wiesinger K (Hrsg.): Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Tagungsband, 9 – 21, 2007
- LBG (2007): Wirtschaftstreuhand- und Beratungsgesellschaft m.b.H. Wirtschaftsprüfungs- und Steuerberatungsgesellschaft. Buchführungsergebnisse 2006 Land- und Forstwirtschaft Österreich. Wien
- Lauber, I, Hoffmann, I: Gütertransporte im Zusammenhang mit dem Lebensmittelkonsum in Deutschland. Teil I und II. Zeitschrift für Ernährungsökologie 2, 108–113, 187–193 (2001)
- Lindenthal, T., Verdorfer, R., Bartel-Kratochvil, R. (2007): Konventionalisierung oder Professionalisierung: Entwicklungen des Biolandbaus am Beispiel Österreich  
[http://www.boku.ac.at/fileadmin/\\_/PF-BioLandwirtschaft/pubs/Sozokon/2007\\_LindenthalVerdorfer.pdf](http://www.boku.ac.at/fileadmin/_/PF-BioLandwirtschaft/pubs/Sozokon/2007_LindenthalVerdorfer.pdf)
- Matovelle, A. (2003): Gemeinschaftliche Lebens- und Wirtschaftsweisen und ihre Umweltrelevanz. Wissenschaftliches Zentrum für Umweltsystemforschung Universität Kassel,  
[http://www.usf.uni-kassel.de/glww/texte/ergebnisse/1bedarfsgeld2\\_ernaehrung.pdf](http://www.usf.uni-kassel.de/glww/texte/ergebnisse/1bedarfsgeld2_ernaehrung.pdf)
- Niggli, U. (2007a): Mythos „Bio“ Kommentare zum gleichnamigen Artikel von Michael Miersch in der Wochenzeitung „Die Weltwoche“ vom 20. September 2007. FiBL
- Niggli, U. (2007b)Emissionen senken, Kohlenstoff binden: Bio-Landbau ist gefragt. ÖKOLOGIE & LANDBAU 143,3/2007. [www.soel.de](http://www.soel.de)
- Niggli, U.; Schmid, H.; Fliessbach, A. (2007): Organic Farming and Climate Change. FiBL, Frick
- Van Oost, K., T. A. Quine, G. Govers, S., De Gryze, J. Six, J. W. Harden, J. C., Ritchie, G. W. McCarty, G. Heckrath, C. Kosmas, J. V. Giraldez, J. R. Marques da Silva, R. Merckx (2007): The Impact of Agricultural Soil Erosion on the Global Carbon Cycle. Science 318, 626 (2007);
- OECD (2002): Towards Sustainable Household Consumption? Trends and Policies in OECD Countries, Environment Directorate.

- Öko-Institut (2005): BMBF-Forschungsprojekt „Ernährungswende“, Diskussionspapier Nr. 7: Umweltauswirkungen von Ernährung – Stoffstromanalysen und Szenarien. Freiburg.
- Payer, H., Burger, P. and Lorek, S. (2000): The environmental impacts of household food consumption Austria: National case study, Paper for the OECD Environment Directorate, Programme on Sustainable Consumption, November 2000.
- Pimentel, D., C. Harvey, P. Resosudarmo, K. Sinclair, D. Kurz, M. McNair, S. Crist, L. Shpritz, L. Fitton, R. Saffouri, R. Blair (1995): Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science* 267, S. 1117–1123
- Plakolm, G.; Fromm, E. (2006): Organic Revision, Fokusgruppen zu den Wertvorstellungen von Bio-Bauern. Nationaler Bericht Österreich, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Raumberg Gumpenstein.
- Schertenleib, R. (2002): Globale Wasserproblematik. *Umwelt Focus*, Forch
- Seemüller, M. (2000): Der Einfluss unterschiedlicher Landbewirtschaftungssysteme auf die Ernährungssituation in Deutschland in Abhängigkeit des Konsumverhaltens der Verbraucher, Werkstattreihe Nr. 124, Öko-Institut Freiburg, ISBN 3-934490-08-5, 42.
- Soil Association (2007): Environmental Impacts of Food Production and Consumption. PRESS RELEASE  
<http://www.soilassociation.org/web/sa/saweb.nsf/librarytitles/232BE.HTML>
- Stokar, T. von, Steinemann, M., Rüegge, B., Schmill, J. (2006): Der ökologische Fussabdruck der Schweiz - Ein Beitrag zur Nachhaltigkeitsdiskussion. BFS, Neuchâtel, ISBN: 3-303-21017-9
- Strauss, P.; Klaghofer, E. (2006): Status of soil erosion in Austria. In: Boardman, J.; Poesen, J. & Wiley, J. (Eds.): *Soil Erosion in Europe*. London, New York. pp. 205–212.
- Tauscher B, u. a.: Bewertung von Lebensmitteln verschiedener Produktionsverfahren – Statusbericht 2003. Senat der Bundesforschungsanstalten (Hrsg.) [www.bmvel-forschung.de/themen/download/tm200306\\_bericht\\_030515.pdf](http://www.bmvel-forschung.de/themen/download/tm200306_bericht_030515.pdf), 101 S., 2003
- Suhr, I. (2002): Die Fantastischen Sieben Die letzten Urwälder der Erde - ökologische Waldnutzung statt Vernichtung. Herausgeber: Greenpeace e.V., Hamburg
- Rahmann, G. (2007): Landwirtschaft als CO<sub>2</sub>-Senke – Forum 3 [http://www.gruene-bundestag.de/cms/agnar/dok/207/207068.essen\\_wir\\_das\\_klima\\_auf.html](http://www.gruene-bundestag.de/cms/agnar/dok/207/207068.essen_wir_das_klima_auf.html)
- Reijnders, L., Huijbregts M.A.J (2006): Palm oil and the emission of carbon-based greenhouse gases. *Journal of Cleaner Production*, doi:10.1016/j.jclepro.2006.07.054
- UBA (2006): Evaluierungsbericht zur Klimastrategie 2002 (Datenstand 2006). UBA, Wien
- UBA (2007): KYOTO-FORTSCHRITTSBERICHT ÖSTERREICH 1990–2005 (Datenstand 2007). UBA, Wien
- UBA (2008): KYOTO-FORTSCHRITTSBERICHT ÖSTERREICH 1990–2006 (Datenstand 2008). UBA, Wien
- UNFCCC (2007): Annual European Community greenhouse gas inventory 1990–2005 and inventory report 2007. European Commission, DG Environment European Environment Agency, Brüssel
- Van Oost, K., T. A. Quine, G. Govers, S., De Gryze, J. Six, J. W. Harden, J. C., Ritchie, G. W. McCarty, G. Heckrath, C. Kosmas, J. V. Giraldez, J. R. Marques da Silva, R. Merckx (2007): The Impact of Agricultural Soil Erosion on the Global Carbon Cycle. *Science* 318, 626 (2007);
- Vogl, C.R.; Vogl-Lukasser, B. (2006): Biologische Landwirtschaft: Eine Schlüsseltechnologie auf Basis Bäuerlichen Erfahrungswissens, *Bäuerliche Zukunft* Nr. 293, 09/2006, 8-10.
- Vogtmann, H. (2004): Mein Standpunkt: Die Prinzipien nicht verwässern! *BIO AUSTRIA Fachzeitschrift für Landwirtschaft und Ökologie*. 3/06, 19.
- Weik, S. (2005): Die Umweltauswirkungen der österreichischen Ernährung am Beispiel der Treibhausgasemissionen - Analyse, ökonomische Auswirkungen und Optimierungspotentiale unterschiedlicher Ernährungsweisen und Produktionsverfahren. Diplomarbeit Universität für Bodenkultur, Wien, Hollabrunn
- Zah, R., Böni, H., Gauch, M., Hischer, R., Lehmann M., & Wäger, P. (2007): Ökobilanz von Energieprodukten: Ökologische Bewertung von Biotreibstoffen. Empa, Bern

# 8 ANHANG

**Tabelle 36: Gesamtrechengang des ökologischen Fußabdrucks**

NET (APPARENT) CONSUMPTION (=production – import – export) OF NATION	→	food crops [tons per year]	/	crop yield [tons per hectare per year]	X	yield factor cropland	X	equivalence factor cropland [2.15] (global hectares per hectare)	=	Area Occupied by Food Crops [gha]	→
	→	animal products (crop fed) [tons per year]	/	crop yield and animal conversion [t/ha/yr]	X	yield factor cropland	X	equivalence factor cropland [2.15]	=	Area Occupied by Animal Feed Crops [gha]	→
	→	animal products (pasture fed) [tons per year]	/	pasture yield [tons per hectare per year]	X	yield factor pasture	X	equivalence factor pasture [0.50]	=	Area Occupied by Pasture [gha]	→
	→	fish [tons per year]	/	fisheries yield [tons per hectare per year]	X	1 (default yield factor for fisheries)	X	equivalence factor fishing ground [0.35]	=	Area Occupied by Fisheries [gha]	→
	→	built-up areas [ha]	X	[ - ]	X	yield factor crops	X	equivalence factor cropland [2.15]	=	Occupied Built-Up Area [gha]	→
	→	forest products [m³ roundwood per hectare per year]	/	timber yield [m³ roundwood per hectare per year]	X	yield factor forest	X	equivalence factor forest [1.35]	=	Area Occupied by Forests [gha]	→
	→	fossil energy [tons carbon per year]	/	forest CO <sub>2</sub> sequestration for remainder not absorbed by oceans [tons carbon per hectare per year]	X	yield factor forest	X	equivalence factor forest [1.35]	=	Forest Area Required to Absorb CO <sub>2</sub> from Fossil Fuel Use [gha]	→
TOTAL ECOLOGICAL FOOTPRINT OF A NATION [global hectares or gha]											
TOTAL BIOLOGICAL CAPACITY OF A NATION [global hectares or gha] (including capacity for that part of biodiversity that is sensitive to human interference)											
←											
Cropland Biocapacity [gha] = equivalence factor cropland [2.15] X yield factor cropland X existing cropland [ha] ←											
←											
Pasture Biocapacity [gha] = equivalence factor pasture [0.50] X yield factor pasture X existing pasture area [ha] ←											
←											
Fishing Ground Biocapacity [gha] = equivalence factor fishing ground [0.35] X 1 (default yield factor for fisheries) X existing fishing ground [ha] ←											
←											
Built-up Area (compromised) Biocapacity [gha] = equivalence factor cropland [2.15] X yield factor cropland X existing built-up area [ha] ←											
←											
Forest (for timber and CO <sub>2</sub> sequestration) Biocapacity [gha] = equivalence factor forest [1.35] X yield factor forest X existing forest area [ha] ←											
←											
TOTAL BIOPRODUCTIVE LAND & SEA AREA OF NATION [hectares or ha]											
←											
UNPRODUCTIVE AREA [ha]											
←											
TOTAL LAND & SEA AREA OF NATION [hectares or ha]											

Quelle: Global Footprint Network