ERGEBNISBERICHT

SCHWEINEFLEISCHPRODUKTION IN ÖSTERREICH – KLIMAAUSWIRKUNGEN UND RESSOURCENEFFIZIENZ

AUFTRAGGEBER
SPAR Österreichische Warenhandels-AG
(Ansprechpartner: DI Franz Hölzl, Hubert Stritzinger)

AUFTRAGNEHMER
SERI Nachhaltigkeitsforschungs und –kommunikations GmbH
(AnsprechpartnerIn: Dr. Fritz Hinterberger, Mag.[a] DI[in] Eva Burger, Mag. (FH) Gregor Sellner)

WEITERE MITWIRKENDE
VLV - Verband landwirtschaftlicher Veredelungsproduzenten
Landwirtschaftskammer Oberösterreich
(Ansprechpartner: Dr. Johann Schlederer, Ing. Franz Strasser, Ing. Hannes Priller)
BIO AUSTRIA - Produktmanagement Fleisch
(Ansprechpartner: Mag. Hermann Mittermayr)
Landwirtschaftskammer für OÖ, Referat Biolandbau
(Ansprechpartner: Michael Böhm)
Universität für Bodenkultur Wien (BOKU)
Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) Österreich
(Ansprechpartner: Dr. Thomas Lindenthal, DI Stefan Hörtenhuber)

March 2011

Kontakt:
SERI – Sustainable Europe Research Institute
Nachhaltigkeitsforschungs und -kommunikations GmbH
Garnisongasse 7/21, A -1090 Vienna/Austria
Telefon: +43-1-969 07 28-0
Fax: +43-1-969 07 28-17
office@seri.at

Mag.ª DIin Eva Burger
T: +43 1 969 07 28-19
E-Mail: eva.burger@seri.at

Executive Summary

Dieses Projekt …

- … wurde in **enger Kooperation mit Akteuren der Landwirtschaft** durchgeführt.
- … untersuchte die **Umweltrelevanz der österreichischen Schweinefleischproduktion** auf Basis konkreter, aktueller Zahlen der österreichischen Produktionsrealität (Futtermittelproduktion, Schweinezucht und Schweinemast).
- … zeigt die Unterschiede in der Umweltrelevanz verschiedener Produktionsmethoden (**AMA, BIO AUSTRIA, „Gustino Stroh“**)
- … identifiziert die wesentlichen Ansatzpunkte für **Verbesserungsmaßnahmen,** vor allem die Umstellung auf europäisches, gentechnikfreies Soja.

CO_2 - Fußabdruck und mehr

Für eine ganzheitliche Betrachtung der Umweltauswirkungen wurde neben den Treibhausgasemissionen (CO_2-Fußabdruck), auch der Einsatz von Wasser, die Flächenbelegung sowie der Einsatz nachwachsender und nicht nachwachsender Rohstoffe ermittelt.

Tabelle: Ergebnisse für die Schweinefleischproduktion (pro kg Lebendgewicht ab Hof)

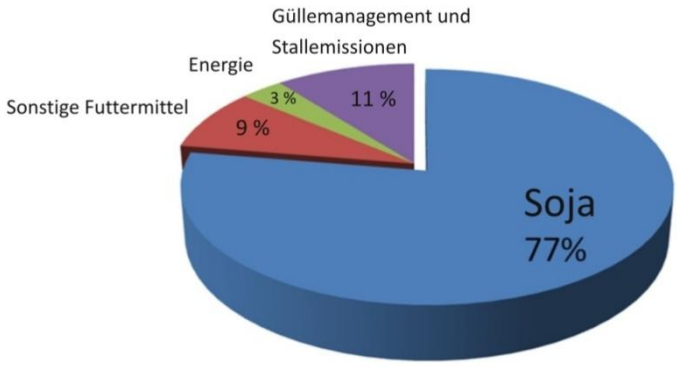
	CO_2e [kg]	Nachwachsende Rohstoffe [kg]	Nicht nachwachsende Rohstoffe [kg]	Fläche [m^2a]	Wasser [m^3]
Nach AMA-Richtlinien	3,74	2,61	1,37	4,16	0,04
Markenfleischprogramm „Gustino Stroh“	3,55	2,42	1,42	4,47	0,04
Nach BIO Austria Richtlinien	1,12	4,92	1,55	19,83	0,05

Laut UNO-Klimakonferenz in Cancún 2010 haben Landnutzung und Landnutzungsänderung (LULUC) einen wesentlichen Einfluss auf die globalen Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft. Dieser sonst oft vernachlässigte Aspekt wurde hier berücksichtigt. Exklusive LULUC beträgt das Ergebnis 1,16 kg CO_2e (nach AMA-Richtlinien) bzw.1,31 kg CO_2e (nach BIO AUSTRIA-Richtlinien).

In der Studie wurden die **Vorteile der in Österreich gängigen Kreislaufwirtschaft** und der Futtermitteleigenproduktion im Vergleich zur Schweinefleischproduktion in Holland, England, Deutschland und Dänemark deutlich ersichtlich.

Der wesentliche **Ansatzpunkt zur Reduktion der Treibhausgasemissionen** in der Schweinefleischproduktion ist die **Forcierung der europäischen Futtermittelproduktion.**

Abbildung: CO_2e aus AMA-Schweinefleischproduktion pro kg Lebendgewicht (inkl. LULUC)



Gerade bei unerlässlichen Eiweißkomponenten wie Soja sind die Klimaeffekte durch importierte Futtermittel enorm. Die Regenwaldabholzung führt zu rund **80%** der Treibhausgasemissionen der AMA Schweinefleischproduktion. Damit stellt **Importsoja** den größten Stellhebel dar. Die Umstellung auf **regional produziertes Soja** würde zur Folge haben, dass die CO_2e Emissionen von 1 kg Schweinefleisch um etwa **50% auf 1,8 kg CO_2e** reduziert werden könnten.

In einer Machbarkeitsstudie sollte geklärt werden, ob eine flächendeckende Versorgung durch **gentechnikfreies** „Donau-Soja" aus Ländern des EU Raumes (aus quantitativer, agrartechnischer und volkswirtschaftlicher Sicht) möglich ist.

Weitere Verbesserungsmaßnahmen können im **Wirtschaftsdüngermanagement** (Festmistsysteme statt Güllesysteme) und im **Energiebereich** (Nutzung erneuerbarer Energieträger, Energieeffizienz durch Kistensysteme und Außenklimaställe) umgesetzt werden.

Inhaltsverzeichnis

Executive Summary **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

1 Projekthintergrund 8

2 Ziel und Untersuchungsrahmen 9

2.1 Ziele der Fallstudie 9

2.2 Definition der funktionellen Einheit 9

2.3 Systemgrenzen und Abschneidekriterien 9

3 Datenquellen und Datenqualität 12

3.1 Unternehmensdaten 12
3.1.1 Futtermittelproduktion 12
3.1.2 Schweineproduktion 13

3.2 Sekundärdaten 14

4 Inventarisierung und Berechnung 17

4.1 Methode 17

4.2 Schematischer Ablauf einer Analyse 18

5 Ergebnisdarstellung 19

5.1 Überblick Gesamtergebnis 19

5.2 Überblick Ergebnis pro funktioneller Einheit 21

5.3 Interpretation mittels Hot-Spots-Analyse 24

5.4 Szenario Gustino Stroh 24

5.5 Szenario BIO AUSTRIA 28

5.6 Schweineproduktion Europa – Vergleich mit Literaturwerten 34

6 Empfehlungen 36

7 Literatur 39

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Typische Systemgrenzen nach PAS 2050 9
Abbildung 2: Prozessdarstellung der Schweineproduktion 10
Abbildung 3: Prozessdarstellung der Futtermittelproduktion 10
Abbildung 4: SERI-Indikatoren-Set 17

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Durchschnittliche ha-Erträge 13
Tabelle 2: Flächenangaben AMA und BIO 14
Tabelle 3: Gesamtanzahl Mastschweine und Zuchtsäue 14
Tabelle 4: Futtermittelverbrauch der Produktionsarten in Frischmasse 14
Tabelle 5: Literaturbasierte LUC Werte pro kg Sojaextraktionsschrot 13
Tabelle 6: Landnutzungsemissionen pro ha und Jahr 13
Tabelle 7: direkte und indirekte Stallemissionen 14
Tabelle 8: Ergebnis der Futtermittelanalyse 19
Tabelle 9: Ergebnis einer kombinierten AMA Schweinefleischproduktion pro Betrieb und Jahr 20
Tabelle 10: Prozentuales Ergebnis einer kombinierten AMA Schweinefleischproduktion nach Dimensionen 21
Tabelle 11: Ergebnis pro 1 kg AMA Schweinefleisch Lebendgewicht ab Hof 22
Tabelle 12: Detailergebnisse für AMA Schweinefleisch pro funktionelle Einheit 22
Tabelle 13: Futtermittelmix Gustino Stroh und AMA Schweinefleischproduktion 25
Tabelle 14: Ergebnis für die Gustino Stroh Produktion pro Betrieb und Jahr 26
Tabelle 15: Ergebnis pro 1 kg Gustino Stroh Schweinefleisch Lebendgewicht ab Hof 26
Tabelle 16: Ergebnis pro 1 kg Gustino Stroh Schweinefleisch Lebendgewicht ab Hof nach inhaltlichen Dimensionen 27
Tabelle 17: Futtermittelmix AMA Schweinefleischproduktion und BIO AUSTRIA in Frischmasse 30
Tabelle 18: Sekundärdaten für die biologische Futtermittelproduktion 31
Tabelle 19: Ergebnis für die BIO AUSTRIA Produktion pro Betrieb und Jahr 31
Tabelle 20: Ergebnis pro 1 kg BIO AUSTRIA Schweinefleisch Lebendgewicht ab Hof 32
Tabelle 21: Ergebnis pro 1 kg BIO AUSTRIA Schweinefleisch Lebendgewicht ab Hof nach inhaltlichen Dimensionen 33
Tabelle 22: Vergleich unterschiedlicher Wärmeerzeugungsformen 37
Tabelle 23: Ergebnisübersicht mit 100% Hackschnitzelwärmeerzeugung 37
Tabelle 25: Emissionen und Umweltverbrauch mit 30% el. Strom aus PV-Anlagen 38
Tabelle 26: Emissionen und Umweltverbrauch bei kombinierter Anwendung 38

1 Projekthintergrund

Das Thema „nachhaltige Produktion und Konsumation“ gewinnt stetig an Bedeutung für Unternehmen und deren KundInnen. KonsumentInnen handeln in Einkaufssituationen immer häufiger mit Bedacht auf ökologische Folgewirkungen ihrer Entscheidungen. In einer Vorstudie im Auftrag von SPAR Österreich wurde das TANN Werk St. Pölten untersucht und festgestellt, dass der größte Stellhebel (fast 100% in allen Umweltindikatoren) die Schweinefleischproduktion selbst ist. Damals wurde für die Schweinefleischproduktion auf Daten aus der Literatur und der Datenbank Gemis zurück gegriffen. Experten für die Schweinefleischproduktion haben die Hypothese aufgestellt, dass die internationalen Literaturwerte nicht repräsentativ für die aktuelle, österreichische Schweinefleischproduktion sind.

Basierend auf den Erkenntnissen der Vorstudie wurde SERI von SPAR Österreichische Warenhandels-GmbH beauftragt, eine wissenschaftliche Analyse der Schweinefleischproduktion durchzuführen und die Ergebnisse mit internationalen, den EU Raum betreffenden Studien zu vergleichen. Außerdem werden die Unterschiede der AMA Schweinefleischproduktion zu BIO AUSTRIA und zu Gustino Stroh in Szenarienberechnungen aufgezeigt, da man den Einfluss der jeweiligen Produktionsart auf die ausgewählten Umweltindikatoren herausfinden möchte.

Um die österreichische Produktionsrealität mit aktuellen Zahlen abzubilden, wurden von Beginn an Experten für die Schweinefleischproduktion in das Projekt eingebunden. Experten des Verbands landwirtschaftlicher Veredelungsproduzenten (VLV), BIO AUSTRIA und der Universität für Bodenkultur Wien haben an der Studie mitgewirkt.

2 Ziel und Untersuchungsrahmen

2.1 Ziele der Fallstudie

Die Ziele dieser Studie sind die Untersuchung der typischen österreichischen Schweinefleischproduktion (AMA Schweinefleisch) mit konkreten, aktuellen Zahlen der österreichischen Produktionsrealität und die Identifikation der größten Stellhebel in der Prozesskette. Außerdem werden in Szenarien die Unterschiede der AMA Schweinefleischproduktion zu BIO AUSTRIA Schweinefleischproduktion und Gustino Stroh Schweinefleischproduktion mit Bezug auf die ausgewählten Umweltindikatoren dargestellt und die Ergebnisse in Relation zu internationalen Studienergebnissen gesetzt.

Die Studie weist hohe Qualität auf, weil im Studienverlauf auf die folgenden Kriterien zur Qualitätssicherung Wert gelegt wurde:

1. gemeinsam mit Akteuren der Landwirtschaft und nicht gegen die Landwirtschaft
2. aktuelle Primärdaten aus der österreichischen Produktionsrealität (Daten von VLV und BIO AUSTRIA)
3. methodisch abgesichert durch SERI und Boku Wien (Dr. Lindenthal, DI Hortenhuber)

2.2 Definition der funktionellen Einheit

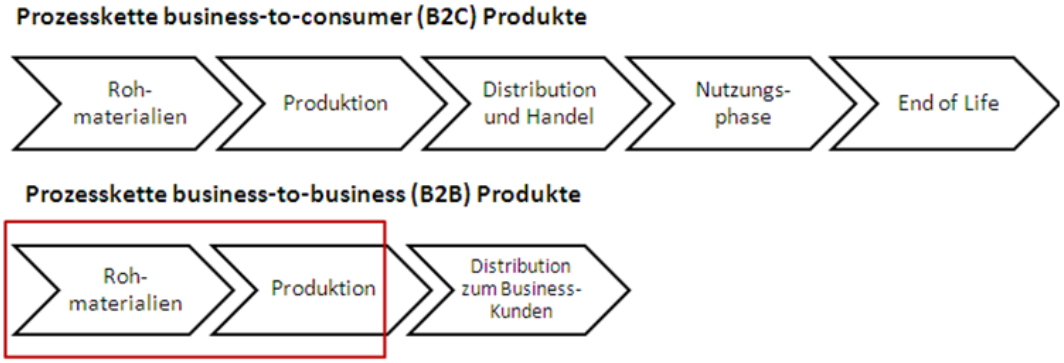
Die funktionelle Einheit der Untersuchung ist 1 kg Schwein Lebendgewicht ab Hof. Diese funktionelle Einheit wurde gemeinsam mit den Fachexperten aus dem Schweinefleischproduktionsbereich festgelegt. Bei den Untersuchungen wird das Gesamtbetriebsergebnis auf die Anzahl der gemästeten Tiere mit dem jeweiligen Lebendgewicht ab Hof umgelegt. Folgenden typischen durchschnittlichen Lebendgewichte wurden hierfür herangezogen:

- 118 kg für AMA Produktion
- 130 kg für BIO AUSTRIA Produktion
- 116kg für Gustino Stroh Produktion

2.3 Systemgrenzen und Abschneidekriterien

In Produktanalysen sind drei allgemeine Varianten der Setzung der Systemgrenzen üblich: Von der Wiege bis zur Wiege, von der Wiege bis zum Regal, von der Wiege bis zum Tor. Diese Prozessketten können nach PAS 2050 definiert und in Business-to-Business und Business-to-Consumer unterschieden werden (BSI 2008) (siehe Abbildung 1).

Abbildung 1: Typische Systemgrenzen nach PAS 2050



Quelle: Burger, 2010

Der Fokus des vorliegenden Projektes liegt auf der Schweinefleischproduktion, die sowohl in der für Österreich typischen Kreislaufwirtschaft bei der Futtermittelproduktion beginnt und dann über die Schweinezucht bis hin zur Schweinemast verläuft. Die Schweineproduktion wird für **Kombinationsbetriebe** untersucht, d.h. die Betriebe umfassen sowohl die Schweineproduktion als auch einen im Sinne der Kreislaufwirtschaft geführten landwirtschaftlichen Betrieb zur Produktion der für die Fleischproduktion benötigten Futtermittel. Weiteres werden geschlossene Systeme der Schweineproduktion betrachtet, die die Ferkelproduktion und –aufzucht, wie auch die Schweinemast beinhalten. Die Systemgrenzen enden mit dem Abschluss der Mast im Betrieb. Daher endet die Systemgrenze noch vor dem fertigen Produkt, da das Schlachthaus und der Transport zum Schlachthaus von der Analyse ausgenommen wurden. Aus diesem Grund wurde als funktionelle Einheit auch ein Kilogramm Lebendgewicht ab Hof gewählt. Die rote Linie, die in Abbildung 1 die Systemgrenzen der gegenständlichen Studie zeigt, enthält bewusst nur einen Großteil des Prozessschrittes Produktion, da das Schlachthaus nicht enthalten ist.

Das bedeutet, dass die Produktion 5 Prozessschritte umfasst, wie in Abbildung 2 dargestellt.

Abbildung 2: Prozessdarstellung der Schweineproduktion

Quelle: Eigen Darstellung

Einen gewichtigen Bestandteil der Fleischproduktion stellen die Futtermittel dar. Diese werden zum großen Teil in einer Kreislaufwirtschaft in Eigenproduktion hergestellt. Des Weiteren werden Futtermittel aus der Region als auch International zugekauft. Abbildung 3 zeigt die Prozesskette der Eigenproduktion der Futtermittel.

Abbildung 3: Prozessdarstellung der Futtermittelproduktion

Quelle: Eigen Darstellung

Über das **SERI-Indikatoren-Set** wurden die Klimaauswirkungen und der Ressourcenverbrauch der einzelnen Prozessschritte ermittelt. Die für die Berechnung hinzugezogenen Indikatoren sind im Sinne einer **Ökobilanz** (engl: Life cycle assessment) aufgebaut und beinhalten somit im Allgemeinen eine Analyse der Umweltrelevanz von verschiedenen Produkten über deren gesamten Lebensweg (Österreichisches Normungsinstitut 2005). Dies inkludiert Umweltauswirkungen aus Produktion, Nutzungsphase und Entsorgung des Produkts sowie vor- und nachgeschaltete Prozesse (z.B. bei der Distribution wird nicht bloß der Brennstoffverbrauch an sich, sondern auch die Herstellung, Wartung und Entsorgung des LKWs anteilsmäßig mit eingerechnet).

Die **Infrastruktur** (Gebäude, Maschinen, usw.) ist per definitionem in einer Ökobilanz nicht notwendiger Weise anzuführen (Österreichisches Normungsinstitut 2005). Für eine holistische Betrachtung eignet sich die Miteinbeziehung der Infrastruktur hingegen sehr gut. Aufgrund der

Motivation des Projektteams zu einer möglichst vollständigen und umfassenden Darstellung der Umweltauswirkungen, wurde die Infrastruktur (Stallungen, etc.) in die Analyse als Schätzwert mit ein bezogen.

3 Datenquellen und Datenqualität

Die Indikatoren zur Berechnung des Ressourcenverbrauchs und der Klimaauswirkungen der einzelnen Prozessschritte wurden mittels Primärdaten[1] von Experten für die österreichische Schweinefleischproduktion und Sekundärdaten[2], welche aus der ecoinvent (V2.2) Datenbank abgeleitet und für das SERI-Indikatoren-Set berechnet wurden, ermittelt.

3.1 Unternehmensdaten

Die **Primärdaten für die AMA Schweinefleischproduktion** sowie **Gustino Stroh** wurden für die Berechnung der Indikatoren des Ressourcenverbrauchs und der Klimaauswirkungen der Prozessschritte vom VLV-Verband landwirtschaftlicher Veredelungsproduzenten Oberösterreich und von der Landwirtschaftskammer Oberösterreich übermittelt. Die Datenerhebung verlief mittels Fragebogen sowie in einem iterativen Prozess in enger Absprache zwischen den VLV Mitarbeitern und dem SERI Projektteam. Für die Szenarienberechnung wurden Primärdaten von BIO AUSTRIA zur Verfügung gestellt. Für die Erhöhung der Transparenz dieser Studie sind die vollständigen Primärdaten in Form von Sachbilanzen im Anhang zu finden. In der Folge sind einige relevante Datensätze dargestellt.
Die Daten sind vollständig, aktuell und repräsentativ für die österreichische Schweinefleischproduktion. Die Plausibilität der Primärdaten konnte von SERI nur bedingt geprüft werden (mittels Feedback-Gesprächen mit den zuständigen Personen und während einer Zwischenpräsentation im Verlauf des Projekts), bei der Interpretation der Ergebnisse muss daher von der Richtigkeit der Angaben durch VLV und BIO AUSTRIA ausgegangen werden.

3.1.1 Futtermittelproduktion

Die Berechnung der Futtermittel basiert auf den durchschnittlichen Daten für den Futtermittelanbau in Oberösterreich, Niederösterreich und Steiermark aus dem Jahr 2008. Die Datenquellen für die Erträge sind Agrarmarkt Austria und Statistik Austria; die Daten für Düngemittel- und Pflanzenschutzmitteleinsatz stammen aus BMLFUW (2008). Da die Ergebnisse für die Futtermittelproduktion neben der Produktionsmethode ursächlich mit den Hektarerträgen zusammen hängen, sind in Tabelle 1 die Erträge der untersuchten Futtermittel dargestellt.

[1] Primärdaten sind Daten für eine Analyse, die extra für diesen Zweck direkt beim Unternehmen erhoben werden.

[2] Sekundärdaten sind allgemeine Daten, welche aus Datenbanken oder Literatur stammen.

Tabelle 1: Durchschnittliche ha-Erträge

Erträge in t/ha Futtermittel	Konv. LW (AMA)	Biologische LW	Gustino Stroh	Kool et al. Konv.	Kool et al. Biol.
MKS 35%	14,0	n.d.	14,0	n.d.	n.d.
Körnermais	10,2	8,0	10,2	8,7	4,4
Wintergerste	6,4	5,0	6,4	5,1-6,3	3,5-4,2
Weizen	7,3	5,5	7,3	7,1-8,3	4,9-5,8
Soja	2,8	2,7	2,8	2,6	n.d.
Raps	2,7	n.d.	2,7	3,2-3,3	2,2-2,6
Ackerbohne	n.d.	3,5	n.d.	n.d.	3,5
Hafer	n.d.	4,5	n.d.	n.d.	4,0-4,3

Quelle: eigene Darstellung

3.1.2 Schweineproduktion

In der Datenerhebung für die Schweinefleischproduktion wurde von einem Modellbetrieb ausgegangen. Dieser Modellbetrieb wies für die AMA und die Gustino Stroh Produktion folgende **Charakteristika** auf:

- Geschlossenes System (Zucht und Mast innerhalb eines Betriebes)
- 65 Zuchtsauen und 1400 jährlich produzierte Mastschweine
- Unterteilung in Abteile für 72 Zuchtsauen-Plätze und 495 Mastplätze (Belegungsfaktor 87%):
- Deckabteil (18 Stallplätze)
- Warteabteil (36 Stallplätze)
- Abferkelabteil (36 Stallplätze)
- Ferkelabteil (270 Stallplätze)
- Mastabteil (495 Stallplätze)
- Stall:
    - Spaltenboden ohne Einstreu (Teilspaltenboden weil 1/3 feste Fläche aus Tierschutzgründen)
    - keine Auslaufflächen
    - Warmstall
    - Zwangsentlüftung
- 40 ha Acker für Futtermittelanbau (repräsentative Daten NÖ, OÖ und STMK)
- Kreislaufwirtschaft: Gülle als Dünger für Futtermittelproduktion eingesetzt

Für die BIO AUSTRIA Produktion wurde der Modellbetrieb aufgrund der in der österreichischen Realität anderen Betriebsstruktur von Biobetrieben wie folgt beschrieben:

- 24 Zuchtsäue und 450 jährlich produzierte Mastschweine
- 1000m Bruttofläche, Acker 32 ha, Grünland 19 ha

Weitere Charakteristika der BIO AUSTRIA Produktion sind in Abschnitt 5.5. beschrieben. Die Tabellen 2, 3 und 4 zeigen die Primärdaten im Vergleich zwischen den verschiedenen Produkti-

onsformen. Für die Berechnung der direkten Flächenbelegung wurde von der **Brutto Fläche** für Schweinestallungen (inkl. Mauern, Gänge) ausgegangen.

Tabelle 2: Flächenangaben AMA, BIO und Gustino Stroh

Fläche	Einheit	AMA	BIO	Gustino Stroh
Schweinestallung Brutto	m2	985,5	1000,0	1084,5
Schweinestallung Netto	m2	819,5	835,0	911,0
Acker	ha	40,0	32,0	40,0
Grünland	ha	0,5	19,0	0,5
Lagerflächen (Silo) + Rangierflächen	m2	110,0	150,0	110,0

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 3: Gesamtanzahl Mastschweine und Zuchtsäue

	Einheit	AMA	BIO	Gustino Stroh
Mastschweine	Stück	1400	465	1400
Zuchtsäue	Stück	65	24	65

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 4: Futtermittelverbrauch der Produktionsarten in Frischmasse

	Einheit	AMA	BIO	Gustino Stroh
Deckabteile	kg	47222	13824	47222
Futtermittelverbrauch pro Tier	kg/Stück	726	267	726
Warteabteile	kg	5556	27648	5556
Futtermittelverbrauch pro Tier	kg/Stück	85	533	85
Abferkelabteile	kg	24375	31200	24375
Futtermittelverbrauch pro Tier	kg/Stück	375	600	375
Ferkelaufzucht	kg	57323	21150	57323
Futtermittelverbrauch pro Tier	kg/Stück	41	45	41
Mastbetrieb	kg	427778	148800	392696
Futtermittelverbrauch pro Tier	kg/Stück	306	320	280
GESAMT	kg	562254	242622	527172
GESAMT	kg/Stück	401,61	521,77	376,55
Futtermittelverbrauch pro kg Lebend-gewicht	kg	3,40	4,01	3,25
Mastschweine	Stück	1400	465	1400
Zuchtsäue	Stück	65	24	65

Quelle: eigene Darstellung

3.2 Sekundärdaten

Die Treibhausgasemissionsfaktoren in CO_2-Äquivalenten, bezogen auf das Global Warming Potential für 100 Jahre nach dem IPCC 2007, wurden im Wesentlichen aus der Ecoinvent-Datenbank, Version 2.2 (2010) und dem IPCC-Report 2006 entnommen (IPCC 2006; Frischknecht, Jungbluth et al. 2007). Zur Berechnung des Ressourcenverbrauchs wurden von SERI spezifische Faktoren für das SERI-Indikatoren-Set basierend aus der Ecoinvent-Datenbank, Version 2.2 (2010), berechnet.

In Kool et al. (2009) werden als Haupteffekte von Land Use and Land Use Change (LULUC) der Verlust von gelöster organischer Substanz im Boden (loss of organic matter, humus), der Senkenfunktion des Bodens (loss of sink function) sowie der Verlust natürlicher Biomasse (loss of Natural biomass) bzw. Landumnutzung angegeben, die jeweils unterschiedliche emissionsbedingte Auswirkungen haben (Kool et al. 2009, S. 18-19).
Da LULUC ein wesentlicher Einflussfaktor auf die globalen Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft ist, soll dieser, trotz der starken Schwankungsbreite der wissenschaftlich fundierten LULUC Werte berücksichtig werden. LULUC ist für importierte Futtermittel wie Soja von besonderer Bedeutung. Deshalb werden in dieser Studie vier CO_2-Fußabdruck-Werte ausgewiesen um den Einfluss der LULUC auf das Gesamtergebnis darzustellen: Wert ohne LULUC, Minimum-LULUC-Wert, Mittlerer-LULUC-Wert und Maximal-LULUC-Wert. Diese LUC Werte beruhen einerseits auf LUC Werten für aus Brasilien importierten Sojaextraktionsschrot, die pro kg Futtermittel in Frischmasse in Tabelle 5 aufgelistet sind.

Tabelle 5: Literaturbasierte LUC Werte pro kg Sojaextraktionsschrot

Szenarien für LUC	Referenz	Kg CO_2 pro kg Frischmasse SES
Minimumwert	Jungbluth et al. (2007)	0,86
Mittelwert	Hörtenhuber et al. (2010a)	4,76
Maximumwert	Hörtenhuber et al. (2010a)	12,08

Quelle: Jungbluth et al. (2007) und Hörtenhuber et al. (2010a)

Für die Interpretation und Kommunikation der Ergebnisse wird der CO_2-Fußabdruck-Wert mit dem mittleren-LULUC-Wert empfohlen.
Auch die Landnutzung (LU) wurde in dieser Schweinefleischanalyse durch die CO_2-Senken-Wirkung des Humusaufbaus beziehungsweise die CO_2-Quellen-Wirkung des Humusabbaus berücksichtigt. Weil jedoch die Zurechnung auf ein einzelnes Futtermittel hinsichtlich der Fruchtfolge ungenau ist, wurden die CO_2-Werte pro ha und Jahr den Futtermittelanbauflächen der jeweiligen Betriebe auf Gesamtbetriebsebene gutgeschrieben.
Folgende Werte für Landnutzungsemissionen, basierend auf der Studien von Küstermann et al. (2007) und Lindenthal et al. (2010), wurden für die Studie verwendet:

Tabelle 6: Landnutzungsemissionen pro ha und Jahr

Landnutzung (Bodenemissionen - und Senkenfunktion des Bodens)	Referenz	kg CO_2 pro ha und Jahr
konventionelle Landwirtschaft	Küstermann et al. (2007)	+ 202
Futtermittelanbau mit Wirtschaftsdünger	nach Lindenthal et al. (2010)	- 118
biologische Landwirtschaft	Küstermann et al. (2007)	-400

Quelle: eigene Bearbeitung nach Küstermann et al. (2007) und Lindenthal et al (2010)

Für den AMA Modellbetrieb (inkl. Gustino Stroh) wurde nach Lindenthal et al. (2010) pro ha Futtermittelanbaufläche und Jahr, eine durchschnittliche CO_2-Senke von (-) 118 kg CO_2, verwendet. Dieser Wert wurde spezifisch für die österreichische Kreislaufwirtschaft im Futtermittelanbau, bei der Ausbringung von Wirtschaftsdünger und der Entfernung von Heu modelliert. Er liegt zwischen den Literaturwerten für konventionelle Landwirtschaft mit Humus-abbauender Fruchtfolge (Getreide) ohne Viehwirtschaft und Strohabtransport von + 202

kg CO_2e pro ha und Jahr und - 400 kg CO_2e pro ha und Jahr für biologische Landwirtschaft (siehe Küstermann et al., 2007).
Die Gutschrift der Landnutzung (Land Use) für BIO AUSTRIA Schweinefleischproduktionsbetriebe wird aufgrund des Humusaufbaus mit (-) 400 kg CO_2e pro ha und Jahr für biologische Landwirtschaft angesetzt (siehe Küstermann et al., 2007).
Die Gesamtgutschrift wird auf die Futtermittelanbaufläche des jeweiligen Modell-Betriebes umgelegt und mit dem Ergebnis des CO_2-Fußabdrucks inkl. LULUC gegengerechnet.
Die direkten Stallemissionen (Lachgas und Methan) wurden basierend auf den Daten der Nationalen Treibhausgasinventur (Anderl et al., 2009) ermittelt. Die indirekten Stallemissionen durch Atmospheric deposition wurden nach IPCC (2006) berechnet. Der verwendete Stickstoff-Gehalt für Gülle und Festmist stammen aus der BMLFUW Publikation „Deckungsbeiträge und Daten für die Betriebsplanung 2008“ (BMLFUW, 2008).

Tabelle 7: direkte und indirekte Stallemissionen

Lachgasemissionen	**Mastschwein**	**Zuchtsau inkl. Ferkel**
Kg CO_2e der Lachgasemissionen bei Festmist pro Tier und Jahr	96,47	272,56
Kg CO_2e der Lachgasemissionen bei Gülle pro Tier und Jahr	4,82	13,63
Methanemissionen	**Mastschwein**	**Zuchtsau inkl. Ferkel**
Kg CO_2e der Methanmissionen bei Festmist pro Tier und Jahr	7,98	22,56
Kg CO_2e der Methanemissionen bei Gülle pro Tier und Jahr	87,76	248,16
Indirekte Lachgasemissionen durch Athmosperic deposition		**kg CO_2e**
Festmist pro kg (42 kg N pro 10t)		0,01
Gülle pro m (45 kg N 10m)		4,02

Quelle: eigene Berechnungen basierend auf Anderl et al. (2009) und IPCC (2006)

Die Stallemissionen der Muttersau (inklusive Ferkel) wurden nach der Verweildauer auf die Abteile aufgeteilt. Die Stallemissionen der Mastschweine pro Jahr wurden über die spezifische Mastdauer der jeweiligen Produktionsform in Tagen zugerechnet.
Die direkten und indirekten Lachgasemissionen im Boden, aufgrund der Verwendung von Wirtschaftsdünger für den Futtermittelanbau, wurden nach IPCC (2006) und (Anderl et al., 2009) ermittelt und den Futtermitteln zugerechnet. Die direkten Lachgasemissionen wurden über 1% N-N_20 pro kg N-Input durch organischen und mineralischen Dünger berechnet. Die indirekten Lachgasemissioenn durch Nitratausschwemmung (Nitrogen leaching), wurden ebenfalls über 1% N-N_20 pro kg N-Input ermittelt, denn in Feuchtgebieten wie Österreich werden 30% des N-Inputs in Form von Nitrat ausgeschwemmt.

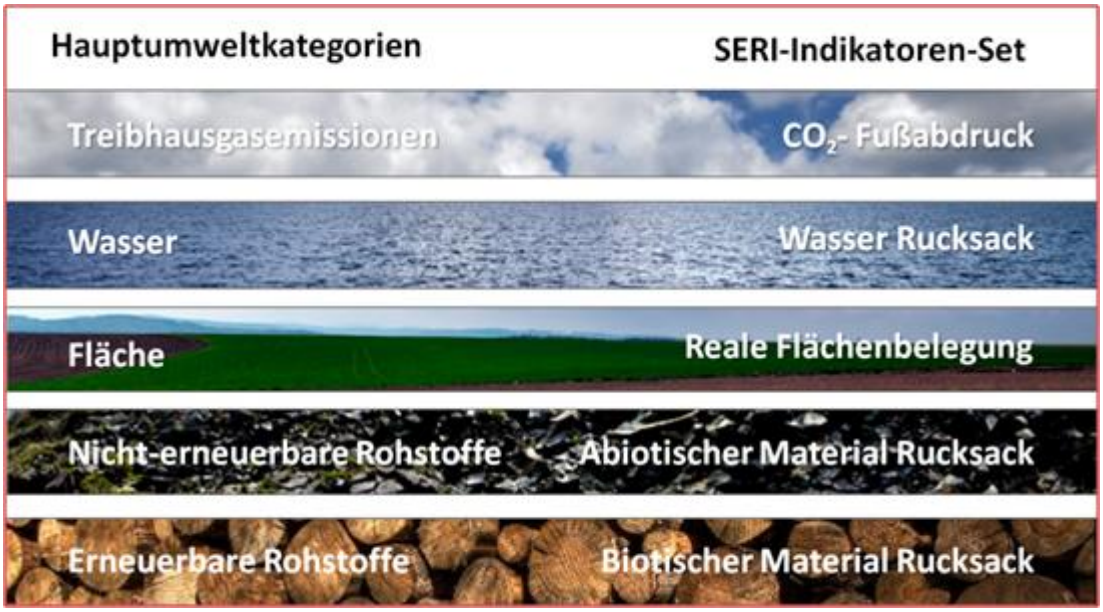
4 Inventarisierung und Berechnung

4.1 Methode

Das SERI-Indikatoren-Set erhebt den Anspruch, wesentliche Aspekte der ökologischen Nachhaltigkeit abzubilden. Sie umfasst:

- Klimaauswirkungen: Indikator Carbon Footprint,
- Ressourcenverbrauch, bestehend aus folgenden vier Indikatoren:
  Biotischer und abiotischer Materialrucksack, Wasser Rucksack und reale Flächenbelegung

Abbildung 4: SERI-Indikatoren-Set



Quelle: Eigene Darstellung

Indikatorensets sind von hoher Wichtigkeit, da sie eine holistische Betrachtung der Umweltauswirkungen darstellen. Auf dieser Auffassung einer breiten Abbildung der Umweltauswirkungen eines Produkts oder Dienstleistung beruht die in diesem Projekt angewandte Methode. Im Vergleich zu gängigen und teils standardisierten Methoden wie Carbon Footprint und Ökobilanzen (LCA) können neben umweltschädlichen Aspekten und Auswirkungen auch Ressourcenverbräuche abgebildet werde. Da Ressourcen wie Wasser und Land, aber auch biotische und abiotische Ressourcen einer natürlichen Knappheit unterliegen, ist das Aufzeigen von Potentialen zu Einsparungen in diesen Bereichen ebenso wichtig wie bei Treibhausgasemissionen.
Das SERI-Indikatoren-Set identifiziert Schwachstellen in der Produktion und liefert dem Produzenten Handlungsempfehlungen zur Verbesserung der Nachhaltigkeit seines Produktes. Bei einer lebenszyklusweiten Betrachtung eines Produktes werden die eingesetzten Rohstoffe, die Produktion (inkl. Zwischentransporte und Verpackung), die Distribution (inkl. Lagerung), der Handel, die Nutzungsphase und die End-of-Life Phase untersucht.
Für alle Indikatoren wurden dieselben Systemgrenzen angewendet (siehe Kapitel 2.3.) und die Analyse erfolgte nach den Richtlinien der ISO 14040/44 für Ökobilanzierung (Österreichisches

Normungsinstitut 2005). Hinsichtlich der Spezifika des Carbon Footprints ist die Analyse angelehnt an den PAS 2050 (BSI, 2008).

4.2 Schematischer Ablauf einer Analyse

Nach der Definition von Ziel und Untersuchungsrahmen mit welchen festgelegt wird, auf welche Prozesse, Produkte, Services etc. die Analyse angewandt werden soll, wird vom ForscherInnenteam der Lebensweg bzw. die Prozessschritte des Untersuchungsgegenstandes dargestellt sowie die Grenzen der Untersuchung abgesteckt. Für diesen Lebensweg bzw. diese Prozessschritte werden die Einflussfaktoren bestimmt und eine funktionelle Einheit definiert. Danach wird ein Fragebogen entwickelt und dem Projektpartner, der die Daten zu den gesuchten Einflussfaktoren besitzt, übermittelt. Zwecks besserer Kommunikation können bei der Datenbeschaffung auch persönliche Gespräche und Interviews durchgeführt werden. Während der Auftraggeber mit dem Ausfüllen beschäftigt ist, wird vom ForscherInnenteam ein IT-gestütztes Berechnungstool entwickelt, das die Inhalte der jeweiligen Untersuchung abbildet und sobald verfügbar mit Daten gefüllt werden kann. Anschließend erfolgt die Berechnung des Indiaktoren-Sets basierend auf den ausgewählten Primär- und Sekundärdaten. Der nächste Schritt einer Analyse ist die Auswertung der erhaltenen Daten bzw. der Indikatoren in tabellarischer und graphischer Form. Dies ermöglicht die Betrachtung der Hebelpunkte und der „hot spots“ des Untersuchungsgegenstandes. Diese sind die für den Auftraggeber relevantesten Informationen, da hier das Optimierungspotential aufgezeigt wird. Aus den Ergebnissen der Analyse werden schließlich Schlussfolgerungen und Empfehlungen entwickelt und ein Endbericht verfasst.

5 Ergebnisdarstellung

Die nachfolgenden Ergebnisse beruhen auf den Daten eines typischen österreichischen Betriebes, der AMA Schweinefleisch produziert (siehe Kapitel 2).

5.1 Überblick Gesamtergebnis

Ein zentrales Ergebnis dieser Studie ist die detaillierte Analyse der Futtermittel. Hierbei wurde zwischen Eigenproduktion (EP), Zukauf aus der Region (ZR) und Zukauf importierter Futtermittel unterschieden. Tabelle 8 fasst die Ergebnisse der Futtermittelanalyse zusammen.

Tabelle 8: Ergebnis der Futtermittelanalyse

Futtermittel Eigenproduktion ab Hof	Faktor Herkunft[1]	Einheit	biotisch	abiotisch	Fläche	Wasser	CO_2e	CO_2e (inkl. LUC)	CO_2e (inkl. Min-LUC)	CO_2e (inkl. Max-LUC)
MKS Mais (CCM)	A	kg	0,769	0,165	0,785	0,004	0,082	0,082	0,082	0,082
Gerste	A	kg	0,738	0,134	1,604	0,007	0,123	0,123	0,123	0,123
Weizen	A	kg	0,733	0,285	1,422	0,010	0,154	0,154	0,154	0,154

1 - EP: alle Faktoren eigene Berechnung

Futtermittel Zukauf aus der Region	Faktor Herkunft[1]	Einheit	biotisch	abiotisch	Fläche	Wasser	CO_2e	CO_2e (inkl. LUC)	CO_2e (inkl. Min-LUC)	CO_2e (inkl. Max-LUC)
Trocken-Mais ZR	**A**	**kg**	**0,751**	**0,181**	**0,995**	**0,002**	**0,113**	**0,113**	**0,113**	**0,113**
Trocken-Mais EP		kg	0,751	0,178	0,995	0,002	0,112	0,112	0,112	0,112
Durchschnittlicher Transport	5 km	kg	0,000	0,003	0,000	0,000	0,002	0,002	0,002	0,002
Raps-Kuchen ZR	**A**	**kg**	**1,413**	**0,403**	**1,535**	**0,014**	**0,260**	**0,260**	**0,260**	**0,260**
Raps-Kuchen EP		kg	1,413	0,400	1,535	0,014	0,258	0,258	0,258	0,258
Durchschnittlicher Transport	5 km	kg	0,000	0,003	0,000	0,000	0,002	0,002	0,002	0,002
Heu ZR	**A**	**kg**	**0,909**	**0,201**	**3,751**	**0,001**	**0,063**	**0,063**	**0,063**	**0,063**
Heu EP		kg	0,909	0,198	3,750	0,001	0,062	0,062	0,062	0,062
Durchschnittlicher Transport	5 km	kg	0,000	0,003	0,000	0,000	0,002	0,002	0,002	0,002

1 - ZR alle Faktoren eigene Berechnung

Futtermittel Zukauf aus Importen	Faktor Herkunft	Einheit	biotisch	abiotisch	Fläche	Wasser	CO_2e	CO_2e (inkl. LUC)	CO_2e (inkl. Min-LUC)	CO_2e (inkl. Max-LUC)

Soja-Schrot	BR	kg	0,779	1,135	2,103	0,017	0,576	5,337	1,432	12,658
Mineralstoffe	EU	kg	0,004	1,445	0,016	0,012	0,181	0,181	0,181	0,181

Quelle: eigene Berechnungen

Die Futtermittelanalyse ging als wesentlicher Faktor in die Untersuchung der AMA Schweinefleischproduktion ein. In der nachfolgenden Tabelle (Tabelle 9) ist das Gesamtergebnis pro Betrieb und Jahr für die unterschiedlichen Umweltindikatoren dargestellt. In der weiterführenden Ergebnisdiskussion wird der Schwerpunkt auf den Indikator Carbon Footprint gelegt.

Tabelle 9: Ergebnis einer kombinierten AMA Schweinefleischproduktion pro Betrieb und Jahr

	biotisch	**abiot.**	**Fläche**	**Wasser**	**CO_2e**	**CO_2e (inkl. LULUC)**	**CO_2e (inkl. Min-LULUC)**	**CO_2e (inkl. Max-LULUC)**
nach ABTEIL	*kg/ Gesamt*	*kg/ Gesamt*	*m a/ Gesamt*	*m / Gesamt*	*kg/ Gesamt*	*kg/ Gesamt*	*kg/ Gesamt*	*kg/ Gesamt*
Deckabteil	35.848	14.483	83.338	469	12.360	28.100	15.190	52.305
Warteabteil	4.255	2.546	10.063	220	9.734	11.586	10.067	14.434
Abferkelabteil	20.327	13.499	39.042	563	17.783	36.350	21.121	64.904
Ferkelaufzucht	42.494	27.927	83.653	848	17.723	72.280	27.512	156.223
Mastbetrieb	328.962	167.595	470.931	4.645	133.366	469.397	193.785	986.178
Gutschrift Landnutzung (Humusbildung)						-4.720	-4.720	-4.720
Summe	**431.886**	**226.050**	**687.027**	**6.744**	**190.966**	**612.993**	**262.955**	**1.269.323**

Quelle: eigene Berechnungen

Pro Jahr werden in einem Betrieb, der jährlich 1400 Stück Lebendvieh produziert, zwischen **191 t CO_2e** (exkl. LULUC) und **618 t CO_2e** (inkl. LULUC) emittiert. Hierbei fallen die meisten Treibhausgasemissionen in der Mast der Tiere an. Vom Gesamtbetriebsergebnis kann eine Gutschrift für die CO_2-Senke durch den Humusaufbau bei der Futtermittelproduktion in der Kreislaufwirtschaft von (-) 118 kg CO_2 pro ha Futtermittelanbaufläche und Jahr vergeben werden.

Die Treibhausgasemissionen der AMA Schweineproduktion fallen nicht nur am Betrieb an, sondern werden zu rund 55 Prozent in der Futtermittelproduktion verursacht, wie die Tabelle verdeutlicht. Der Anteil der Futtermittel am Gesamtergebnis steigt bei der Berücksichtigung von Landnutzungsänderungen (Land Use Change) erheblich, und macht je nach LULUC-Szenario zwischen 69 und 94 Prozent des Gesamtergebnisses aus. Die Emissionen des Wirtschaftdüngers und die Stallemissionen machen rund 34 Prozent des Gesamtergebnisses ohne LULUC aus. Diese Werte beinhalten einerseits die ätherische Fermentation und andererseits auch die direkten Methan und Lachgasemissionen des Wirtschaftsdüngers. Außerdem sind die indirekten Lachgasemissionen durch die Stickoxide und das Ammoniak in der vorliegenden Analyse berücksichtigt, sie machen aber nur einen kleinen Teil des Gesamtergebnisses aus.

Bei dem Carbon Footprint exkl. LULUC macht die Energieaufbringung weitere 10 Prozent des Ergebnisses aus, welche hauptsächlich in der Beheizung der Abteile (vor allem Abferkelabteil und Ferkelaufzuchtabteil) mit Heizöl leicht begründet ist.

Tabelle 10: Prozentuales Ergebnis einer kombinierten AMA Schweinefleischproduktion nach Dimensionen

	biotisch	**abiotisch**	**Fläche**	**Wasser**	**CO_2e**	**CO_2e (inkl. LULUC)**	**CO_2e (inkl. Min-LULUC)**	**CO_2e (inkl. Max-LULUC)**
nach KATEGORIEN	*% von GESAMT*	*% von GESAMT*	*% von GESAMT*	*% von GESAMT*	*% von GESAMT*	*% von GESAMT*	*% von GESAMT*	*% von GESAMT*
Produktions-infrastruktur	0,0%	0,3%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Soja	16,2%	45,1%	27,4%	21,8%	27,1%	78,1%	48,9%	89,4%
sonstige Futtermittel	82,7%	48,4%	71,5%	39,7%	27,8%	8,7%	20,2%	4,2%
Energie-aufbringung	1,1%	6,3%	0,3%	9,5%	10,5%	3,3%	7,6%	1,6%
Wasser-verbrauch	0,0%	0,0%	0,0%	29,1%	0,4%	0,1%	0,3%	0,1%
Güllemanage-ment und Stallemissionen	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	34,2%	10,7%	24,8%	5,1%
Summe	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**		

Quelle: eigene Darstellung

5.2 Überblick Ergebnis pro funktioneller Einheit

In diesem Anschnitt werden die Ergebnisse pro funktionelle Einheit, in dieser Untersuchung pro einem Kilogramm Lebendgewicht, dargestellt. Hierbei ist zu beachten, dass das Gesamtbetriebsergebnis auf 1400 produzierte Mastschweine mit einem durchschnittlichen Lebendgewicht von 118 kg aufgeteilt wird.

In

Tabelle ist das Gesamtergebnis der AMA Schweinefleischproduktion pro 1 kg Lebendgewicht ab Hof dargestellt.

Tabelle 11: Ergebnis pro 1 kg AMA Schweinefleisch Lebendgewicht ab Hof

nach Abteil	biotisch	abiotisch	Fläche	Wasser	CO_2e	CO_2e (inkl LULUC)	CO_2e (inkl Min-LULUC)	CO_2e (inkl Max-LULUC)
	kg/ Gesamt	*kg/ Gesamt*	*m a/ Gesamt*	*m / Gesamt*	*kg/ Gesamt*	*kg/ Gesamt*	*kg/ Gesamt*	*kg/ Gesamt*
Deckabteil	0,22	0,09	0,50	0,00	0,07	0,17	0,09	0,32
Warteabteil	0,03	0,02	0,06	0,00	0,06	0,07	0,06	0,09
Abferkelabteil	0,12	0,08	0,24	0,00	0,11	0,22	0,13	0,39
Ferkelaufzucht	0,26	0,17	0,51	0,01	0,11	0,44	0,17	0,95
Mastbetrieb	1,99	1,01	2,85	0,03	0,81	2,84	1,17	5,97
Gutschrift Landnutzung (Humusbildung)						-0,03	-0,03	-0,03
Summe	**2,6**	**1,4**	**4,2**	**0,0**	**1,2**	**3,7**	**1,6**	**7,7**

Quelle: eigene Berechnungen

Die starken Schwankungen zwischen den drei Szenarien für Carbon Footprint inklusive LULUC - zwischen rund 1,60 kg und 7,70 kg CO_2e pro kg Schweinefleisch Lebendgewicht - beruhen auf den großen Differenzen in den Soja-Schrot-Werten, welche vor allem für die Mast von großer Bedeutung sind. Wie diese aggregierten Ergebnisse im Detail zu Stande kommen ist in
Tabelle 12 ersichtlich.

Tabelle 12: Detailergebnisse für AMA Schweinefleisch pro funktionelle Einheit

	biotisch	abiotisch	Fläche	Wasser	CO_2e	CO_2e (inkl LULUC)	CO_2e (inkl Min-LULUC)	CO_2e (inkl Max-LULUC)
	kg/ Gesamt	*kg/ Gesamt*	*m a/ Gesamt*	*m / Gesamt*	*kg/ Gesamt*	*kg/ Gesamt*	*kg/ Gesamt*	*kg/ Gesamt*
Deckabteil								
Produktionsinfrastruktur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Soja	0,02	0,02	0,04	0,00	0,01	0,11	0,03	0,25
Sonstige Futtermittel	0,20	0,06	0,46	0,00	0,04	0,04	0,04	0,04
Energieaufbringung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wasserverbrauch	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Güllemanagement und Stallemissionen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02
Summe Deckabteil	**0,22**	**0,09**	**0,50**	**0,00**	**0,07**	**0,17**	**0,09**	**0,32**
Warteabteil								
Produktionsinfrastruktur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Soja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03
Sonstige Futtermittel	0,02	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energieaufbringung	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
Wasserverbrauch	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Güllemanagement und Stallemissionen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,05	0,05
Summe Warteabteil	**0,03**	**0,02**	**0,06**	**0,00**	**0,06**	**0,07**	**0,06**	**0,09**
Abferkelabteil								
Produktionsinfrastruktur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Soja	0,02	0,03	0,05	0,00	0,01	0,13	0,03	0,30
Sonstige Futtermittel	0,09	0,03	0,18	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02
Energieaufbringung	0,01	0,02	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03
Wasserverbrauch	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Güllemanagement und Stallemissionen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,04	0,04
Summe Abferkelabteil	**0,12**	**0,08**	**0,24**	**0,00**	**0,11**	**0,22**	**0,13**	**0,39**
Ferkelaufzucht								
Produktionsinfrastruktur	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Soja	0,05	0,08	0,15	0,00	0,04	0,37	0,10	0,88
Sonstige Futtermittel	0,20	0,07	0,35	0,00	0,04	0,04	0,04	0,04
Energieaufbringung	0,01	0,02	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02
Wasserverbrauch	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Güllemanagement und Stallemissionen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe Ferkelaufzucht	**0,26**	**0,17**	**0,51**	**0,01**	**0,11**	**0,44**	**0,17**	**0,95**
Summe Aufzucht	**0,62**	**0,35**	**1,31**	**0,01**	**0,35**	**0,90**	**0,45**	**1,74**
Mastbetrieb								
Produktionsinfrastruktur	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Soja	0,33	0,49	0,90	0,01	0,25	2,28	0,61	5,41
Sonstige Futtermittel	1,65	0,49	1,93	0,01	0,23	0,23	0,23	0,23
Energieaufbringung	0,01	0,04	0,00	0,00	0,05	0,05	0,05	0,05
Wasserverbrauch	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Güllemanagement und Stallemissionen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,28	0,28	0,28
Summe Mastbetrieb	**1,99**	**1,01**	**2,85**	**0,03**	**0,81**	**2,84**	**1,17**	**5,97**
Gutschrift für Landnutzung (Humusbildung)						-0,03	-0,03	-0,03
Gesamt	**2,61**	**1,37**	**4,16**	**0,04**	**1,15**	**3,71**	**1,59**	**7,68**

Quelle: eigene Berechnungen

5.3 Interpretation mittels Hot-Spots-Analyse

Für die AMA Schweinefleischproduktion konnten folgende 3 Hot-Spots identifiziert werden:

- Futtermittel:
  Die Futtermittel machen 55% (exkl. LULUC) – 87% (inkl. LULUC) des CO_2-Fußabdrucks aus. Außerdem verursachen sie 61% des Wasser-Rucksacks sowie rund 99% des biotischen Material-Rucksacks und der Flächenbelegung sowie 93% des abiotischen Materialrucksacks. Das Mastabteil hat den größten Anteil im Vergleich zu den anderen Abteilen.

- Stallemissionen und Wirtschaftsdüngermanagement:
  - Die Methan- und Lachgasemissionen im Stall (sowohl direkt als auch indirekt) machen rund 34% des CO_2-Fußabdrucks aus. Das Mastabteil hat den größten Anteil im Vergleich zu den anderen Abteilen. Die Stallemissionen der Ferkel sind den Muttersäuen zugerechnet, daher scheinen im Ferkelabteil keine Treibhausgasemissionen aus Stallemissionen und Wirtschaftsdüngermanagement auf, auch wenn sie berücksichtigt sind.

- Energie (elektrischer Strom und Wärme):
  Der Energieverbrauch trägt zu rund 10% des CO_2-Fußabdruck-Ergebnisses und 10% des Wasser-Rucksack-Ergebnisses bei. Der Energieverbauch fällt hauptsächlich im Abferkelabteil, im Ferkelaufzuchtabteil und im Mastabteil an und ist an erster Stelle durch den Stromverbauch (berechnet mit dem österreichischen Strommix) und an zweiter Stelle durch die Wärmeerzeugung begründet. Bei der Wärme wurde folgender österreichischen Durchschnittsmix für die Schweinefleischproduktion (laut Angaben der VLV) verwendet: 70% Hackschnitzel, 20% elektrischer Strom, 5% Erdgas und 5% Heizöl leicht.

5.4 Szenario Gustino Stroh

Um die Qualitätsproduktion Gustino Stroh abzubilden, die sich in der Mast von der AMA Schweinefleischproduktion unterscheidet, wurde eine Szenario-Rechnung durchgeführt. Der Modell-Betrieb wurde in seinen Grundsätzen übernommen (65 Zuchtsauen, 1400 Mastschweine pro Jahr, 40 ha Futtermittelanbaufläche) und die Daten über die Schweinezucht (von Deckabteil bis zur Ferkelaufzucht) sind ident, nur in der Mast unterscheidet sich die Gustino Stroh Produktion von der üblichen AMA Schweinefleischproduktion:

- Heu-Einstreu im Mastabteil: 20 Tonnen pro Mastbetrieb und Jahr
- Durchschnittliche Größe für einen Stallplatz: Für AMA Schweinefleisch ist der durchschnittliche Stallplatz 0,9 m , bei Gustino Stroh ist der durchschnittliche Stallplatz 1,1 m groß.
- Lebendgewicht eines Mastschweins ab Hof: 116 kg

- Futtermittelmix: Die Unterschiede im Futtermittelmix für das Mastabteil sind in Tabelle 13 dargestellt. Die Futtermittelfaktoren entsprechen jenen der Futtermittelproduktion für die AMA Schweinefleischproduktion.
- Energieverbrauch: 16.800 kWh für Wärmeerzeugung, 2.800 kWh elektrischer Strom. Die Unterschiede zu den AMA-Energieverbräuchen ergeben sich aus der Festfläche bzw. dem Stroh.
- Festmist statt Gülle: Bei Gustino Stroh Mast fallen pro Mastbetrieb und Jahr 20 Tonnen Festmist an, dessen Ausbringungskosten um 20% höher sind als bei Gülleausbringung.

Tabelle 13: Futtermittelmix Gustino Stroh und AMA Schweinefleischproduktion

Futtermittel	Einheit	Schweinefleischproduktion AMA				Schweinefleischproduktion Gustino Stroh			
		Frischmasse	in %	auf 87%TS	in %	Frischmasse	in %	auf 87% TS	in %
Soja Schrot (43% Rohprotein RP)	kg pro Mastbetrieb pro Jahr	70.583	16,5%	70.583	19,8%	72.649	18,5%	72.649	20,4%
Sojakuchen getoastet	kg pro Mastbetrieb pro Jahr								
Trocken-Mais	kg pro Mastbetrieb pro Jahr								
CCM (Mais)	kg pro Mastbetrieb pro Jahr	279.767	65,4%	209.021	58,5%	142.942	36,4%	106.796	30,0%
Raps-Kuchen	kg pro Mastbetrieb pro Jahr	12.833	3,0%	12.833	3,6%				
Gerste	kg pro Mastbetrieb pro Jahr	14.972	3,5%	14.972	4,2%	17.278	4,4%	17.278	4,8%
Weizen und Triticale (Weizen-Roggen-Mischung)	kg pro Mastbetrieb pro Jahr	38.928	9,1%	38.928	10,9%	149.225	38,0%	149.225	41,9%
Mineralstoffe	kg pro Mastbetrieb pro Jahr	10.694	2,5%	10.694	3,0%	10.602	2,7%	10.602	3,0%
Ackerbohne	kg pro Mastbetrieb pro Jahr								
Hafer	kg pro Mastbetrieb pro Jahr								
Kartoffeleiweiß	kg pro Mastbetrieb pro Jahr								

Quelle: VLV Angaben

Das Ergebnis der Gustino Stroh Szenarien-Berechnung ist auf Betriebsebene in Tabelle 14 abgebildet.

Tabelle 14: Ergebnis für die Gustino Stroh Produktion pro Betrieb und Jahr

	biotisch	abiotisch	Fläche	Wasser	CO_2e	CO_2e inkl. LULUC
nach Abteil	*kg/ Gesamt*	*kg/ Gesamt*	*m a/ Gesamt*	*m / Gesamt*	*kg/ Gesamt*	*kg/ Gesamt*
Deckabteil	35.848	14.479	83.345	469	12.358	28.097
Warteabteil	4.255	2.546	10.063	220	9.734	11.586
Abferkelabteil	20.327	13.497	39.042	563	17.782	36.349
Ferkelaufzucht	42.494	27.927	83.653	848	17.723	72.254
Mastbetrieb	289.311	172.493	509.835	4.953	92.952	432.278
Gutschrift für Landnutzung (Humusbildung)						-4.720
Summe	**392.235**	**230.942**	**725.937**	**7.052**	**150.549**	**575.843**

Quelle: eigene Berechnungen

Von besonderem Interesse für den Vergleich ist die Darstellung der Ergebnisse pro funktionelle Einheit, d.h. pro 1 kg Lebendgewicht Gustino Stroh ab Hof. Die Ergebnisse sind grundsätzlich bis auf das Mastabteil ident mit den AMA Ergebnissen. Jedoch ergeben sich durch den geringen Unterschied im Lebendgewicht leichte Rundungsdifferenzen (siehe Tabelle 15). In der Mast können um 0,24 kg CO_2e eingespart werden, was rund 20 Prozent des Gesamtergebnisses des CO_2-Fußabdrucks sind. Diese Treibhausgas-Reduktion ist einerseits durch den Festmist begründet (0,14 kg statt 0,40 kg CO_2e im Wirtschaftsdüngermanagement und Stallemissionen). Andererseits wird durch die Festfläche beziehungsweise die Heu-Einstreu eine Reduktion des Heizenergieverbrauchs bewirkt.

Tabelle 15: Ergebnis pro 1 kg Gustino Stroh Schweinefleisch Lebendgewicht ab Hof

	biotisch	abiotisch	Fläche	Wasser	CO_2e	CO_2e inkl. LULUC
nach Abteil	*kg/ 1 kg Fleisch*	*kg/ 1 kg Fleisch*	*m a/ 1 kg Fleisch*	*m / 1 kg Fleisch*	*kg/ 1 kg Fleisch*	*kg/ 1 kg Fleisch*
Deckabteil	0,22	0,09	0,51	0,00	0,08	0,17
Warteabteil	0,03	0,02	0,06	0,00	0,06	0,07
Abferkelabteil	0,13	0,08	0,24	0,00	0,11	0,22
Ferkelaufzucht	0,26	0,17	0,52	0,01	0,11	0,44
Mastbetrieb	1,78	1,06	3,14	0,03	0,57	2,66
Gutschrift für Landnutzung (Humusbildung)						-0,03
Summe	**2,4**	**1,4**	**4,5**	**0,0**	**0,9**	**3,5**

Quelle: eigene Berechnungen

Die Treibhausgasemissionen des Futtermittelverbrauchs von Gustino Stroh sind annähernd gleich hoch wie bei der AMA Schweinefleischproduktion. Wenn man sich die Ergebnisse nach

den inhaltlichen Dimensionen getrennt ansehen möchte, so ist die Darstellung in Tabelle 16 zu empfehlen.

Tabelle 16: Ergebnis pro 1 kg Gustino Stroh Schweinefleisch Lebendgewicht ab Hof nach inhaltlichen Dimensionen

	biotisch	abiotisch	Fläche	Wasser	CO_2e	CO_2e inkl. LULUC
	kg/ 1 kg Fleisch	*kg/ 1 kg Fleisch*	*m a/ 1 kg Fleisch*	*m / 1 kg Fleisch*	*kg/ 1 kg Fleisch*	*kg/ 1 kg Fleisch*
Deckabteil						
Produktionsinfrastruktur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Futtermittel	0,22	0,09	0,51	0,00	0,05	0,15
Energieaufbringung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wasserverbrauch	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Güllemanagement und Stallemissionen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02
Summe Deckabteil	0,22	0,09	0,51	0,00	0,08	0,17
Warteabteil						
Produktionsinfrastruktur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Futtermittel	0,03	0,01	0,06	0,00	0,01	0,02
Energieaufbringung	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
Wasserverbrauch	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Güllemanagement und Stallemissionen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05
Summe Warteabteil	0,03	0,02	0,06	0,00	0,06	0,07
Abferkelabteil						
Produktionsinfrastruktur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Futtermittel	0,11	0,06	0,23	0,00	0,03	0,15
Energieaufbringung	0,01	0,02	0,00	0,00	0,03	0,00
Wasserverbrauch	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Güllemanagement und Stallemissionen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,07
Summe Abferkelabteil	0,13	0,08	0,24	0,00	0,11	0,22
Ferkelaufzucht						
Produktionsinfrastruktur	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Futtermittel	0,25	0,15	0,50	0,00	0,08	0,41
Energieaufbringung	0,01	0,02	0,00	0,00	0,02	0,01
Wasserverbrauch	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Güllemanagement und Stallemissionen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Summe Ferkelaufzucht	0,26	0,17	0,52	0,01	0,11	0,43
Summe Aufzucht	0,63	0,36	1,33	0,01	0,35	0,90
Mastbetrieb						
Produktionsinfrastruktur	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
Futtermittel	1,78	1,03	3,11	0,02	0,50	2,63
Energieaufbringung	0,00	0,03	0,00	0,00	0,05	0,01
Wasserverbrauch	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Festmistmanagement und Stallemissionen	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,02
Summe Mastbetrieb	**1,78**	**1,06**	**3,14**	**0,03**	**0,57**	**2,66**
Gutschrift für Landnutzung (Humusbildung)						-0,03
Gesamt	**2,42**	**1,42**	**4,47**	**0,04**	**0,93**	**3,53**

Quelle: eigene Berechnungen

5.5 Szenario BIO AUSTRIA

Um die BIO AUSTRIA Produktion abzubilden, die sich in vielen Punkten von der AMA Schweinefleischproduktion unterscheidet, wurde eine Szenario-Rechnung durchgeführt. Hierbei konnte der AMA Modell-Betrieb nicht übernommen werden, da in Österreich ein typischer Bio-Betrieb wesentlich kleiner ist als ein konventioneller Betrieb (statt jährlich 1400 Mastschweine nur 450 Mastschweine).
Folgende Punkte wurden von der BIO AUSTRIA als wesentliche Unterschiede in der biologischen und der AMA Schweinefleischproduktion genannt (Auskunft Hr. Mittermayr, BIO AUSTRIA, Oktober 2010)

Biologische Schweinezucht und Schweinemast:

- Bio ist eine Gesamtbetriebslösung (auch bei AMA Modellbetrieb)
- Bio-Betriebsfläche ist im Durchschnitt um ein Hektar größer als ein AMA Betrieb (Österreichischer Durchschnittswert über alle Betriebe)
- Modell-Betrieb BIO AUSTRIA: 1000m Bruttofläche, Acker 32 ha, Grünland 19 ha
- die Stallfläche ist bei Bio größer, zusätzliche Auslaufflächen
- der Tierbesatz absolut und relativ zur Fläche ist kleiner als bei konventionellen Schweinezucht und Schweinemastbetrieben
- bei Bio-Produktion fallen hauptsächlich Mist und Jauche an
- die Säugezeit bei Bio ist länger – damit längere Zwischenwurfzeit
- Kistensysteme und Außenklimaställe reduzieren den Energieverbrauch
- Futtermittelmenge pro kg Lebendgewicht (Futterverwertung): 4,04 kg/kg
- Differenz beim Lebendgewicht: 130 kg Lebendgewicht pro Mastschwein
- Unterschiedliche Haltungssysteme (Kistensystem und Außenklimaställe, Gruppenhaltung)
- 4 Abteile: Deck-/Warteabteil, Abferkelabteil, Ferkelaufzucht, Mastbetrieb
- Verwendung von Einstreu
- Festmist-Management

Biologischer Futtermittelanbau:

- keine chemisch synthetischen Pflanzenschutzmittel und Handelsdünger
- geringer Hektarerträge bei den Kulturen (Ausnahme Leguminosen)
- vielgliedrige Fruchtfolge (hier mit 8 Gliedern)
- sehr geringe Erosionen, weil bessere Bodenfruchtbarkeit (viel mehr Regenwurmaktivität etc.) und Fruchtfolge
- erhöhter Humusaufbau auf den Feldern
- überwiegend österreichische Futtermittel eingesetzt (BIO AUSTRIA) – Import nur nach Genehmigung - und dann auch nur EU-europäisch (Ungarn, Italien). Bei der Eiweiß-Komponente werden im Durchschnitt 15% der Futtermittel importiert.
- Futtermittelmix: Die Unterschiede im Futtermittelmix sind in Tabelle 17 dargestellt. Die Futtermittelfaktoren konnten aufgrund des begrenzten Umfangs der Studie nicht neu berechnet werden, wurden aber basierend auf dem Wissen des SERI und Literaturwerten abgeschätzt.

Tabelle 17: Futtermittelmix AMA Schweinefleischproduktion und BIO AUSTRIA in Frischmasse

Futtermittel	Einheit	Schweinefleischproduktion AMA				Schweinefleisch-produktion BIO AUSTRIA	
		Frischmasse	in %	auf 87%TS	in %	Frischmasse	in %
Soja Schrot (43% Rohprotein RP)	kg pro Mastbetrieb pro Jahr	70.583	16,5%	70.583	19,8%		
Sojakuchen getoastet	kg pro Mastbetrieb pro Jahr					11.160	7,5%
Trocken-Mais	kg pro Mastbetrieb pro Jahr					14.880	10,0%
CCM (Mais)	kg pro Mastbetrieb pro Jahr	279.767	65,4%	209.021	58,5%		
Raps-Kuchen	kg pro Mastbetrieb pro Jahr	12.833	3,0%	12.833	3,6%		
Gerste	kg pro Mastbetrieb pro Jahr	14.972	3,5%	14.972	4,2%		
Weizen und Triticale (Weizen-Roggen-Mischung)	kg pro Mastbetrieb pro Jahr	38.928	9,1%	38.928	10,9%	66.960	45,0%
Mineralstoffe	kg pro Mastbetrieb pro Jahr	10.694	2,5%	10.694	3,0%	3.720	2,5%
Ackerbohne	kg pro Mastbetrieb pro Jahr					29.760	20,0%
Hafer	kg pro Mastbetrieb pro Jahr					14.880	10,0%
Kartoffeleiweiß	kg pro Mastbetrieb pro Jahr					7.440	5,0%

Quelle: BIO AUSTRIA und VLV Angaben

Folgende Futtermittelfaktoren wurden für die Szenarien-Rechnung verwendet. Diese Faktoren beruhen auf Expertenabschätzungen und Literaturwerten. Eine genauere Analyse der österreichischen Futtermittel wird empfohlen. Bei den Faktoren, bei denen bei Herkunft A steht, wurden ausgehend von der AMA Futtermitteluntersuchung auf österreichische Bio-Futtermittel geschlossen. Bei Soja-Kuchen gepresst und getoastet wurde als Näherungswert der Wert für Europäische Soja herangezogen (die anteiligen Treibhausgasemissionen des Kuppelproduktes Soja-Öl (18%) und werden durch die Verarbeitungsenergie bei Soja-Kuchen-Pressung kompensiert).

Tabelle 18: Sekundärdaten für die biologische Futtermittelproduktion

Bio Futtermittel	Faktor Herkunft	Einheit	biotisch	abiotisch	Fläche	Wasser	CO_2e	CO_2e (inkl LULUC)
Soja-Kuchen gepresst/getoastet	EU	kg	0,75	0,23	2,44	0,00	0,22	0,32
Trocken Mais	A	kg	0,75	0,13	1,42	0,00	0,08	0,08
CCM /MKS Mais	A	kg	0,77	0,12	1,12	0,00	0,06	0,06
Weizen/Triticale	A	kg	0,73	0,23	2,03	0,01	0,12	0,12
Hafer	A	kg	0,74	0,12	2,29	0,01	0,11	0,11
Ackerbohne	A	kg	0,66	0,21	2,32	0,00	0,20	0,20
Mineralstoffe	EU	kg	0,00	1,45	0,02	0,01	0,18	0,18
Kartoffeleiweiß	A	kg	0,75	0,77	2,44	0,01	0,50	0,50
Heu	EU	kg	0,91	0,20	3,75	0,00	0,06	0,06
Gerste	A	kg	0,74	0,12	2,29	0,01	0,11	0,11

Quelle: eigene Berechnungen

Das Ergebnis der BIO AUSTRIA Szenarien-Berechnung ist auf Betriebsebene in Tabelle 19 abgebildet. Die Landnutzung (Land Use) Gutschrift aufgrund des Humusaufbau wird mit (-) 400 kg CO_2e pro ha und Jahr für biologische Landwirtschaft angesetzt (siehe Küstermann et al., 2007). Die Gesamtgutschrift für die 32 ha Futtermittelanbaufläche des Bio-Modell-Betriebes wurde mit dem CO_2-Fußabdruck Ergebnis inkl. LULUC gegen gerechnet, wodurch ein niedrigerer Wert als bei CO_2-Fußabdruck Ergebnis exkl. LULUC zustande kommt.

Tabelle 19: Ergebnis für die BIO AUSTRIA Produktion pro Betrieb und Jahr

	biotisch	abiotisch	Fläche	Wasser	CO_2e	CO_2e inkl. LULUC
nach ABTEIL	*kg/ Gesamt*	*kg/ Gesamt*	*m a/ Gesamt*	*m / Gesamt*	*kg/ Gesamt*	*kg/ 1 kg Fleisch*
Deckabteil	9.999	3.927	33.627	198	4.384	4.384
Warteabteil	20.002	8.013	67.267	425	8.028	8.028
Abferkelabteil	76.151	20.095	291.379	335	12.111	12.422
Ferkelaufzucht	20.137	6.755	123.029	187	4.253	4.570
Mastbetrieb	161.730	51.981	644.936	1.802	47.598	48.712
Gutschrift Landnutzung (Humusaufbau)						-12.800
Summe	**288.019**	**90.772**	**1.160.238**	**2.947**	**76.374**	**65.315**

Quelle: eigene Berechnungen

Von besonderem Interesse für den Vergleich ist die Darstellung der Ergebnisse pro funktionelle Einheit, d.h. pro 1 kg Lebendgewicht BIO AUSTRIA ab Hof. Hierbei ist zu beachten, dass das Gesamtbetriebsergebnis auf 450 produzierte Mastschweine mit einem durchschnittlichen Lebendgewicht von 130 kg aufgeteilt wird. Es wirkt sich der Unterschied im Lebendgewicht von 12 kg im Vergleich zur AMA Schweinefleischproduktion aus (siehe Tabelle 20).

Tabelle 20: Ergebnis pro 1 kg BIO AUSTRIA Schweinefleisch Lebendgewicht ab Hof

	biotisch	**abiotisch**	**Fläche**	**Wasser**	**CO_2e**	**CO_2e inkl. LULUC**
nach ABTEIL	*kg/ 1 kg Fleisch*	*kg/ 1 kg Fleisch*	*m a/ 1 kg Fleisch*	*m / 1 kg Fleisch*	*kg/ 1 kg Fleisch*	*kg/ 1 kg Fleisch*
Deckabteil	0,17	0,07	0,57	0,00	0,07	0,07
Warteabteil	0,34	0,14	1,15	0,01	0,14	0,14
Abferkelabteil	1,30	0,34	4,98	0,01	0,21	0,21
Ferkelaufzucht	0,34	0,12	2,10	0,00	0,07	0,08
Mastbetrieb	2,76	0,89	11,02	0,03	0,81	0,83
Gutschrift Landnutzung (Humusaufbau)						-0,22
Summe	**4,92**	**1,55**	**19,83**	**0,05**	**1,31**	**1,12**

Quelle: eigene Berechnungen

Wenn man sich die Ergebnisse nach den inhaltlichen Dimensionen getrennt ansehen möchte, so ist die Darstellung in Tabelle 21 zu empfehlen. Die BIO AUSTRIA Produktion weist durch die geringen LULUC Werte von 1,12 kg CO_2e pro kg Lebendgewicht im Vergleich zum AMA Basisszenario einen um rund 30 Prozent niedrigeren Carbon Footprint inkl. LULUC auf, als das niedrigste LULUC Szenario für die AMA Schweinefleischproduktion (70% Differenz beim mittleren LULUC Szenario). Der Carbon Footprint exkl. LULUC ist bei BIO AUSTRIA Schweinefleisch um 12 Prozent höher als bei der AMA Schweinefleischproduktion. Dies liegt im höheren Futtermittelbedarf der BIO AUSTRIA Schweinefleischproduktion begründet.
Betrachtet man die Ergebnisse des CO_2-Fußabdrucks inkl. LULUC wird deutlich, dass durch die importierten Futtermittel (aus Ungarn bzw. Italien) kaum Land Use Change verursacht wird. Dadurch macht der Futtermittelanteil am CO_2-Fußabdruck inkl. LULUC nur 0,86 kg CO_2e statt vergleichsweise 3,22 kg CO_2e pro kg Lebendgewicht ab Hof aus (siehe Tabelle 21). Ein weiterer Vorteil dieser Produktionsart sind die verwendeten Kistensysteme und Außenklimaställe, die einen geringeren Energieverbrauch bewirken, was sich auch im Ergebnis wider spiegelt.

Vergleicht man den CO_2-Fußabdruck inkl. LULUC weist BIO AUSTRIA in der Zucht und Aufzucht 50% geringere Treibhausgasemissionen auf als AMA Schweinefleisch und in der Mast sogar 60% geringere Treibhausgasemissionen.

Vergleicht man den CO_2-Fußabdruck exkl. LULUC weist BIO AUSTRIA durch die höheren Aufwände in der Zucht und Ferkelaufzucht 40% höhere Treibhausgasemissionen auf als AMA Schweinefleisch und in der Mast gleich hohe Treibhausgasemissionen (leicht höhere Futtermittelemissionen und Wirtschaftsdünger und Stallemissionen, niedrigere Energieemissionen).

Tabelle 21: Ergebnis pro 1 kg BIO AUSTRIA Schweinefleisch Lebendgewicht ab Hof nach inhaltlichen Dimensionen

	biotisch	abiotisch	Fläche	Wasser	CO_2e	CO_2e inkl. LULUC
	kg/ 1 kg Fleisch	*kg/ 1 kg Fleisch*	*m a/ 1 kg Fleisch*	*m / 1 kg Fleisch*	*kg/ 1 kg Fleisch*	*kg/ 1 kg Fleisch*
Deckabteil						
Produktionsinfrastruktur	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
Futtermittel	0,22	0,07	0,51	0,00	0,04	0,04
Energieaufbringung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wasserverbrauch	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Festmistmanagement und Stallemissionen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03
Summe Deckabteil	0,22	0,07	0,57	0,00	0,08	0,08
Warteabteil						
Produktionsinfrastruktur	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00
Futtermittel	0,34	0,14	1,03	0,00	0,09	0,09
Energieaufbringung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wasserverbrauch	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Festmistmanagement und Stallemissionen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05
Summe Warteabteil	0,34	0,14	1,15	0,01	0,14	0,14
Abferkelabteil						
Produktionsinfrastruktur	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
Futtermittel	1,30	0,33	4,88	0,00	0,15	0,15
Energieaufbringung	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
Wasserverbrauch	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Festmistmanagement und Stallemissionen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05
Summe Abferkelabteil	1,30	0,34	4,98	0,01	0,21	0,21
Ferkelaufzucht						
Produktionsinfrastruktur	0,00	0,00	1,01	0,00	0,00	0,00
Futtermittel	0,34	0,11	1,09	0,00	0,06	0,07
Energieaufbringung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Wasserverbrauch	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Festmistmanagement und Stallemissionen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe Ferkelaufzucht	0,34	0,12	2,10	0,00	0,07	0,08
Summe Aufzucht	**2,21**	**0,66**	**8,81**	**0,02**	**0,50**	**0,51**
Mastbetrieb						
Produktionsinfrastruktur	0,00	0,00	1,77	0,00	0,00	0,00
Futtermittel	2,76	0,88	9,25	0,02	0,49	0,50

Energieaufbringung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Wasserverbrauch	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Festmistmanagement und Stallemissionen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,32
Summe Mastbetrieb	**2,76**	**0,89**	**11,02**	**0,03**	**0,81**	**0,83**
Gutschrift Landnutzung (Humusaufbau)						**-0,22**
Gesamt	**4,97**	**1,55**	**19,83**	**0,05**	**1,31**	**1,12**

Quelle: eigene Berechnungen

5.6 Schweineproduktion Europa – Vergleich mit Literaturwerten

Eine von Kool et al. (2009) durchgeführte Studie „*Carbon footprints of conventional and organic pork*" untersucht konventionelle und biologische Schweinefleischproduktion in den Ländern Holland, England, Deutschland und Dänemark. Dabei gehen die Forscher auf Eigenheiten (Betriebsgrößen, Futter, etc.) der untersuchten Länder ein und erheben (soweit möglich) länderspezifische Daten. Methodisch ist die Arbeit auf Richtlinien zur Ökobilanzierung (life cycle assessment, LCA) und PAS 2050 sowie der IPCC Guidelines for National Inventories (Vol 4, 2006) aufgebaut. Die Studie von Kool et al. (2009) wurde im Verlauf dieses Projekts untersucht und die Ergebnisse, etwaige Gemeinsamkeiten und Abweichungen sollen in weiterer Folge vorgestellt werden.

Kool et al (2009) gehen auf drei Prozesse der Schweinefleischproduktion ein, dies sind die Futtermittelproduktion, die Schweinezucht und –mast sowie die Schlachtungsvorgänge inkl. Transport und Verarbeitung. Letzterer Prozess wurde in der vorliegenden Untersuchung nicht inkludiert, da die Schweineproduzenten hier wenig Einfluss auf den Ablauf bzw. mögliche Einsparungen haben. Außerdem ist der Einfluss der Prozessschritte Transport zum Schlachthaus und der Energieverbrauch im Schlachthaus laut Kool et al. (2009) mit 1% auf das Gesamtergebnis vernachlässigbar gering. Wenn man beispielsweise das holländische Ergebnis von 3,5 kg CO_2e pro kg Frischfleisch um diese Prozessschritte bereinigt erhält man ein Ergebnis von 3.47 kg CO_2e pro kg Frischfleisch (und somit 2,17 kg CO_2e pro kg Lebendgewicht). Da Kool et al (2009) 1 kg Frischfleisch als funktionelle Einheit eingehen benutzen sie ökonomische Allokationen für die Nebenprodukte der Schweineproduktion. Diese wertmäßige Zuteilung der Treibhausgasemissionen zu Frischfleisch und Schlachtnebenprodukten verzerrt laut der Meinung der an diesem Projekt beteiligten Experten den Vergleich zwischen konventioneller und Bio-Schweinefleischproduktion beträchtlich, da die getroffenen Annahmen bezüglich Preis- und Marktverhältnisse für die Bio-Produktion nachteilig sind. Landnutzung und Landnutzungsänderung (LULUC) wurden von den Autoren aufgrund der Unsicherheiten, die diese Berechnungen mit sich bringen, nicht in die Ergebnisse mit einbezogen bzw. extra angegeben (die Ergebnisse werden dadurch um rund 50% gesteigert).

Das Ergebnis der Studie beträgt für konventionelles Schweinefleisch 3,5 - 3,7 kg CO_2e (exkl. LULUC) pro 1 kg Frischfleisch (wobei ein Umrechnungsfaktor von 1:1,6 für Frischfleisch:Lebendgewicht verwendet wurde), für biologisches 4,0 - 5,0 kg CO_2e Frischfleisch. Die Hauptelemente dieses Carbon Footprints ergeben sich zu 50 – 60% aus der Futtermittelproduktion, zu 12 - 25% aus dem Güllemanagement. Für biologische Produktion wird angegeben, dass biologisch erzeugte Futtermittel zwar weniger klimafeindliche Emissionen verursachen, jedoch

wird mehr Futtermittel an die Schweine verfüttert wird, weswegen der Carbon Footprint der biologischen Produktion insgesamt höher ist als der von konventionellem Schweinefleisch.

Wenn man diese CO_2-Fußabdruck-Ergebnisse mit den Ergebnissen der gegenständlichen Studie vergleicht und den selben Umrechnungsfaktor von 1,6 verwendet, so verursacht die österreichische Schweinefleischproduktion 1,5 – 1,9 kg CO_2e (exkl. LULUC) pro 1 kg Frischfleisch und die BIO Austria Schweinefleischproduktion 2,1 kg CO_2e (exkl. LULUC) pro 1 kg Frischfleisch. Somit verursacht die ausländische Produktion (basierend auf den Ergebnissen von Kool et al (2009) im Durchschnitt das Doppelte an Treibhausgasemissionen pro 1 kg Frischfleisch.

Die Abweichung der Ergebnisse untersuchter Sekundärliteratur ist darauf zu begründen, dass zum einen die zu Grunde liegenden Daten bzw. Annahmen über Betriebsbeschaffenheiten voneinander abweichen und zum anderen, dass die Systemgrenzen unterschiedlich gesetzt werden. Außerdem muss man bei den Angaben der CO_2e pro kg Fleisch in Lebendgewicht und Frischfleisch unterscheiden. Weitere Unterschiede zur vorliegenden Berechnung des CO_2-Fußabdrucks ergeben sich aus der Zusammensetzung des Futtermittelmix und den Durchschnittserträgen der unterschiedlichen Futtermittel (vgl. dazu Kap. 3.1.1). Der Futtermittelverbrauch (87% Trockensubstanz) der beiden Untersuchungen ist sehr ähnlich mit 3 kg/ 1 kg Lebendgewicht zu 2,6-2,9 kg/1 kg Lebendgewicht bei konventioneller bzw. 3,5 zu 3,3-3,8 kg Futter / 1 kg Lebendgewicht bei biologischer Produktion (Kool et al 2009, S. 21).

Als Verbesserungspotentiale werden angeführt (Kool et al 2009, S. 48-54):

- Futtermittelzusammensetzung optimieren: emissionsarme Futtermittel forcieren, Produktion der Futtermittel optimieren (Potential für die Reduktion der THG-Emissionen bei 10-20%)
- Kreislaufwirtschaft (kann laut Autoren rd. 2% ausmachen)
- Abdeckung der Güllelager/-silos und die energetische Verwertung des entstehenden Methans (Biogas) bzw. Optimierung der Lager/Silos in punkto Temperatur etc. (kann die Methanemissionen bis zu 50% senken)
- Einsatz von Stroh/Heu zur Bildung von Festmist (Potential von 5% Reduktion)

Bei dem von Kool et al. (2009) errechneten CO_2-Fußabdrück von 3,6 kg CO_2e pro kg Frischfleisch ergäben sich durch die angegebenen Verbesserungspotentiale eine Reduktion der CO_2e Emissionen von rund 1 kg CO_2e. Daraus wird deutlich, dass die Schweinefleischproduktion in Österreich bereits auf einem sehr hohen Niveau operiert, denn viele der erwähnten Maßnahmen finden bereits Anwendung (Kreislaufwirtschaft, regionaler Futtermittelanbau, optimierter Futtermittelmix etc.).

6 Empfehlungen

Basierend auf der Hot-Spots Analyse und den Gesprächen mit den Experten für Schweinefleischproduktion können folgende Empfehlungen für eine ökologischere Gestaltung der österreichischen Schweinefleisch-Produktion abgeleitet werden:

1. Futtermittel:

   Der Futtermittelmix und vor allem die Herkunft der Eiweißkomponenten haben einen großen Einfluss auf das Gesamtergebnis. Empfehlung Soja und Raps aus Ländern, wo die Bewirtschaftungsform LULUC reduzieren oder ausschließen kann. Heute sind das Futtermittelanbauregionen in Europa (Ungarn, Italien) oder sogar Österreich. Außerdem schneidet ökologischer Futtermittelanbau pro kg Futtermittel aufgrund der Aussparung von Mineraldünger und Pflanzenschutzmittel in der Regel bei den CO2-Emissionen günstiger ab. (siehe Tabelle 1: Durchschnittliche ha-Erträge in Kap. 3.1.)

2. Wirtschaftsdünger-Management:

   Festmistsystem (generell aber z.B. bei Gustino Stroh in der Mast) erzeugen um zwei Drittel geringere Wirtschaftsdünger-Management-Treibhausgasemissionen (im Stall und auf dem Feld) als Güllesysteme. Der Unterschied zeigt sich im Vergleich zwischen AMA Schweinefleisch und Gustino Stroh Schweinefleisch: AMA 0,4 kg CO2e und Gustino Stroh 0,14 kg CO2e pro kg Lebendgewicht.

3. Energieeffizienz und Energie-Mix:

   Durch Kistensysteme und Außenklimaställe (siehe BIO AUSTRIA) kann der Energieverbrauch im Stall reduziert werden. Außerdem kann durch die Festfläche beziehungsweise die Heu-Einstreu eine Reduktion des Heizenergieverbrauchs bewirkt werden (siehe Gustino Stroh). Wenn man die Muttertiere länger bei den Ferkeln lässt, benötigt man ebenfalls weniger Wärmeenergie. Neben Maßnahmen zur Energieeffizienz spielen der Primärenergieträgermix von Wärme und Strom eine zentrale Rolle bei der Reduktion der Treibhausgasemissionen. Diese Einsparungspotentiale für CO2e und auch die Auswirkungen auf die anderen Umweltindikatoren sind in den nachfolgenden Tabellen dargestellt.

Die nachfolgende Tabelle (Tabelle 22) findet man unter der Bezeichnung „Wärmeerzeugung Mix“ einen für die Österreichischen Schweineproduktionsbetriebe typischen Mix aus 70% Hackschnitzel, 20% Elektrizität, 5% Heizöl, 5% Erdgas. Wärme aus Elektrizität weist einen wesentlich höheren CO_2e-Wert auf als Wärme aus Hackschnitzel.

Tabelle 22: Vergleich unterschiedlicher Wärmeerzeugungsformen

	biotisch	abiotisch	Fläche	Wasser	CO_2e
	kg/ 1kg Fleisch	*kg/ 1kg Fleisch*	*m a/ 1kg Fleisch*	*m / 1kg Fleisch*	*kg/ 1kg Fleisch*
Heizöl Leicht	0,000	0,022	0,000	0,000	0,057
Hackschnitzel Holz	0,035	0,004	0,011	0,000	0,002
70% Hackschn., 30% Heizöl	0,025	0,009	0,007	0,000	0,018
Wärmeerzeugung Mix	**0,026**	**0,041**	**0,009**	**0,002**	**0,057**

Quelle: eigene Berechnungen

Szenario: 100% Hackschnitzelwärmeerzeugung

Tabelle 23: Ergebnisübersicht mit 100% Hackschnitzelwärmeerzeugung

	biotisch	abiotisch	Fläche	Wasser	CO_2e
	kg/ 1kg Fleisch	*kg/ 1kg Fleisch*	*m a/ 1kg Fleisch*	*m / 1kg Fleisch*	*kg/ 1kg Fleisch*
GESAMTERGEBNIS AMA (Basis)	2,61	1,37	4,16	0,04	1,16
Gesamtergebnis	2,63	1,31	4,16	0,0385	1,07
% Veränderung (zu Basis)	0,5%	-4,2%	0,1%	**-5,8%**	**-7,3%**

Quelle: eigene Berechnungen

Aus diesem Grund wurde in Tabelle 23 ein Szenario für die benötigten 107.900 MJ Wärmeenergie aus 100% Hackschnitzel aufgezeigt. Das ergibt folgendes Verbesserungspotential: 7% der CO_2e Emissionen und 6% des Wasserrucksacks.

Szenario: 70% Hackschnitzel, 30% Heizölwärmeerzeugung

Tabelle 24: Ergebnisübersicht mit 70% Hackschnitzel-, 30% Heizölwärmeerzeugung

	biotisch	abiotisch	Fläche	Wasser	CO_2e
	kg/ 1kg Fleisch	*kg/ 1kg Fleisch*	*m a/ 1kg Fleisch*	*m / 1kg Fleisch*	*kg/ 1kg Fleisch*
GESAMTERGEBNIS AMA (Basis)	2,61	1,37	4,16	0,04	1,16
Gesamtergebnis	2,61	1,34	4,16	0,04	1,12
% Veränderung (zu Basis)	-0,1%	-2,4%	0,0%	**-3,8%**	**-3,5%**

Quelle: eigene Berechnungen

In der Praxis wird höchstwahrscheinlich ein Mix aus 70% Hackschnitzel und 30% Heizöl leicht umsetzbar sein. Dieses Szenario ergibt folgendes Verbesserungspotential: 4% der CO_2e Emissionen und 4% des Wasserrucksacks.

Szenario: 30% elektrische Stromerzeugung durch Photovoltaik-Anlagen

Tabelle 25: Emissionen und Umweltverbrauch mit 30% el. Strom aus PV-Anlagen

	biotisch	abiotisch	Fläche	Wasser	CO_2e
	kg/ 1kg Fleisch	*kg/ 1kg Fleisch*	*m a/ 1kg Fleisch*	*m / 1kg Fleisch*	*kg/ 1kg Fleisch*
GESAMTERGEBNIS AMA (Basis)	2,61	10,21	4,16	0,04	1,16
Gesamtergebnis	2,61	1,44	4,16	0,04	1,10
% Veränderung (zu Basis)	-0,1%	5,5%	0,0%	**-1,7%**	**-4,4%**

Quelle: eigene Berechnungen

Nach VLV Angaben können mittels Photovoltaik Anlagen bis zu 5000 kWh elektrischer Strom pro Betrieb produziert werden. Der restliche Strombedarf wird mittels konventionellem österreichischen Strommix gedeckt. Dieses Szenario ergibt ein Reduktionspotential von 4% der CO_2e-Emissionen und von 2% des Wasserrucksacks, bewirkt jedoch ein Ansteigen des abiotischen Ressoucenverbrauchs von rd. 6%.

Szenario: Kombinierte Anwendung (70% Hackschnitzel-, 30% Heizölwärmeerzeugung sowie 30% elektrischer Stromerzeugung durch Photovoltaik-Anlagen)

Die kombinierte Anwendung ergibt eine Reduktion der CO_2e Emissionen von 9% und des Wasserverbrauchs von 6%.

Tabelle 26: Emissionen und Umweltverbrauch bei kombinierter Anwendung

	biotisch	abiotisch	Fläche	Wasser	CO_2e
	kg/ 1kg Fleisch	*kg/ 1kg Fleisch*	*m a/ 1kg Fleisch*	*m / 1kg Fleisch*	*kg/ 1kg Fleisch*
GESAMTERGEBNIS AMA (Basis)	2,61	10,21	4,16	0,04	1,16
Gesamtergebnis	2,65	1,42	4,17	0,04	1,05
% Veränderung (zu Basis)	**1,4%**	**-86,1%**	**0,2%**	**-2,2%**	**-9,5%**

Quelle: eigene Berechnungen

7 Literatur

Anderl et al. (2009): Austria's National Inventory, Report 2009. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Umweltbundesamt GmbH, Vienna.

BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2008): Deckungsbeiträge und Daten für die Betriebsplanung 2008.

BSI (2008): PAS 2050:2008 - Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. London, BSI British Standards.

Burger, E., Meixner, O. und Pöchtrager, S. (2010): Carbon Footprint bei Lebensmitteln – Inhaltsanalytische Ermittlung relevanter Berechnungskriterien. Schriftenreihe des Instituts für Marketing & Innovation, Band5, Wien: Institut für Marketing & Innovation.

Frischknecht, R., N. Jungbluth, et al. (2007): Overview and Methodology. Final report ecoinvent data v2.0, No. 1. Dübendorf, CH, Swiss Centre for Life Cycle Inventories.

Hörtenhuber S., Lindenthal T., Amon B., Markut T., Kirner L., Zollitsch W. (2010a): Greenhouse gas emissions from selected Austrian dairy production systems – model calculations considering the effects of land use change. Renewable Agriculture and Food Systems 25 (4), 316-329. doi:10.1017/S1742170510000025.

Hörtenhuber S., Lindenthal T., Zollitsch W. (2010b): Greenhouse gas emissions of regionally produced alternative feedstuffs rich in protein for Austrian dairy production. In: K. Schedle, M. Kraft, W. M. Windisch (Eds.), 9. BOKU-Symposium Tierernährung, Eigenverlag: Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie der BOKU Wien. pp. 271-278. ISBN: 978-3-900962-87-6.

IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme Japan, IGES.

Jungbluth N., M. Chudacoff, A. Dauriat, F. Dinkel, G. Doka, M. Faist Emmenegger, E. Gnansounou, N. Kljun, M. Spielmann, C. Stettler, J. Sutter (2007): Life Cycle Inventories of Bioenergy. Final report ecoinvent data v2.0. Volume: 17. Swiss Centre for LCI, ESU. Duebendorf and Uster, Schweiz.

Kool, A., H. Blonk, T. Ponsioen, W. Sukkel. H. Vermeer, J. De Vries, R. Hoste (2009): Carbon footprints of conventional and organic pork. Assessment of typical production systems in the Netherlands, Denmark, England and Germany. Blonk Milieu Advies BV. Gouda, the Netherlands.

Küstermann B., M. Kainz, K.-J. Hülsbergen (2007): Modelling carbon cycles and estimation of greenhouse gas emissions from organic and conventional farming systems. Renewable Agriculture and Food Systems 23:1–16.

Lindenthal T., Markut T., Hörtenhuber S., Theurl M., Rudolph G. (2010): Greenhouse Gas Emissions of Organic and Conventional Foodstuffs in Austria. In: Proceedings of the International Conference on LCA in the Agri-Food, Bari, Italy, 22 to 24 September 2010.

Österreichisches Normungsinstitut (2005). Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO/DIS 14040:2005). Wien, Österreichisches Normungsinstitut.