

**Aufbau des Berichtsmoduls
„Landwirtschaft und Umwelt“
in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen**

Projekt II:
Ergänzungen und Anwendung der Ergebnisse aus Projekt I

Endbericht

Forschungsprojekt im Auftrag des Statistischen Bundesamtes

Thomas Schmidt und Bernhard Osterburg

Braunschweig, im Mai 2009

Vorbemerkung:

Das in diesem Ergebnisbericht vorgestellte Projekt wurde im Auftrag des Statistischen Bundesamtes, Umweltökonomische Gesamtrechnungen, im Institut für Ländliche Räume (LR) beim Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) in Braunschweig durchgeführt. Es stellt eine Fortführung und Ergänzung der Arbeiten dar, die im August 2005 im Abschlussbericht zum Projekt I zum Aufbau eines Berichtsmoduls zu „Landwirtschaft und Umwelt“ vorgestellt wurden. Im Rahmen einer zwischen den Institutionen vereinbarten Kooperation sollen die erarbeiteten Methoden künftig für eine reguläre Berichterstattung genutzt werden.

Der Bericht besteht aus einem Textteil und einem gesonderten Tabellenteil (www.destatis.de/UGR/LandwirtschaftUmwelt), der die Ergebnisse für ausgewählte Merkmale für die Berichtsjahre 1991, 1995, 1999 und 2003 enthält.

Dr. Thomas G. Schmidt, Institut für Ländliche Räume, vTI, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig,
e-mail: thomas.schmidt@vti.bund.de

Bernhard Osterburg, Institut für Ländliche Räume, vTI, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig,
e-mail: bernhard.osterburg@vti.bund.de

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Einleitung	9
2 Berechnung indirekter Effekte für Ressourcenverbrauch und Umweltbelastungen bei der Herstellung landwirtschaftlicher Endprodukte	12
2.1 Allgemeines, Definitionen und Datenquellen	12
2.2 Konzept für die Darstellung und Interpretation von Ergebnissen	15
2.3 Darstellungsbeispiele (aktueller Stand und Trends)	16
2.4 Methodische Fragen der Abgrenzung zwischen Produktionsverfahren	21
3 Verflechtung zwischen landwirtschaftlichen Produktionsverfahren und außerlandwirtschaftlichen Produktionsbereichen	25
3.1 Allgemeines, Definitionen	25
3.2 Zuliefernde Produktionsbereiche (Vorleistungen)	25
3.3 Belieferte Produktionsbereiche	30
4 Pflanzenschutzmittel	34
4.1 Risiko der Pflanzenschutzmittelanwendung	34
4.2 Pflanzenschutzmitteleinsatz in physischen Einheiten	36
5 Pflanzennährstoffe und Stickstoffbilanz	39
5.1 Nährstoffzufuhr	39
5.2 Stickstoffbilanzüberschuss	40
6 Nutzungsintensität	42
7 Energieeinsatz	44
7.1 Beschreibung und Auswertung der Datenquellen	44
7.2 Übersicht der Ergebnisse	48
7.3 Gesamtbewertung und Ausblick	50
8 Effizienz der Umweltnutzung	50
9 Subventionen und Agrarumweltmaßnahmen	51
10 Gegenüberstellung von Ökolandbau und konventionellem Landbau	53

10.1	Allgemeines, Definitionen, Methode	54
10.2	Ausgewählte Ergebnisse	55
10.3	Quintessenz der Analyse	62
11	Vergleich von Ergebnissen der UGR mit Rahmendaten der Officialstatistik und aus Berichtspflichten	63
12	EU-Agrar-Umweltindikatoren (Prüfung der Umsetzbarkeit)	63
13	Internationale Berichtspflichten und nationale Berichterstattung	72
14	Fazit	75
15	Ausblick	77
16	Literatur	80
17	Anhang	86

Abbildungsverzeichnis	Seite
Abbildung 1: Schema der Input-Output-Tabelle im Berichtsmodul Landwirtschaft und Umwelt	13
Abbildung 2: Schema der Matrizenrechnung und Belastung der Produkteinheiten	14
Abbildung 3: Direkte und kumulierte indirekte Effekte innerhalb des Sektors Landwirtschaft am Beispiel der Produktionswerte (Berichtsjahr 2003)	17
Abbildung 4: Ressourcenanspruch und Emissionen der Produktionsverfahren (PV) gegenüber Ressourcenanspruch und Emissionen der Endprodukte dieser PV (in jeweiligen Einheiten, Berichtsjahr 2003)	19
Abbildung 5: Direkte und kumulierte CO ₂ -Emissionen der landwirtschaftlichen Produktion 2003 (ohne Effekte aus vorgelagerten Produktionsbereichen).....	20
Abbildung 6: Wirkungskette der Milch- und Rindfleischerzeugung innerhalb des Agrarsektors	21
Abbildung 7: 'Örtlichkeitssprinzip' und 'Verursacherprinzip': Alternativen der Umbuchung von Belastungen zwischen Pflanzen- und Tierverfahren am Beispiel der Emission von Ammoniak.....	23
Abbildung 8: Zusammensetzung der Vorleistungen (monetär) der landwirtschaftlichen Produktionsverfahren für 2003 (Anteile am Produktionswert).....	26
Abbildung 9: Lieferung von Produkten zwischen landwirtschaftlichen Produktionsverfahren und in andere Produktionsbereiche für 2003 (monetär, Anteile des Produktionswerts).....	30
Abbildung 10: Flächenbedarf landwirtschaftlicher Erzeugnisse (nur inländische Produktion) nach Teilbereichen der Lebensmittelherstellung in Deutschland 2003	32
Abbildung 11: Kumulierte Ammoniakemissionen durch die Erzeugung tierischer Produkte 1991 - 2003	33
Abbildung 12: Behandlungsindizes	36
Abbildung 13: Entwicklung der Abgabe von Wirkstoffmengen in Pflanzenschutzmitteln in Deutschland von 1990 bis 2002 (ohne CO ₂).....	37
Abbildung 14: Pflanzenschutzmitteleinsatz 2003 (Wirkstoffeinsatz nach Produktionsverfahren in Tonnen insgesamt und in kg/ha Anbaufläche)	39
Abbildung 15: Nährstoffzufuhr in Tonnen (N, P ₂ O ₅ , K ₂ O, CaO) 2003.....	40
Abbildung 16: Vergleich der N-Bilanzen unterschiedlicher Quellen (Stand: Feb. 06)	41
Abbildung 17: Stickstoffsaldo für 2003	42
Abbildung 18: Bodenflächen nach Art der tatsächlichen Nutzung in Deutschland (2001).....	43
Abbildung 19: Entwicklung der Flächennutzungsintensität landwirtschaftlicher Flächen in Deutschland insgesamt (91/95/99/03).....	44
Abbildung 20: Energiebedarf deutscher Unterglasbetriebe (Zierpflanzen und Gartenbau) aus einer Befragung 2004.....	47
Abbildung 21: Effizienz der Umweltnutzung	51

Abbildung 22: Produktionsbezogene Subventionen (1991-2005) nach LGR.....	52
Abbildung 23: Schema zum vertikalen und horizontalen Splitting des Agrarsektors	54
Abbildung 24: Flächeninanspruchnahme des Ökologischen Landbaus [in % und ha] in den Jahren 1999 und 2003.....	56
Abbildung 25: Flächenanspruch je Einheit (Winterweizen und Milch)	57
Abbildung 26: Arbeitskraftstunden je Einheit in der Pflanzenproduktion.....	58
Abbildung 27: Vergleich der Produktionswerte ausgewählter Produktionsverfahren im Ökolandbau und im konventionellen Landbau (1999 und 2003).....	60
Abbildung 28: Vergleich des Energieverbrauchs im Ökolandbau und im konventionellen Landbau je Einheit für zwei ausgewählte Verfahren und deren Produkte 2003.....	61

Tabellenverzeichnis	Seite
Tabelle 1: Vorleistungen zur Erzeugung von Produkten der Landwirtschaft.....	27
Tabelle 2: Primärenergieeinsatz und Schadgasemissionen für die Bereitstellung des Mineraldüngers nach Patyk und Reinhardt, 1997, (Bezugsjahr 1993, mittlere Bevölkerungsdichte)	28
Tabelle 3: Vom Produktionsbereich Landwirtschaft belieferte Produktionsbereiche	31
Tabelle 4: Repräsentativität der Gartenbaubetriebe im Testbetriebsnetz.....	45
Tabelle 5: Prozentuale Verteilung der Ausgaben für Energie nach Betriebsgruppen des Testbetriebsnetzes	46
Tabelle 6: Zusammenstellung verschiedener Quellen zum Energieverbrauch im deutschen Agrarsektor [in Millionen Euro]	48
Tabelle 7: Zusammenstellung verschiedener Quellen zum Energieverbrauch im deutschen Agrarsektor [in Terajoule].....	49
Tabelle 8: Energieverbrauch im Gartenbau nach verschiedenen Quellen	50
Tabelle 9: Liste aller Größen/Indikatoren, die im inhaltlichen Zusammenhang des Projekts Gegenstand der Berichtspflichten sind.....	73

Anhang	Seite
Anhang 1: Input-Output-Tabelle 2000 zu Herstellungspreisen (Ausschnitt).....	87
Anhang 2: Lieferung der landwirtschaftlichen Produktionsverfahren in außersektorale Produktionsbereiche	89
Anhang 3: Risikoindizes des Pflanzenschutzmitteleinsatzes	90
Anhang 4: Abschätzung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes und des damit verbundenen Belastungsrisikos und Kulturarten	91
Anhang 5: Behandlungsindizes und Überleitungstabelle in RAUMIS-Code	105
Anhang 6: Bericht der BBA zum PSM-Einsatz in physischen Einheiten.....	106
Anhang 7: Überleitung der BBA-Angaben zum Wirkstoffeinsatz in landwirtschaftliche Produktionsverfahren des Berichtsmoduls.....	113
Anhang 8: Physische Mengen des Pflanzenschutzmitteleinsatzes.....	114
Anhang 9: Parameterschätzung zum Ökologischen Landbau am Agrarsektor.....	115

ALTK	Kühe (ehem. Milchkühe ausgemästet bis zur Schlachtung)
AMMU	Mutter-/Ammenkuhhaltung (einschl. zugehoer. Kälber b.6 Mo.)
BBA	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtsch. und Verbraucherschutz
BRAC	Ungenutzte landwirtschaftl. Fläche
BULL	Bullenmast (maennliche Rinder ab 6 Monate bis zur Schlach)
EPER	European Pollutant Emission Register
FAUF	Färsenaufzucht (aufgezogene Faersen)
FLST	Flächenstillegung (praemiert+sanktioniert)
FMAS	Färsenmast (aufgezogene Färsen)
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik der Europäischen Union
GEMU	Gemuese, Erdbeeren u. Gartengew.
HAFE	Hafer und Sommermenggetreide
HELCOM	Helsinki Commission
HUEL	Hülsenfruechte
HUTU	Streuwiesen und Hutungen
IRENA	Indicator reporting on the integration of env. concerns into agricultural policy
JUHE	Junghennen
KAUF	Kaelberaufzucht (Kaelber <=6 Monate)
KLEE	Klee und -gras
KMAI	Körnermais (einschl. CCM)
KMAS	Kälbermast (weibliche und männliche Kälber zur Mast)
LCA	Life Cycle Assessment
LEHE	Legehennen (1/2 Jahr und älter)
LF	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
LGR	Landwirtschaftliche Gesamtrechnung
LUZE	Luzerne und -gras
MAHH	Hähnchen-/Broilermast
MIKU	Milchkuhhaltung (Milchkuehe; zugeordnet Kaelber 1 Mon.
NEC	National Emission Ceilings
OBST	Obstanlagen (ohne Erdbeeren)
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OSPAR	Oslo and Paris (Convention)
PB	Produktionsbereich
PSM	Pflanzenschutzmittel
PV	Produktionsverfahren
RAPS	Raps und Rübsen
REBL	Rebland
ROGG	Roggen, Wintermenggetreide
SAUH	Sauenhaltung (Zuchtsauen ab 1 Wurf bis zum Ausscheiden)
SCHA	Schafhaltung (Zucht und Mast; zugeordnet Lämmer)
SGER	Sommergerste
SHAC	Sonstige Hackfrüchte
SHAN	Sonstige Handelsgewaechse (ohne Ölsaaten)
SMAI	Grün- und Silomais
SMAS	Schweinemast
SOEL	Sonstige Oelfruechte
SOGE	Sonstige Gefluegelmast (Enten, Gänse, Truthühner)
SOPF	Sonstige Pfl.produktion (ohne Feldfutter)
SOTI	Sonstige Tierproduktion (Ziegen, Edelpelztiere, Bienen)
StJB	Statistisches Jahrbuch des BMELV
SWEI	Sommerweizen, Durum
TBN	Testbetriebsnetz
WEID	Dauerweiden (ohne Hutungen)
WGER	Wintergerste
WIES	Wiesen (ohne Streuwiesen) und Mähweiden
WRRL	EU-Wasserrahmenrichtlinie
WWEI	Winterweizen, Dinkel
ZMP	ZMP Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH
ZRUE	Zuckerrüben

1 Einleitung

Im Jahr 2005 wurde das erste Projekt zum Aufbau eines Berichtsmoduls über das Thema Landwirtschaft und Umwelt in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR), abgeschlossen. Die Ergebnisse wurden in einem Arbeitsbericht (Schmidt et al., 2004) und einem Abschlußbericht (Schmidt et al., 2005a) dokumentiert (www.destatis.de/Abschlussbericht). Anliegen dieses ersten Projektes¹ war es, den Produktionsbereich Landwirtschaft aufgrund seiner großen Bedeutung für Umwelt und Landnutzung in einzelne Produktionsverfahren zu disaggregieren und dafür verfahrensspezifische Ressourcennutzungen und Belastungen auszuweisen. Der erste Bericht enthält neben einer allgemeinen Einordnung des Projekts in die UGR Angaben zu drei von insgesamt sechs Modulbausteinen² des Berichtsmoduls, nämlich zu den Bausteinen „Ökonomische Daten“, „Material- und Energieflüsse“ und „Bodennutzung“. Der geplante Berichtszeitraum war 1991 bis 2003, dargestellt jeweils für die Kalenderjahre 1991, 1995, 1999 und 2003. Im Anschluss daran wurden die Arbeiten zum Aufbau des Berichtsmoduls in einem Folgeprojekt fortgeführt. Aufgaben dieses zweiten Projektes, das im Institut für Ländliche Räume des vTI³ (organisatorische Nachfolgeinstitution der FAL⁴) bearbeitet wurde, waren einerseits konzeptionelle Erweiterungen des Berichtsmoduls „Landwirtschaft und Umwelt“ in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (nachfolgend Berichtsmodul genannt) auf der Basis von Projekt I und andererseits Anwendungen der dort erarbeiteten Methoden und Ergebnisse. Da das Berichtsjahr 2003 wegen methodischer Probleme erst im Nachgang zu Projekt I berechnet werden konnte, sind nunmehr auch diese Ergebnisse im hier vorgelegten Bericht enthalten.

Zu den konzeptionellen Erweiterungen im zweiten Projekt zählen:

- die Erweiterung der in Projekt I durchgeführten Analyse der intralandwirtschaftlichen Vorleistungsverflechtung auf die Darstellung der Verflechtungen zu einzelnen außerlandwirtschaftlichen Produktionsbereichen (vor- und nachgelagerte Bereiche) sowie Nachfragekategorien (letzte Verwendung) (s. Kapitel 3),
- Abbildung des Inputs von Pestiziden und Risikobewertung nach Produktionsverfahren (s. Kapitel 4),

¹ Für eine Übersicht zum Anliegen des Berichtsmoduls Landwirtschaft und Umwelt siehe auch die Kurzfassung der Projektbeschreibung (Oktober 2005) www.destatis.de/UGRKurzfassung.

² Zum modularen Aufbau des Berichtsmoduls siehe den Abschlussbericht zu Projekt I, Kapitel 2.1.

³ vTI - Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei.

⁴ FAL - Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft.

- Ergänzung der Abbildung von Materialflüssen nach Produktionsverfahren (CO₂, Ca, Bilanzen für P und K) (s. Kapitel 5),
- Prüfung der Möglichkeiten zur Aufnahme der Themen Subventionen und Umweltschutzmaßnahmen in das Berichtsmodul (s. Kapitel 9).

Zu den Anwendungen gehörten:

- die Anwendung auf nationale Nachhaltigkeitsindikatoren (deutsche Nachhaltigkeitsstrategie) (s. Kapitel 5.2, 13, Tab. 10),
- Anwendung der Verfahren auf den Ökologischen Landbau mit Gegenüberstellung von Ökolandbau und konventionellem Landbau (s. Kapitel 10),
- Anwendung der Methoden auf Agrarumweltindikatoren der EU (Prüfung der Datenverfügbarkeit, Umsetzbarkeit sowie die Berechnungen) (s. Kapitel 12),
- Anwendung auf Kenngrößen internationaler Berichtspflichten (Identifizierung relevanter Kenngrößen in Berichtspflichten, Berechnung sowie Dokumentation möglicher Abweichungen zwischen Projektergebnissen und internationalen Kennzahlen (s. Kapitel 13),
- die Berechnung indirekter Effekte hinsichtlich relevanter ökonomischer Größen und der Ressourcenansprüche landwirtschaftlicher Endprodukte (s. Kapitel 2),
- Dokumentation der Methoden (Vervollständigung zu Projekt 1 und Ergänzung zu Projekt 2), s. separater Methodenbericht (nicht veröffentlicht) und Ausführungen der Kapitel 2-6).
- Konzeptentwicklung für den Prototyp einer Routineveröffentlichung und die Umsetzung des Konzepts in einer Veröffentlichung⁵ (siehe Anhang).

Der Abschlussbericht besteht aus folgenden Produkten:

- dem hier vorgelegten Projektendbericht zu Projekt II, der die genannten inhaltlichen Erweiterungen und Anwendungen des UGR-Berichtsmoduls (einschl. der Ergebnisdarstellung) enthält,

⁵ Vertraglich vereinbarte Veröffentlichungen zu Ergebnissen der Ressourcenansprüche landwirtschaftlicher Endprodukte wurden in beiderseitigem Einvernehmen zurückgestellt.

- den Excel-Arbeitsmappen, die die Datengrundlagen, Berechnungsmatrizen und graphischen Darstellungen sowie VBA⁶-Makros zur Erzeugung jahresspezifischer Ergebnisse enthalten,
- Dokumentation und Methodenbeschreibung zu den Excel-Tabellen,
- dem Konzept für den Prototyp der regelmäßigen Veröffentlichung von Ergebnissen (ein Konzept wurde vom Statistischen Bundesamt vorgeschlagen),
- dem Entwurf einer Routineveröffentlichung zum Berichtsmodul „Landwirtschaft und Umwelt“, in dem die Ergebnisse von Projekt I und II entsprechend dem Konzept für den Berichtszeitraum 1991 bis 2007 in geeigneter Weise aufbereitet und dargestellt werden sollten.⁷

Inhaltliche Schwerpunkte des Projektes II lagen in den Bereichen direkte und indirekte Ressourcenansprüche bzw. Emissionen landwirtschaftlicher Endprodukte und des Energieverbrauchs des Agrarsektors nach Produktionsverfahren. Weiterhin wurden die physischen Mengen der PSM⁸-Anwendungen geschätzt, die Anbindung des Agrarsektors an außerlandwirtschaftliche Produktionsbereiche implementiert sowie die „horizontale“ Aufteilung des Agrarsektors in zwei Teilspektoren (Ökologische und konventionelle Landwirtschaft) bearbeitet. Darüber hinaus wurden die Verknüpfungen zu EU⁹-Indikatoren herausgestellt und ein Vergleich der RAUMIS¹⁰-Eckzahlen mit der Offizialstatistik und mit internationalen Berichtspflichten gezogen.

⁶ VBA - Visual Basic for Applications.

⁷ Z. Zt. liegt erst eine Entwurfsfassung vor; Daten für 2007 noch nicht verfügbar.

⁸ PSM – Pflanzenschutzmittel.

⁹ EU - Europäische Union.

¹⁰ RAUMIS - Regionalisiertes Agrar- und Umweltinformationssystem.

2 Berechnung indirekter Effekte für Ressourcenverbrauch und Umweltbelastungen bei der Herstellung landwirtschaftlicher Endprodukte

Die landwirtschaftlichen Vorleistungen und Vorleistungsverflechtungen nach Produktionsverfahren wurden im Projektbericht I (Schmidt et al., 2005b) innerhalb einer Input-Output-Tabelle dargestellt und erläutert. Dies ist die Grundlage für die Berechnung der indirekten Effekte, die die Vorleistungsverflechtungen durch die Herstellung landwirtschaftlicher Endprodukte des Sektors - vor Weiterverarbeitung in anderen Produktionsbereichen - berücksichtigen. Dabei werden zunächst die intralandschaftlichen Lieferungen den landwirtschaftlichen Endprodukten zugeordnet. Anschließend kann eine weitere Zuordnung der Produktion - und der damit verbundenen Umweltnutzung – zu den Erzeugnissen der Endnachfrage (nach Nahrungsmitteln) erfolgen. Hier wird insbesondere die Lieferverflechtung der landwirtschaftlichen Produktionsverfahren mit dem Nahrungsmittelgewerbe berücksichtigt (siehe nächstes Kapitel 3).

Die Belastungen aus vorgelagerten Produktionsstufen (z. B. Energieverbrauch bei der Herstellung von Mineraldünger oder Pflanzenschutzmitteln, Ressourcenverbrauch bei der Erzeugung von Futterimporten u. a.) werden hier nicht angerechnet. Diese Betrachtungsebene sollte bei künftigen Erweiterungen einbezogen werden.

2.1 Allgemeines, Definitionen und Datenquellen

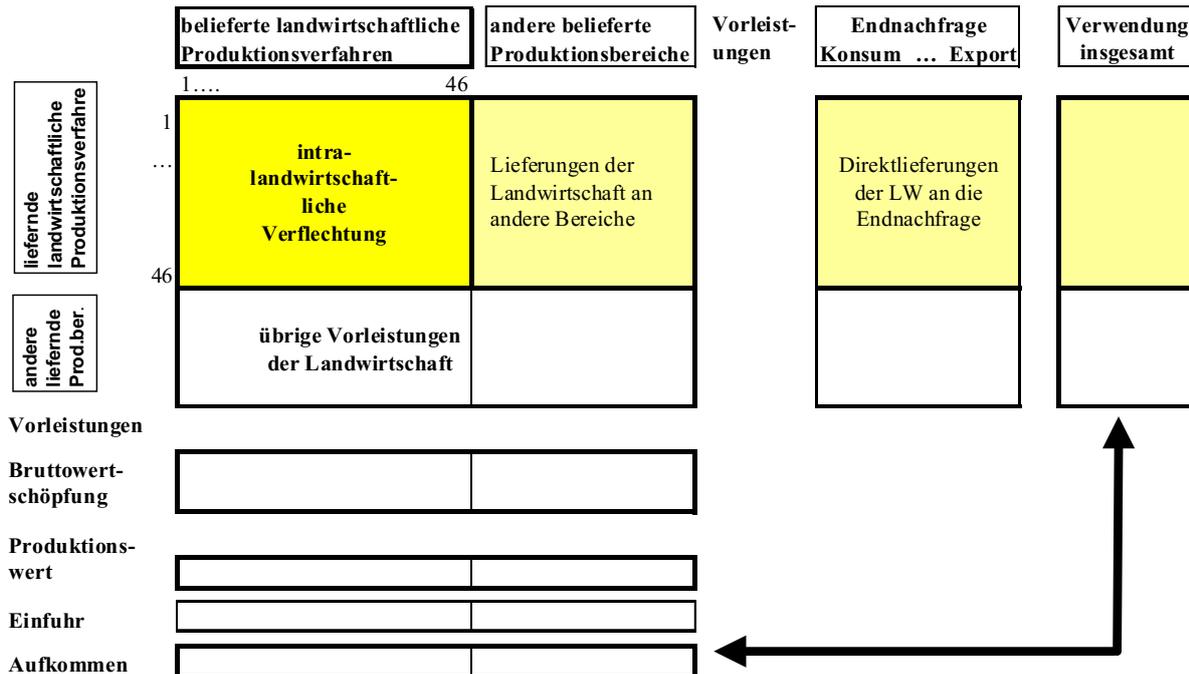
Der Physiokrat¹¹ François Quesnay hat bereits 1758 das 'Tableau économique' zur Darstellung des Wirtschaftskreislaufs entwickelt. Es gilt als der erste Input-Output-Ansatz zur Darstellung der Wirtschaft und deren Verflechtungen. Darauf aufbauend hat Wassily Leontief 1941 die Input-Output-Analyse als so genannte Impakt-Analyse ausführlich beschrieben (Leontief, 1941). Damit wurden die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen sich verändernder Absatz- und Faktormärkte in der Nachkriegszeit untersucht und ex-ante abgeschätzt. Die Input-Output-Analyse konnte somit als wirtschaftspolitisches Planungsinstrument eingesetzt werden (Holub und Schnabl, 1982) und wird heute sowohl auf regionaler als auch auf nationaler Ebene verwendet.

Die Input-Output-Analyse basiert auf der Darstellung der Vorleistungsverflechtung in der Input-Output-Tabelle. Darin werden die monetären Flüsse zwischen allen Wirtschafts-

¹¹ Physiokratie: Volkswirtschaftslehre des 18. Jh., die von einer naturgegebenen Harmonie wirtschaftlicher Prozesse ausgeht und in der die Landwirtschaft eine besonders wichtige Rolle als einziger wirtschaftlich produktiver Bereich einnimmt.

bzw. Produktionsbereichen beschrieben. Im Berichtsmodul „Landwirtschaft und Umwelt“ der UGR werden die monetären und z. T. auch physischen Verflechtungen durch den Bezug von Produkten und Dienstleistungen (Inputseite) und durch den Absatz von Produkten (Outputseite) sowie innerhalb des Agrarsektors beschrieben (s. Abbildung 1).

Abbildung 1: Schema der Input-Output-Tabelle im Berichtsmodul Landwirtschaft und Umwelt



Quelle: Statistisches Bundesamt

Die Basismatrix des Agrarsektors enthält in der Vorspalte und in der Kopfzeile dieselben landwirtschaftlichen Produktionsverfahren (PV) und bildet somit die intralandschaftliche Verflechtung ab. Durch die Verknüpfung der PV mit den liefernden und belieferten Produktionsbereichen des Marktes kann die gesamte monetäre Verflechtung dargestellt und eine inverse Matrix¹² erstellt werden. Auf der Basis dieser inversen Matrix folgt die Multiplikation zweier Matrizen (inverse Matrix der monetären Input-Output-Tabelle und Matrix in physischen Einheiten der jeweiligen PV) zur Ermittlung kumulierter Ressourc-

¹² Inverse Matrix - Definition: Falls für eine quadratische Matrix A eine Matrix A^{-1} mit der Eigenschaft $A \bullet A^{-1} = A^{-1} \bullet A = I$ existiert, dann heißt A^{-1} die inverse Matrix von A . Die Matrix A heißt invertierbar, falls sie eine Inverse besitzt (I = Einheits- oder Identitätsmatrix ist eine quadratische Matrix, deren Hauptdiagonale nur aus 1en besteht. Alle anderen Elemente sind 0).

nansprüche¹³ und Belastungen. Diese kumulierten Angaben werden sowohl für die Produktionsverfahren als auch für deren Endprodukte ausgewiesen. Der Unterschied besteht darin, dass im ersten Fall, d. h. in den kumulierten Werten der PV, die Ressourcenansprüche und Emissionen des PVs selbst (direkte Umweltnutzung) zuzüglich der Ressourcennutzung durch die vorgelagerten landwirtschaftlichen Produktionsstufen zusammengefasst werden. Dabei ergeben sich teilweise Doppelzählungen, weil die umgebuchten Belastungen nach der Umbuchung nicht abgezogen werden, sondern als direkte Ressourcennutzung verbleiben. Im zweiten Fall, d. h. bei der Belastung der Endprodukte, werden nur die umgebuchten Werte ausgewiesen, Doppelzählungen treten nicht mehr auf. Die umgebuchten Werte sind Ressourcenansprüche und Belastungen, die zwar in einem PV anfallen, aber ganz oder teilweise auf ein oder mehrere PV umgebucht werden.

Abbildung 2: Schema der Matrizenrechnung und Belastung der Produkteinheiten

monetär 1		Belieferte Verfahren			
Originalwerte		Getreide	Mastschwein	Andere PV	Markt
Liefernde Verfahren	Getreide [€]	1	343	70	0
	Mastschwein [€]	47	0	23	886
	Andere PV [€]	5	114	78	0
monetär 2		Inverse Matrix			
Getreide [-]		1,06	1,08	0,21	
Mastschwein [-]		0,05	1,08	0,04	
Andere PV [-]		0,10	1,08	1,04	
physisch 1		direkte Emissionen nach Produktionsverfahren (PV)			
Fläche [ha]		16	0	23	
physisch 2		direkte und indirekte Emissionen nach PV			
Fläche [ha]		0	39	0	
physisch 3		produzierte Einheiten für Weiterverarbeitung			
Fleisch [t]		0	125	0	
physisch 4		Flächenbelastung pro Tonne Schweinefleisch			
Belastung [ha/t]		0	0,31	0	

Matrix invertieren

zwei Matrizen multiplizieren

Werte dividieren

Quelle: Eigene Darstellung

Ein vereinfachtes Beispiel soll diese Vorgehensweise veranschaulichen (Abbildung 2). Die erste Tabelle der Abbildung zeigt die Lieferverflechtungen im Agrarsektor mit drei Produktionsverfahren (PV), wobei in dieser vereinfachten Darstellung nur das PV Mastschwein ein Produkt (Schweinefleisch) an den Markt - also in andere Sektoren bzw. Produktionsbereiche - liefert. Die erste monetäre Matrix wird invertiert und anschließend mit einem physischen 'Belastungsvektor' multipliziert. Damit werden alle Belastungen, die bei der Produktion von Schweinefleisch (im Agrarsektor) anfallen, auf das Endprodukt

¹³ Kumulierte Ressourcenansprüche ergeben sich aus der Summe der Ressourcennutzung bei der Herstellung landwirtschaftlicher Vorprodukte und deren Zurechnung zu den landwirtschaftlichen Endprodukten.

umgebucht. Dividiert man diese Größe durch die gelieferte Menge (hier: 125 Tonnen), so erhält man den Flächenanspruch je Tonne Schweinefleisch bzw. das Lebendgewicht der zur Schlachtung gelieferten Tiere.

Diese so genannte unendliche Vorleistungsverflechtung enthält im Berichtsmodul 46 PV, wovon 33 PV Produkte an weiterverarbeitende Produktionsbereiche außerhalb des Agrarsektors liefern.

Die monetären Rahmendaten stammen aus der LGR und werden in jeweiligen Preisen (nicht preisbereinigt) berechnet. Die Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle (ZMP) liefert Erzeugerpreise für landwirtschaftliche Produkte, während das Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) hauptsächlich Normdaten für einzelne Produktionsverfahren liefert. Die meisten Fachdaten liefert das BMELV mit dem jährlich erscheinenden „Statistischen Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten“. Darüber hinaus bietet die Fachliteratur umfangreiche Grundlagen, die zur Abschätzung von Verhältniszahlen, Belastung von Vorleistungen aus anderen Sektoren u. ä. dienen.

2.2 Konzept für die Darstellung und Interpretation von Ergebnissen

Das Berichtsmodul weist prinzipiell alle berechneten - ökonomischen und ökologischen - Werte nach 46 Produktionsverfahren sowohl für den Gesamtsektor als auch für die Teilsektoren konventionelle und ökologische Landwirtschaft aus. Daraus lassen sich wiederum Teilaggregate wie z. B. Rindfleischproduktion durch Kälber-, Färsen- und Bullenmast bilden und in Graphiken darstellen. Die Interpretation der Ergebnisse erfolgt einerseits zu Unterschieden zwischen den PV und andererseits zu Trends über die Berichtsjahre. Die Weiterverarbeitung dieser Werte in einer Input-Output-Tabelle lässt die Darstellung nach Endprodukten zu, die entweder nur die direkten Belastungen ausweisen, also diejenigen, die innerhalb des Agrarsektors entstehen, oder zusätzlich die indirekten aus allen weiteren Vorleistungsstufen. Letztendlich kommt diese Auswertung einem LCA (Life Cycle Assessment)¹⁴-Ansatz am nächsten, der die Gesamtbelastung eines Produktes ausweist. Die Darstellung im Rahmen der UGR hat aber einen ganz entscheidenden Vorteil gegenüber einem LCA-Ansatz: Durch die Einbindung der Ergebnisse in die Gesamtrechnung erfolgt eine integrierte, „ganzheitliche“ Betrachtung, d. h. die Ergebnisse für einzelne Verfahren oder Produkte sind nicht aus dem Gesamtzusammenhang gerissen, sondern stehen in Bezug zu den Angaben zur Produktion und den Vorleistungen aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung.

¹⁴ LCA- Life Cycle Assessment = Ökobilanz.

2.3 Darstellungsbeispiele (aktueller Stand und Trends)

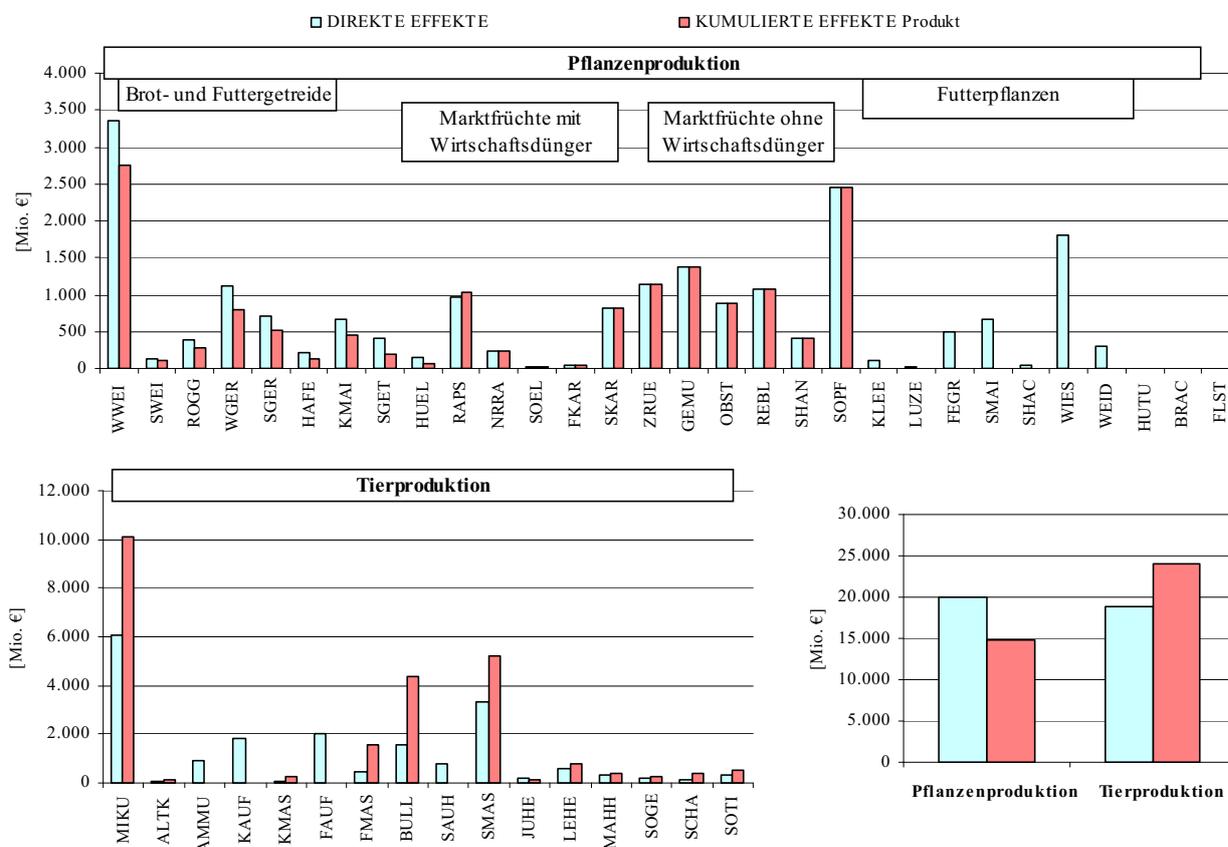
Die Ergebnisse der Input-Output-Analyse lassen sich in diesem Bericht graphisch nicht vollständig darstellen und sind deshalb nur im Tabellenteil umfassend dokumentiert. Im Folgenden werden einige ausgewählte Beispiele gezeigt, die das breite Spektrum der möglichen Ergebnisaufbereitung illustrieren.

Abbildung 3 zeigt am Beispiel der landwirtschaftlichen Produktionswerte (in Mio. €) die zwei Darstellungsarten. Zum einen die Darstellung der Produktionswerte der einzelnen Produktionsverfahren (direkte Effekte), zum anderen die Darstellung der Produktionswerte nach Zurechnung der Produktionswerte der vorgelagerten Produktionsstufen zu den landwirtschaftlichen Endprodukten. Beispielsweise bezieht das PV Winterweizen (WWEI) Vorleistungen aus der Tierproduktion (organischen Dünger) und stellt landwirtschaftsintern Futtermittel bereit bzw. liefert Brotgetreide an den Markt. Da der monetäre Wert der gelieferten Futtermittel¹⁵ (Abbuchung) den monetären Wert der Bezüge von organischem Dünger¹⁶ (Zubuchung) übersteigt, sind die kumulierten Werte für das Produkt Winterweizen (Brot- und Futterweizen) geringer als die direkten Produktionswerte. Handelsfrüchte wie z. B. Obst werden zu 100 % an den Markt geliefert und erhalten darüber hinaus keine landwirtschaftsinternen Zulieferungen. Deshalb sind die kumulierte Produktion und die direkte Produktion identisch. Reine Transferverfahren, wie die Futtermittelherstellung (z. B. Wiesen und Weiden) verursachen zwar hohe direkte Belastungen, da sie aber kein Endprodukt an den Markt liefern, werden diese „direkten Effekte“ als „kumulierte Effekte“ in die Tierproduktion umgebucht (von wo sie dann letztlich wieder weitergebucht werden, sei es in die Pflanzenverfahren über den Wirtschaftsdünger, sei es in die Marktprodukte).

¹⁵ Innerhalb des Agrarsektors und nicht über den Handel.

¹⁶ Der monetäre Wert des organischen Düngers wird aus dessen Gehalt an Makronährstoffen und den entsprechenden Düngerpreise für äquivalenten Mineraldünger berechnet. Güllewertberechnung pro m³ bzw. t (spezifisches Gewicht 1 t/m³): NH₄-Gehalt ** 1,8 kg/m³*0,5 Euro/kg N* = +0,90 Euro; P₂O₅-Gehalt ** 1,5 kg/m³*0,5 Euro/kg P = +0,75 Euro; K₂O-Gehalt ** 4,4 kg/m³*0,3 Euro/kg K = +1,32 Euro; Rechnerischer Wert = 2,97 Euro/t, ca. 3 Euro/t

Abbildung 3: Direkte und kumulierte indirekte Effekte innerhalb des Sektors Landwirtschaft am Beispiel der Produktionswerte (Berichtsjahr 2003)



Quelle: Eigene Darstellung

Bei den Tierverfahren bestehen folgende Zusammenhänge: als direkte Effekte¹⁷ gehen beispielsweise im Verfahren Milchkuh (MIKU) die monetären Werte von Milch- und Fleischerzeugung (Milchkühe als Schlachtvieh) sowie der Kälber ein. Der erhöhte Wert bei den indirekten Effekten kommt durch Umbuchungen zustande, die den Wert der Marktprodukte (Milch- und Fleischerzeugung) einschließlich der Produktionswerte aus den intralandschaftlichen Zulieferungen, wie beispielsweise den Futtermitteln, ausweisen. Die intralandschaftlichen Vorleistungen wie Futter oder Jungtiere verlassen den Sektor nicht, weshalb ihre Produktionswerte nur in der Bruttobetrachtung ausgewiesen werden. Der kumulierte Wert dieser nicht an andere Sektoren gelieferten Produkte wurde anteilig auf die Marktprodukte (hier Milch und Fleisch der MIKU) umgebucht. Deshalb weisen ALTK, AMMU, KAUF, FAUF und JUHE (ebenso wie die Futterpflanzen) als reine Transferverfahren keine indirekten Effekte aus. Das Geflügel profitiert nur in geringerem Umfang von intralandschaftlichen Vorleistungen, da dessen Futtermittel zumeist von Mischfutterwerken eingekauft werden, die nicht zum Agrarsektor zählen. Deshalb sollte in

¹⁷ Direkte Effekte (vgl. Kapitel 2.1): Menge (Produktion in Tonnen [t]) * Preis [€/t] = Produktionswert [€].

weiteren Untersuchungen der außerlandwirtschaftliche Vorleistungsbereich stärker berücksichtigt werden, um die Aussagekraft der Analyse zu verbessern.

Als Parameter für die physischen Ressourcenansprüche landwirtschaftlicher Endprodukte im Baustein „Material- und Energieflüsse“ des UGR-Berichtsmoduls werden folgende Merkmale einbezogen:

- Landwirtschaftliche Anbaufläche [ha],
- Energieeinsatz [TJ],
- Treibstoffe [L],
- gasförmige Emissionen (CO₂-Äquivalente, Ammoniak, Lachgas, Methan, NMVOC) [t],
- Ausbringung von Stoffen (Klärschlamm, Kompost, Wirtschaftsdünger) [t],
- Wasserentnahme und Abwasser [m³]

sowie für die sozio-ökonomische Bedeutung der Endprodukte aus dem Baustein „Ökonomische Daten“ als Parameter:

- die Bruttowertschöpfung [€] und Nettowertschöpfung [€],
- den Produktionswert zu Erzeugerpreisen nach dem Bruttoprinzip [€] als Basis zur Berechnung direkter und indirekter Effekte,
- die Beschäftigung (ökonomische oder menschliche Ressource) [Arbeitskräfte].

In Abbildung 4 sind ausgewählte Ressourcenansprüche und Emissionen für ein Pflanzen- und ein Tierproduktionsverfahren (PV) im Vergleich zu den Ressourcenansprüchen und Emissionen der Endprodukte dieser PV (in jeweiligen Einheiten) aufgeführt. Die erste Säule jedes Themenbereichs (hier: Arbeit, Fläche, CO₂¹⁸⁾) beschreibt den direkten Ressourcenanspruch bzw. die direkten Emissionen am Beispiel des PVs Winterweizen bzw. des PVs Milchkuh. Die zweite Säule zeigt die Werte dieser Größen, die den Marktprodukten¹⁹⁾ dieser PV zuzuordnen sind und darüber hinaus den Anteil, der aus anderen PV als Anspruch oder Belastung umgebucht wurde. Die Summe der direkten Effekte entspricht genau der Summe der kumulierten Effekte. Dies entspricht der gesamten Produktion, die in der Landwirtschaft verwendet und/oder in andere PBs oder in den „Endverbrauch“ geliefert wird.

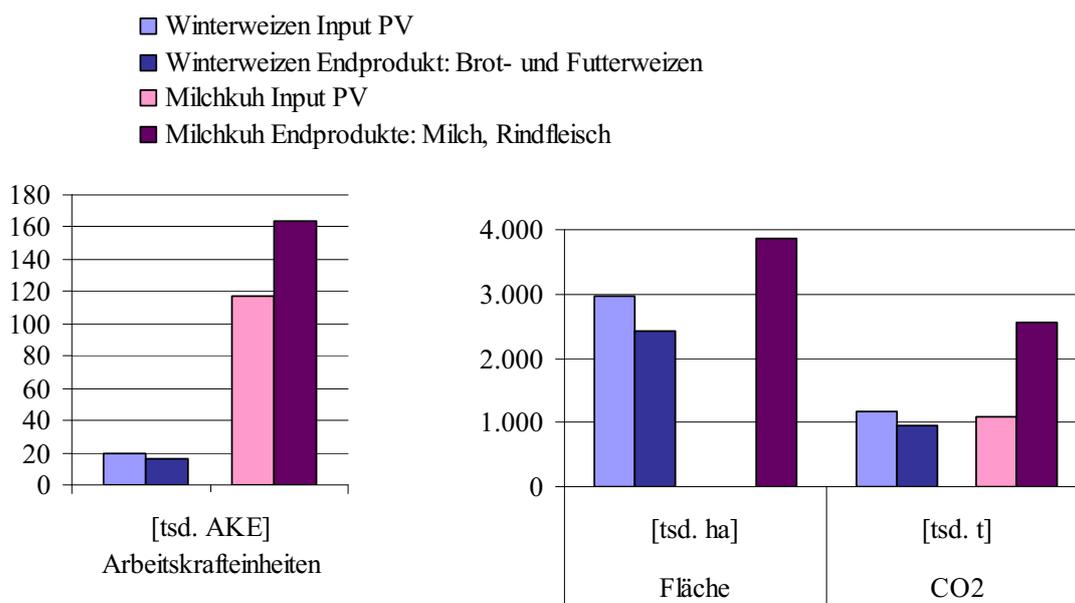
Wie Abbildung 4 beispielhaft zeigt, beansprucht das PV Winterweizen mehr Ressourcen und verursacht mehr Emissionen (Winterweizen Input PV), als dem Marktprodukt anzulasten sind (Winterweizen Endprodukt), da ein Teil des Weizens direkt innerbetrieblich für die Tierproduktion verwendet wird. Beim Flächenbedarf zeigt sich sehr deutlich die

¹⁸⁾ Weitere Parameter wurden für das UGR-Berichtsmodul berechnet: Produktionswert zu Erzeugerpreisen [1000€], Vorleistung [1000€], Steuern [1000€], Nettowertschöpfung [1000€], Bruttowertschöpfung [1000€], Gütersubventionen [1000€], Treibstoffe [L], CO₂-Äquivalente [t], Ammoniak [t], Lachgas [t], Energieeinsatz [TJ].

¹⁹⁾ Definition Marktproduktion: Lieferung an Bereiche außerhalb der Landwirtschaft (d. h. hier: Nahrungs- und Genussmittelherstellung, Export, Konsum)

Umbuchung des Flächenanspruchs der Milchproduktion: Während den Milchkühen kein direkter Flächenanspruch zugewiesen wird (Stallplätze sind kein Teil der landwirtschaftlichen Nutzfläche; Weideflächen zählen nur als Pflanzenproduktionsverfahren, da sonst Doppelzählung), wird durch die Umbuchung der für die Futtererzeugung beanspruchten Weizenanbauflächen auf den Flächenanspruch für die Herstellung der Endprodukte Milch und Rindfleisch die indirekte Flächeninanspruchnahme verdeutlicht. Neben der Weizenanbaufläche sind hier auch alle anderen Futterflächen (Getreide und Grünland) der Milchkühe kumuliert. Demselben Prinzip folgen die Subventionen: keine direkte Subventionierung der Milch(kuh), aber indirekt über die Futterherstellung. Die zwei Säulenpaare für CO₂ verdeutlichen noch einmal die umgebuchten Belastungen aus dem Futtermittelbereich (Weizen) in den Veredelungsbereich (Kühe).

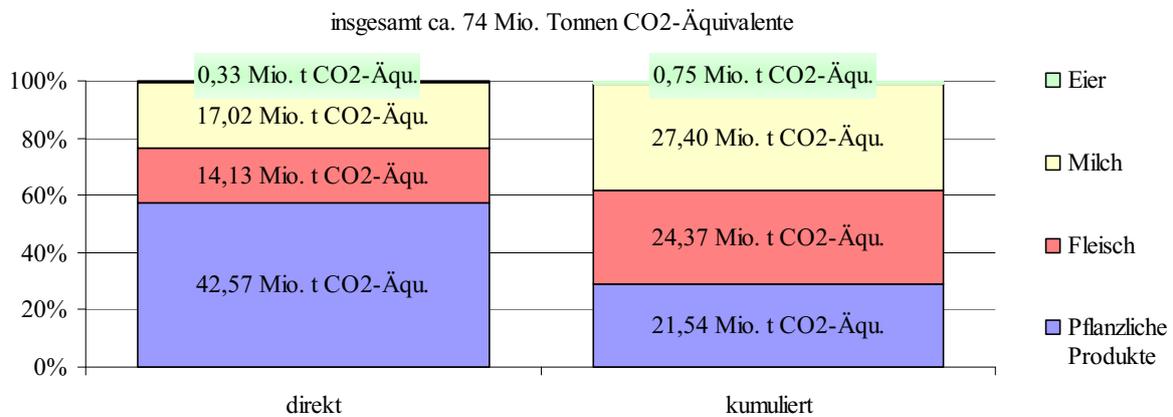
Abbildung 4: Ressourcenanspruch und Emissionen der Produktionsverfahren (PV) gegenüber Ressourcenanspruch und Emissionen der Endprodukte dieser PV (in jeweiligen Einheiten, Berichtsjahr 2003)



Quelle: Eigene Darstellung

Eine alternative Darstellungsweise zeigt Abbildung 5. Das Schaubild verdeutlicht die hohe direkte Emission von Treibhausgasen aus den Pflanzen-PV, die zu einem großen Teil den tierischen Produkten zugerechnet wurden (s. zweite Säule - kumuliert).

Abbildung 5: Direkte und kumulierte CO₂-Emissionen der landwirtschaftlichen Produktion 2003 (ohne Effekte aus vorgelagerten Produktionsbereichen)



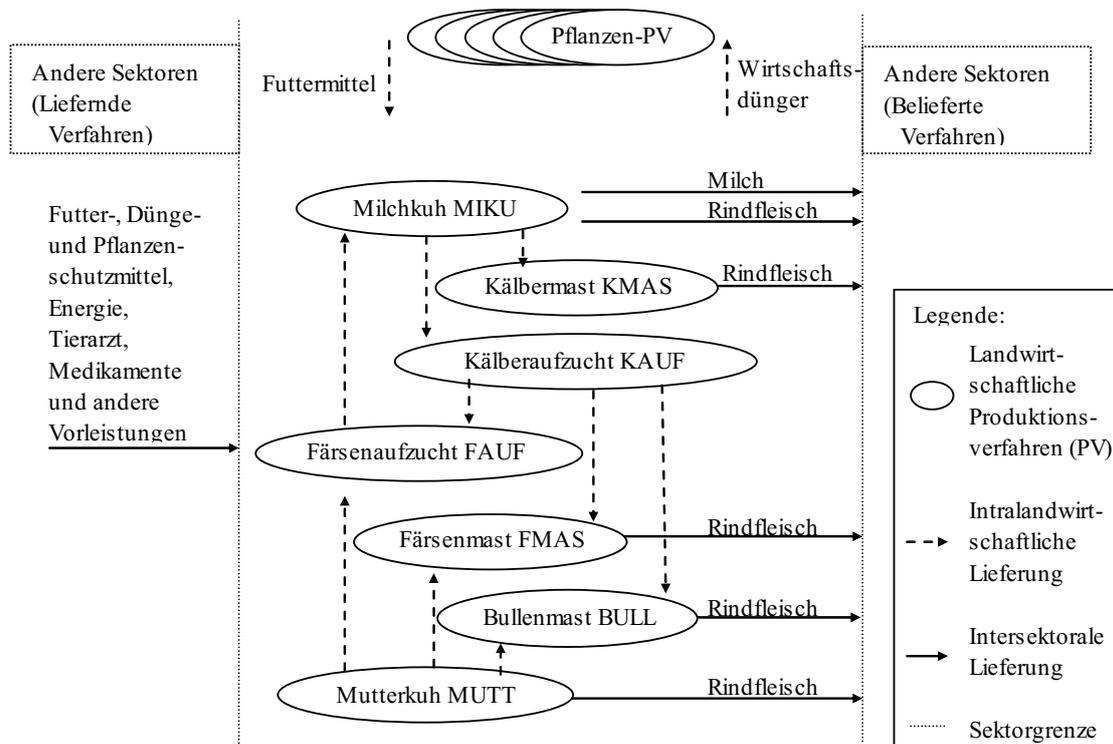
Quelle: Eigene Darstellung

Zusätzlich zu den hier dargestellten Werten des Agrarsektors entstanden Emissionen in anderen Sektoren bei der Bereitstellung von Betriebsmitteln, die in der landwirtschaftlichen Produktion eingesetzt wurden.

Am Beispiel der Milch- und Rindfleischerzeugung soll die Wirkungskette innerhalb des Agrarsektors exemplarisch dargestellt werden (Abbildung 6). Teilweise entsteht ein quasi-Kreislauf zwischen Milchkühen und Nachzucht, wobei jedes Produktionsverfahren Ressourcen beansprucht und Emissionen verursacht. Beispielsweise werden dem Endprodukt „Milch“ sämtliche Ansprüche und Belastungen des Produktionsverfahrens „Färsenaufzucht“ (FAUF) angelastet und anteilig die der Kälberaufzucht (KAUF) und der Futtermittelproduktion. Das Rindfleisch aus der Bullenmast (BULL) enthält neben den Belastungen aus dem Produktionsverfahren BULL auch anteilige Belastungen aus den Jungtiere liefernden Produktionsverfahren MIKU, AMMU und KAUF sowie aus der Futtermittelproduktion. Die indirekten Belastungen aus den Zulieferungen außerlandwirtschaftlicher Sektoren sind hier noch nicht eingerechnet. Um eine vollständige Bilanzierung der Konsumgüter durchführen zu können, müssten sowohl alle Produktionsstufen des vorgelagerten Bereichs (liefernde Sektoren, z. B. Düngemittelherstellung) als auch die der nachgelagerten Bereiche (belieferte Sektoren, z. B. Getränkeherstellung und Handel) untersucht werden. Die hier beschriebenen „Endprodukte des Agrarsektors“ enthalten nur diejenigen Ressourcenansprüche und Emissionen, die innerhalb des deutschen Agrarsektors entstehen. Daher sind z. B. die Belastungen der Futtermittelimporte in der vorliegenden Studie nicht berücksichtigt. Die PVn Kälber- und Färsenaufzucht sind reine „Transferverfahren“, d. h. sie erhalten ihre Vorleistungen aus dem Agrarsektor sowie aus anderen Sektoren und liefern ihre Produkte „Kalb“ und „Färse“ ausschließlich an PVn im Agrarsektor. Somit werden bei der Inversenbildung alle beanspruchten Vorleistungen und Belastungen dieser PVn auf die Endprodukte anderer agrarischer PVn umgebucht. Hingegen ist z. B. die Bullenmast ein „reines“ PV, d. h. es beliefert nur Bereiche außerhalb des Agrarsektors. Die

Lieferungen gehen fast zu 100 % in den Lebensmittelsektor. Ein Umfang von weniger als 1 % wird in Form von organischem Dünger an andere landwirtschaftliche PVn abgegeben.

Abbildung 6: Wirkungskette der Milch- und Rindfleischerzeugung innerhalb des Agrarsektors



Quelle: Eigene Darstellung

2.4 Methodische Fragen der Abgrenzung zwischen Produktionsverfahren

Die Emissionen der Wirtschaftsdüngerausbringung (NH_3 und N_2O) werden entsprechend der Vorschläge vom Statistischen Bundesamt den jeweiligen Pflanzen-PVn angerechnet, die damit gedüngt wurden. Dies entspricht dem Aktivitätsprinzip der UGR-Methodik, d. h. die Emissionen werden dem Produktionsverfahren angerechnet, durch dessen Aktivität sie aus dem Wirtschaftskreislauf in die Umwelt übergehen (z. B. Wirtschaftsdünger anteilig bei Ausbringung auf Äcker/Pflanzenbauverfahren) und nicht dort, wo sie ursprünglich herkommen, also im Falle des Wirtschaftsdüngers aus der Tierproduktion.

Diese Vorgehensweise wurde während der Projektbearbeitung mehrfach kontrovers diskutiert. In den UGR werden Vorleistungen monetär bewertet und die für deren Bereitstellung

anfallenden Ressourcenansprüche und Emissionen auf Basis der monetären Vorleistungsverflechtungen auf die aufnehmenden Verfahren umgebucht. Diese Vorgehensweise wird auch auf die intralandschaftlichen Vorleistungen angewendet und trägt dabei der Verflechtungen zwischen Pflanzen- und Tierproduktion Rechnung. Im Falle des Wirtschaftsdüngers erfolgt eine Umbuchung auf Grundlage des Düngerwertes des Wirtschaftsdüngers und belastet das aufnehmende Pflanzenbauverfahren mit einem Teil der Emissionen der Tierhaltung. Die Aufnahme von Wirtschaftsdünger wird durch die Umbuchung der Vorleistungsbelastungen auf das aufnehmende Verfahren nach UGR-Methode also bereits berücksichtigt. Die bei der Ausbringung von Wirtschaftsdünger auftretenden Emissionen müssen dafür nicht direkt der Anbaufläche der pflanzlichen Produktionsverfahren zugeschrieben werden, sondern können auch der Tierproduktion zugerechnet werden. Vielmehr kann die vollständige Zuschreibung aller Emissionen aus der Wirtschaftsdüngerausbringung zum Pflanzenbau als eine doppelte Verrechnung von Belastung dieses Vorleistungseinsatzes angesehen werden.

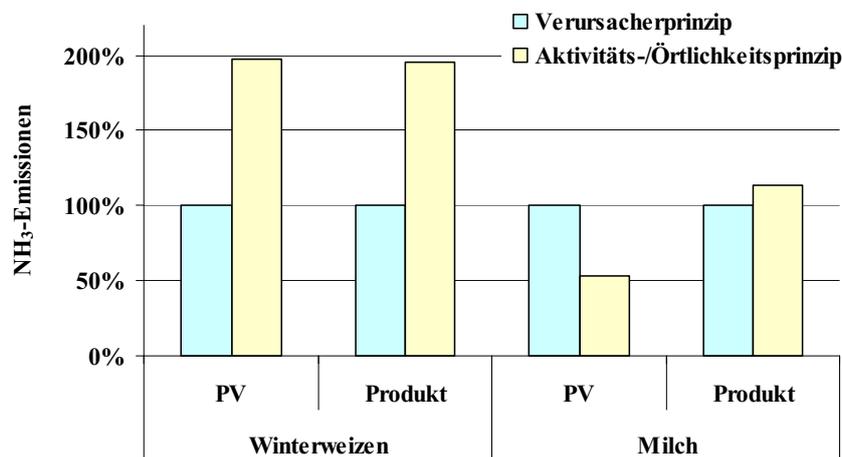
Vor diesem Hintergrund muss die Frage nach dem „Aktivitätsprinzip“ neu gestellt werden, nämlich wo die Tierproduktion endet und das pflanzliche Produktionsverfahren beginnt. Diese Frage kann nicht eindeutig und objektiv beantwortet werden. Das Aufkommen und die Ausbringung von Wirtschaftsdünger hängen ursächlich mit der Tierproduktion zusammen, und nicht mit der Pflanzenproduktion. Der Anfall in der Tierproduktion führt dazu, dass Wirtschaftsdünger ausgebracht werden muss. Die Ausbringung hat dabei zwei Komponenten, nämlich die Verwertung der Nähr- und Humusstoffe des Wirtschaftsdüngers, und die Entsorgung. Die Entsorgungskomponente beinhaltet zum einen den Zwang, Wirtschaftsdünger auszubringen, da dessen Lagerung über längere Zeiträume kostspielig ist. Zum anderen kann das Auftreten nicht oder nur schwer vermeidbarer Nährstoffverluste durch Ammoniakemissionen während der Ausbringung und der unvollständigen Verwertung des danach verbleibenden Stickstoffs als Entsorgung angesehen werden.

Die Bereitstellung von Ausbringungsfläche zur Entsorgung ist nach dieser Betrachtungsweise eine Leistung der Pflanzenbauverfahren für die Tierproduktion. Bei Lebenszyklusanalysen werden Emissionen aus der Abfallbeseitigung bzw. Entsorgung nach dem Verursacherprinzip dem Produktionsverfahren zugeschrieben, aus dem Abfälle stammen. Diese Vorgehensweise kann auch nach UGR-Prinzip angewendet werden, wenn die Entsorgungsleistung der Pflanzenbaufläche monetär bewertet würde, und zwar z. B. partiell für die N-Verluste aus der Wirtschaftsdüngerausbringung. Die Rückbuchung der Entsorgungsleistung auf das Tierproduktionsverfahren würde zum gleichen Ergebnis führen wie die direkte Zuschreibung der Ausbringungsverluste zum Tierproduktionsverfahren, und könnte somit aus pragmatischen Gründen entfallen. In dieser Betrachtungsweise sollte bei der vereinbarten Zuschreibung der Ausbringungsverluste des Wirtschaftsdüngers zum Pflanzenbau vom 'Örtlichkeitsprinzip' gesprochen werden. Nach dem 'Aktivitätsprinzip' sind letztlich recht unterschiedliche Abgrenzungen und Zuschreibungen möglich.

Im Pflanzenbau kann dagegen auch ohne Wirtschaftsdünger produziert werden, etwa durch Mineraldüngereinsatz. In der Gasemissionsberichterstattung für Treibhausgase und Ammoniak werden die aus Wirtschaftsdüngerlagerung und Ausbringung stammenden Emissionen separat ausgewiesen. Bei der aggregierten Darstellung der Ammoniakemissionen werden auch die Ausbringungsverluste nach dem Verursacherprinzip der Tierproduktion zugerechnet.

Eine Sensitivitätsanalyse der Ammoniak-Emissionen (Abbildung 7) zeigt die prozentualen Unterschiede, die durch Anwendung des Örtlichkeits- und Verursacherprinzips bestehen. Das Winterweizen-PV und das Endprodukt „Brotweizen“ tragen nach dem Aktivitätsprinzip um fast das Doppelte mehr zur Umweltbelastung bei, während die Belastung aus dem PV 'Milchkuh' um etwa die Hälfte sinkt. Durch die Umbuchungen von verschiedenen pflanzlichen Produkten auf die Milchkuhe (d. h. neben WWEI wie in Abbildung 7, noch aus den Belastungen weiterer Futterpflanzen, z. B. Silomais) werden die Endprodukte Milch und Rindfleisch über den Wirtschaftsdünger aller Tierarten „belastet“ und führen dadurch - d. h. durch die Zurechnung „indirekter Effekte“ insgesamt zu einer höheren Umweltbelastung als das Milchkuh-PV selbst.

Abbildung 7: „Örtlichkeitsprinzip“ und „Verursacherprinzip“: Alternativen der Umbuchung von Belastungen zwischen Pflanzen- und Tierverfahren am Beispiel der Emission von Ammoniak



Quelle: Eigene Darstellung

Das „Aktivitätsprinzip“ wird in diesem Spezialfall in den UGR als Örtlichkeitsprinzip angewendet und soll dazu dienen, für alle Emissionen und Ressourcenverbräuche einen Bezug zur Fläche (bzw. den Flächennutzungstyp) herzustellen. Der tatsächliche Weg wird über die dargestellten Eintragswege bis in das Endprodukt verfolgt. Dabei kommt es im Vergleich zur Gasemissionsberichterstattung zu erheblichen Verschiebungen der Zuschreibung von Emissionen zu Produktionsbereichen. Das „Verursacherprinzip“ entspricht

dagegen dem Anliegen der umweltbezogenen Politikberatung und konzentriert sich auf den ursprünglichen Verursacher, ohne räumliche oder auf einzelne Flächen bezogene Belastungspfade nachzeichnen zu wollen.

Das Ergebnis der Belastungsberechnungen nach UGR-Methodik legt nahe, dass eine Einschränkung der Weizenproduktion einen erheblichen Beitrag zur Minderung der Ammoniakemissionen leisten würde. Dies entspricht aber nicht der Realität, da bei gleich beliebigem Tierbestand keine relevante Veränderung der Emissionen zu erwarten wäre. Für die Politikberatung sind solche Daten als Analyse- und Bewertungsgrundlage nicht geeignet, da die verwendeten Zuschreibungsregeln nicht mit der internationalen Emissionsberichterstattung übereinstimmen und keine geeigneten Ansatzpunkte für Emissionsminderungen identifiziert werden können, die vor allem in der Tierhaltung zu suchen sind. Für die Analyse der Umweltwirkungen des Konsums werden ebenfalls irreführende Ergebnisse erzeugt, da nahe gelegt wird, dass der Konsum von Brotweizen eine treibende Kraft für die Entstehung hoher Ammoniakemissionen ist, und nicht die hohe Nachfrage nach tierischen Produkten.

Als Fazit lässt sich festhalten, dass seitens des vTI Diskussionsbedarf bezüglich der Verteilungs- und Zuschreibungsregeln gesehen wird, die bei der Umsetzung des Aktivitätsprinzips der UGR angewendet werden. Wie die vorangestellten Erläuterungen und der Vergleich von zwei möglichen Methoden gezeigt haben, gibt es keinen einzelnen, objektiv begründbaren Berechnungsweg. Andererseits haben die betreffenden methodischen Entscheidungen einen erheblichen Einfluss auf das ausgewiesene Ergebnis. Verteilungs- und Zuschreibungsregeln sollten in Hinblick auf die genannten Probleme kritisch geprüft werden, z. B. durch die hier am Beispiel Ammoniak durchgeführten Sensitivitätsanalysen. Um die Ergebnisse der UGR-Berechnungen besser mit der internationalen Emissionsberichterstattung kompatibel zu machen und auch Grundlagen für Kausalanalysen liefern zu können, wird vorgeschlagen, Verteilungs- und Zuschreibungsregeln soweit möglich nach dem Verursacherprinzip festzulegen.

3 Verflechtung zwischen landwirtschaftlichen Produktionsverfahren und außerlandwirtschaftlichen Produktionsbereichen

3.1 Allgemeines, Definitionen

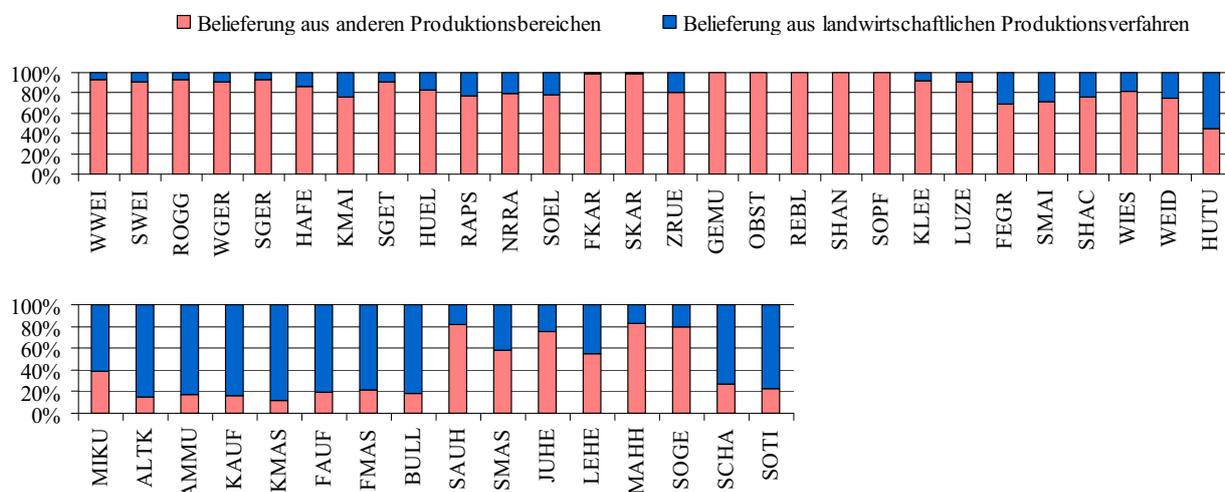
Die UGR untergliedert die deutsche Wirtschaft – in Analogie zu der Unterteilung in den Input-Output-Tabellen - in 71 verschiedene Produktionsbereiche (PB) und ordnet die Daten der Umweltnutzung diesen Bereichen und dem Konsum privater Haushalte zu. Bisher wurden die Produktionsbereiche außerhalb der Landwirtschaft weitestgehend als „Black Box“ behandelt. Der Anspruch dieser Studie war es ursprünglich, den Agrarsektor (d. h. PB 1: Erzeugung von Produkten der Landwirtschaft und Jagd) und die vor- und nachgelagerten Produktionsbereiche weiter aufzuschlüsseln, um detailliertere Informationen über die Stoffflüsse (Ressourcenansprüche und Emissionen) bei der Herstellung von Nahrungsmitteln zu erhalten und die Belastungsketten transparenter zu machen (vgl. Schmidt et al., 2005b, Kapitel 2.1 'Ziele und Aufbau der UGR'). Dabei sollten sowohl die direkten als auch die aus der Produktionslinie hervorgerufenen indirekten Ressourcenansprüche berechnet werden.

3.2 Zuliefernde Produktionsbereiche (Vorleistungen)

Der Agrarsektor wird einerseits mit Produkten und Dienstleistungen aus anderen Produktionsbereichen, insbesondere aus den Gütergruppen „Nahrungs- und Futtermittel“ (Futtermittel), „Chemische Erzeugnisse“ (z. B. Düngemittel), und andererseits auch aus dem Agrarsektor selbst beliefert (s. a. Anhang 1). Die externen Lieferungen belasten die Agrarprodukte indirekt mit zusätzlichen Ressourcenansprüchen und Emissionen. Entsprechend dem UGR-Ansatz sollten alle Vorleistungsstufen integriert werden, d. h. neben der ersten Vorleistungsstufe (Belastungen bei den direkt zuliefernden PB) sollten auch alle anderen, weiter vorgelagerten Produktionsstufen und Transporte einbezogen werden, die die Produktion der landwirtschaftlichen Erzeugnisse überhaupt ermöglichen. Dies erfordert eine umfassende Analyse (unter Berücksichtigung von Importen aus dem Ausland), die wegen mangelnder Datenverfügbarkeit zum jetzigen Zeitpunkt nicht durchführbar ist. Beispielsweise wären detaillierte Informationen über Transportwege bzw. -mittel vonnöten, wie sie im Rahmen einer 'ecological-footprint-Analyse' verarbeitet werden. Die eingeführten Waren werden zudem zum Teil mit anderen als den in Deutschland üblichen Prozessen und Verfahren erzeugt. Deshalb beschränkt sich der vorliegende Bericht auf eine qualitative Beschreibung der wichtigsten Vorleistungen aus anderen Sektoren und weist auf den gegebenen Forschungsbedarf hin. Die ursprünglich angestrebte Erweiterung des Berichtsmoduls hinsichtlich der Berücksichtigung von Vorleistungen für kumulierte

Berechnungen (s. Einleitung, Kapitel 1)²⁰ konnte im Rahmen des Projekts somit nur methodisch geleistet werden. Für die vollständige Realisierung der Aufgabe müssten die UGR detaillierte Daten aus anderen Produktionsbereichen, insbesondere zu deren Ressourcennutzung, zur Verfügung stellen. Erste Ergebnisse sind aus den Bereichen Energie und Chemie zu erwarten, die im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung zwischen vTI und Statistischem Bundesamt in die laufenden Arbeiten einfließen werden²¹. Des Weiteren sollten die interessierenden Belastungen für jede Vorleistungsart eruiert und mit fortschreibungsfähigen Parametern bzw. Berechnungsmethoden versehen werden.

Abbildung 8: Zusammensetzung der Vorleistungen (monetär) der landwirtschaftlichen Produktionsverfahren für 2003 (Anteile am Produktionswert)



Quelle: Eigene Darstellung

Das Berichtsmodul enthält nur eine monetäre Bewertung aller Vorleistungen (intersektoral und intralandschaftlich). Daher kann eine Berücksichtigung externer Leistungen auch nur auf monetärer Basis erfolgen. Abbildung 8 zeigt die anteilige Belieferung aller PV als intralandschaftliche Vorleistungen und aus anderen Produktionsbereichen, bezogen auf die Produktionswerte. Während die Vorleistungen der Pflanzenproduktion überwiegend aus nicht landwirtschaftlichen Produktionsbereichen stammen, erhält die

²⁰ Aufgabe war: Erweiterung der in Projekt 1 auf die intralandschaftlichen Vorleistungsverflechtungen beschränkte Differenzierung auf die Verflechtungen zu einzelnen außerlandwirtschaftlichen Produktionsbereichen (vor- und nachgelagerte Bereiche) sowie Nachfragekategorien (letzte Verwendung)

²¹ Kooperationsvereinbarung vom Juni 2007: „FAL (jetzt: vTI) ...entwickelt die Berechnung kumulierter Effekte für den Bereich der Verflechtung zwischen liefernden Produktionsverfahren (Vorleistungen) und dem Sektor Landwirtschaft weiter. Statistisches Bundesamt unterstützt diese Arbeiten durch Bereitstellung verfügbarer Informationen zu den vorgelagerten Bereichen (z. B. Elektrizitätsgewinnung und Chemie).“

Tierproduktion ihre Vorleistungen zumeist landwirtschaftsintern aus den pflanzlichen PVn. Nur bei der Sauenhaltung (SAUH) und der Junghennenaufzucht (JUHE) dominiert der Anteil des Futters aus Mischfutterwerken, die außerhalb des Agrarsektors wirtschaften.

Zwischen RAPS zur Ölgewinnung und Raps für nachwachsende Rohstoffe (NRRRA) bestehen Unterschiede, die auf unterschiedliche Preisannahmen des jeweiligen Endproduktes zurückzuführen sind. Dies bedeutet aber nicht, dass auch zwangsläufig unterschiedliche Umweltbelastungen von diesen Verfahren zu erwarten sind. Nur eine genauere Analyse der Vorleistungen kann diese Frage klären. Um eine Aussage zum Ressourcenverbrauch ableiten zu können, müssten also zusätzlich zumindest die wichtigsten liefernden Produktionsbereiche aufgeschlüsselt werden.

Die in Tabelle 1 aufgeführten Vorleistungen sind entweder monetär oder stofflich von größerer Bedeutung.

Tabelle 1: Vorleistungen zur Erzeugung von Produkten der Landwirtschaft

Futtermittel	Futtermittel werden in großen Mengen nach Deutschland eingeführt oder verlassen zunächst den Agrarsektor und gelangen über die Lebensmittelindustrie, Mischfutterwerke und den Handel in die Tierproduktion.
Mineraldünger	Mikro- und Makronährstoffe werden sowohl im Ausland hergestellt und importiert als auch von der inländischen Chemieindustrie produziert.
Reparaturen	Reparaturen werden als monetäre Größe in das Berichtsmodul integriert.
Energie	Die Vorleistungen zur Bereitstellung von Energie ist vom Energieträger Öl, Gas, Strom, Holz, Stroh usw. abhängig.
Tierarzt	Dienstleistungen werden monetär berücksichtigt.
Pflanzenschutz	Die Produktion von Pflanzenschutzmitteln bedingt teilweise einen hohen Energieeinsatz in der Chemischen Industrie (In- und Ausland).
Saatgut	Die Saatgutproduktion ist sehr eng mit dem inländischen Pflanzenbau gekoppelt und beansprucht neben der reinen pflanzenbaulichen Produktion auch Vorleistungen für die Aufarbeitung (beizen) und den Transport.
Wasser	Die Bereitstellung von Wasser spielt im Stallbereich (Tränke, Wasch- und Spülwasser), beim Pflanzenschutz und der Beregnung einer Rolle. Die Verwendung bedingt unterschiedliche Qualitäten und somit auch unterschiedliche Herkünfte, die wiederum individuelle Vorleistungen erfordern.
Klärschlamm, Kompost und importierte Tierfäkalien	Die Verwendung von organischen Düngern dient im Sinne der Kreislaufwirtschaft als Nährstoffzufuhr für die Landwirtschaft. Die erforderlichen Vorleistungen für den Herstellungsprozess sollten jedoch auch auf das Produkt angerechnet werden, das diesen Reststoff verursacht.
Sonstige Vorleistungen	Dienstleistungen und Instandhaltung bisher nicht genauer definiert.

Zu diesen Vorleistungen werden im Folgenden weitere Erläuterungen gegeben.

3.2.1 Mineralische Düngemittel (Produktionsbereich Herstellung chemischer Erzeugnisse)

Bei der Herstellung mineralischer Düngemittel – insbesondere Stickstoff - werden große Mengen an fossiler Energie verbraucht. Die Energie- und Stoffstrombilanzen von Patyk und Reinhardt, 1997, geben einen umfassenden Überblick zum Primärenergieeinsatz und damit verbundenen Emissionen bei der Bereitstellung (Produktion und Transport) des in der Bundesrepublik durchschnittlich eingesetzten N-, P-, K- und Kalk-Düngers (s. Tabelle 2). Der Produktionsort und somit auch die notwendigen Transporte sind je nach Düngerart sehr unterschiedlich. Während Kalium und Kalk hauptsächlich in Deutschland hergestellt werden, wird das Rohphosphat zu etwa gleichen Teilen aus Marokko, Israel und den USA geliefert. Der in Deutschland ausgebrachte mineralische Stickstoffdünger wird in West- und Osteuropa produziert.

Tabelle 2: Primärenergieeinsatz und Schadgasemissionen für die Bereitstellung des Mineraldüngers nach Patyk und Reinhardt, 1997, (Bezugsjahr 1993, mittlere Bevölkerungsdichte)

Mineraldünger	Bezug [1 t]	Energieeinsatz [GJ t ⁻¹]	Emissionen [kg t ⁻¹]						
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ -Äquiv.	NH ₃	NO _x	NM VOC
Stickstoff	N	49,1	2.829	7,45	15,100	7.820	6,6900	15,7	0,57
Phosphor	P ₂ O ₅	17,7	1.117	2,07	0,038	1.180	0,0066	4,32	0,41
Kalium	K ₂ O	10,5	617	1,38	0,049	666	0,0019	1,11	0,13
Calcium	CaO	2,39	284	0,29	0,019	298	0,0009	0,50	0,05

Da es sich hierbei nur um die Emissionen aus der Herstellung und dem Transport von Mineraldünger handelt und nicht die komplette Vorleistungskette, spiegeln diese Werte nur einen Teil der Belastungen wider. Es sollte in weiteren Arbeiten²² geprüft werden, wie die Werte fortgeschrieben und gegebenenfalls aktualisiert werden können und welche Variationen sich durch Änderungen in den Produktionsverfahren und an den Märkten ergeben.

3.2.2 Weitere Vorleistungen

Sekundärrohstoff-Dünger (Klärschlamm, Kompost, grenzüberschreitende Abfallverbringung²³): Analog zum Gülle- und Festmisteinsatz (die als landwirtschaftsinterne Vorleistungen berücksichtigt werden) ist bei Sekundärrohstoff-Düngern die Frage nach

²² Siehe Kooperationsvereinbarung.

²³ Grenzüberschreitende Abfallverbringung: Vorwiegend Hühnertrockenkot aus den Niederlanden.

dem Verursacher von Belastungen zu klären – Welche Ressourcenansprüche hat der Klärschlamm und welcher PB wird damit belastet? Wer bzw. was ist für die Schwermetallbelastung der Ackerböden und Nutzpflanzen verantwortlich? Nach den methodischen Vorgaben der UGR werden Belastungen dort verursacht, wo sie aus der Wirtschaft in die Umwelt gelangen. Bei der Ausbringung von Klärschlamm auf den Acker ist dies z. B. der Landwirt, der damit auch als Verursacher der Belastung von Böden oder Produkten gilt²⁴.

Futtermittel: Neben den Futtermitteln, die innerhalb des deutschen Agrarsektors produziert und direkt eingesetzt werden, wird ein weiterer Anteil (insb. Getreide) über Mischfutterwerke verarbeitet oder fällt in der Lebensmittelindustrie als Nebenprodukt an (z. B. Trockenschnitzel aus der Zuckerproduktion). Weitere v. a. eiweißhaltige Futtermittel werden importiert.

Pflanzenschutzmittel: Der Produktionsbereich „Herstellung von chemischen Erzeugnissen“ liefert auch die Wirkstoffe zur Behandlung bzw. Beseitigung von Pilzkrankheiten, Insektenbefall und Unkrautbesatz für pflanzenbauliche Maßnahmen. Der energetische Aufwand zur Herstellung dieser Stoffe ist im Verhältnis zur Quantität relativ hoch, weshalb eine Differenzierung des chemischen Sektors unbedingt erforderlich ist, wenn man die Vorleistungsstufen des Agrarsektors näher betrachtet.

Energie: Die Bereitstellung von festen und flüssigen Energieträgern wie Gas, Öl und Kohle, sowie von Elektrizität verursacht Belastungen bei der Förderung, Aufbereitung, und dem Transport - überwiegend im Ausland - von Energieträgern sowie aus der Umwandlung von Energieträgern. Der überwiegende Teil der Emissionen, die in diesem Zusammenhang der Landwirtschaft zuzurechnen sind, entsteht aber beim direkten Verbrauch während der landwirtschaftlichen Produktion. Dies sind die direkten Emissionen aus dem Einsatz der Energieträger. Anders verhält es sich beim Verbrauch von Elektrizität und Fernwärme. Hier entstehen die Emissionen bei der Herstellung der Energieträger außerhalb des Agrarsektors (indirekte Emissionen) und sollten deshalb dem Agrarsektor anteilig zugerechnet werden (eine Aufgabe, die für eine vollständige Betrachtung noch zu leisten wäre).

Tierarzt und Medikamente: Die Tiermedizin als Dienstleistung und Medikamente aus der chemischen Industrie beanspruchen Ressourcen, die nur sehr schwer quantifizierbar sind und im Rahmen dieser Studie nicht weiter untersucht werden.

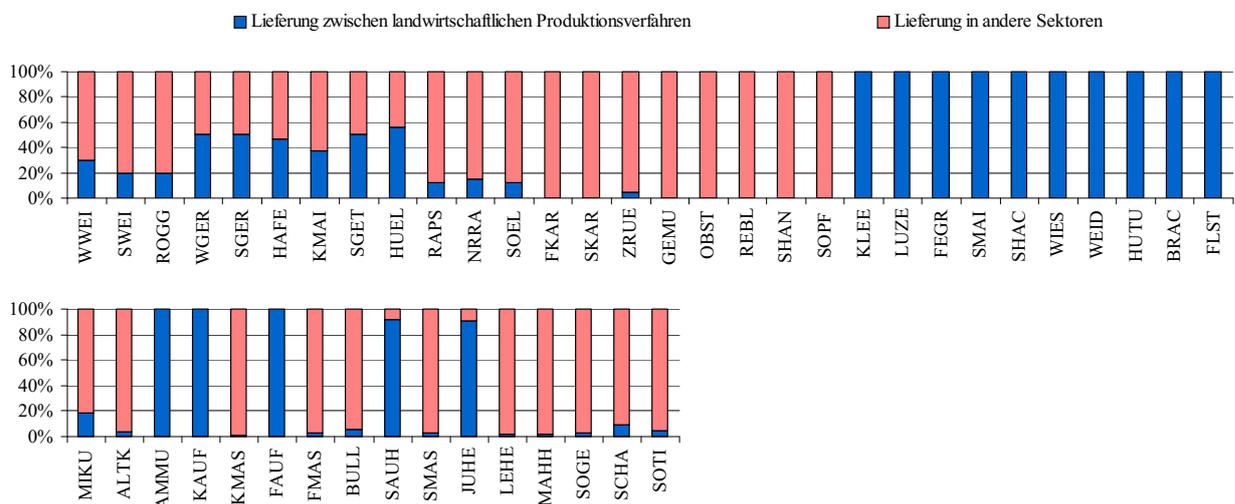
²⁴ Bei einer Interpretation der Ergebnisse unter dem Aspekt der Belastung von Lebensmitteln ist zu berücksichtigen, dass auf die Fläche ausgebrachte Schad- oder Nährstoffe nur teilweise in Futter- oder Nahrungsmittel übergehen. Ein Großteil der Stoffe verbleibt im Boden und führt dort ggf. zu Umweltbelastungen wie Schädigungen der Bodenfauna, Belastungen von Gewässern u.a.

Sonstige Vorleistungen: Weitere Vorleistungen im Dienstleistungsbereich (Beratung, Versicherungen) können nur monetär erfasst werden und sind unter der Rubrik 'Variable Kosten für sonstige Vorleistungen' bereits im Berichtsmodul berücksichtigt.

3.3 Belieferte Produktionsbereiche

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den so genannten „landwirtschaftlichen Endprodukten“, die den Agrarsektor verlassen. In Abbildung 9 werden die prozentualen Anteile zwischen der Lieferung an andere landwirtschaftliche PV und an PB außerhalb des Sektors illustriert. Dabei sind allerdings einige Produkte, die in den Markt geliefert werden, auch wiederum für den Agrarsektor bestimmt. Z. B. gelangt ein Teil des Getreides über die Mischwerke wieder zurück in die Landwirtschaft und wird dort in der Tierproduktion eingesetzt. D. h. mit der Lieferung in andere Sektoren ist teilweise ein Rückfluss verbunden und nicht in jedem Fall die Weiterverarbeitung sowie Abgabe an den Endverbraucher. Einige PV (KLEE bis FLST und Jungtieraufzucht) liefern zu 100 % an andere landwirtschaftliche PV und sind somit reine Transferverfahren.

Abbildung 9: Lieferung von Produkten zwischen landwirtschaftlichen Produktionsverfahren und in andere Produktionsbereiche für 2003 (monetär, Anteile des Produktionswerts)



Quelle: Eigene Darstellung

Im folgenden Abschnitt wird die „Lieferung an andere Sektoren“ (in Abbildung 9 rot dargestellt) weiter disaggregiert.

Die landwirtschaftlichen Produktionsverfahren (PV) liefern ihre Endprodukte entweder an andere landwirtschaftliche PV oder an außerlandwirtschaftliche Produktionsbereiche (PB)

und an private Haushalte (Direktvermarktung). Tabelle 3 zeigt die im Berichtsmodul „Landwirtschaft und Umwelt“ berücksichtigten belieferten Produktionsbereiche. Diese Untergliederung bezieht sich auf den PB „Herstellung von Nahrungs- und Futtermittel“ und sieht eine Unterteilung nach acht Teilbereichen vor, womit eine Zurechnung der landwirtschaftlichen Umweltnutzung auf Nahrungsmittel bei der Herstellung und Verwendung möglich wird (Tabelle 3):

Tabelle 3: Vom Produktionsbereich Landwirtschaft belieferte Produktionsbereiche

WZ 93²⁵	Produktionsbereich
01	Landwirtschaft
15.1	Fleischverarbeitung
15.3	Obstverarbeitung
15.4	Herstellung von Ölen, Fetten
15.5	Milchverarbeitung
15.6	Herstellung von Mehl, Stärke u. ä.
15.7	Herstellung von Futtermitteln
15.8	Sonstiges Ernährungsgewerbe
15.9	Getränkeherstellung
16	Tabakverarbeitung
	Übriges verarbeitendes Gewerbe
	Sonstige Bereiche (z. B. Gaststätten, Kantinen usw.)

Die ökonomischen und ökologischen Faktoren, die den betroffenen Produktionsbereichen aus der landwirtschaftlichen Produktion zugerechnet werden können (noch ohne Belastungen aus den an die Landwirtschaft liefernden Produktionsverfahren), sind aufgrund der vorliegenden Projektergebnisse für folgende Themen darstellbar:

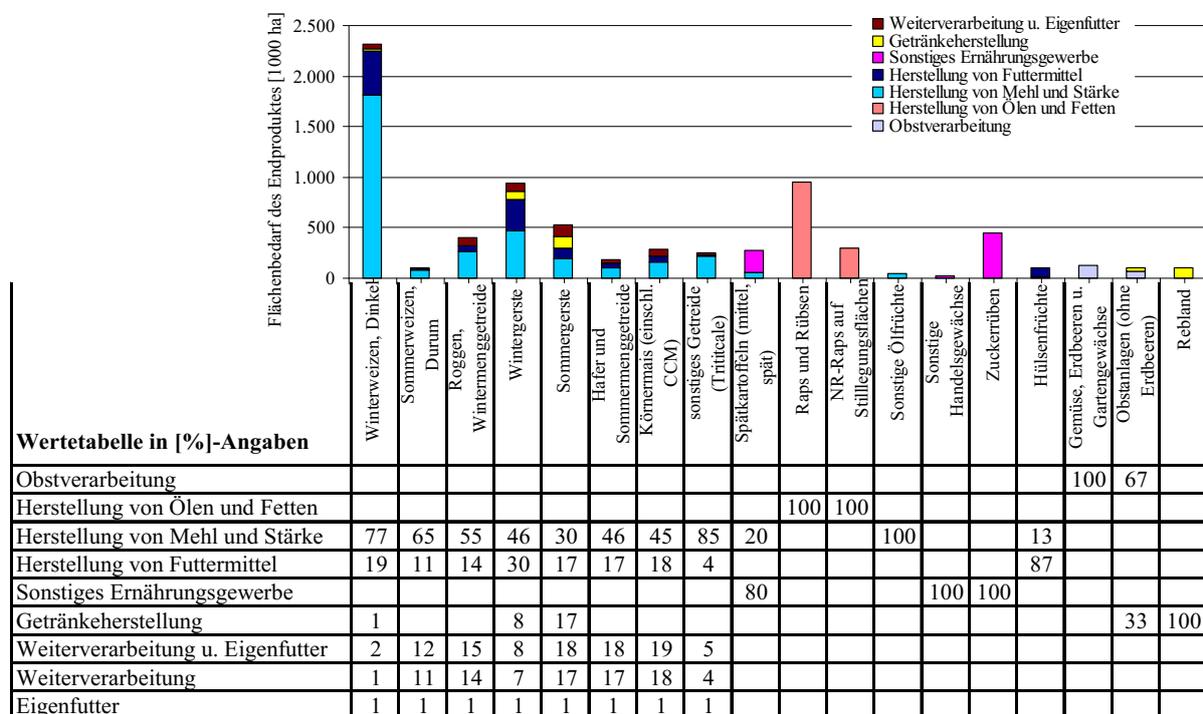
- Ökonomie (Arbeit, Gütersubventionen, Wertschöpfung)
- Ressourcenverbrauch (Fläche, Energie)
- Biotische Rohstoffe
- Umweltbelastung (Emissionen von CO₂, Treibhausgase (Methan, Lachgas), Luftschadstoffe (Ammoniak, NMVOC), Nährstoffe und Stickstoffüberschüsse, Pflanzenschutzmittel, Wasser)

Die Themen Fläche, Energie, CO₂, Treibhausgase und Ammoniak können mit den vorhandenen Daten dargestellt und analysiert werden. Die Aufteilung von landwirtschaftlichen Endprodukten auf die weiterverarbeitenden Produktions-(teil-)bereiche (sofern meh-

²⁵ Systematik der Wirtschaftszweige, Ausgabe 1993. Wird verwendet in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung zwecks Gliederung der Wirtschaftsbereiche/Produktionsbereiche.

rere Bereiche bedient werden) basiert auf einer monetären Verflechtungsmatrix aus der Input-Output Rechnung des Statistischen Bundesamtes. Die nachfolgende Abbildung 10 widmet sich dem Ressourcenverbrauch am Beispiel der Fläche und zeigt die Flächenansprüche der landwirtschaftlichen Endprodukte nach belieferten Produktionsbereichen (Auszug). Die vollständige Wertetabelle befindet sich in Anhang 2. Diesen Angaben liegt die Berechnung der kumulierten Werte zugrunde²⁶.

Abbildung 10: Flächenbedarf landwirtschaftlicher Erzeugnisse (nur inländische Produktion) nach Teilbereichen der Lebensmittelherstellung in Deutschland 2003



Quelle: Eigene Darstellung

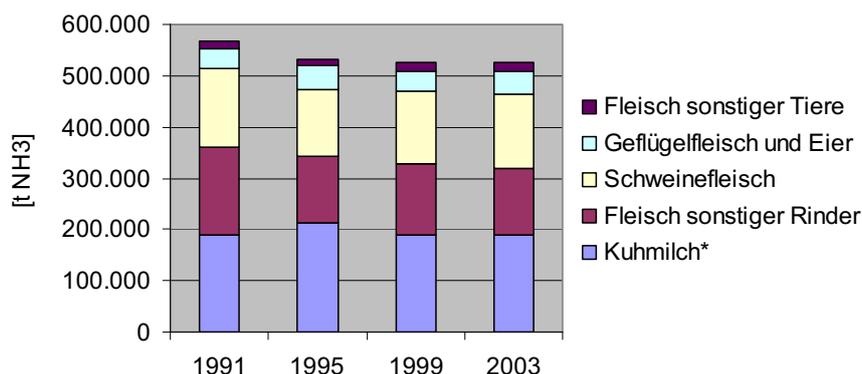
Aus obiger Darstellung ist beispielsweise zu entnehmen, dass das im deutschen Agrarsektor produzierte Getreide zu 77 % zur Herstellung von Mehl verwendet wird. Weitere Anteile dienen der Herstellung von Futtermitteln, entweder über die Futtermittelindustrie (H. v. Futtermittel, 19 %) oder direkt im Agrarsektor (Rubrik: Weiterverarbeitung und Eigenfutter, 2 %). Letzteres bedeutet, dass das Getreide den Agrarsektor nicht verlässt, sondern innerbetrieblich – also direkt vom Feld in den Stall - verwertet wird.

²⁶ Flächenansprüche der Betriebe der weiterverarbeitenden Produktionsbereiche sind hier nicht enthalten, nur die Flächen für die landwirtschaftliche Produktion. Ebenso ist der produktbezogene Verbrauch anderer Ressourcen (Energie) durch die weiterverarbeitenden Betriebe nicht enthalten.

Ebenso kann angegeben werden, wie viel landwirtschaftliche Fläche in Deutschland die einzelnen Produktionsbereiche insgesamt oder bezogen auf die verschiedenen Abnehmer benötigen. Beispielsweise wurde (im Jahr 2003) für die Produktion von Mehl und Stärke 46 % (3,4 Mio. ha) der Fläche (davon überwiegend für Weizen) benötigt, während ca. 5 % (340 Tsd. ha) für die Getränkeherstellung (vornehmlich Bier) verwendet wurden. Alle Angaben sind für die Berichtsjahre 1991 bis 2003 darstellbar.

Abbildung 11 zeigt eine Darstellungsmöglichkeit für das Thema „Umweltbelastung“ am Beispiel der Emissionen von Ammoniak, die mit der Herstellung tierischer Produkte verbunden sind. Demzufolge ist der größte Teil der Ammoniak-Emissionen der Herstellung von Milch zuzurechnen, gefolgt von der Schweine- und Rindfleischerzeugung. Der Trend über die Berichtsjahre ist wegen abnehmender Tierbestände rückläufig.

Abbildung 11: Kumulierte Ammoniakemissionen durch die Erzeugung tierischer Produkte 1991 - 2003



*Diese Kategorie enthält auch Rindfleisch von Milchkühen von kleiner als < 1 %.

Quelle: Eigene Darstellung

Diese Ergebnisaufbereitung kann für alle im Berichtsmodul berücksichtigten (und oben genannten) Ressourcenansprüche und Emissionen erstellt werden. Bei der Bewertung der Ergebnisse ist folgendes zu berücksichtigen: Während sich die Dimension bei der Darstellung anderer Parameter verändert, bleiben die Relationen zwischen den PV bestehen, da alle Berechnungen auf der monetären Matrix basieren. Das bedeutet, dass die Gewichtung der intralandschaftlichen Vorleistungsverflechtung entsprechend der monetären Werte aller Vorprodukte erfolgt (und nicht nach Masse o. ä.). Somit hat z. B. die Lieferung eines Kalbes von dem PV Milchkühe an PV Kälbermast eine höhere Wertigkeit als der Wirtschaftsdünger gleicher Masse an den Weizenbau. Die Konsequenz dessen ist, dass dem Kalb eine entsprechend höhere Belastung (Stickwort: Flächenrucksack) „mitgegeben“ wird als dem Wirtschaftsdünger.

4 Pflanzenschutzmittel

Angaben zu Pflanzenschutzmitteln werden im Berichtsmodul sowohl zu den ausgebrachten Mengen (Input) in physischen Einheiten als auch zum terrestrischen und aquatischen Risikopotenzial gemacht. Im ersten Fall sind die Ergebnisse Bestandteil des Modulbausteins 2 (Material- und Energieflüsse), im zweiten Fall werden sie als so genannte Behandlungsindizes im Modulbaustein 3 (Intensität der Bodennutzung) verwendet und gehen als einer von vier Parametern²⁷ in die Bildung des Indikators zur Nutzungsintensität ein. Eine Beschränkung auf die Angabe allein der absoluten physischen Mengen der in die Umwelt ausgebrachten PSM (meist in wässriger Lösung) wäre als Maß der Umweltbelastung und als Agrar-Umweltindikator nicht ausreichend. Vielmehr ist die Toxizität der Wirkstoffe auf terrestrische und aquatische Lebewesen von vorrangiger Bedeutung. Die zwei Indikatoren (Pflanzenschutzmittel-Behandlungsrisiko; Pflanzenschutzmitteleinsatz) sind voneinander unabhängig, d. h. es können über die Information der ausgebrachten Mengen keine Rückschlüsse auf das ökologische Risiko der Behandlungen gezogen werden.

4.1 Risiko der Pflanzenschutzmittelanwendung

Allgemeines und Definition

Im Rahmen des NEPTUN-Projektes hat das Institut für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz der Biologischen Bundesanstalt (BBA) in Zusammenarbeit mit den Staatlichen Pflanzenschutzämtern der Bundesländer die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) in Deutschland untersucht (Rossberg et al., 2002; Rossberg, 2003; Rossberg, 2004). Ziel dieses Vorhabens war die „Erhebung von realistischen, praxisbezogenen Daten zum PSM-Einsatz“ zur Bearbeitung einiger wissenschaftlicher Fragestellungen und zur Unterstützung politischer Argumentation. Dafür wurde das „Netzwerk zur Ermittlung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes in unterschiedlichen, landwirtschaftlich relevanten Naturräumen (NEPTUN)“ entwickelt. Die Datengrundlage bietet für die UGR-Themen Landnutzungsintensität und Stoffflüsse eine sehr gute Basis. Wenngleich die erhobenen Fruchtartengruppen und die Pflanzen-Produktionsverfahren des Berichtsmoduls nicht genau identisch sind, so lässt sich dennoch eine Überleitung herstellen (s. Anhang 3). Die Frage der Fortschreibungsmöglichkeiten ist indes noch nicht geklärt, da aktuell die Erhebungsintervalle und -umfänge nicht feststehen.

²⁷ Neben den Parametern Nährstoffeinsatz, Risiko der Bodenverdichtung und Risiko der Bodenerosion.

Methodenbeschreibung

Angaben zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in einzelnen Kulturarten leiten sich aus der Erhebung²⁸ von Daten zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel im Ackerbau, Wein- und Obstbau, im Hopfen und in Erdbeeren in Deutschland ab (NEPTUN-Projekte 2000, 2001 und 2003, Rossberg et al., 2002; Rossberg, 2003; Rossberg, 2004). Auf der Grundlage dieser Erhebungsdaten wurde ein Behandlungsindex entwickelt, der „...die Anzahl der ausgebrachten PSM, bezogen auf die zugelassene Pflanzenschutzmenge und die Anbaufläche der Kultur...“ (Rossberg et al., 2002) repräsentiert. Dieser Behandlungsindex wurde dazu verwendet, um (a) eine Schätzung der wirkstoffbezogenen Behandlungsflächen nach Kulturarten auf der Basis der gemeldeten Inlandsabgaben durchzuführen und (b) unter Einsatz des Bewertungsmodells SYNOPS (Gutsche und Rossberg, 1997) das sich daraus ergebende terrestrische und aquatische Risikopotential nach Kulturarten zu errechnen (Gutsche, 2004). Eine detaillierte Beschreibung der Methodik befindet sich in Anhang 4. Die absoluten Ausbringungsmengen (Wirkstoffe in Tonnen) werden nach der OECD-Methodenbeschreibung (Gutsche und Rossberg, 1999) berechnet. Da die zugrunde liegenden Erhebungen für die Jahre 1994, 2000 und 2002 erfolgten, musste die zeitliche Entwicklung durch einen Korrekturfaktor abgebildet werden. Diese Dynamisierung geschieht durch die Berücksichtigung der gesamten Inlandsabsätze an Wirkstoffen in PSM [Mengenangabe in Tonnen], die jährlich im Statistischen Jahrbuch des BMELV (versch. Jg.) berichtet werden. Die Umfänge des Jahres 1994 erhielten den Faktor 1. Entsprechend der Angaben im Statistischen Jahrbuch des BMELV zum Inlandsabsatz liegen die Faktoren für '91 und '95 bei 1,24 bzw. 1,16. Das Berichtsjahr 1999 wurde analog aus dem Bezugsjahr 2000 abgeleitet und der Bericht 2003 aus der Erhebung 2002 (Anhang 5 weist die Einzelwerte aus).

Eine periodische Fortführung der NEPTUN-Projekte und somit eine regelmäßige Fortschreibung des Indikators „Risiko der PSM-Anwendung“ durch die BBA²⁹ ist vorgesehen. Die Periodizität der Erhebungen ist von der Personalkapazität bei den Pflanzenschutzdiensten der Länder abhängig (BBA, 2003).

Die Indizes zur Schätzung des Anwendungsrisikos wurden von der BBA nach den Kategorien terrestrisch und aquatisch, jeweils für Insektizide, Fungizide und Herbizide vorgenommen. Die dimensionslosen Werte wurden anschließend nach Kulturarten additiv zusammengefasst und den Produktionsverfahren des Berichtsmoduls zugewiesen.

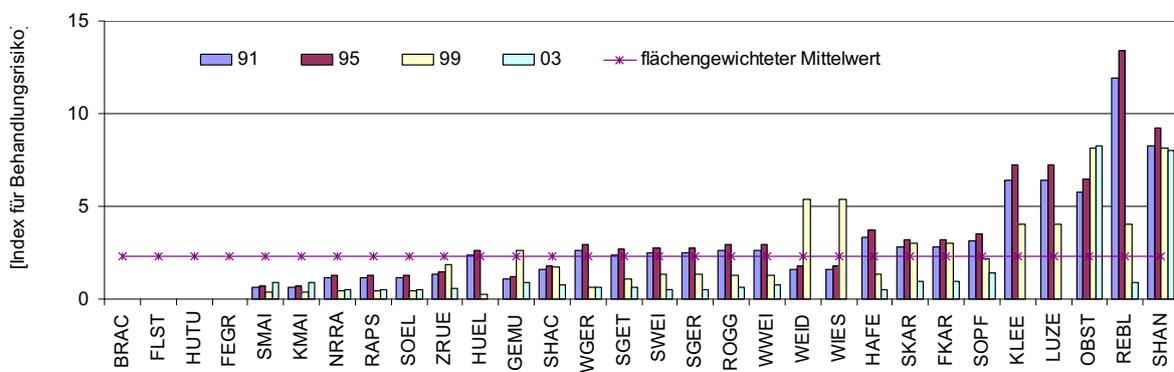
²⁸ Seit 1987 ist der Inlandsabsatz von PSM der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft zu melden (§ 19 des Pflanzenschutzgesetzes).

²⁹ Seit 01.01.2008 ist das koordinierende Institut für Strategien und Folgenabschätzung im Pflanzenschutz dem Julius Kühn-Institut - Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI) zugeordnet.

Ergebnisse

Insgesamt ist die Behandlungsintensität in den letzten Jahren rückläufig (Abbildung 12, s. MW=Mittelwert). In Sonderkulturen wie Obst, Rebland und Sonstige Handelsfrüchte ist das Behandlungsrisiko wegen häufiger Anwendungen besonders hoch. Der bei Rebland zu beobachtende starke Rückgang kann derzeit nicht interpretiert werden. Klee und Luzerne sowie Wiesen und Weiden zeigen sehr hohe Werte, die unplausibel sind und ggf. auf einen zu geringen Stichprobenumfang bei der Erhebung zurück zu führen sind. (In den anderen Fällen ist die Qualität der Erhebung wegen größerer Stichprobenumfänge besser).

Abbildung 12: Behandlungsindizes



Quelle: Eigene Darstellung

Das flächengewichtete Mittel der Behandlungsindizes über alle PV und alle Jahre liegt bei 2,3. Die teilweise großen Schwankungen von einem Berichtsjahr zum nächsten verdeutlichen die relativen Unsicherheiten, die in dieser Analyse auftreten. Ein Teil der Schwankungen könnte durch Witterungseinflüsse bzw. Ertragsniveaus im Zusammenhang mit Lagerhaltung (insbesondere bei Futtermittel wie Silage und Heu) hervorgerufen worden sein. Folglich müsste diese Analyse mit 3-Jahres-Mittelwerten erfolgen, die jedoch aufgrund von fehlenden Daten nicht möglich war.

Die Ergebnisse werden für die Berechnung der Nutzungsintensität nach Produktionsverfahren (im Modulbaustein 3) verwendet. Methodische Beschreibungen dazu finden sich in Kapitel 6.3 des ersten Projektberichtes (Schmidt et al., 2005b).

4.2 Pflanzenschutzmitteleinsatz in physischen Einheiten

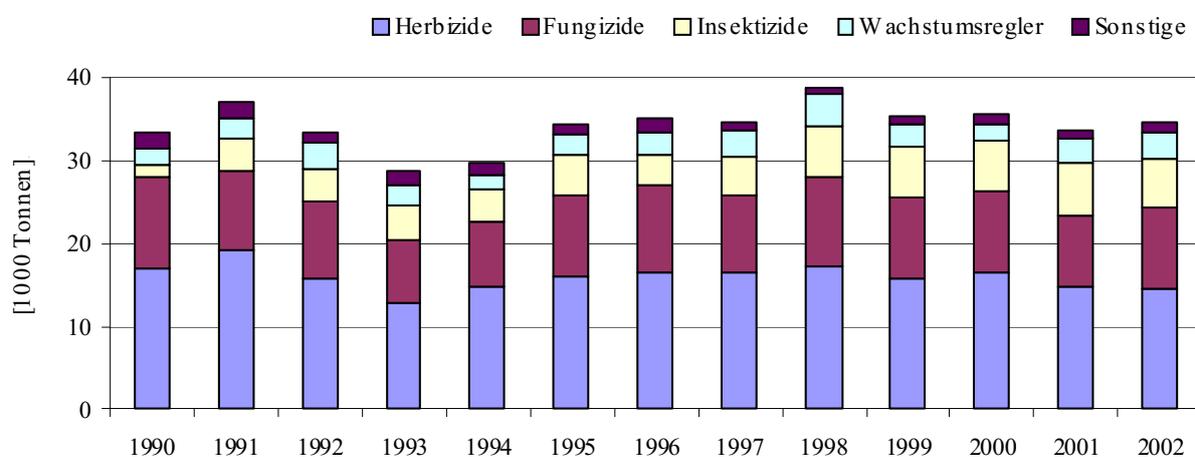
Allgemeines, Definitionen, sektoraler Entwicklungstrend

Pflanzenschutzmittel (PSM) dienen dem Schutz von Pflanzen und Pflanzenerzeugnissen vor Schadorganismen zum Zwecke der Ertragssicherung (Herbizide, Fungizide, Insektizide) oder der Beeinflussung pflanzlicher Lebensvorgänge (Bsp.: Wachstumsregler) zur

Ertragssteigerung. Die sachgerechte Anwendung von PSM darf nach dem Pflanzenschutzgesetz³⁰ keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier und auf das Grundwasser haben.

Der Inlandsabsatz chemischer Pflanzenschutzmittel [in Tonnen] unterlag zwischen 1990 und 2002 starken Schwankungen (s. Abbildung 13), die teils auf den Krankheitsdruck in den jeweiligen Jahren und teils auf die Wirksamkeit der zugelassenen PSM zurückzuführen sind.

Abbildung 13: Entwicklung der Abgabe von Wirkstoffmengen in Pflanzenschutzmitteln in Deutschland von 1990 bis 2002 (ohne CO₂)



Quelle: Eigene Darstellung nach BBA, 2002

Etwa ein Promille (zwischen 2 und 42 Tonnen pro Jahr) der Aufwandmenge gelangt über Abschwemmung, Abdrift, Drainagen und Hofabläufe in die Oberflächengewässer Deutschlands (UBA, 2000).

Datenquellen und methodisches Vorgehen

Die von der BBA ermittelten physischen Mengen aller drei Wirkstoffgruppen (Insektizide, Fungizide und Herbizide) wurden aufsummiert und den Pflanzenbauverfahren des Berichtsmoduls flächengewichtet zugeordnet. Anschließend wurden diese Ergebnisse um die Angaben³¹ im Statistischen Jahrbuch des BMELV korrigiert. Die Angaben zum Berichts-

³⁰ Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz - PflSchG) Ausfertigungsdatum: 15.09.1986. Vollzitat: 'Pflanzenschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. Mai 1998 (BGBl. I S. 971, 1527, 3512), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 5. März 2008 (BGBl. I S. 284)'. Stand: Neugefasst durch Bek. v. 14. 5.1998 I 971, 1527, 3512; zuletzt geändert durch Art. 1 G v. 5.3.2008 I 284.

³¹ Statistisches Jahrbuch BMELV (versch. Jgg.), Tabelle 3060700: Inlandsabsatz an Wirkstoffen in Pflanzenschutzmitteln.

jahr 2003 basieren auf den Absatzzahlen 2003 und der Verteilung des Jahres 2002, da die Erhebungen der BBA keine gesonderte Auswertung für 2003 erlaubt. Bisher stellt die Berechnung also eine Übertragung der Verhältnisse des Jahres 2002 auf das Jahr 2003 unter Berücksichtigung veränderter Absatzzahlen dar. Wenn in den Folgejahren eine Neukalkulation seitens der BBA erfolgen sollte, kann durch Interpolation das Jahr 2003 erneut berechnet und revidiert werden. Entsprechend des UGR-Prinzips wird davon ausgegangen, dass der Absatz und die Applikation im selben Jahr erfolgen.

Eine detaillierte Methodenbeschreibung der BBA zur Berechnung der physischen Wirkstoffmengen nach Fruchtarten enthält Anhang 6 und die Überleitung von den dokumentierten Fruchtarten aus dem NEPTUN-Projekt zu den pflanzlichen Produktionsverfahren des Berichtsmoduls ist Anhang 7 zu entnehmen.

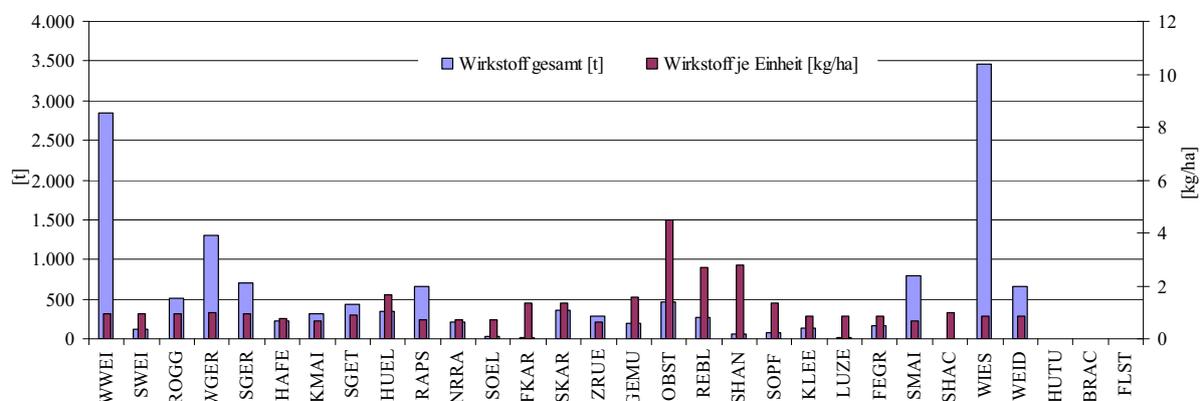
Ausgewählte Ergebnisse

Auf die Gesamtfläche bezogen beansprucht das Grünland (WIES) insgesamt den größten Einsatz von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen (mit ca. 3 500 Tonnen). Dies hängt mit dem dominierenden Flächenanspruch von rund 24 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche und dem bei der Erhebung erfassten Herbizideinsatz zusammen. Der Risikoindikator liegt dagegen nahe Null, was verdeutlicht, dass der Mengeneinsatz keinerlei Aussage über Toxizität und potentielle Umweltwirkungen erlaubt. Bezogen auf den verfahrensspezifischen Einsatz je ha liegt die Belastung von WIES mit 0,5 kg/ha ebenfalls relativ hoch. Hier ragt aber der OBSTanbau heraus, der mit über 4 kg/ha den höchsten Einsatz von Wirkstoffen je Flächeneinheit ausweist, gefolgt von Sonstigen Handelsfrüchten (SHAN)³² und Rebland (REBL) mit je fast 3 kg/ha. Bei dieser Betrachtung steht das Getreide mit durchschnittlich relativ geringen Einsatzmengen von ca. 1 kg je Hektar eher am unteren Ende der Skala.

Bei der Interpretation dieser Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass die Werte aus einer relativ kleinen Stichprobe auf die Grundgesamtheit hochgerechnet wurden (Bsp.: Die Befragung 2002 enthält 250 000 ha Wiesenflächen, das entspricht 6 % der Wiesenflächen in Deutschland). In der Konsequenz ergeben sich relativ große Veränderungen von einem Berichtsjahr zum nächsten mit Standardabweichungen der PV von 0,3 bis 1,8 kg/ha, die zeigen, dass weitere Untersuchungen notwendig sind, um belastbare Schlussfolgerungen für einzelne PV ableiten zu können. Die hier vorgelegten Zahlen sind daher nicht aussagekräftig.

³² Dazu gehören Hopfen, Tabak, Flachs, Heil- und Gewürzpflanzen, alle anderen Handelsgewächse, Rüben und Gräser zur Samengewinnung, die aber zusammen keine große Bedeutung in Relation zur gesamten Agrarproduktion haben.

Abbildung 14: Pflanzenschutzmitteleinsatz 2003 (Wirkstoffeinsatz nach Produktionsverfahren in Tonnen insgesamt und in kg/ha Anbaufläche)



Quelle: Eigene Darstellung

Diese Auswertung sollte auf Wunsch vom Statistischen Bundesamt zur Komplettierung physischer Stoffflüsse in Bezug auf die Flächennutzungen des Agrarsektors durchgeführt werden. Der PSM-Wirkstoffeinsatz stellt allerdings nur einen marginalen Anteil am gesamten Mengenumsatz im Agrarsektor dar. Beispielsweise macht er beim Winterweizen mengenmäßig nur einen Anteil von ca. 0,02 % an allen Stoffflüssen dieses PV aus. Die Ergebnisse weiterer Berichtsjahre sind im Tabellenteil (s. Anhang 8) dieses Berichts dokumentiert. Aussagekraft und Relevanz der hier vorgestellten, im Projekt erarbeiteten Daten stehen, ganz im Gegensatz zu den Risiko-bezogenen Indikatoren zum Pflanzenschutzmitteleinsatz, in keinem Verhältnis zum hohen Aufwand.

5 Pflanzennährstoffe und Stickstoffbilanz

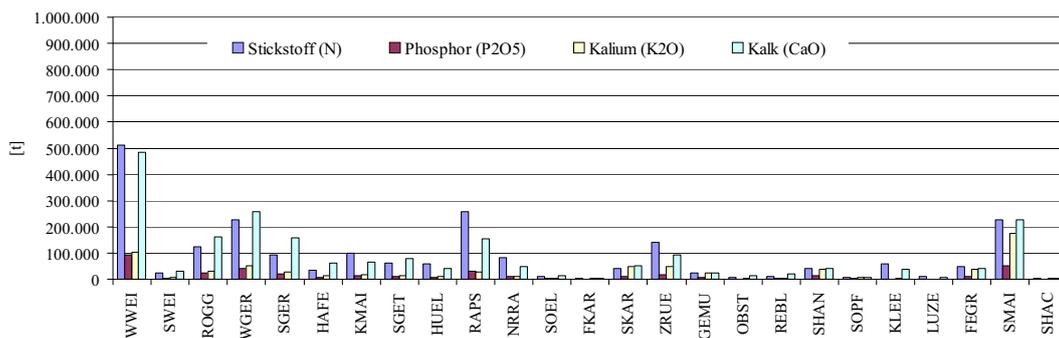
5.1 Nährstoffzufuhr

Neben Stickstoff spielen die Makronährstoffe Phosphor (P), Kalium (K) und Kalk (CaO) eine bedeutende Rolle in der Pflanzenproduktion. Im UGR-Berichtsmodul werden diese sog. Makronährstoffe konsistent zur Absatzstatistik und anderen Bilanzierungsansätzen berichtet.

Mit Blick auf den Eintrag von Nährstoffen verdeutlicht Abbildung 15, dass Stickstoff und Kalk in weit größeren Mengen eingesetzt werden als Phosphor und Kalium. Aufgrund seines dominanten Flächenanspruchs werden beim Winterweizens (WWEI) die größten Umsätze beim Nährstoffeinsatz verbucht. Bezogen auf den verfahrensspezifischen Einsatz ergibt sich eine diffuse Verteilung der Nährstoffe, die die Flächenumfänge widerspiegeln. Die Nährstoffe P, K und CaO werden auf die gesamte LF gleich verteilt, so dass flächen-

extensive Verfahren wie Weizen, Gerste, Raps oder Mais große Mengen zugeschrieben werden, aber bezogen auf ein Hektar dieselbe Menge erhalten. Dem gegenüber orientiert sich der N-Einsatz verstärkt am Bedarf der Pflanzen und erhält z. B. bei Mais proportional zum Flächenumfang höhere Werte.

Abbildung 15: Nährstoffzufuhr in Tonnen (N, P₂O₅, K₂O, CaO) 2003



Quelle: Eigene Darstellung

Während für P, K und CaO nur die Input-Seite, d. h. die Zufuhr von Nährstoffen, betrachtet wird (s. Abbildung 15), wurde für Stickstoff eine Input-Output-Tabelle für sämtliche Materialströme im Agrarsektor aufgebaut. Jede Vorleistung und jedes landwirtschaftliche Produkt wurde mit einem mittleren N-Gehalt bewertet. Dabei ist anzumerken, dass diese Herangehensweise bei manchen Produktgruppen - z. B. beim PV „Sonstige Handelsgewächse“³³ - zu unscharfen Ergebnissen führt, die in einer Konsistenz-Routine bei der Berechnung der Berichtsjahre angepasst werden. Es ist nicht auszuschließen, dass damit größere Unterschiede zwischen den Berichtsjahren innerhalb solcher PV auftreten. Hinsichtlich der Interpretation ist aber zu erwähnen, dass „Sonstige Handelsgewächse“ (Hopfen, Tabak, Flachs, Heil- und Gewürzpflanzen, alle anderen Handelsgewächse, Rüben und Gräser zur Samengewinnung) keine große Bedeutung in Relation zur gesamten Agrarproduktion haben.

5.2 Stickstoffbilanzüberschuss

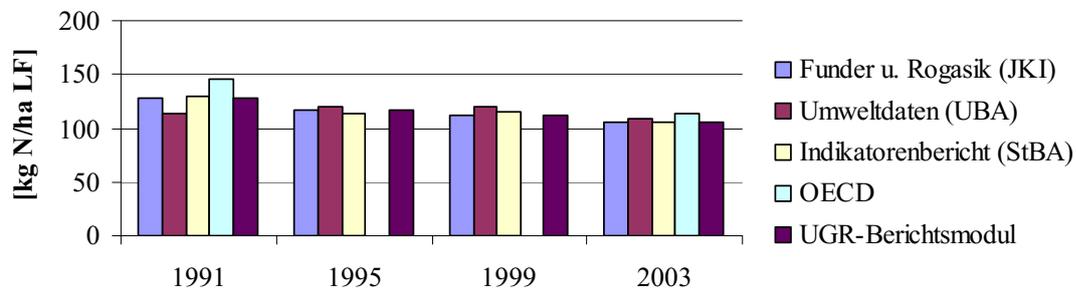
Der Stickstoffsaldo (oder Stickstoffbilanzüberschuss) in der Form einer nationalen Gesamtbilanz (Eckzahl) ist einer der Indikatoren der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie im Bereich Umwelt (vgl. Statistisches Bundesamt, 2008). Aufgabe des Projektes war es, die nationale Eckzahl in der hier vorgestellten Weise nach Produktionsverfahren zu differen-

³³ Sonstige Pflanzenproduktion: Hopfen, Tabak, Flachs, Heil- und Gewürzpflanzen, alle anderen Handelsgewächse, Rüben und Gräser zur Samengewinnung

zieren und dadurch den Indikator mit weiteren Informationen zu untersetzen. Ergebnisse zum Stickstoffeintrag wurden in Kapitel 5 (Pflanzennährstoffe, s. Abbildung 15) vorgestellt.

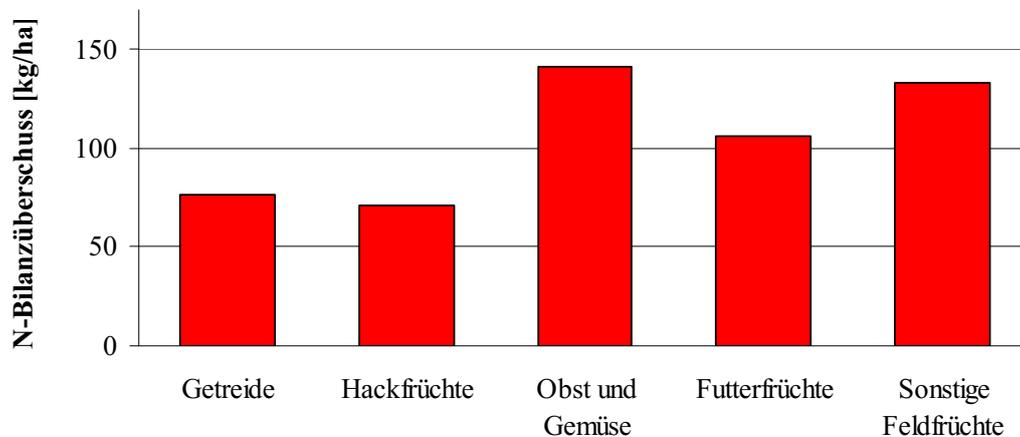
Als Datenquelle wurden in der Strategie bisher die Eckzahlen des Umweltbundesamtes verwendet, während im vorliegenden Berichtsmodul auf die wegen anderer Berechnungsmethoden etwas abweichenden Eckzahlen des vTI (vormals FAL) zurück gegriffen wurde. Diese wiederum weichen von den offiziellen Berechnungen der OECD-Berichterstattung ab. Abbildung 16 zeigt das Ausmaß der Unterschiede zwischen den Datengrundlagen.

Abbildung 16: Vergleich der N-Bilanzen unterschiedlicher Quellen (Stand: Feb. 06)



Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung nach Funder und Rogasik, 2006; OECD, 2008; StBA, 2008; UBA, 2008.

Den Stickstoffsaldo des Berichtsmoduls nach Produktgruppen zeigt Abbildung 17, wobei hohe Überschüsse bei intensiv geführten Sonderkulturen (Obst und Gemüse, Blumen, als „hot spot“ sind hier vor allem Gemüseflächen anzusehen) auftreten. Futterfrüchte wie Mais mit hoher Zufuhr von Gülle und Leguminosen, die Stickstoff aus der Bodenluft binden, sind nur im Kontext von Fruchtfolgen und Betriebssystemen zu interpretieren, da der gebundene Stickstoff in den Folgejahren von anderen Fruchtarten genutzt wird. Aus diesem Grunde ist auch eine Bilanzierung nach PV nicht interpretierbar, da Überschüsse oft im Stall entstehen, jedoch nach UGR-Prinzip auf die Flächen gebucht werden und dort über mehrere, der Ausbringung folgende Jahre verwertet werden. Über die Fruchtfolge werden auf diesen Flächen unterschiedliche Kulturen angebaut, die an der Verwertung des Wirtschaftsdüngers tierischer Herkunft beteiligt sind.

Abbildung 17: Stickstoffsaldo für 2003

Quelle: Eigene Darstellung.

Zwischenzeitlich wurde die bisherige Datenbasis³⁴ des Indikators für den Fortschrittsbericht der Bundesregierung und den Indikatorenbericht des Statistischen Bundesamtes (Ausgabe 2008)³⁵ aufgrund einer Ressortabstimmung geändert, sodass sich neue, dem Berichtsmodul eher entsprechende Eckzahlen ergeben. Die dargestellten Ergebnisse (s. Abbildung 16) sind anzupassen, sobald die Abstimmung der Berechnungsmethoden auch im Detail abgestimmt ist. An den grundsätzlichen Aussagen wird sich dadurch nichts ändern.

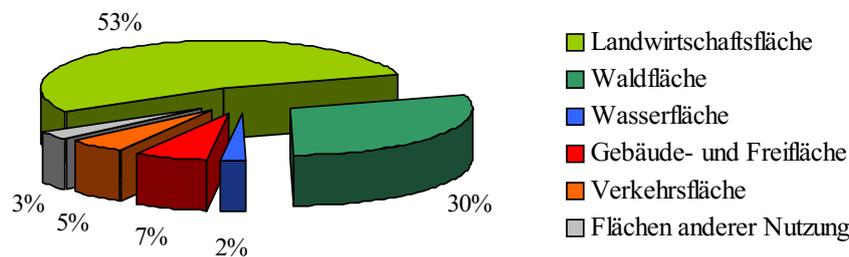
6 Nutzungsintensität

Die Relevanz einer genaueren Betrachtung der Nutzungsintensität der landwirtschaftlichen Fläche leitet sich aus dem Flächenanspruch des Landwirtschaftssektors ab (vgl. Abbildung 18). 53 % der Landfläche der Bundesrepublik Deutschland wurden im Jahr 2001 landwirtschaftlich genutzt, davon waren ca. 70 % unter Ackernutzung und ca. 30 % Grünland (Statistisches Bundesamt, 2002b).

³⁴ Zum Zwecke eines einheitlichen Vorgehens bisher verschiedener Datenerzeuger (Umweltbundesamt und vTI) und einer einheitlichen nationalen und internationalen Berichterstattung.

³⁵ Siehe Nachhaltige Entwicklung in Deutschland, Indikatorenbericht 2008, www.destatis.de.

Abbildung 18: Bodenflächen nach Art der tatsächlichen Nutzung in Deutschland (2001)

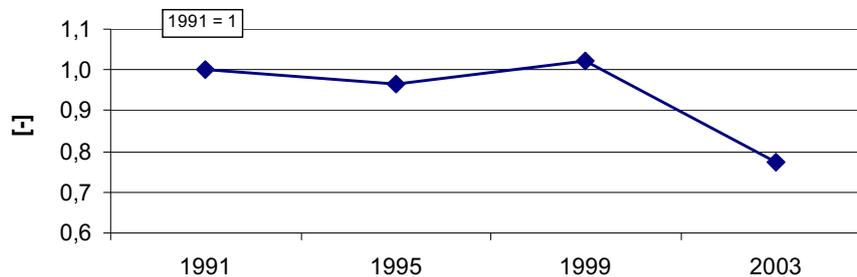


Quelle: Statistisches Bundesamt, 2002a.

Die Nutzungsintensität der landwirtschaftlichen Fläche ist vor dem Hintergrund der Bodengesamtrechnung (BGR) in den UGR zu sehen. Die BGR berichtet differenzierte Aussagen über die Bodennutzung nach wirtschaftlichen Aktivitäten. Für die am intensivsten und damit am wenigsten nachhaltig genutzte Flächenkategorie – die Siedlungs- und Verkehrsfläche - wurde die Bodennutzung nach wirtschaftlichen Akteuren differenziert, die Bodennutzung also quantitativ anteilig den verschiedenen nutzenden Produktionsbereichen und den privaten Haushalten zugeordnet. Diese Differenzierung entspricht dem Vorgehen, das innerhalb der UGR generell für Umweltbelastungen durch wirtschaftliche Aktivitäten und auch für die Darstellung ökonomischer Sachverhalte in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen üblich ist. Für die Siedlungs- und Verkehrsfläche ist diese Differenzierung sinnvoll, da sowohl Siedlungs- als auch Verkehrsflächen im Prinzip von allen Produktionsbereichen sowie den privaten Haushalten genutzt werden. Für die Flächenkategorie „Landwirtschaftsfläche“ war dieses Vorgehen dagegen weniger hilfreich, da die gesamte Landwirtschaftsfläche allein durch den Produktionsbereich „Landwirtschaft, gewerbliche Jagd“ genutzt wird. Eine entsprechende Zuordnung erbringt also keinen Informationsgewinn. Daher wird für die UGR-Bodengesamtrechnung die Nutzungsintensität auf der Landwirtschaftsfläche beschrieben. Dazu wurde eine Methode zur qualitativen Einstufung der Intensität der landwirtschaftlichen Flächennutzung für die verschiedenen Anbaufruchtarten der Bodennutzungshaupterhebung entwickelt.

Die qualitative Intensitätseinstufung der UGR-Bodengesamtrechnung stützt sich auf Expertenaussagen und orientiert sich an der durchschnittlichen Belastung der Anbaufruchtarten hinsichtlich vier ausgewählter Kriterien: der Menge des Mineraldünger- bzw. Wirtschaftsdüngereinsatzes, der Pflanzenschutzmittelanwendung und des damit verbundenen Belastungsrisikos, dem Risiko der Bodenverdichtung und dem Erosionsrisiko. Alle Indikatoren sind voneinander unabhängig und gleich gewichtet. Im Laufe der Berichtsjahre 1991 bis 2003 sank die relative Intensität auf ca. 80 % (Abbildung 19).

Abbildung 19: Entwicklung der Flächennutzungsintensität landwirtschaftlicher Flächen in Deutschland insgesamt (91/95/99/03)



Quelle: Eigene Berechnungen.

7 Energieeinsatz

Aufgrund der steigenden Energiepreise und der daraus resultierenden Bedeutung der Energie als bedeutende Vorleistung des Agrarsektors, werden in diesem Kapitel die verfügbare Datenbasis und die Berechnungsschritte im UGR-Berichtsmodul „Landwirtschaft und Umwelt“ erläutert.

Unter dem Thema „Energieeinsatz“ werden die direkten Energieinputs in den Landwirtschaftssektor (einschl. Gartenbau und Jagd) subsumiert. Dazu gehören sowohl die Kraftstoffe Benzin und Diesel (einschl. Biodiesel) als auch die Brennstoffe Heizöl, Gas, Holz und Kohle sowie elektrischer Strom. Exakte Daten für diesen Themenbereich aus einer umfassenden Primärerhebung liegen nicht vor. Deshalb werden die Angaben entweder durch einen Top-down-Ansatz (UGR) oder Bottom-up-Ansatz (z. B. Testbetriebsdaten) geschätzt. Beide Verfahren sind mit nicht unerheblichen Fehlerspielräumen verbunden und führen zu abweichenden Ergebnissen. Eine Totalerhebung könnte diese Lücke schließen, wenn sie plausible Ergebnisse liefern würde. (s. u. „Totalerhebung der Gartenbaubetriebe“).

Gemäß Kapitel 6.2.5 des ersten UGR-Projektberichtes (Energieverbrauch in physischen Einheiten; Schmidt et al., 2005b) wird der physische Energieeinsatz aus monetären Angaben der LGR für Strom, Gas, Brenn-, Treib- und Schmierstoffe berechnet. Folgende Zusammenstellung dieser und weiterer Quellen für den Energieeinsatz im Agrarsektor zeigt, dass trotz der erwähnten Unsicherheiten eine Schätzung auf Basis monetärer Werte möglich ist.

7.1 Beschreibung und Auswertung der Datenquellen

BMWi-Studie

Aufgrund einer neueren Studie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (Schlomann et al., 2004) ist die Sekundärstatistik im Bereich Heizstoffe unvollständig.

Insbesondere Holz wird zu Heizzwecken in landwirtschaftlichen Betrieben eingesetzt und sollte daher auch berücksichtigt werden. Wie eine Befragung von 117 landwirtschaftlichen Betrieben zeigte, wird ein Teil der im Agrarsektor verwendeten Brennstoffe sekundärstatistisch nicht erfasst. Die Autoren schlagen deshalb einen Korrekturfaktor „... für den Verbrauch von flüssigen und gasförmigen Energieträgern, sowie der Fernwärme“ von 1,75 vor (Erhebungsjahr 2001).

Die Studie weist einen sektoralen Wert für den Brennstoffverbrauch von 6,49 TWh für die Landwirtschaft und 3,31 TWh für den Gartenbau aus. Der Stromverbrauch liegt bei 4,28 bzw. 0,82 TWh, d. h. der Sektor verbraucht ohne Kraft- und Schmierstoffe insgesamt 14,9 TWh (umgerechnet **53 640 TJ**).

LGR auf der Basis des Testbetriebsnetzes

Die Zahlen der LGR basieren auf einer Hochrechnung aus dem repräsentativen Testbetriebsnetz (TBN) und werden jährlich über die EU-Datenbank NewCronos veröffentlicht. Tabelle 4 zeigt, dass die energieintensiven Zierpflanzenbetriebe 2002 überrepräsentiert sind (3,4 %) und durch einen entsprechenden Hochrechnungsfaktor korrigiert werden müssen, so dass der bereinigte Anteil bei 2,3 % liegt. Die Angaben der Agrarstatistik 2002 liegen bei 2,0 % etwas darunter.

Tabelle 4: Repräsentativität der Gartenbaubetriebe im Testbetriebsnetz

Betriebsform	Agrarstatistik 2003		Testbetriebsnetz 2002			
	Betriebe		Betriebe		repräsentierte Betriebe	
Gemüse	2.118	0,5%	170*	1,5%	2.581	0,9%
Zierpflanzen	8.240	2,0%	394**	3,4%	6.355	2,3%
Baumschulen	3.161	0,8%	80	0,7%	2.766	1,0%
Alle Betriebe	420.697	100,0%	11.642	100,0%	278.637	100,0%

* Von 170 Gemüsebaubetrieben wurden 44 Unterglasgemüsebetriebe befragt.

** Unter den 394 Zierpflanzenbetrieben waren 302 Topfpflanzenbetriebe und 43 Zierpflanzen-Verbundbetriebe, aber keine reinen Unterglas-Schnittblumenbetriebe.

Die nächste Tabelle zeigt, dass ein Großteil des Energieinputs in den Agrarsektor von den zwei großen Gruppen Marktfrucht- und Futterbaubetriebe verbraucht wird (40 bzw. 31 %). Sehr viel Heizmaterial (26 %) wird von der relativ kleinen Gruppe der Zierpflanzenbetriebe zur Erwärmung der Unterglasfläche eingesetzt.

Tabelle 5: Prozentuale Verteilung der Ausgaben für Energie nach Betriebsgruppen des Testbetriebsnetzes

Heizmaterial	Strom	Diesel	gesamt	
27%	30%	50%	40%	Marktfrochtbetriebe
17%	38%	31%	31%	Futterbaubetriebe
12%	13%	6%	9%	Veredelungsbetriebe
2%	2%	2%	2%	Weinbaubetriebe
5%	1%	1%	2%	Gemüsebaubetriebe
26%	3%	1%	6%	Zierpflanzenbetriebe
11%	12%	9%	10%	Andere Betriebe

UGR-Berichtsmodul Landwirtschaft und Umwelt

Das Berichtsmodul baut auf den Informationen der LGR und der BMWi-Studie auf. Entsprechend der BMWi-Studie wird der Faktor 1,75 auf die LGR-Angaben für Heizmaterial angewendet, da der Holz-Eigenverbrauch in der Buchführung (des TBN) nicht erscheint. Elektrischer Strom sowie Kraft- und Schmierstoffe (Benzin, Diesel, Fette, Öl, Schmierstoffe) sind über das Testbetriebsnetz monetär und repräsentativ gut abgebildet. Daraus ergibt sich ein Energieverbrauch von 18 768 TJ für Strom (bei einem Einheitspreis von 12 Ct/kWh), 3 121 TJ für Gas (60 Ct/m³), 15 227 TJ für Brenn- und Treibstoffe (81 Ct/L) sowie 99 294 TJ für Sonstige (v. a. Diesel, 49 Ct/l), d. h. insgesamt von **136 409 TJ** für den Agrarsektor einschl. Gartenbau, Zierpflanzenproduktion und Baumschulen des Jahres 1999.

Geiger-Studie

Geiger et al., 1999, haben einen mittleren Brennstoffverbrauch von 260 kWh/a*m² (Bandbreite: 10-520) für Unterglasflächen ermittelt. Dies deckt sich mit Erhebungen von Weber, 1991, die unter schweizerischen Klimabedingungen durchgeführt wurden. Insgesamt ergibt sich für das Jahr 2000 ein Wärmebedarf von **10,3 TWh/a** für die Unterglasproduktion von Zierpflanzen (2 683 ha) und Gemüse (1 263 ha), der überwiegend durch Heizöl gedeckt wird. Der mittlere Stromverbrauch wird mit 35 kWh/m²*a (Bandbreite: 10-150) hochgerechnet = **1,4 TWh/a**.

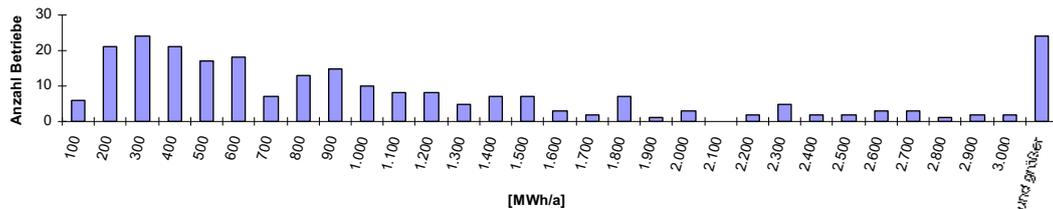
FNR-Studie

Im Rahmen einer repräsentativen Studie der Uni Hannover wurde unter anderem der Energieeinsatz von Unterglasbetrieben abgefragt. Dies ist ein sehr aktueller Datenfundus aus dem Projekt „Energetische Nutzung von Biomasse im Unterglasgartenbau“ (Förderkennzeichen: 22015703. Finanzierung: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR). Laufzeit des Vorhabens: 01.06.2004 bis 30.11.2006, Projektleitung: Leibniz Universität Hannover, Prof. Hans-Jürgen Tantau, Dr. Isabelle Schuster).

Von 480 befragten Betrieben gaben 474 Betriebe ihren jährlichen Energieverbrauch für die Wärmezufuhr an. Die Verbräuche zeigten eine sehr hohe Streuung. Sie lagen zwischen

0,434 und 29 000 MWh bei einem Mittelwert von 1 669 MWh und einem Median von 900 MWh. Die nachfolgende Abbildung 20 zeigt die Verteilung der Betriebe nach ihrem Gesamtenergiebedarf.

Abbildung 20: Energiebedarf deutscher Unterglasbetriebe (Zierpflanzen und Gartenbau) aus einer Befragung 2004



Quelle: Tantau und Schuster, Uni Hannover 2006. FNR-Projekt: Energetische Nutzung von Biomasse im Unterglasgartenbau. Förderkennzeichen: 22015703

Mithilfe des Medians und Angaben aus der Agrarstatistik kann auf einen sektoralen Wert hochgerechnet werden, der allerdings mit großen Unsicherheiten behaftet ist:

Entsprechend der Fachserie 3/Reihen 3.1.3 und 3.1.6 des Statistischen Bundesamtes (Gemüseanbau bzw. Zierpflanzen) wirtschafteten im Jahr 2004 insgesamt 3 765 Gemüsebaubetriebe auf 910 ha und 8 305 Zierpflanzenbetriebe auf 2 524 ha in Unterglasanlagen. Die Gesamtbetriebszahl wird mit dem mittleren Wärmeenergieverbrauch multipliziert, um auf den sektoralen Wert für Gas- und Heizöleinsatz zu kommen: $(3\,765 + 8\,305 \text{ Betriebe}) \cdot 900 \text{ MWh/Betrieb und Jahr} = 10,86 \text{ TWh/a}$ (dies entspricht **39 107 TJ**).

UGR-Ansatz

Entsprechend Tabelle 21 der UGR 2004 (Statistisches Bundesamt, 2006b) betrug der direkte inländische Energieverbrauch für den Produktionsbereich 1 „Erzeugung von Produkten der Landwirtschaft und Jagd“ im Jahr 1999 **123 902 TJ**.

Totalerhebung der Gartenbaubetriebe 2005

Die in einer Totalerhebung erfragten Energiezahlen (Brennstoffe) der Gartenbaubetriebe wurden wegen Unplausibilitäten nicht veröffentlicht. Zu Vergleichszwecken sollen sie an dieser Stelle trotzdem genannt werden: Kohle, Koks 546 889 t bzw. 14 195 TJ, Heizöl 217 807 Tsd. l bzw. 7 841 TJ, Erdgas 244 446 Tsd. cbm bzw. 8 492 TJ, Flüssiggas 4 265 t bzw. 198 TJ, insgesamt: **30 726 TJ**.

7.2 Übersicht der Ergebnisse

Zwischen den verschiedenen Datenquellen bestehen teilweise große Differenzen, die einerseits auf unterschiedliche Erhebungsjahre zurückzuführen sind und andererseits durch verschiedene Erhebungsmuster und Hochrechnungsverfahren hervorgerufen werden.

In Tabelle 6 werden neben den Energieträgern auch die Schmierstoffe aufgelistet, da in der LGR unter der größten Position „Sonstige“ die Schmierstoffe zusammen mit Dieselmotorenkraftstoff enthalten sind und nicht separiert werden können. Aufgrund der großen Unsicherheiten soll hier nur eine reine Gegenüberstellung vorgenommen werden, ohne die Qualität der einzelnen Quellen beurteilen zu wollen.

Ein Vergleich der verfügbaren monetären Angaben verdeutlicht die grundsätzliche Diskrepanz zwischen dem Top-down-Ansatz der UGR und dem Bottom-up-Ansatz der LGR.

Tabelle 6: Zusammenstellung verschiedener Quellen zum Energieverbrauch im deutschen Agrarsektor [in Millionen Euro]

Quelle	Berichtsjahr	Einheit	Energiebedarf Agrarsektor*		
Input-Output-Rechnung (Gütermatrix)	2000	Mio. €	Benzin	35	1.323
			Diesel	669	
			Heizöl	58	
			Kohle	4	
			Gas	35	
			Strom	522	
StJB 2005 BMELV	1999	Mio. €	Ausgaben	2.255	
StJB 1999 BMELV	1997/98	Mio. €	Treibstoffe	1.395	3.027
			Schmierstoffe	453	
			Brennstoffe	521	
			dar. Heizöl	509	
			Elektr. Strom	599	
			Erdgas	60	

Da für das Wirtschaftsjahr 1997/98 zum letzten Mal sowohl physische als auch monetäre Daten berichtet wurden (anschließend nur noch monetär), werden diese Daten zu Vergleichszwecken herangezogen (s. Tabelle 7). Aus der Gütermatrix der Input-Output-Rechnung lagen Zahlen für das Berichtsjahr 2000 vor, die weit unterhalb der LGR-Annahmen lagen. Wahrscheinlich wurden der Dieserverbrauch und die Heizstoffe in der Gütermatrix unterschätzt.

Die physischen Angaben des BMELV lagen 1997/98 relativ hoch im Vergleich zur LGR 1999 (Berichtsmodul), während die Werte von UGR und Berichtsmodul recht gut übereinstimmen.

Ein Vergleich aller Ergebnisse legt den Schluss nahe, dass die BMWi-Studie den Brennstoff- und Stromverbrauch im Agrarsektor erheblich überschätzt (s. letzte Zeile von Tabelle 7).

Tabelle 7: Zusammenstellung verschiedener Quellen zum Energieverbrauch im deutschen Agrarsektor [in Terajoule]

Quelle	Berichtsjahr	Einheit	Energiebedarf Agrarsektor*		
StJB 1999 BMELV	1997/98	TJ	Treibstoffe	90 989	197 692
			dar. Diesel	81 333	
			Schmierstoffe	3 888	
			Brennstoffe	74 310	
			Elektr. Strom	18 745	
			Erdgas	9 760	
UGR 2006 (Direkter Energieverbrauch im Inland)	1999	TJ	Benzin	6 623	134 945
			Diesel	64 345	
			Heizöl**	29 889	
			Kohle	2 140	
			Erneuerbare Energien	11 427	
			Gas	1 254	
			Strom	19 267	
UGR-Berichtsmodul 'Landwirtschaft und Umwelt'	1999	TJ	Sonstige	80 833	136 409
			Sonstige Brenn- und Treibstoffe	15 227	
			Strom	18 768	
			Gas	3 121	
BMWi	2001	TJ	Brennstoff und Stromverbrauch	53 640	

*inkl. Gartenbau, , **inkl. sonst. Mineralölprodukte (wie Flüssiggas)

Folgende Tabelle 8 zeigt eine Zusammenstellung zweier Studien und der Agrarstatistik zum Energieeinsatz im Gartenbau. Die Ergebnisse sind nur bedingt vergleichbar, da sie für unterschiedliche Zeiträume erstellt wurden und in der Agrarstatistik Unplausibilitäten auftraten. Dennoch zeigt dies einerseits die relative Größenordnung und andererseits die Unsicherheiten, die bei der Analyse des Energieeinsatzes auftreten.

Tabelle 8: Energieverbrauch im Gartenbau nach verschiedenen Quellen

Quelle	Jahr	Einheit	Energiebedarf Gartenbau
FNR	2004	TJ	Wärmebedarf von Unterglasbetrieben 39.107
Geiger et al.	2000	TJ	Brennstoffverbrauch 37.080
			Stromverbrauch 5.040
Agrarstatistik	2004	TJ	Verbrauch von Brennstoffen 30.726

Entsprechend dieser Zusammenstellung verbraucht der Gartenbau in Deutschland zwischen 30 und 40 PJ Energie zu Heizzwecken. Im Verhältnis zum Gesamtverbrauch des Agrarsektors (vgl. Tabelle 6) sind diese Angaben relativ hoch und sollten mit weiteren Erhebungen belegt werden.

7.3 Gesamtbewertung und Ausblick

Aus dem vorliegenden Informationsmaterial kann kein eindeutiges Urteil über die Genauigkeit der Ergebnisse abgeleitet werden. Alle Erhebungen und Hochrechnungen bilden mehr oder weniger repräsentativ den Gesamtsektor ab. Die Erfahrung bei der Totalerhebung der Gartenbaubetriebe zeigt, dass auch eine umfassende Befragung keine Garantie für hinreichend zuverlässige Ergebnisse ist.

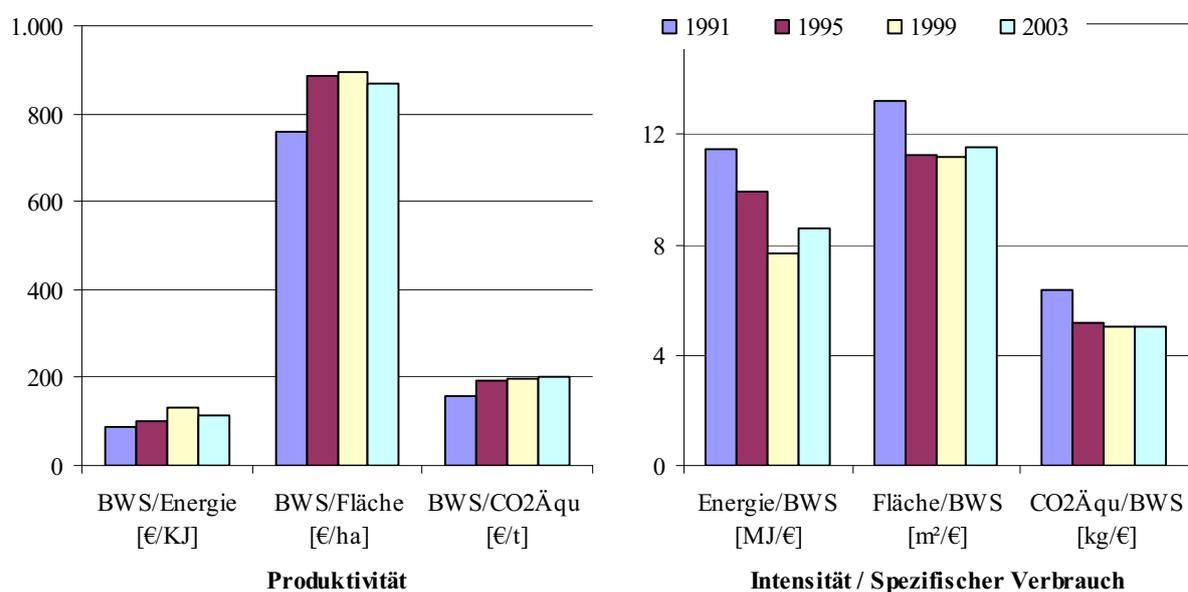
Die Methode des Berichtsmoduls „Landwirtschaft und Umwelt“ hat zwei entscheidende Vorteile: (a) Die Angaben wurden aus der wichtigsten Referenz, der LGR, abgeleitet und (b) die notwendigen Basisdaten sind für alle Berichtsjahre verfügbar, womit das Ergebnis fortschreibungsfähig ist. Um neben dem erwähnten Korrekturfaktor für Holzeinsatz weitere Verbesserungen in diese Berechnung einfließen lassen zu können, müssten umfassendere Befragungen mit genaueren Angaben vorliegen. Das TBN könnte mit zusätzlichen Abfragen zur Stroh-, Getreide- und Holznutzung sowie zur Wärmenutzung aus dem Betrieb von Biogasanlagen diese Lücke schließen. Die Unsicherheit, die durch die Hochrechnung der TBN-Ergebnisse auf den deutschen Agrarsektor entsteht, kann durch Verwendung von betriebsspezifischen Einheitspreisen reduziert werden.

8 Effizienz der Umweltnutzung

Ökonomische und ökologische Parameter können in Relation gesetzt werden, um Effizienzen ausweisen zu können und diese zwischen Sektoren zu vergleichen. Diese Verhältniszahl gibt z. B. an, wie viel Wertschöpfung pro Rohstoffeinheit generiert werden konnte. Der UGR-Bericht 2003 (Statistisches Bundesamt, 2003b) gibt hierzu eine Begriffsdefinition: „... *Steht die wirtschaftliche Leistung bei dem Bruch im Nenner, handelt es sich um eine **Intensitätsangabe** (oder auch „spezifischer Verbrauch“); steht die Bruttowertschöpfung im Zähler, nennt man das Verhältnis „**Produktivität**“.* ... “. Im Berichtsmodul wer-

den Indikatoren zu Energie, Flächenanspruch und CO₂-Äquivalente berechnet (Abbildung 21). Dabei steigt die Produktivität während der ersten drei Berichtsjahre kontinuierlich an und fällt 2003 aufgrund von Sommertrockenheit und der damit verbundenen Ertragsdepression wieder ab. Eine Ausnahme bilden die Treibhausgase (CO₂Äqu), die proportional zur Ertragsbildung berechnet wurden und damit einen weiterhin steigenden Trend auch im Jahr 2003 anzeigen. Die Intensität ist der Kehrwert der Produktivität und nimmt über die Jahre entsprechend ab.

Abbildung 21: Effizienz der Umweltnutzung



Quelle: Eigene Darstellung

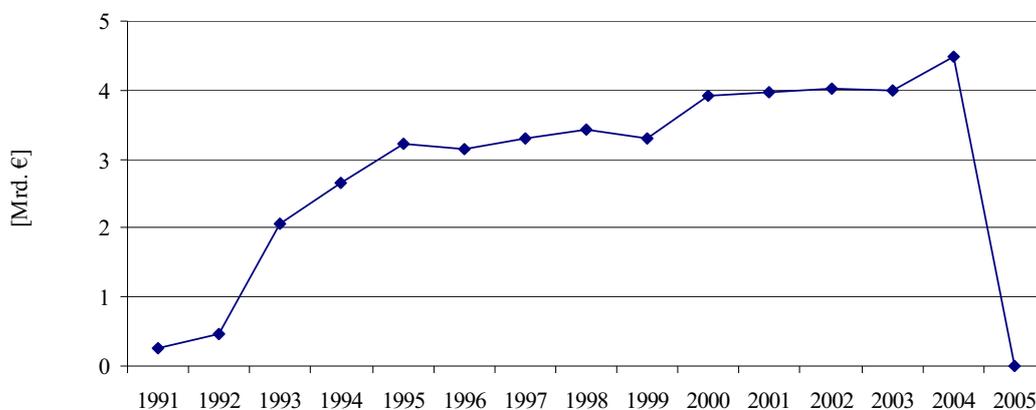
Obige Abbildung zeigt einzelne Teilaspekte der Umweltnutzung ohne Anspruch auf ein konsistentes Gesamtbild, das alle Ressourcenansprüche und Belastungen des Agrarsektors zu berücksichtigen hätte. Ebenso werden externe Effekte – außerhalb des Agrarsektors und nationaler Grenzen – in dieser Betrachtung nicht bewertet (Bsp.: Steigerung der Fleischimporte beeinflusst sowohl die sektorale Wertschöpfung als auch die Emissionssituation). Zum Thema Intensität s. a. Kapitel 6 in diesem Bericht und Kapitel 6.3 im Abschlussbericht des ersten Projektes (Schmidt et al., 2005b).

9 Subventionen und Agrarumweltmaßnahmen

Unter **Subventionen** im Zusammenhang mit der Landwirtschaft versteht man Transferzahlungen ohne unmittelbare Gegenleistung, die zur Erhaltung wirtschaftlicher und länderspezifischer Strukturen dienen sollen. Die Art der finanziellen Zuwendungen seitens der EU bzw. des Bundes und der Länder haben sich in den vergangenen 15 Jahren stark ver-

ändert. Seit der Mac-Sherry-Reform im Jahre 1992 läuft ein Entkoppelungsprozess von Produktion und Direktzahlungen, der sich in der Agenda 2000 fortgesetzt hat und schließlich in der Agrarreform 2003 vorläufig endet. Daher sind die in der LGR angegebenen produktionsbezogenen Subventionen in den 1990er Jahren zunächst stark angestiegen und fielen 2005 wieder auf ein sehr niedriges Niveau zurück. Während in den Jahren vor 1992 vor allem die Preisstützung zur Einkommenssicherung in der Landwirtschaft beitrug, sind es nach 2004 die produktionsunabhängigen Flächenzahlungen, die den Rückgang der produktionsbezogenen (Güter-)Subventionen größtenteils ausgleichen.

Abbildung 22: Produktionsbezogene Subventionen (1991-2005) nach LGR



Quelle: Eigene Darstellung nach EUROSTAT, 2008

Für das Jahr 2005 werden nur noch 9 Mio. € Gütersubventionen für Eiweißpflanzen in den LRG gelistet.

Bis 2013 besteht nach der Umsetzung der GAP³⁶ in Deutschland ein Kombinationsmodell mit Betriebs- und Flächenprämien, das danach in ein reines Regionalmodell überführt wird (Direktzahlungen ausschließlich nach Flächenumfängen). Im Berichtsmodul können weiterhin alle Subventionen berichtet werden, allerdings führt bei einheitlicher Flächenzahlung eine Differenzierung nach Fruchtarten hier nicht zu einer Zusatzinformation.

Agrarumweltmaßnahmen sind ein Instrument zur Integration von Umwelt- und Naturschutzbelangen in die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP). Sie gewinnen für viele Betriebe zunehmend an Bedeutung. Insgesamt erhielten die Landwirte in Deutschland im Jahr 2003 1,1 Mrd. € (BMVEL, 2007) für Agrarumweltmaßnahmen. Eine Differenzierung nach Produktionsverfahren (PV) ist jedoch nicht möglich, da Agrarumweltprämien anders als Preisausgleichs- und Direktzahlungen keine produktbezogenen Transfers sind. Daten der

³⁶ GAP – Gemeinsame Agrarpolitik der Europäischen Union.

Maßnahmen der so genannten „2. Säule“ sind derzeit nur in Kategorien wie Ökolandbau, Extensivierung, Erosion verfügbar. Daher ist eine Zuordnung zu PV nicht möglich. Auch können Zahlungsansprüche z. B. für die Anlage von Uferrandstreifen nicht eindeutig einem PV zugeordnet werden.

10 Gegenüberstellung von Ökolandbau und konventionellem Landbau

Aufgrund der geringen Datenqualität im Bereich Ökolandbau ist dieser Abschnitt in erster Linie als Methodenentwicklung mit exemplarischen Ergebnissen zu verstehen und nicht als endgültige Aussage bezüglich eines Systemvergleichs.

Landwirtschaft, die nach den Vorschriften des Ökologischen Landbaus betrieben wird, hat den Anspruch, besonders schonend mit den natürlichen Ressourcen umzugehen und die Umwelt geringer zu belasten als andere Methoden des Anbaus. Gleichzeitig sollen qualitativ hochwertige Lebensmittel hergestellt werden. Im Berichtsmodul Landwirtschaft und Umwelt sollten die bereits im ersten Projekt für die Landwirtschaft insgesamt berechneten Daten (d. h. eine Mischung für alle Betriebsformen und Anbauweisen) speziell auch allein für die Anbauart des Ökolandbaus ermittelt werden. Daraus würde sich ergeben, ob und in welchem Ausmaß der Ökolandbau sich generell und hier insbesondere in den einzelnen Pflanzen- und Tierproduktionsverfahren in allen im Projekt untersuchten Parametern von den anderen Verfahren (konventionell einschl. integriert) unterscheidet. Aspekte der Qualität ökologisch erzeugter Lebensmittel waren dagegen nicht Gegenstand der Untersuchung.

Für diesen Zweck wurde die bisher nur „vertikale“ Aufgliederung des Agrarsektors in 46 Produktionsverfahren durch eine weitere Differenzierung nach der Anbaumethode ergänzt. Dadurch wird der Ökologische Landbau getrennt vom konventionell betriebenen Anbau dargestellt (siehe Abbildung 23). Es ergibt sich eine Aufsplittung des Agrarsektors in zwei Datensätze mit jeweils unterschiedlichen Faktoren je Anbauform, deren Summe die Ergebnisse für den ganzen Sektor bilden. Dieses horizontale Splitting ermöglicht Vergleichsstudien zwischen beiden Teilsektoren.

Wegen einer geringeren Datenschärfe in vielen Bereichen sind die Ergebnisse der Teilsektoren (Ökolandbau, konventioneller Landbau) weniger sicher als für den Gesamtsektor. So werden in der LGR zum Beispiel die sektoralen Zahlen für die Wertschöpfung des Agrarsektors berichtet, allerdings nicht getrennt für den Anteil des Ökolandbaus. Daraus leitet sich die Notwendigkeit ab, sehr viele Annahmen für fehlende Datenbereiche zu treffen³⁷. Eine Ausnahme bildet der Flächenanspruch, der näherungsweise über die Agrarstatistik ab 1999 getrennt erhoben wird. Da nicht auf ökologischen Landbau umgestellte Betriebs-

³⁷ D. h., analog zur LGR wird die Wertschöpfung über Mengen und Preise berechnet.

zweige zwar erhoben, nicht aber veröffentlicht werden, bestehen auch hier Datenunschärfen. Das gleiche gilt für die geringe Differenzierung der Anbaukulturen und Tierv Verfahren, z. B. fehlen Angaben zum Gemüseanbau sowie zur Mutterkuh- und Geflügelhaltung. Auch hier müssen Daten geschätzt werden, die in diesem Fall zwar erhoben, aber nicht veröffentlicht werden.

Abbildung 23: Schema zum vertikalen und horizontalen Splitting des Agrarsektors

	Pflanzenbau				Tierproduktion				Markt- leistung
	WWEI	SWEI	ROGG	...	MIKU	ALTK	AMMU
konventionell									
ökologisch									

10.1 Allgemeines, Definitionen, Methode

Der Ökolandbau wird EU-weit nach der *Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates vom 24. Juni 1991 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel* definiert³⁸ und kontrolliert³⁹. Generell zeichnet er sich durch eine flächenextensivere Landbewirtschaftung und vor allem durch den Verzicht von synthetischen Betriebsstoffen wie Pflanzenschutzmittel und Mineraldünger aus. Somit existieren einige Anhaltspunkte aus der Statistik (neben Flächenumfängen und Tierzahlen im Ökolandbau z. B. die zur Düngemittelversorgung, Statistisches Bundesamt, 2002c), die eindeutig entweder dem konventionellen oder dem ökologischen Teilsektor zuzuordnen sind. Nur kann bei der Erstellung der Berichtsjahre nicht auf monetäre Rahmendaten zurückgegriffen werden. Daher muss eine Schätzung auf empirischer Basis erfolgen, die die Anteile (z. B. für den direkten Energieeinsatz) des jeweiligen Teilsektors festlegt. Entsprechende Verhältniszahlen zwischen der konventionellen Landwirt-

³⁸ Auszug aus der EG-Öko-Verordnung: „... Ökologischer Anbau bedeutet erhebliche Einschränkungen bei der Verwendung von Dünge- oder Schädlingsbekämpfungsmitteln, die sich ungünstig auf die Umwelt auswirken oder zu Rückständen in den Agrarerzeugnissen führen können. ... Die ökologische Tierhaltung wird flächengebunden betrieben. Sofern keine Ausnahmeregelung gemäß diesem Anhang vorliegt, müssen die Tiere Auslauf haben; die Tierbelegung je Flächeneinheit ist so zu begrenzen, dass Pflanzenbau und Tierhaltung in der Produktionseinheit miteinander kombiniert werden können und jede Belastung der Umwelt, insbesondere des Bodens, der Oberflächengewässer und des Grundwassers, auf ein Minimum reduziert wird. Der Tierbesatz ist unmittelbar an die verfügbaren Flächen gebunden, um Probleme infolge einer Überweidung und Erosion zu verhindern und die Ausbringung tierischer Ausscheidungen zu ermöglichen, so dass nachteilige Effekte auf die Umwelt vermieden werden. ...“

³⁹ In Deutschland werden die Kontrollen nach der EG-Öko-Verordnung durch private Kontrollstellen durchgeführt, die von staatlichen Behörden zugelassen und überwacht werden.

schaft und dem Ökolandbau für Ertragsleistung von Pflanzen und Tieren, Vorleistungen und Managementangaben (Arbeitskräfteeinsatz) wurden aus KTBL, 2002; KTBL, 2004; Offermann, 2003b; Redelberger, 2004a; Redelberger, 2004b entnommen.

Anhang 9 listet die verwendeten Annahmen für den Ökologischen Landbau auf. Mithilfe dieser modifizierten Eingangsdaten wird der gesamte Ergebnisdatensatz aller Themenbereiche erzeugt und zwar sowohl für den ökologischen Teilsektor als auch für den konventionellen. Summarisch ergibt sich daraus wiederum der Gesamtsektor. Beispiel: Wenn der ökologisch erzeugte Winterweizen einen Ertrag von 61 % des durchschnittlichen Weizens erzielt und mit einem Preis von 150 % vermarktet wird (vgl. Anhang 9, erste Zeile), kann daraus der Produktionswert (PW) des Ökoweizens berechnet werden. Der PW für konventionellen Weizen resultiert aus der Differenz zwischen dem Wert des Ökoweizens und dem Betrag der LGR (PW Weizen).

10.2 Ausgewählte Ergebnisse

Exemplarisch werden hier einige interessante Ergebnisse der Berichtsjahre 1999 und 2003 vorgestellt. (In den vorhergehenden Jahren wurden die Ökobetriebe in der Agrarstatistik noch nicht getrennt ausgewiesen und eine diesbezügliche Analyse wäre daher eher spekulativer Natur.) Die Gesamtdokumentation der Ergebnisse befindet sich in den EXCEL-Arbeitsmappen.

10.2.1 Vergleich des direkten und indirekten Flächenanspruchs von Ökolandbau und konventionellem Anbau je Einheit Produktmenge

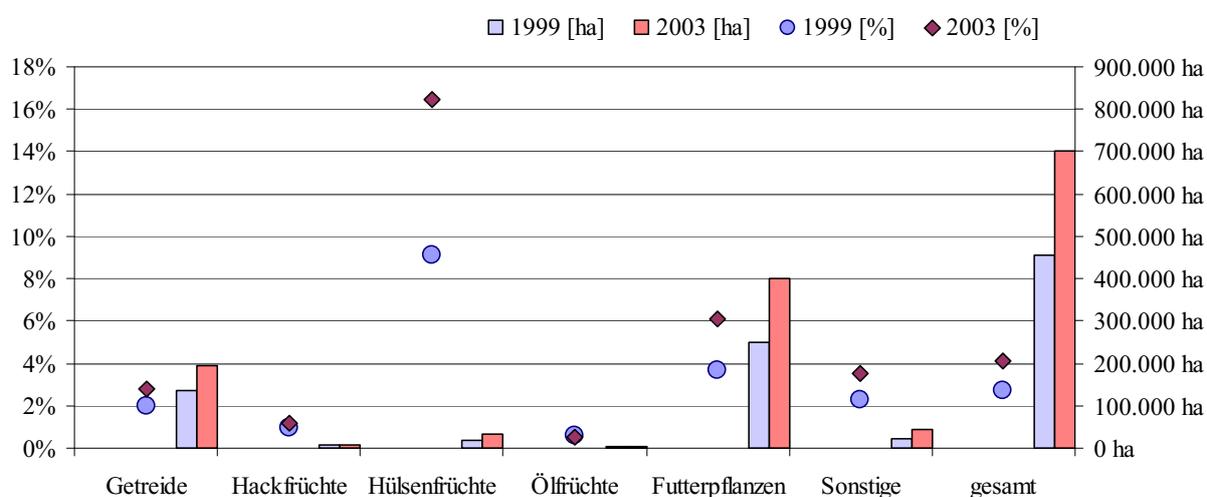
Die nach den Kriterien der EU-Verordnung ökologisch bewirtschaftete Fläche stieg von 1999 bis 2003 von 2,6 % auf 4,3 % an^{40 41}. Der Futterbau (einschl. Wiesen und Weiden) belegte 2003 mit 57 % über die Hälfte der bewirtschafteten Fläche, gefolgt von Getreide mit 28 % (Angaben für das Jahr 2003, Statistisches Bundesamt, 2001). Während die Anteile von Getreide und Hackfrüchten nur wenig zunahmen, ist ein prozentual starker Anstieg bei Hülsenfrüchten (Bohnen, Linsen) zu verzeichnen (Abbildung 24). Die Verhältnisse spiegeln die hohe Nachfrage an Bio-Milch (hoher Anteil Weideland und Futterpflanzen), Bio-Getreide und Bio-Fleisch wider, sind aber auch durch andere Faktoren ökonomischer und praktischer Art begründet. Der im Vergleich zur konventionellen Land-

⁴⁰ Die nach der EU-Verordnung erfassten Flächen im Ökolandbau berücksichtigen sowohl die voll auf Ökolandbau umgestellten als auch die noch in der Umstellung befindlichen Flächen.

⁴¹ Zuletzt erreichte sie im Jahr 2007 sie 5,3 %.

wirtschaft große Anteil der ökologisch erzeugten Hülsenfrüchte (> 16 %) an der Gesamtproduktion steht beispielsweise damit in Zusammenhang, dass Hülsenfrüchte zur Anreicherung von Stickstoff im Boden beitragen und u. a. den im Ökolandbau nicht erlaubten Mineraldünger ersetzen. Sie sind daher meist fester Bestandteil einer ökologischen Fruchtfolge. Die Speiseöle haben nur eine geringe Bedeutung bei den Konsumenten (s. a. BLE, 2007).

Abbildung 24: Flächeninanspruchnahme des Ökologischen Landbaus [in % und ha] in den Jahren 1999 und 2003



Quelle: Eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt (div. Jgg.): Statistische Berichte: Fachserie 3 / Reihe 2.2.1: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei - Betriebe mit ökologischem Landbau

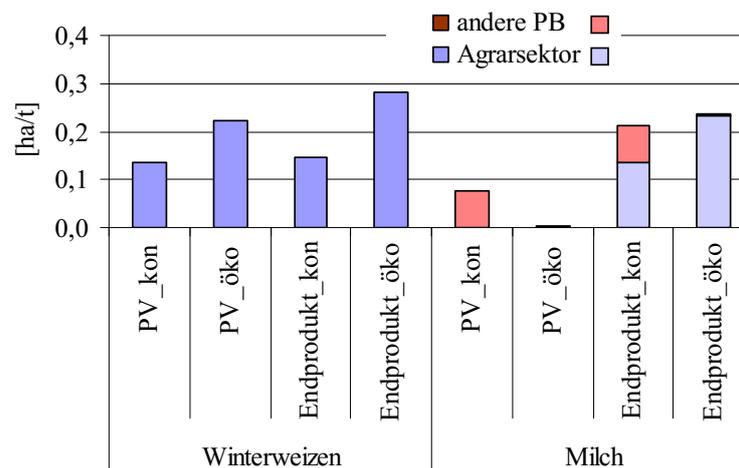
Flächenanspruch je Einheit Produktmenge

Die Flächennutzung erfolgt im Ökologischen Landbau generell extensiver als im konventionellen Anbau und benötigt daher mehr Fläche für die Produktion einer Einheit (vgl. Abbildung 25, Winterweizenproduktion in Tonnen pro Hektar). In der Milchproduktion bestehen zunächst indirekte Flächenansprüche (aus anderen PB) für importierte Futtermittel, die praktisch ausschließlich in der konventionellen Landwirtschaft eingesetzt werden. Dieser so genannte „Flächenrucksack“⁴² findet sich daher im konventionellen Endprodukt der Milch wieder (Endprodukt_kon). Zusätzlich werden Futtermittel in dieser Position kalkuliert, die im deutschen Agrarsektor erzeugt wurden und über Mischfutterwerke und den Handel wieder in den Agrarsektor zurückkommen. (Diese Vorgehensweise ist der UGR-Methodik geschuldet und insgesamt bilanzneutral zu bewerten, d. h. ob das Getreide

⁴² Der Flächenrucksack beschreibt den Flächenanspruch der gelieferten Vorleistungen, z. B. Hektar Landfläche in Brasilien für nach Deutschland gelieferte Soja-Futtermittel.

auf dem Betrieb gemahlen und gemischt wird oder im Mischfutterwerk spielt für die Belastung des agrarischen Endproduktes keine Rolle, sofern die Transporte außersektoral stattfinden.) Das Endprodukt „Milch“ wird zusätzlich mit den anteiligen Flächenansprüchen der Landwirtschaft für die entsprechende intrasektorale Futtermittelproduktion belastet. Die Abbildung 25 zeigt auch, dass pro erzeugte Einheit konventioneller Milch insgesamt etwas weniger Fläche in Anspruch genommen wird als beim Ökolandbau. Dieser Unterschied ist jedoch marginal und sollte aufgrund der großen Unsicherheiten nicht überbewertet werden. Eine weitere Detailanalyse und Interpretation der Ergebnisse lässt das Modell zum Ökolandbau im derzeitigen Stadium nicht zu. Die Ergebnisse sind bisher nicht stabil genug, das Thema bedarf weiterer Bearbeitung.

Abbildung 25: Flächenanspruch je Einheit (Winterweizen und Milch)



PB - Produktionsbereiche, PV - Produktionsverfahren,
kon - konventionelle Landwirtschaft, öko - Ökologische Landwirtschaft,
Einheit in Hektar pro Tonne [ha/t]

Quelle: Eigene Darstellung

10.2.2 Sozio-ökonomische Daten

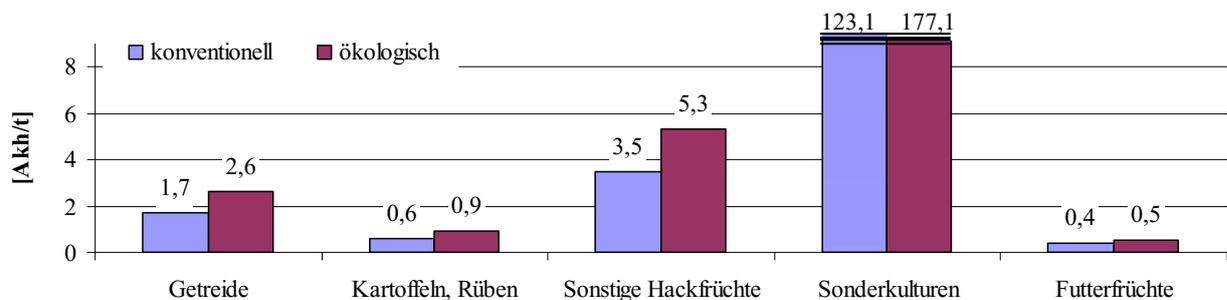
Arbeitskräfteeinsatz

Der Arbeitskräftebedarf von umgerechnet ca. 21 900 Vollarbeitskräften (AK) in deutschen Ökobetrieben entsprach etwa 2,7 % aller Arbeitskräfte (588 000 AK) im Agrarsektor 2003. Zur besseren Einordnung ist das Verhältnis der landwirtschaftlich genutzten Flächen (s. o.) zu berücksichtigen: 2003 waren pro Flächeneinheit im Ökolandbau genau so viele Arbeitskräfte im Einsatz wie im konventionellen Landbau (3,1 bzw. 3,5 AK/100ha).

Dabei war der betriebliche Arbeitskräftebesatz regional sehr ungleich verteilt (Osterburg und Zander, 2004). Während im Norden Deutschlands der AK-Besatz auf Ökobetrieben um 30 % über dem der konventionellen Betriebe lag, war das Verhältnis in Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland umgekehrt, was auf unterschiedliche Agrarstrukturen (d. h. große konventionelle Betriebe im Norden, kleinere im Süden) zurückzuführen ist. Allgemein sinkt der AK-Besatz mit steigender Flächengröße, aber auch die Betriebsstruktur (Viehbesatz, Mechanisierung) beeinflusst den Arbeitsanspruch. Für Gesamtdeutschland zeigt die Statistik (Statistisches Bundesamt, 2002d; 2003a) einen um 8 % geringeren Arbeitskräftebedarf pro Flächeneinheit für den Ökolandbau gegenüber der konventionellen Landwirtschaft. Als Gründe dafür werden u. a. die unterschiedlichen Betriebsstrukturen, Anbauverhältnisse und Tierhaltungsverfahren angegeben. Allein die um durchschnittlich 40 % größere Betriebsfläche der Ökobetriebe (hauptsächlich in den neuen Bundesländern) weist auf effizientere oder auch extensivere Betriebe hin.

Gleichwohl wurde aber im Ökolandbau mehr Arbeitskraft für dieselbe Produktmenge eingesetzt als im konventionellen Landbau oder anders gesagt, der Ökolandbau produzierte pro Arbeitseinheit geringere Mengen als der konventionelle Landbau. Sachliche Gründe dafür sind der verfahrensbedingt vermehrte Aufwand für Düngung und Unkrautregulierung. Aufgrund fehlender Einzeldaten zu den jeweiligen PV musste die agrarstatistisch erhobene Gesamtzahl der Arbeitskräfte im Ökolandbau auf die produzierte Menge gleichwertig aufgeteilt werden, was den Aussagewert einer Differenzierung nach PV schmälert.

Abbildung 26: Arbeitskraftstunden je Einheit in der Pflanzenproduktion



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 26 zeigt die Ergebnisse für Arbeitskraftstunden je Einheit in der Pflanzenproduktion. Besonders hoch ist in beiden Anbauweisen der Arbeitsaufwand in den Verfahren SHAN (Sonstige Handelsfrüchte) und Gemüse, gefolgt von OBST und Sonstiger Pflanzenbau. Unterschiede zwischen den Jahren resultieren ausschließlich aus einer veränderten Produktmenge.

Produktionswerte

Ökonomische Rahmendaten für den Ökologischen Landbau bezüglich Wertschöpfung und Produktionswerte sind nicht verfügbar.⁴³ Daher basieren die im Projekt berechneten Ergebnisse auf der Annahme, dass eine geringere Ertragsersparnis im Ökolandbau durch höhere Preise ausgeglichen wird und somit die Flächenanteile bzw. die Verhältnisse der Tierzahlen proportional zu den Anteilen der LGR stehen. D. h. die LGR-Zahlen der pflanzlichen Produktion werden entsprechend den Flächenumfängen für konventionellen bzw. Ökologischen Landbau gesplittet, ebenso die Beträge der Tierproduktion nach Anzahl der Tiere. Mit dem Aufbau eines datenbankgestützten Marktinformationssystems der ZMP⁴⁴ (welches aus Fördermitteln des Bundesprogramms Ökologischer Landbau realisiert wird) sollte zukünftig eine gute Datenbasis vorliegen, die eine Anpassung an weitere Rahmendaten erlaubt.

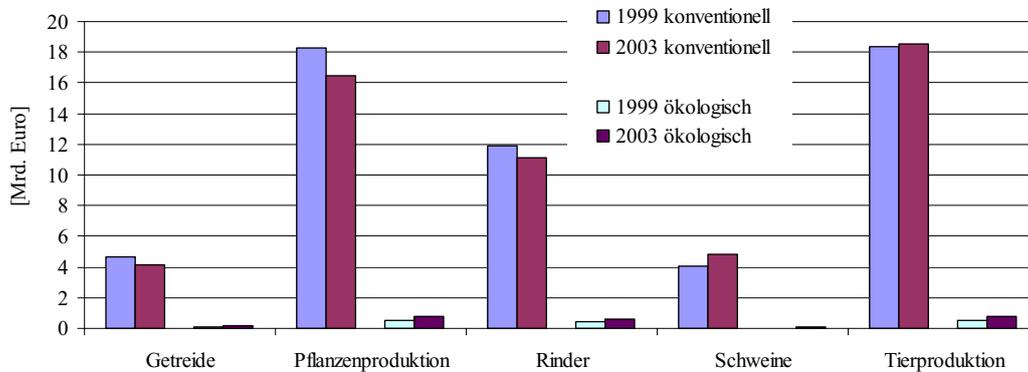
Das methodische Vorgehen bedeutet, dass Einflüsse wie beispielsweise verändertes Käuferverhalten nicht berücksichtigt werden können; Preiselastizität der Nachfrage kann nicht zufrieden stellend diskutiert werden. Deshalb bleibt die Studie auf dem Niveau der Feststellung von absoluten Veränderungen.

Die nach der gewählten Methode berechneten Produktionswerte entwickelten sich zwischen 1999 und 2003 sehr uneinheitlich (vgl. Abbildung 27). Während in der gesamten konventionellen Pflanzenproduktion sowie bei den Rindern Rückgänge zu verzeichnen waren, wurden 2003 höhere Werte bei Schweinen erreicht. Der Ökologische Landbau konnte in allen Bereichen Zuwächse verzeichnen. Dies zeigt sich auch am Gesamtumsatz der Bio-Lebensmittel, der von ca. 2 Mrd. € in 1999 auf ca. 3,1 Mrd. € im Jahr 2003 stieg (BLE, 2007). Darin sind aber auch die Umsätze mit den aus dem Ausland importierten Bio-Lebensmitteln enthalten.

⁴³ Eine Annäherung kann zwar auf der Basis von aufwändigen Preis- und Ertragsrecherchen erfolgen (vgl. Offermann, 2003a), aber da dieser jahresspezifische Rechercheaufwand weder innerhalb dieses Projektes, noch innerhalb der Kooperationsvereinbarung ausgeführt werden kann, muss eine weniger aufwändige Alternative gewählt werden.

⁴⁴ ZMP - ZMP Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH: Bio-Marktdatenbank - <http://www.zmp.de/oekomarkt/Marktdatenbank/index.asp>.

Abbildung 27: Vergleich der Produktionswerte ausgewählter Produktionsverfahren im Ökolandbau und im konventionellen Landbau (1999 und 2003)



Quelle: Eigene Darstellung

10.2.3 Gegenüberstellung der Energie- und Materialflüsse

Für den Vergleich der Energie- und Materialflüsse von Ökolandbau und konventionellem Landbau werden der Energieverbrauch und die Entstehung von CO₂-Emissionen ausgewählt. Prinzipiell sind alle im Berichtsmodul bearbeiteten Parameter auch für den Vergleich darstellbar. Gründe für die hier getroffene Auswahl sind ein relativ belastbarer Datensatz und die Aktualität in der öffentlichen Diskussion.

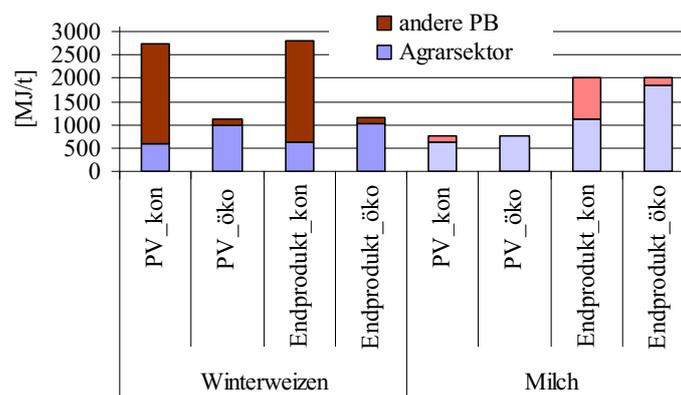
Energieverbrauch

Die Unterschiede zwischen dem Ökolandbau und der konventionellen Wirtschaftsweise werden erst durch die Einbindung der Vorleistungskette (Mineraldünger, Pestizide usw.) deutlich. Abbildung 28 zeigt die Ergebnisse des Energieverbrauchs im Ökolandbau im Vergleich zum konventionellen Anbau für 2003 und am Beispiel zweier PV (Weizen und Milchkuh) bzw. der Endprodukte (Brotweizen, Futterweizen und Milch, Rindfleisch). Die Darstellung erfolgt für den direkten Verbrauch im Produktionsverfahren und für den indirekten Verbrauch (v. a. für die Tierproduktionsverfahren und für alle Produkte) in jeweils zwei Stufen, d. h. ohne externe Vorleistungen aus anderen Produktionsbereichen und mit bedeutenden externen Vorleistungen aus anderen Produktionsbereichen (d. i. hier Energie aus Düngerherstellung und PSM).

Die Ergebnisse der Winterweizen-Produktion zeigen einen interessanten Aspekt hinsichtlich der direkten und indirekten Energieinputs. Während der ökologisch erzeugte Weizen eines höheren direkten Energieinputs bedarf, so verdeutlicht die Darstellung eine überpro-

portionale indirekte Belastung des konventionellen Weizens, die hauptsächlich durch den Verbrauch von Mineraldünger und Pflanzenschutzmittel hervorgerufen wird (Abbildung 28). Den genannten Vorleistungen der chemischen Produktionsbereiche werden z. B. hohe Energieverbräuche bei der Herstellung angelastet, die nach der hier vorgenommenen unendlichen Vorleistungsverflechtung auf das landwirtschaftliche Endprodukt „Weizen“ umgebucht wurden. Im Produktionsverfahren (PV) „Milch“ spielen andere Produktionsbereiche eine untergeordnete Rolle, hingegen finden sich im Endprodukt nach der Umbuchung aller Belastungen große Anteile aus anderen Sektoren. Insbesondere Futtermittel-Importe werden dabei berücksichtigt (Quelle: BMELV, 2007, Tabelle 309 0300), während Bauten und andere investive Güter nach dem UGR-Prinzip nicht angerechnet werden.

Abbildung 28: Vergleich des Energieverbrauchs im Ökolandbau und im konventionellen Landbau je Einheit für zwei ausgewählte Verfahren und deren Produkte 2003



Quelle: Eigene Berechnungen.

CO₂-Äquivalente

Die aktuelle Klimadebatte sucht nach Möglichkeiten, den CO₂-Ausstoß zu reduzieren. Voraussetzung dafür ist die Identifizierung der Quellen und die Kenntnis ihrer Relevanz. Wenn große Unterschiede bei der Bereitstellung von Lebensmitteln bestehen, sind diese aufzuzeigen und Reduktionspotenziale auszuweisen. Die Systemgrenzen müssen dabei genau beachtet werden, d. h. Emissionen können je Hektar Ackerland oder je Tonne marktfähiges Produkt berechnet werden und enthalten dadurch eine sehr unterschiedliche Information.

Für das Berichtsmodul wurde zunächst die mittlere Belastung für den gesamten Agrarsektor berechnet. Die Ergebnisse entsprechen den Literaturwerten aktueller Studien. Z. B. bei

Milch liegt der berechnete Wert bei ca. 1,2 CO₂-Äquivalenten pro kg Milch; der Wertebereich vergleichbarer LCA⁴⁵-Studien liegt zwischen 0,9 und 1,5 (s. Literaturübersicht in Hirschfeld et al., 2008, S. 18). Eine Differenzierung zwischen konventioneller und ökologischer Landwirtschaft, wie sie in diesem Kapitel vorgesehen war, ist leider nicht möglich. Die Vorgabe der Konsistenz zu verfügbaren Berichtspflichten bedingt eine Ableitung aus dem NIR-Bericht⁴⁶, der nur nach Produktionsverfahren, jedoch nicht nach Betriebssystemen differenziert. Dies wäre aber für die Berechnung der CO₂-Äquivalente notwendig, da der berichtete Parameter N₂O (Lachgas) eine sehr sensible Größe darstellt und das Ergebnis maßgeblich beeinflusst.

10.2.4 Nutzungsintensität

Die Schätzung der Landnutzungsintensität baut auf den vier Indikatoren „Pflanzenschutzmittel-Anwendungsrisiko“, „Düngereinsatz“, „Erosionsrisiko“ und „Risiko der Bodenschadverdichtung“ auf. Zur Bewertung des Ökologischen Landbaus entfällt der erst genannte Indikator komplett und der Düngereinsatz wird um den Anteil des synthetisch hergestellten Düngers reduziert. Das Risiko der Bodenschadverdichtung bleibt weitestgehend unverändert und das Erosionsrisiko wird durch einen generell höheren Begrünungsgrad reduziert. Um die Unterschiede zwischen Ökologischem Landbau und konventionellem fundiert herausarbeiten zu können, müsste die Analyse tief greifender sein. Das bedeutet konkret, dass regional kleinräumige und betriebsspezifische Auswertungen gemacht werden müssen. Insbesondere werden dazu noch Informationen über Standorte und Betriebe benötigt. Da aber die Methodenentwicklung in Projekt I vor dem Hintergrund der zeitlichen Entwicklung des Gesamtsektors erfolgte (d. h. für konventionellen und ökologischen Landbau zusammen), ist innerhalb des laufenden Projektes keine Differenzierung möglich.

10.3 Quintessenz der Analyse

Die hohen Erwartungen an dieses Thema konnten trotz intensiver Recherchen bis zum Projektabschluss nur teilweise erfüllt werden. Die Methodenentwicklung und die technische Umsetzung liegen vor und können als abgeschlossen betrachtet werden. Daraus lassen sich schon erste Trends ableiten und Größenordnungen bestimmen. Aufgrund vieler unsicherer bzw. nicht berücksichtigter Parameter (z. B. N₂O-Emission der Düngung, Stallsystem) können jedoch keine Einzelwerte ausgewiesen werden. Eine nur sektorale Beschreibung des Ökolandbaus ohne Berücksichtigung der Vorleistungen aus anderen Sekto-

⁴⁵ Life Cycle Assessment.

⁴⁶ Nationaler Inventarbericht (NIR) 2009 für 2007 - Berechnungen der Emissionen aus der Deutschen Landwirtschaft (Dämmgen, 2009).

ren birgt zudem die Gefahr falscher Schlussfolgerungen, da sich der Ökolandbau gerade bezüglich des Vorleistungseinsatzes stark vom konventionellen Landbau unterscheidet. Die Einbeziehung der Vorleistungen kann die Ergebnisse eines Vergleichs mit konventionellem Anbau umkehren, etwa wenn Mineraldünger und Importfuttermittel einbezogen werden. Eine unvollständige Darstellung der Ressourcenansprüche und Emissionen des Ökolandbaus ist deshalb problematisch. Die aufgeworfenen Fragen zur differenzierten Berücksichtigung von Vorleistungen sollten Anlass für weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sein. Ein weiteres Problem besteht in der unvollständigen Veröffentlichung von Erhebungsdaten bzw. im fehlenden Zugang zu den erhobenen Daten der Agrarstatistik.

11 Vergleich von Ergebnissen der UGR mit Rahmendaten der Officialstatistik und aus Berichtspflichten

Die Ergebnisse des UGR-Berichtsmoduls „Landwirtschaft und Umwelt“ (bezogen auf die sektoralen Eckdaten) entsprechen nach einer Konsistenzrechnung den Werten der LGR sowie der Stickstoff-Sektorbilanz. Die Rahmendaten für Gasemissionen (Dämmgen, 2003), Klärschlamm (UBA, 2001a) und Wirtschaftsdüngerimporte (UBA, 2001b) werden den entsprechenden Berichten entnommen und als exogene Parameter im Berichtsmodul verwendet. Die Konsistenz wird durch Korrekturfaktoren hergestellt, die sich aus der internen Berechnung im Berichtsmodul und den offiziellen Angaben der Berichte ergeben.

In den Mengenangaben zum Futteraufkommen und Stroh kommt es zu Abweichungen zwischen den Daten des Berichtsmoduls und der Officialstatistik (Statistisches Jahrbuch des BMELV). Grund dafür sind methodische Differenzen bei der Berechnung des Futteraufkommens. Während die Statistikdaten auf einer Ertragsschätzung beruhen und damit ein „theoretisches“ Potenzial angeben, weisen die im Berichtsmodul verwendeten RAUMIS-Simulationsergebnisse⁴⁷ den Rohfutterbedarf der Tiere aus und dokumentieren einen rechnerisch konsistenten Stofffluss (innerhalb der Kalenderjahre) zwischen Umwelt, Pflanze und Tier.

12 EU-Agrar-Umweltindikatoren (Prüfung der Umsetzbarkeit)

Der Europäische Rat hat 1998 in Cardiff und Wien „Strategien für die Integration der Belange der Umwelt und der nachhaltigen Entwicklung in ihrem jeweiligen Politikbereich“ gefordert (KOM, 2000). Für den Bereich Landwirtschaft wurden 35 Agrar-Umweltindikatoren (AUI) beschrieben, um die Auswirkungen der Europäischen Agrarpo-

⁴⁷ Methodik zur Berechnung des Rohfutterbedarfs: s. RAUMIS-Dokumentation (Henrichsmeyer et al., 1996) Kapitel 4 „Futtermiteinsatz in Deutschland“.

litik auf die Umwelt (KOM, 2001) zu untersuchen. Die AUI sollen zu einer verstärkten Transparenz und Rechenschaftspflicht beitragen sowie die Kontrolle und Evaluierung unterstützen. Im Rahmen des IRENA-Projektes⁴⁸ wurden hierzu die methodischen Grundlagen entwickelt und die ersten Berichte auf dieser Informationsbasis erstellt (EEA, 2005; EEA, 2006). Die Methodenbeschreibung zur Erfassung der Indikatoren und deren Einordnung in das DPSIR⁴⁹-Modell wird auf der EEA-Homepage dokumentiert (<http://www.eea.europa.eu/projects/irena> >> products >> Methodology fact sheets) Das Berichtsmodul „Landwirtschaft und Umwelt“ liefert detaillierte Informationen zu einigen EU-AUI, die im Folgenden kurz erläutert sind. Diese Bewertung baut auf fünf wichtigen Auswahlkriterien auf: Politische Relevanz, Reaktionsfähigkeit, analytische Schlüssigkeit, Messbarkeit, Verständlichkeit und Kostenwirksamkeit. Alle fünf Kriterien wurden in den „Fact sheets“ der Indikatoren (s. Internetadresse oben) getrennt bewertet und in einer zahlenmäßigen Zusammenfassung auf einer Skala von 1 bis 28 aufgetragen (EEA, 2005). Indikatoren mit Werten über 15 können als nützlich/wertvoll angesehen werden.

Nachfolgend werden alle IRENA-Indikatoren der EU definiert, besprochen und diejenigen nach Produktionsverfahren differenziert, die mittels RAUMIS abgebildet werden können:

RESPONSES (Reaktionen) - Staatliche Maßnahmen:

1 Von Agrarumweltmaßnahmen erfasste Flächen

EU-Definition: Landwirtschaftliche Nutzfläche unter Agrarumweltmaßnahmen (AUM) gem. Verordnung (EG) Nr. 1257/1999, nach AUM-Typen klassifiziert.

Berichtsmodul: Durch die Berechnung der flächenbezogenen Nutzungsintensität enthält das Berichtsmodul zusammenfassende Angaben über den Ressourceneinsatz und die Flächenbelastung in der Landwirtschaft, der mehr oder weniger mit der Landnutzungsintensität korreliert und indirekt auch von Agrarumweltmaßnahmen abhängt. Dieser Indikator könnte als nationaler Wert für die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche für die EU-Berichterstattung verwendet werden. Konkrete Angaben enthalten die InVeKoS-Datenbanken, die für das Berichtsmodul nicht verfügbar sind.

2 Gute landwirtschaftliche Praxis

EU-Definition: Bereich und Art der Umweltziele in der Guten Fachlichen Praxis, die in den ländlichen Entwicklungsplänen der Mitgliedsstaaten definiert sind.

Berichtsmodul: nicht erfasst.

⁴⁸ IRENA: Indicator reporting on the integration of environmental concerns into agricultural policy (<http://webpubs.eea.eu.int/content/irena/index.htm>).

⁴⁹ DPSIR-Modell: Driving forces, Pressures, State, Impacts, Responses – Modell zur Darstellung von Umweltbelastungen und Umweltschutzmaßnahmen.

3 Umweltziele (auf regionaler Ebene)

EU-Definition: Regionalspezifische Umweltziele.

Berichtsmodul: Dieser Indikator beschreibt „weiche“ Ziele im Bereich Umweltschutz, die im Berichtsmodul nicht abgebildet werden.

4 Naturschutz

EU-Definition: Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche und Anteil landwirtschaftlicher Habitate in Natura 2000-Gebieten.

Berichtsmodul: Hier werden Natura 2000-Gebiete herangezogen, die im Berichtsmodul nicht betrachtet werden. Zwar enthält Natura 2000 auch landwirtschaftlich genutzte Flächen, jedoch ist deren Verortung und lokale Erfassung über RAUMIS nicht möglich.

Marktsignale:

5.1 Preise für Erzeugnisse des ökologischen Landbaus

EU-Definition: Relative Preisdifferenz zwischen Öko-Produkten und konventionell hergestellten Lebensmitteln.

Berichtsmodul: Die Berechnung des Agrarsektors im RAUMIS-Modell soll mit dessen Weiterentwicklung in konventionelle und ökologische Landwirtschaft untergliedert werden. Damit werden auch Informationen zum Ökolandbau nach Produktionsverfahren verfügbar.

Berichtsmodul: Die Berechnung des Agrarsektors im RAUMIS-Modell sollten mit dessen Weiterentwicklung in konventionelle und ökologische Landwirtschaft untergliedert werden. Damit werden auch Informationen zum Ökolandbau nach Produktionsverfahren verfügbar. Vorab wurde eine Lösungsstrategie außerhalb des RAUMIS-Modells entwickelt und in die EXCEL-Matrizen integriert. Die exemplarischen Ergebnisse enthält Kapitel 10 dieses Berichtes.

5.2 Einkommen ökologisch wirtschaftender Betriebe

EU-Definition: Einkommensdifferenz zwischen Öko-Betrieben und gleich großen konventionellen Betrieben derselben Region.

Berichtsmodul: Die Produktionswerte und weitere ökonomische Kenngrößen wurden in einer ersten Annäherung hochgerechnet (s. Kapitel 10). Jedoch könnte hierzu das FARMIS-Modell (Offermann, 2003a) bzw. eine spätere Weiterentwicklung der RAUMIS-Methodik bessere Ergebnisse liefern.

5.3 Marktanteil ökologischer Produkte

EU-Definition: Marktanteil für Erzeugnisse des ökologischen Landbaus am Gesamtumsatz der Lebensmittelbranche (alternativ oder komplementär zu Indikator 5.1).

Berichtsmodul: Methode vorhanden, d. h. der Marktanteil kann aus den Daten abgeleitet werden. Da jedoch keine Rahmendaten (nach LGR-Kategorien) vorhanden sind, ist das Ergebnis noch nicht belastbar.

Technologie und Sachkenntnis:

6 Ausbildungsniveaus der Betriebsinhaber

EU-Definition: Das Bildungsniveau der Betriebsinhaber wird am Stand der landwirtschaftlichen Ausbildung und den Kenntnissen im Agrar-Umweltbereich gemessen.

Berichtsmodul: Hierzu liegen keine Informationen vor.

Verhalten:

7 Ökologischer Landbau

EU-Definition: Der Anteil ökologisch bewirtschafteter Fläche an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche (LF), gem. Verordnung (EWG) Nr. 2092/91.

Berichtsmodul: Die Flächenumfänge des Ökolandbaus, untergliedert nach Produktionsverfahren des Berichtsmoduls, sind verfügbar.

Berichtsmodul: Die Flächenumfänge und Tierzahlen des Ökolandbaus - s. a. Kapitel 10. Dies ist jedoch nur eine grobe Schätzung auf Basis stark aggregierter Daten und könnte durch Nutzung der Forschungsdatenzentren⁵⁰ erheblich verbessert werden.

DRIVING FORCES (Antriebskräfte) - Betriebsmitteleinsatz:

8 Verbrauch von Düngemitteln

EU-Definition: Dieser Indikator wird anhand der Entwicklung des Verbrauchs von mineralischen Düngemitteln (N und P) beschrieben, wobei Regionen und Feldfrüchte unterschieden werden.

Berichtsmodul: Der Düngemittleinsatz wird unter der Rubrik „Ausbringung von Nährstoffen aus Mineraldünger und Wirtschaftsdünger“ für alle PV berechnet (Methode und erste Ergebnisse – Kapitel 6.2.2 des Abschlussberichtes - UGR-Projekt I) sowie 5.1 des vorliegenden Berichtes.

9 Verbrauch von Pestiziden

EU-Definition: Der Verbrauch von Pflanzenschutzmitteln

⁵⁰ Forschungsdatenzentren der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder (<http://www.forschungsdatenzentrum.de>).

Berichtsmodul: Die PSM-Anwendungen werden in physischen Einheiten (Wirkstoffe) und als Risikoindikator im Berichtsmodul behandelt (s. Kapitel 4) und kann in einzelnen PV sowie in Aggregaten dargestellt werden, allerdings ist die Forschereibung nach 2003 wegen des hohen Erhebungsaufwandes nicht gesichert.

10 Wasserverbrauch

EU-Definition: Bewässerte Fläche nach Fruchtart ist der Hauptindikator, Unterindikator ist der Wasser-Nutzungs-Effizienz-Index, der aus dem Wasserverbrauch einer ESU (European size unit) berechnet wird.

Berichtsmodul: Die Nutzung von Trinkwasser (Stallbereich) und Rohwasser (Grundwasser zur Beregnung) wird im Berichtsmodul -mit groben Annahmen sowohl zur Verteilung als auch zu absoluten Mengen- nach PV berechnet (s. Kapitel 6.2.2 des Abschlussberichtes - UGR-Projekt I und Ergebnisbericht).

Da der Wasserverbrauch neben pflanzenbaulichen Besonderheiten sehr stark regional determiniert ist, würde eine regional differenzierte UGR bei der Betrachtung des Wasserverbrauchs noch interessantere Ergebnisse liefern.

11 Energieverbrauch

EU-Definition: Jährlicher Energieverbrauch nach Energieart im Agrarsektor und jährlicher Energieverbrauch je Hektar und Fruchtart.

Berichtsmodul: Der Energieverbrauch kann nach 46 Produktionsverfahren und je 4 Energiearten disaggregiert werden (s. Kapitel 7). Ergebnisse des Berichtsmoduls sollen zukünftig in den UGR berücksichtigt werden.

Bodennutzung:

12 Landnutzungsänderung (Topologische Veränderungen)

EU-Definition: Verlust landwirtschaftlicher Fläche.

Berichtsmodul: Angaben zur landwirtschaftlichen Nutzfläche insgesamt. Die Ergebnisse der Agrarstrukturerhebung können über das Berichtsmodul abgefragt werden.

13 Anbau-/Tierhaltungsformen

EU-Definition: Trend zur Veränderung der Betriebstypen und umweltrelevanten Produktionsstrukturen.

Berichtsmodul: Eine Typisierung der landwirtschaftlichen Betriebe ist aus den Flächenumfängen und Tierzahlen nur indirekt abzuleiten. Eine Auswertung der Agrarstatistik oder ggf. des Testbetriebsnetzes des BMELV sollte hierfür verwendet werden. Das Berichtsmodul liefert hierzu keine Information.

Betriebsführung:

14 Landwirtschaftliche Bewirtschaftungspraxis

EU-Definition: Sammelindikator für das umweltrelevante Betriebsmanagement.

Berichtsmodul: Dieser Indikator kann teilweise über den Betriebsmitteleinsatz und Fruchtfolgeglieder erklärt werden. Die Betriebsführung ist allerdings sehr komplex, wobei die Managementmaßnahmen wie z. B. Direktsaatverfahren und Bodenanalysen eine wichtige Rolle spielen, die jedoch im Berichtsmodul nicht abgebildet werden. Das Projekt kann also keine gesicherten Zusatzinformationen zu diesem Indikator liefern.

Trends:

15 Intensivierung/Extensivierung

EU-Definition: Trends von wichtigen Betriebsmanagement-Parametern: Anteil Futterproduktion an der LF, Erträge, Produktion je Arbeitskrafteinheit, Viehbestandsdichte.

Berichtsmodul: Die Intensität leitet sich vom Produktionsniveau pro Einheit Landfläche oder Arbeit ab, wobei der Indikator auf leicht zu erhebende Parameter aufbaut (z. B. Viehdichte). Im Konzept des Berichtsmoduls ist ein erweiterter Ansatz über den Einsatz von Düngemitteln, Risiko der PSM-Anwendung, Erosionsrisiko und des Risikos der Bodenschadverdichtung beschrieben (s. Kapitel 6.3.1 „Intensität der Flächennutzung“ des Abschlussberichtes - UGR-Projekt I).

16 Spezialisierung / Diversifizierung

EU-Definition: Änderungen der landwirtschaftlichen Praxis, Anteil der Einkommen aus Nebenbetrieben und anderen Einkünften.

Berichtsmodul: Dieser Indikator beschreibt außerlandwirtschaftliche Aktivitäten, die nicht im Berichtsmodul berücksichtigt werden, d. h. Änderungen der landwirtschaftlichen Praxis, Anteil der Einkommen aus Nebenbetrieben und anderen Einkünften.

17 Marginalisierung

EU-Definition: Betriebsleiter über 55 Jahre ohne Hofnachfolger; Standarddeckungsbeitrag pro Arbeitskrafteinheit im Verhältnis zum mittleren Familieneinkommen.

Berichtsmodul: Dieser Indikator beschreibt Betriebsstrukturen (Einkommen je AK nach Betriebsgruppen, Betriebsnachfolge), die nicht Inhalt des Berichtsmoduls sind.

PRESSURE (Belastungen) - Verschmutzung:

18 Nährstoffstoffbilanz der Bodenoberfläche

EU-Definition: Brutto-N- und -P-Bilanzen

Berichtsmodul: Die N-Flächenbilanz wird im Kapitel Nährstoffbilanzen des Berichtsmoduls

duls ausführlich behandelt. (s. Kapitel 5 und Kapitel 6.2.3 des Abschlussberichtes - UGR-Projekt I). Die Ergebnisse dienen zur Interpretation von langjährigen Entwicklungen, sollten aber im Gesamtkontext agrarstruktureller Entwicklungen diskutiert werden (s. Indikatorenberichte 2006 und 2008, Statistisches Bundesamt, 2006a; 2008). Für P liegen keine Rahmendaten vor und kann somit auch nicht berichtet werden.

19 CH₄- und N₂O-Emissionen

EU-Definition: Emissionen im Verhältnis zum Basisjahr 1990.

Berichtsmodul: Methan- und Lachgas-Emissionen werden konsistent zum Nationalen Inventarbericht nach Produktionsverfahren im Berichtsmodul ausgewiesen (s. Kapitel 6.2.4 des Abschlussberichtes - UGR-Projekt I).

20 Bodenkontamination durch Pestizide

EU-Definition: Fläche potenzieller Pestizid-Auswaschung und Pestizid-Persistenz.

Berichtsmodul: Das Risiko der Pflanzenschutzmittel-Anwendung sowie der Wirkstoffein-satz nach PV werden im Berichtsmodul thematisiert, allerdings wird daraus keine Aussage zum Transport im Boden abgeleitet. Das Konzept dieses Indikators basiert auf einem ein-fachen Modell zum Stofftransport und zur Persistenz von PSM im Boden. Dies ist im Be-richtsmodul nicht enthalten.

21 Wasserverunreinigung

EU-Definition: Schwermetalle und organisch-chemische Rückstände Grund- und Oberflä-chengewässer.

Berichtsmodul: Die UGR beschreibt Stoffflüsse aus der Wirtschaft in die Umwelt. Der Transport in Oberflächen- und Grundwässer ist nicht Inhalt des Berichtsmoduls.

Ressourcenverbrauch:

22 Grundwasserentnahme

EU-Definition: Jahresmenge der direkten Grund- und Oberflächenwasserentnahme durch die Landwirtschaft.

Berichtsmodul: Grobe Schätzungen zum Einsatz von Bewässerungswasser in der Land-wirtschaft liegen vor und sind im Berichtsmodul berücksichtigt (s. Kapitel 6.2.7 des Ab-schlussberichtes - UGR-Projekt I).

23 Bodenerosion

EU-Definition: Themenkarte: Erosionsgefährdung.

Berichtsmodul: Der Risikoindikator Erosion ist Teil der Intensitätsbetrachtung im Be-richtsmodul (Dateiangabe), allerdings nicht regionalisiert und in Karten eingetragen, wie

es im IRENA Indikator vorgesehen ist, sondern als ein Parameter je PV im deutschen Agrarsektor. Der potentielle Beitrag aus dem Projekt besteht in einem Index zum Bodenerosionsrisiko insgesamt bzw. nach (teilaggregierten) Pflanzenproduktionsverfahren. (s. Kapitel 6.3 des Abschlussberichtes - UGR-Projekt I).

24 Veränderung der Bodenbedeckung

EU-Definition: Aufgrund sozioökonomischer Faktoren werden bisher nicht landwirtschaftlich genutzte Flächen in Kultur genommen oder Agrarflächen fallen wegen veränderten politischen und sozialen Rahmenbedingungen brach. Der Indikator beschreibt die Veränderung von landwirtschaftlichen Flächen in semi-naturnahe und naturnahe Flächen, und vice versa.

Berichtsmodul: Die quantitative Veränderung der Landwirtschaftsflächen wird im Berichtsmodul dokumentiert, jedoch nicht die vorherige oder nachfolgende Nutzung. Daher ist kein Beitrag möglich.

25 Genetische Vielfalt

EU-Definition: Die Vielfalt der Frucht- und Tierarten.

Berichtsmodul: Die Agrarstatistik und das Berichtsmodul enthalten grobe Angaben zum Fruchtartenspektrum und zu Tierkategorien, jedoch ist dieser Indikator schwer zu interpretieren (EEA, 2006, S. 26) und im sektoralen Aggregat nicht aussagekräftig. Das Projekt liefert keinen Beitrag dazu.

Nutzen:

26 Flächen mit hohem natürlichem Wert (High nature value (farmland) areas)

EU-Definition: Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche, die eine hohe Biodiversität fördert.

Berichtsmodul: Angaben hierzu können derzeit nicht ausgewiesen werden. (Die Ausgestaltung des HNV-Indikators obliegt den Mitgliedsstaaten. In Deutschland ist die methodische Diskussion des Indikators im Zusammenhang mit der Begleitung der ELER-Verordnung zur Entwicklung des ländlichen Raums noch nicht abgeschlossen).

27 Erneuerbare Energieträger

EU-Definition: Anbaufläche und Produktionsvolumen von Energieholz und Ölsaaten für die Biodieselerzeugung.

Berichtsmodul: Dieser Indikator beschreibt die Nutzung von Unterholz und den Anbau von Ölsaaten zur Biodiesel-Produktion. Das Letztere ist Bestandteil des Kapitels „Biotische Rohstoffe“ im Berichtsmodul und kann mit Flächenumfängen und Erntedaten dokumentiert werden (Produktionsverfahren „NR-Raps“, NRR). Zu Unterholz kann das (Landwirtschafts-) Projekt keinen Beitrag liefern.

STATE (Zustand) - Biodiversität:**28 Artenreichtum**

EU-Definition: Artenvielfalt auf landwirtschaftlich genutzte Fläche und Anteil von Arten mit ungünstigem Schutzstatus.

Berichtsmodul: Die Artenvielfalt landwirtschaftlich genutzter Flächen ist nicht Gegenstand des Berichtsmoduls.

Natürliche Ressourcen:**29 Bodenqualität**

EU-Definition: Gehalt an organischer Bodensubstanz.

Berichtsmodul: Der Parameter „Humusgehalt“ zur Beschreibung von Bodenqualität und -gesundheit kann aus dem Berichtsmodul nicht bereitgestellt werden.

30 Nitrate/Pestizide im Wasser

EU-Definition: Trend in der Konzentration der Nitrat- und Pestizid-Belastung von Grund- und Oberflächengewässer.

Berichtsmodul: Es werden der Stickstoffüberschuss und die Anwendung von PSM sowie deren Risiko beschrieben. Welche Belastungen für das Wasser entstehen, hängt vom Standort ab und kann demzufolge aus einem Einheitswert für Deutschland nicht abgeleitet werden.

31 Grundwasserspiegel

EU-Definition: Zeitreihen des Grundwasserstandes.

Berichtsmodul: Nicht Gegenstand des UGR-Konzepts.

Landschaft:**32 Matrix der Bodennutzung**

EU-Definition: Landnutzungsparameter: Schlaggröße, lineare Landschaftselemente, Fruchtartenzusammensetzung.

Berichtsmodul: Ein Indikator, der sich an Parzellengröße und linearen Landschaftselementen orientiert, kann mit dem sektoralen Bilanzansatz des Berichtsmoduls nicht abgebildet werden.

IMPACT (Auswirkungen) - Habitat und Biodiversität:**33 Habitat und Biodiversität**

EU-Definition: Einfluss der landwirtschaftlichen Flächennutzung auf Habitate und Biodiversität.

Berichtsmodul: Keine Angaben.

Natürliche Ressourcen:**34.1 Treibhausgasemissionen**

EU-Definition: Relativer Anteil der Landwirtschaft an der Gesamtverschmutzung.

Berichtsmodul: Alle drei relevanten Treibhausgase CO₂, CH₄ und N₂O werden im Berichtsmodul für die Berichtsjahre angegeben und im Verhältnis zur Gesamtbelastung diskutiert (s. Kapitel 6.2.4 des Abschlussberichtes - UGR-Projekt I).

34.2 Nitratverunreinigung

EU-Definition: Gewässerbelastung durch Nitratverunreinigung.

Berichtsmodul: Der Anteil der Landwirtschaft an der Gewässerbelastung ist nicht Gegenstand des Berichtsmoduls.

34.3 Wasserverbrauch

EU-Definition Gewässerbelastung durch Wasserverbrauch.

Berichtsmodul: Grobe Schätzungen liegen vor (s. EU-Indikator 22).

Landschaftsvielfalt:**35 Landwirtschaftliche Diversität und Gesamtdiversität**

EU-Definition: Einfluss der Landwirtschaft auf die Diversifizierung der Landschaft auf Basis ausgesuchter Landschaftselemente.

Berichtsmodul: Es werden keine flächenspezifischen Ergebnisse generiert, so dass eine profunde Analyse der Landschaftselemente nicht möglich ist.

13 Internationale Berichtspflichten und nationale Berichterstattung

In Tabelle 9 wird der Bezug des Berichtsmoduls zu internationalen Berichtspflichten hergestellt, die das BMELV und das BMU an internationale Gremien liefern. Zusätzlich ist der nationale Indikatorenbericht des Statistischen Bundesamtes zur nachhaltigen Entwicklung in Deutschland aufgeführt, der im Rahmen der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie

die landwirtschaftliche Bodennutzung mit zwei Indikatoren berücksichtigt. Diese Berichte, die nur mit sektoralen Werten erstellt werden, könnten mithilfe der in diesem Projekt erzielten Ergebnisse durch detailliertere Informationen aufgewertet werden. Das Berichtsmodul liefert berichtsrelevante Kennwerte für die einzelnen Produktionsverfahren, die konsistent zu den sektoralen Rahmendaten sind.

Tabelle 9: Liste aller Größen/Indikatoren, die im inhaltlichen Zusammenhang des Projekts Gegenstand der Berichtspflichten sind

<i>Internationale Berichtspflichten:</i>	<i>UGR-Berichtsmodul:</i>
<p>Landwirtschaftliche Gesamtrechnung (LGR):</p> <p>Die LGR wird ab 1990 jährlich vom BMELV, Referat 426 „Ertragslage und Betriebserhebungen, Sondereinkommen“ neu berechnet und in der europäischen Referenz-Datenbank „NEW CRONOS“ veröffentlicht. (EUROSTAT, 2006)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Subventionen - Steuern und –abgaben - Wertschöpfung - Produktionswerte - Beschäftigung
<p>Kyoto-Protokoll (Dämmgen, 2003):</p> <p>Vorgaben der EU zu diesbezüglichen, jährlichen Berichten über Treibhausgasemissionen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Gasförmige Emissionen (Methan-, Lachgas- und Kohlendioxidemission)
<p>Nitrat-Richtlinie:</p> <p>RL 91/676/EEC, Berichte u. a. zu State-Indikatoren des Grundwassers in vierjähriger Periodizität (EU, 2001).</p>	<p>Nährstoffbilanzen wurden in der Vergangenheit nachrichtlich berichtet, sie sind allerdings kein zwingender Bestandteil der Berichtspflicht.</p>
<p>EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL):</p> <p>Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (EU, 2000).</p>	<p>Nährstoffbilanzen sind ein Instrument zur Ausarbeitung von Bewirtschaftungsplänen gem. WRRL. Andererseits werden Grundwasserdaten berichtet, die nicht Gegenstand des Berichtsmoduls sind.</p>
<p>Klärschlamm-Richtlinie:</p> <p>RL 86/278/EEC, Berichte zu Klärschlamm- und Bodenbelastung in vierjähriger Periodizität (EU, 1986).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Klärschlammausbringung

<p>NEC-Richtlinie:</p> <p>Richtlinie 2001/81/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2001 über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe (EU, 2001).</p>	<p>- Gasförmige Emissionen (Ammoniak)</p>
<p>Nitrogen Balance Database (OECD, 2001):</p> <p>u. a. Stickstoffflächenbilanz, Stickstoffeffizienz</p>	<p>- Nährstoffbilanzen (Mineraldünger, Wirtschaftsdünger, pflanzliche- und tierische Produkte, Importe, legume N-Bindung, Deposition)</p>
<p>Baseler Konvention (Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal), http://www.basel.int/index.html:</p> <p>In Deutschland sowie in allen anderen EU-Staaten wird die grenzüberschreitende Abfallverbringung durch die EG-Abfallverbringungsverordnung (EG-AbfVerbrV) geregelt, die sich vom Basler Übereinkommen vom 22. März 1989 über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung ableitet (UNEP, 1989).</p>	<p>Im- und Export von Stroh und Wirtschaftsdünger.</p> <p>Informationen zur Ausbringung dieser Mengen werden von den Landesämtern gesammelt und in aggregierter Form an die Bundesstelle gemeldet. Eine Differenzierung nach PV ist dann nicht mehr möglich.</p>
<p>OSPARCOM (Oslo and Paris Commission: http://www.ospar.org/eng/html/1992-ospar-convention.htm):</p> <p>zum Schutz der Ostsee</p>	<p>Nährstoffbilanzen (N, P)</p>
<p>HELCOM (Helsinki Commission: http://www.helcom.fi/Convention/en_GB/convention):</p> <p>zum Schutz der marinen Umwelt im Nordost-Atlantik</p>	<p>Nährstoffbilanzen (N, P) für die Flusseinzugsgebiete im Zulauf der Ostsee.</p>
<p>European Pollutant Emission Register (EPER), zukünftig PRTR (Pollutant Release and Transfer):</p> <p>Industriebetriebe (auch industrielle Agrarbetriebe) berichten über die Freisetzung von Schadstoffen in Luft, Wasser und Boden, die Verbringung von Abfallmengen und die Verbringung von Schadstoffen im Abwasser, das in externe Kläranlagen eingeleitet wird.</p>	<p>Das UGR-Berichtsmodul enthält keinen einzelbetrieblichen Ansatz und kann daher auch keine EPER-konformen Daten liefern.</p>

<p>Baseler Konvention (Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal):</p> <p>regelt die „Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung.“</p>	<p>Im- und Export von Stroh und Wirtschaftsdünger.</p>
<p>Nationale Berichterstattung:</p>	<p>UGR-Berichtsmodul:</p>
<p>Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung (Bundesregierung, 2004, 2008; Statistisches Bundesamt 2006, 2008 (Indikatorenbericht)):</p> <p>Indikator 12a: Stickstoffüberschuss</p> <p>Indikator 12b: Anteil des ökologischen Landbaus an der landwirtschaftlichen Nutzfläche</p>	<p>Landnutzung nach Teilsektor (noch nicht im Berichtsmodul verfügbar), Stickstoffbilanz.</p> <p>12a: Beitrag: nach Methodenklärung durch BMELV/vTI lieferbar</p> <p>12b: Beitrag: wegen nichtbelastbarer Daten derzeit nicht möglich</p>

14 Fazit

Das Ziel des Projekts „Aufbau des Berichtsmoduls Landwirtschaft und Umwelt“ bestand in der Erarbeitung von Methoden zur Disaggregation von Merkmalen des Agrarsektors für die Zwecke der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen und der Ergebnisdarstellung für die Berichtsjahre 1991, 1995, 1999 und 2003. Von den sechs Modulbausteinen des Berichtsmoduls (1) Ökonomische Daten, (2) Material- und Energieströme, (3) Bodennutzung, (4) Beeinträchtigung der Umwelt, (5) Umweltzustand und (6) Umweltschutzmaßnahmen standen die Themen der ersten drei Modulbausteine im Zentrum der Arbeiten. Es sollten Ressourcenverbräuche und Belastungen je Produktionsverfahren und je landwirtschaftlichem Endprodukt als direkte und indirekte Angaben aus der Primärstatistik abgeleitet werden können.

Nicht alle gesetzten Ziele konnten erreicht werden.

- Zunächst führten Probleme mit dem Zugang zu agrarstatistischen Daten zu einer starken Verzögerung der Arbeiten, wobei sich die schon im ersten Projekt aufgetretenen Probleme hinsichtlich der Berechnungen für das Berichtsjahr 2003 beim Zeitplan des zweiten Projekts fortsetzten. Das Projekt konnte deshalb erst mit starker Verzögerung fertig gestellt werden.

- Die Verflechtungen zwischen den landwirtschaftlichen Produktionsverfahren und den außerlandwirtschaftlichen Produktionsbereichen, und damit auch die Berücksichtigung indirekten Effekte der Umwelt- und Ressourcenbelastung der landwirtschaftlichen Endprodukte sowie der Nahrungsmittel aus Vorleistungen konnten nicht im ursprünglich geplanten breiten Umfang bearbeitet werden.
- Die Ergebnisse der Aufsplittung zwischen konventionellem Landbau und Ökologischem Landbau können aus Gründen der Datenbelastbarkeit nicht im gewünschten Umfang genutzt werden. Die hohen Erwartungen an dieses Thema waren trotz intensiver Recherchen bis zum Projektabschluss nur teilweise erfüllbar. Die Methodenentwicklung und die technische Umsetzung liegen vor und können als abgeschlossen betrachtet werden. Daraus lassen sich schon erste Trends ableiten und Größenordnungen bestimmen. Aufgrund vieler unsicherer bzw. nicht berücksichtigter Parameter (z. B. N₂O-Emission der Düngung, Stallsystem) können jedoch keine Einzelwerte ausgewiesen werden. Eine nur sektorale Beschreibung des Ökolandbaus ohne Berücksichtigung der Vorleistungen aus anderen Sektoren birgt zudem die Gefahr falscher Schlussfolgerungen, da sich der Ökolandbau gerade bezüglich des Vorleistungseinsatzes stark vom konventionellen Landbau unterscheidet. Die Einbeziehung der Vorleistungen kann die Ergebnisse eines Vergleichs mit konventionellem Anbau umkehren, etwa wenn Mineraldünger und Importfuttermittel einbezogen werden. Eine unvollständige Darstellung der Ressourcenansprüche und Emissionen des Ökolandbaus ist deshalb problematisch. Ein weiteres Problem besteht in der unvollständigen Veröffentlichung von Erhebungsdaten bzw. im fehlenden Zugang zu den erhobenen Daten der Agrarstatistik.
- Eine Aufteilung der Subventionen nach Produktionsverfahren erwies sich aufgrund der unterschiedlichen Arten und Ansatzstellen von Subventionen als nicht weiterführend.
- Auf die Darstellung der Bilanzen der Nährstoffe Phosphor und Kalium wurde verzichtet.
- Auch die Darstellung der Problematik zur Bindung und Freisetzung von Kohlendioxid (sowie Lachgas, Methan) aus landwirtschaftlichen Böden, interessant im Zusammenhang mit den Klimafragen, erwies sich als zu umfangreich, als dass sie im Projektzusammenhang hätte bearbeitet werden können.
- Die geplante Darstellung der Intensität der Bodennutzung nach Produktionsverfahren kann aus Gründen der Datenbelastbarkeit weder nach den einzelnen Belastungskomponenten noch nach den einzelnen Produktionsverfahren vorgenommen werden. Vielmehr wird nur eine sektorale Gesamtgröße berichtet.

Dennoch konnte in weiten Teilen den vorgegebenen Zielen entsprochen werden. So liegen nun eine umfangreiche Datensammlung und in Excel umgesetzte Algorithmen vor, die den Agrarsektor für die Bausteine Ökonomie sowie Material- und Energieflüsse en détail beschreiben. Neben der „vertikalen“ Disaggregation des Sektors in 46 Produktionsverfahren existiert nun auch eine „horizontale“ Aufteilung in konventionelle und ökologische Landwirtschaft, wenn auch aufgrund von fehlenden Rahmendaten diese Ergebnisse nur bedingt belastbar sind. Aus diesem Grund sollte in einer Routineveröffentlichung auch nur ein relativ sicherer Ausschnitt (z. B. Energie, Gasemissionen, Nährstoffe) dieser Arbeit genutzt werden. Die Projektergebnisse geben aber auch einen sehr guten Überblick über die mittleren Belastungen, die landwirtschaftliche Produkte durchschnittlich verursachen und machen die Systemgrenzen deutlich sichtbar, die in der Debatte zur Ökobilanzierung überaus wichtig sind (d. h. eindeutige sektorale Abgrenzung). Die Input-Output-Analyse des Agrarsektors kann zukünftig auch in vTI-Arbeiten zum CO₂-Fussabdruck und ähnlich formulierten Fragestellungen Verwendung finden. Die Nutzer des Berichtsmoduls dürften aber eher von einer konsolidierten Abbildung der Energie- und Materialflüsse profitieren. Eine regionale Disaggregation lässt das Berichtsmodul zum heutigen Entwicklungsstand noch nicht zu, dies war im Rahmen des auf nationale Aussagen angelegten Projekts aber auch nicht geplant.

15 Ausblick

Die methodische Weiterentwicklung der Berücksichtigung der Ressourcenansprüche und Emissionen und die Umbuchung der entsprechenden Werte für intralandschaftliche Vorleistungen auf Endprodukte des Agrarsektors haben das hohe Potential der UGR für umweltbezogene Analysen aufgezeigt. Einige Themen (insbesondere der Ökolandbau) konnten allerdings nicht erschöpfend und abschließend bearbeitet werden. Die Gründe liegen einerseits in der Datenverfügbarkeit und in der Problematik, Aussagen ohne Berücksichtigung der Ressourcenansprüche und Belastungen aus dem Vorleistungseinsatz zu treffen. Da eine Berücksichtigung von Mineraldünger und Importfuttermitteln Ergebnisse von Vergleichen zwischen ökologischem und konventionellem Anbau umkehren können, besteht zudem die Gefahr von falschen Schlussfolgerungen. Neben dem Ökolandbau sollten die Kapitel Subventionen und Stickstoffmanagement detaillierteren Untersuchungen unterzogen werden, um fundierte Aussagen ableiten zu können.

Eine Weiterentwicklung erfolgte vor allem für den Bereich Nährstoffe. Für den Nachhaltigkeitsindikator „Stickstoffüberschuss“ wurde von dritter Seite eine weiterentwickelte Berechnungsmethode vorgelegt. Die Bestimmung des Indikators basiert nun auf einem 3-Jahresmittel und nicht wie bisher auf Absatzzahlen der Kalenderjahre. Diese Neuerung, die die realen Verhältnisse besser widerspiegelt, war aus fachlicher Sicht vor dem Hintergrund des Indikatorenberichts 2008 zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie notwendig und

vereinfacht zudem die Interpretation. In den UGR wird nach Kalenderjahren gerechnet, die Verwendung von Jahresmitteln sollte hier aber weiter diskutiert werden.

Weiterhin steht das Örtlichkeitsprinzip der UGR gegenüber dem Verursacherprinzip des LCA zur Diskussion. Wie im Abschnitt 2.4 erläutert, sind Fragen der Abgrenzung zwischen Produktionsverfahren und der Zuordnung von Emissionen wichtig, um die Interpretierbarkeit und Nutzbarkeit der UGR-Ergebnisse zu gewährleisten. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage nach der künftigen Nutzbarkeit von UGR-Daten für die Politikberatung und für Ökobilanzen. Eine Weiterentwicklung der UGR-Methoden und ein Austausch mit Wissenschaftlern, die mit Ökobilanzen und LCA-Ansätzen arbeiten, über die jeweiligen Methoden könnte die Aufdeckung und Nutzung solcher Synergieeffekte befördern. Methodische Weiterentwicklungen der UGR betreffen in diesem Zusammenhang besonders die Möglichkeiten, Vorleistungen einschließlich Importen aus dem Ausland möglichst differenziert berücksichtigen zu können. Eine Weiterentwicklung ist auch bezüglich der differenzierten Abbildung der dem Agrarsektor nachgelagerten Bereiche wünschenswert, um die Aussagefähigkeit für den gesamten Agrar- und Ernährungssektor zu verbessern.

Im Rahmen einer zwischen dem Statistischen Bundesamt und vTI vereinbarten Kooperation wird das Berichtsmodul „Landwirtschaft und Umwelt“ zukünftig fortgeschrieben und es werden gemeinsame Publikationen erstellt:

- Als Fortführung des im Rahmen des Projekts erstellten ersten Routineberichts ist geplant, entsprechende Folgeberichte als gemeinsame Veröffentlichungen von Statistischem Bundesamt und vTI in regelmäßigem Abstand (von 4 Jahren) zu erstellen. Die Routineberichte umfassen das gesamte Modul einschließlich Tabellenteil. Ein nächster Bericht sollte im Jahr 2009 (d. h. in kürzerem Turnus) auf der Grundlage der Erhebungsdaten der Agrarstrukturerhebung der amtlichen Statistik von 2007 möglich sein, soweit entsprechender Inputdateneingaben für das RAUMIS-System verfügbar gemacht werden.
- Inhaltliche Weiterentwicklungen beziehen sich auf die in den abgeschlossenen Projekten zum UGR-Berichtsmodul von vTI-LR für das Statistische Bundesamt behandelten Themenbereiche und erarbeiteten Methoden. Die Kooperation beinhaltet den Austausch von Kenntnissen und Daten.
- Weitere Publikationen in gegenseitiger Absprache sind vorgesehen.

Des Weiteren sollten zukünftig die für den Bereich Ökolandbau versus konventionellen Landbau aufgeworfenen Fragen zur differenzierten Berücksichtigung von Vorleistungen Anlass für weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sein.

Die methodische Weiterentwicklung und Einbindung des UGR-Berichtsmoduls in Life-Cycle-Analysen für den Agrar- und Ernährungssektor soll künftig Bestandteil der Beiträge

des Instituts für Ländliche Räume des vTI zu entsprechenden Arbeiten der BMELV-Ressortforschung in den Bereichen Ökobilanzen, Klimaschutz und Energie sein.

Das Modell RAUMIS soll zukünftig über weitere Anpassungsroutinen noch enger an die UGR gekoppelt werden. Im Rahmen der Klimaberichterstattung wird das Modell zur Konsistenzrechnung und als Prognosewerkzeug eingesetzt und fortentwickelt. Dazu gibt es ab dem 01. Januar 2009 ein Kooperationsprojekt mit dem Institut für Agrarrelevante Klimaforschung des vTI, durch das auch die Finanzierung dieser Aktivitäten gewährleistet werden kann.

Parallel zu dem hier vorliegenden Projekt-Endbericht wird der erste Entwurf für eine regelmäßige Veröffentlichung vorgelegt („Ergebnisbericht“), in dem die wichtigsten Ergebnisse und Trends des Projekts zusammenfasst sind (wird noch aktualisiert und abschließend überarbeitet). In mehrjährigen Abständen sollen entsprechende, aktualisierte Berichte auf Basis der im Projekt erarbeiteten Methoden in Kooperation zwischen Statistischem Bundesamt und vTI nachfolgen.

16 Literatur

- BBA - Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (2002): Jahresbericht 2002 - Institut für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz. Braunschweig.
- BBA - Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (2003): Jahresbericht 2003 - Institut für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz. Braunschweig.
- BLE - Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2007): Kennzahlen zum Markt für Bio-Lebensmittel (Stand: 01.03.2006). BIO-MARKT KOMPAKT. (http://www.oekolandbau.de/fileadmin/redaktion/dokumente/haendler/marktinformationen/biomarkt_kompakt.pdf) Bonn.
- BMELV - Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, (2007): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2006. 45, Landwirtschaftsverl., Münster-Hiltrup.
- BMVEL - Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2007): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2007.
- Bundesregierung (2004): Perspektiven für Deutschland - Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung (Fortschrittsbericht 2004). (<http://www.bundesregierung.de/dokumente/-413.586926/PureHtml/dokument.htm> (Zugriff: 11.01.2006)) Berlin.
- Dämmgen, U. [Hrsg.] (2003): Nationaler Inventarbericht 2004 - Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen - Teilbereich für die Quellengruppe Landwirtschaft. 260, Landbauforschung Völkenrode, Braunschweig. (Aktualisierte Version 2004)
- Dämmgen, U. [Hrsg.] (2009): Berechnungen der Emissionen aus der Deutschen Landwirtschaft - Nationaler Inventarbericht (NIR) 2009 für 2007. Sonderhefte 324 / 324 A, Landbauforschung, Braunschweig. (Aktualisierte Version 2004)
- EEA - European Environment Agency (2005): Agriculture and environment in EU-15: the IRENA indicator report. Copenhagen.
- EEA - European Environment Agency (2006): Integration of environment into EU agriculture policy — the IRENA indicator-based assessment report. 2/2006, Copenhagen.

- EU - European Union (1986): Richtlinie 86/278/EWG des Rates vom 12. Juni 1986 über den Schutz der Umwelt und insbesondere der Böden bei der Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft. (ABl. Nr. L 181 vom 4.7. 1986 S. 6),
- EU - European Union (2000): Directive 2000/60/EU of the European Parliament and the Council of establishing a Framework for Community action in the field of water policy. Brussels.
- EU - European Union (2001): Richtlinie 2001/81/EG Des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2001 über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften. Luxemburg.
- EUROSTAT - Statistical Office of the European Communities (2006): New Cronos Database. (<http://europa.eu.int/comm/eurostat/>) Luxemburg. (LGR: http://epp.eurostat.cec.eu.int/portal/page?_pageid=1996.45323734&_dad=portal&_schema=PORTAL&screen=welcomeref&open=/agric/agri/cosa/eea/eea_long&language=de&product=EU_MAIN_TREE&root=EU_MAIN_TREE&scrollto=0)
- EUROSTAT - Europäisches Amt für Statistik (2008): New Cronos (Datenbank). Luxemburg.
- Funder, U. und Rogasik, J. (2006): Nitrogen-Gesamtbalance 1991-2003. Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde, Julius Kühn-Institut - Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI),
- Geiger, B., Gruber, E. und Megele, W. (1999): Energieverbrauch und Einsparung in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Physica-Verlag, Heidelberg.
- Gutsche, V. (2004): Abschätzung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes und des damit verbundenen Belastungsrisikos und Kulturarten. Abschlussbericht (unveröffentlicht), Kleinmachnow.
- Gutsche, V. und Rossberg, D. (1997): SYNOPSIS 1.1: a model to assess and to compare the environmental risk potential of active ingredients in plant protection products. Agriculture, Ecosystems & Environment 64, [2], S. 181-188. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6T3Y-3RJR21P-D/2/728c583cddc3bc53f2cff29f11f502ee>)
- Gutsche, V. und Rossberg, D. (1999): A proposal for estimating the quantity of pesticide active ingredients applied by crop based on national sales data. Report of

the OECD-Project in Pesticide Aquatic Risk Indicators - Report of Phase 1, Annex 1. S. 44-49. OECD, Paris.

Henrichsmeyer, W., Isermeyer, F., Cypris, C., Löhe, W., Meudt, M., Sander, R., v. Sothen, F., Schefski, A. und Schleef, K.-H. (1996): Entwicklung des gesamtdeutschen Agrarsektormodells RAUMIS96. Forschungsbericht für das BML (94 HS 021). Bonn und Braunschweig-Völkenrode.

Hirschfeld, J., Weiss, J., Preidl, M. und Korbun, T. (2008): Klimawirkungen der Landwirtschaft in Deutschland. Schriftenreihe des IÖW 186/08, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) GmbH,
(http://www.foodwatch.de/foodwatch/content/e10/e17197/e17201/e17220/IOEW_Klimawirkungen_der_Landwirtschaft_SR_186_08_ger.pdf) Berlin.

Holub, H.W. und Schnabl, H. (1982): Input-Output-Rechnung: Input-Output-Tabellen. Oldenbourgs Lehr- und Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaft. R. Oldenbourg Verlag, München.

KOM - Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2000): Indikatoren für die Integration von Umweltbelangen in die gemeinsame Umweltpolitik. KOM(2000) 20 endgültig, Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament. Brüssel.

KOM - Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2001): Statistischer Informationsbedarf für Indikatoren zur Überwachung der Integration von Umweltbelangen in der gemeinsamen Agrarpolitik. 144 final,
(http://europa.eu.int/eur-lex/de/com/cnc/2001/com2001_0144de01.pdf) Brüssel.

KTBL - Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (2002): Ökologischer Landbau - Kalkulationsdaten. KTBL-Sonderveröffentlichung 043, Darmstadt.

KTBL - Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (2004): Betriebsplanung Landwirtschaft 2004/2005. Darmstadt.

Leontief, W. (1941): The Structure of the American Economy, 1919-1929. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development (2001): Nitrogen balance database. Paris.

- OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development (2008): OECD Environmental Data Compendium - Agriculture - 2008.
(<http://www.oecd.org/dataoecd/56/23/41255459.xls>)
- Offermann, F. (2003b): Quantitative Analyse der sektoralen Auswirkungen einer Ausdehnung des ökologischen Landbaus in der EU. [5], S. XXVIII, 141. Berliner Schriften zur Agrar- und Umweltökonomik. Shaker, Aachen.
- Offermann, F. (2003a): Quantitative Analyse der sektoralen Auswirkungen einer Ausdehnung des ökologischen Landbaus in der EU. [5], S. XXVIII, 141. Berliner Schriften zur Agrar- und Umweltökonomik. Shaker, Aachen.
- Osterburg, B. und Zander, K. (2004): Regionale Strukturen des ökologischen Landbaus in Deutschland. 08/2004, Arbeitsberichte des Bereichs Agrarökonomie. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Institut für ländliche Räume, Braunschweig.
- Patyk, A. und Reinhardt, G.A. (1997): Düngemittel-, Energie- und Stoffstrombilanzen. Umweltwissenschaften. Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden.
- Redelberger, H.H. (2004a): Management-Handbuch für die ökologische Landwirtschaft. Betriebswirtschaftliche Instrumente. In: KTBL [Hrsg.]: Darmstadt.
- Redelberger, H.H. (2004b): Management-Handbuch für die ökologische Landwirtschaft. Verfahren - Kostenrechnungen - Baulösungen. In: KTBL [Hrsg.]: Darmstadt.
- Rossberg, D. (2003): NEPTUN 2001 - Erhebung von Daten zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel im Obstbau, im Hopfen und in Erdbeeren. 122, Berichte aus der BBA. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), Braunschweig.
- Rossberg, D. (2004): NEPTUN 2003 - Erhebung der tatsächlichen Pflanzenschutzmittel-Anwendungen im Weinbau. 124, Berichte aus der BBA. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), Braunschweig.
- Rossberg, D., Gutsche, V., Enzian, S. und Wick, M. (2002): NEPTUN 2000 - Erhebung von Daten zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel im Ackerbau Deutschlands. 98, Berichte aus der BBA. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), Braunschweig.
- Schlomann, B., Gruber, E. und Eichhammer, W. (2004): Energieverbrauch der privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD).

Abschlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit.
Fraunhofer ISI, Karlsruhe.

Schmidt, T.G., Osterburg, B., Hoffmann-Müller, R. und Seibel, S. (2004): Aufbau des Berichtsmoduls 'Landwirtschaft und Umwelt' in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. 06/2005, Arbeitsberichte des Bereichs Agrarökonomie. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig; Wiesbaden.

Schmidt, T.G., Osterburg, B., Hoffmann-Müller, R. und Seibel, S. (2005a): Aufbau des Berichtsmoduls 'Landwirtschaft und Umwelt' in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. 06/2005, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig; Wiesbaden.

Schmidt, T.G., Osterburg, B., Hoffmann-Müller, R. und Seibel, S. (2005b): Aufbau des Berichtsmoduls 'Landwirtschaft und Umwelt' in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. 06/2005, Arbeitsberichte des Bereichs Agrarökonomie. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL),
(<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/SchmidtOsterburg2005.property=file.pdf>) Braunschweig; Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt - (2001): Statistische Berichte: Fachserie 3 / Reihe 2.2.1: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei - Betriebe mit ökologischem Landbau. Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt - (2002a): Bodennutzung durch wirtschaftliche Aktivitäten - Ein Beitrag zur Ökoeffizienzdiskussion. Band 11 der Schriftenreihe zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt - (2002b): Bodennutzung durch wirtschaftliche Aktivitäten - Ein Beitrag zur Ökoeffizienzdiskussion. Band 11 der Schriftenreihe zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt - (2002c): Fachserie 4 / Reihe 8.2: Produzierendes Gewerbe, Düngemittelversorgung. Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt - (2002d): Statistische Berichte: Fachserie 3: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt - (2003a): Statistische Berichte: Fachserie 3 / Reihe 2.2.1: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei - Betriebe mit ökologischem Landbau. Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt - (2003b): Umweltnutzung und Wirtschaft - Bericht und Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt - (2006a): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland - Indikatorenbericht 2006. Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt - (2006b): Umweltnutzung und Wirtschaft - Bericht und Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 2004. Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt - (2008): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland - Indikatorenbericht 2008. Wiesbaden.

UBA - Umweltbundesamt (2000): Schätzung der Einträge von Pflanzenschutzmitteln aus der Landwirtschaft in die Oberflächengewässer Deutschlands. UBA-Texte 03/2000, Berlin.

UBA - Umweltbundesamt (2001a): Daten zur Umwelt - Der Zustand der Umwelt in Deutschland 2000. Berlin.

UBA - Umweltbundesamt (2001b): Grenzüberschreitende Abfallverbringung - Datenerhebung nach dem Umweltstatistikgesetz-Import-Deutschland gesamt. Berlin.

UBA - Umweltbundesamt (2008): Umwelt Deutschland - Stickstoffüberschüsse der Gesamtbilanz für Deutschland. (<http://www.umweltbundesamt-umweltdeutschland.de/umweltdaten/public/document/downloadImage.do?ident=8913>)

UNEP - United Nations Environment Programme, stellvertretend für die 168 Unterzeichnerstaaten (1989): Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal. (<http://www.basel.int/index.html>) Basel.

Weber, R. (1991): Computer halbiert den Energiebedarf. Der immense Heizbedarf von Gewächshäusern lässt sich auf vielfältige Weise reduzieren. VDI Nachrichten 45, [24], S. 31.

17 Anhang

Anhang 1: Input-Output-Tabelle 2000 zu Herstellungspreisen (Ausschnitt)

Lfd. Nr.	Aufkommen	Verwendung	17.1 Input des Produktionsbereichs
			Erzg. v. Produkten der Landwirtschaft und Jagd
	Gütergruppen (Zeile 1 bis 71):		
1	Erzeugnisse der Landwirtschaft und Jagd		3 891
2	Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und DL		61
3	Fische und Fischereierzeugnisse		-
4	Kohle und Torf		53
5	Erdöl, Erdgas, DL für Erdöl-, Erdgasgewinnung		33
6	Uran- und Thoriumerze		-
7	Erze		-
8	Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse		393
9	Nahrungs- und Futtermittel		4 056
10	Getränke		1
11	Tabakerzeugnisse		-
12	Textilien		41
13	Bekleidung		2
14	Leder und Lederwaren		22
15	Holz; Holz-, Kork-, Flechtwaren (ohne Möbel)		72
16	Holzstoff, Zellstoff, Papier, Karton und Pappe		16
17	Papier-, Karton- und Pappwaren		21
18	Verlagserzeugnisse		10
19	Druckerzeugnisse, bespielte Ton-, Bild- und Datenträger		34
20	Kokereierzeugnisse, Mineralölerzeugnisse, Spalt- und Brutstoffe		948
21	Pharmazeutische Erzeugnisse		249
22	Chemische Erzeugnisse (ohne pharmazeutische Erzeugnisse)		2 306
23	Gummiwaren		96
24	Kunststoffwaren		66
25	Glas und Glaswaren		223
26	Keramik, bearbeitete Steine und Erden		221
27	Roheisen, Stahl, Rohre und Halbzeug daraus		23
28	NE-Metalle und Halbzeug daraus		5
29	Gießereierzeugnisse		44
30	Metallerzeugnisse		289
31	Maschinen		576
32	Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte und -einrichtungen		5
33	Geräte der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.Ä.		58
34	Nachtechn., Rundf- und Fernsehgeräte, elektron. Bauelemente		-
35	Medizin-, mess-, regelungstechn. optische Erzeugnisse; Uhren		3
36	Kraftwagen und Kraftwagenteile		161
37	Sonstige Fahrzeuge (Wasser-, Schienen-, Luftfahrzeuge u. a.)		-
38	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte, Spielwaren u. Ä.		3
39	Sekundärrohstoffe		-
40	Elektrizität, Fernwärme, DL der Elektrizitäts- u. Fernwärmeversorgung		538
41	Gase, DL der Gasversorgung		25
42	Wasser und DL der Wasserversorgung		275
43	Vorb. Baustellenarbeiten, Hoch- und Tiefbauarbeiten		139
44	Bauinstallations- und sonstige Bauarbeiten		105
45	Handelsleist mit Kfz; Rep an Kfz; Tankleistungen		370

Lfd. Nr.	Aufkommen	Verwendung	17.2 Input des Produktionsbereichs
			Erzg. v. Produkten der Landwirtschaft und Jagd
46	Handelsvermittlungs- und Großhandelsleistungen		2 243
47	Einzelhandelsleistungen; Reparatur an Gebrauchsgütern		77
48	Beherbergungs- und Gaststätten-DL		11
49	Eisenbahn-DL		4
50	Sonst. Landv.leistungen, Transportleistungen in Rohrfernleitungen		104
51	Schiffahrtsleistungen		19
52	Luftfahrtleistungen		19
53	DL bezüglich Hilfs- und Nebentätigkeiten für den Verkehr		23
54	Nachrichtenübermittlungs-DL		73
55	DL der Kreditinstitute		708
56	DL der Versicherungen (ohne Sozialversicherung)		210
57	DL des Kredit- und Versicherungshilfsgewerbes		-
58	DL des Grundstücks- und Wohnungswesens		264
59	DL der Vermietung beweglicher Sachen (ohne Personal)		1 941
60	DL der Datenverarbeitung und von Datenbanken		4
61	Forschungs- und Entwicklungsleistungen		-
62	Unternehmensbezogene DL		2 156
63	DL der öffentlichen Verwaltung, Verteidigung		111
64	DL der Sozialversicherung		-
65	Erziehungs- und Unterrichts-DL		63
66	DL des Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesens		689
67	Abwasser-, Abfallbeseitigungs- u sonst Entsorgungsleistungen		267
68	DL von Interessenvertretungen, Kirchen uÄ		71
69	Kultur-, Sport- und Unterhaltungs-DL		-
70	Sonstige DL		59
71	DL privater Haushalte		-

Anhang 4: Abschätzung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes und des damit verbundenen Belastungsrisikos und Kulturarten

Wiss. Bearbeitung: Dr. Volkmar Gutsche*

Wiss.-techn. Bearbeitung: Veronika Siemon*, Kathleen Krammer*

*Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz, Kleinmachnow.

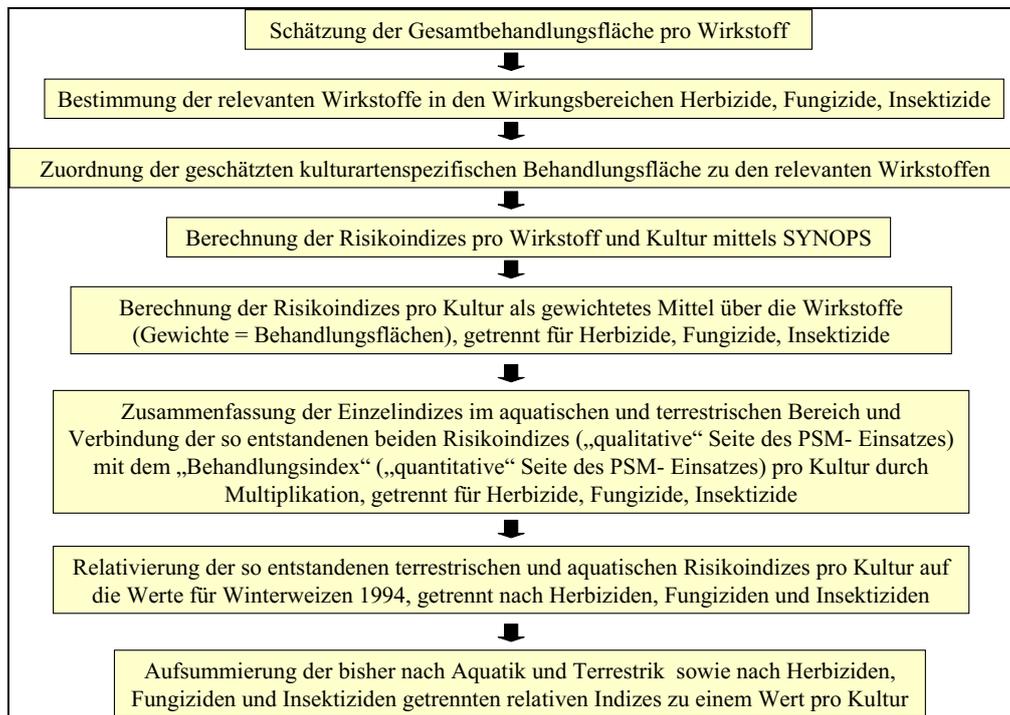
Einleitung

Das o. g. Vorhaben stellt eine Teilleistung der Biologischen Bundesanstalt, Institut für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz dar, die im Rahmen der Zusammenarbeit der FAL mit dem Statistischen Bundesamt zum Forschungsvorhaben „Berichtsmodul Landwirtschaft und Umwelt“ für die FAL erbracht wurde. Die detaillierten Einzelergebnisse stehen dem vTI als Excel-Tabelle in elektronischer Form zur entsprechenden Verarbeitung zur Verfügung. Nachstehend wird im Wesentlichen die Methode dargestellt und auf einige Ergebnisse verwiesen. Ziel der Arbeiten war es, für die Bezugsjahre 1994, 2000 und 2002:

- a) eine Schätzung der wirkstoffbezogenen Behandlungsflächen nach Kulturarten auf der Basis der gemeldeten Inlandsabgaben durchzuführen und
- b) unter Einsatz des Bewertungsmodells SYNOPS das sich daraus ergebende terrestrische und aquatische Risikopotential nach Kulturarten zu errechnen.

Methode

Die Abbildung 1 vermittelt eine Übersicht über die aufeinander folgenden Arbeitsschritte, die letztendlich zu einem relativen Risikokoeffizienten für jede relevante Kultur in Deutschland führten. Der Basiswert, auf den sich die relativen Werte beziehen, wird dabei aus dem Risikokoeffizient für Winterweizen des Jahres 1994 gebildet.

Abb. 1: Arbeitsschritte

1.1 Schätzung der Behandlungsflächen

Für die Schätzung der kulturartenspezifischen Behandlungsflächen pro Wirkstoff wurden die der BBA vorliegenden Meldungen zur Inlandsabgabe von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen (§ 19 PflSchG) herangezogen. Neben den Verkaufsdaten wurden noch folgende Informationsquellen für die Schätzung benutzt:

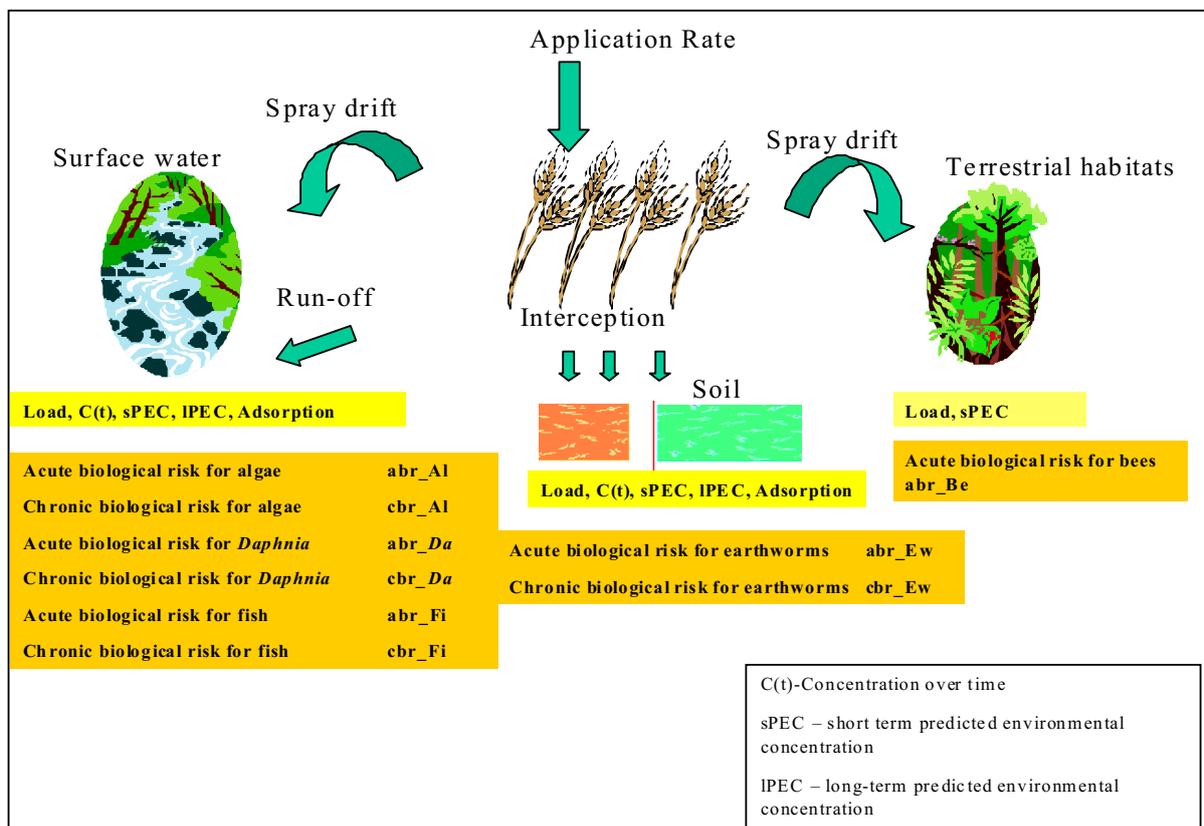
- die Pflanzenschutzmittelverzeichnisse Teil 1, Teil 2 und Teil 3 der entsprechenden Jahre, in denen alle Indikationen für die Zweige Ackerbau, Wiesen und Weiden, Hopfenbau, Nichtkulturland, Gemüsebau, Obstbau, Zierpflanzenanbau und Weinbau verzeichnet sind und das von der BBA herausgegeben wird,
- die Anbaustatistiken auf Kreisebene des Statistischen Bundesamtes sowie
- die Ergebnisse einer Expertenschätzung über die Wahrscheinlichkeiten der Bekämpfung aller relevanter Schadorganismen der entsprechenden Kulturen.

Die angewendete Methode, aus den insgesamt vier Informationsquellen kulturartenspezifische Behandlungsflächen zu schätzen, ist in Gutsche und Roßberg (1999) beschrieben. Sie wurde im Rahmen des OECD-Projektes „Pesticide Aquatic Risk Indicators (ARI)“ von Rossberg und Gutsche entwickelt (OECD, 1999).

1.2 Anwendung des Bewertungsmodells SYNOPSIS für das Umwelt-Risikopotenzial von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen

Die aktuelle Version des Bewertungsmodells SYNOPSIS betrachtet drei Nichtzielkompartimente, die bei der Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln (PSM) über unterschiedliche Wege unbeabsichtigt befrachtet werden können: den Boden, an das Feld angrenzende oder in der Nähe liegende Oberflächengewässer und an das Feld angrenzende Saumbiotope (Abb. 2).

Abb. 2: Struktur des Risiko-Bewertungsmodells SYNOPSIS



Als hauptsächliche Eintragspfade fungieren dabei für den Boden die direkte Befruchtung, modifiziert durch die Interzeption der Pflanzen; für die Saumbiotope die Spraydrift und für die Oberflächengewässer sowohl die Spraydrift als auch der Run-off. Die Kontamination der Gewässer via Drainage oder Interflow wird in der derzeitigen Version von SYNOPSIS nicht betrachtet, kann aber in bestimmten Regionen eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielen. Das Grundprinzip des Modells besteht darin, dass zunächst für jede einzelne Applikation eines Wirkstoffes die potentielle Befruchtung der drei Kompartimente und die sich daraus ergebende Initialkonzentration über verschiedene Submodelle, die

eine Vielzahl von Applikationsbedingungen berücksichtigen, berechnet werden. Für den Boden und die Oberflächengewässer wird auch der Abbau der Konzentration über der Zeit modelliert.

Danach bietet das Modell zwei Möglichkeiten der weiteren Verarbeitung der Befrachtung an:

- die getrennte Bewertung der einzelnen Applikationen (Indikationen) unabhängig davon, ob sie in einer feldbezogenen Spritzfolge ausgebracht werden oder
- die bilanzierende Bewertung von feldbezogenen Spritzfolgen, in denen mehrere verschiedene Wirkstoffe einmal oder zum wiederholten Male angewendet werden.

Wird ein Wirkstoff mehrfach angewendet, erfolgt eine entsprechende Bilanzierung in einer Konzentrationssumme.

Die maximal erreichbare Konzentration des Wirkstoffs wird in Relation zur letalen Konzentration 50 (LC50) bestimmter Stellvertreterorganismen gesetzt und ergibt Indices des akuten Risikos. Außerdem werden Kennziffern des subchronischen und chronischen Risikos berechnet, indem Konzentrations-Zeit-Integrale zur letalen Konzentration 50 % bzw. zum „No Observed Effect Concentration“ (NOEC) ins Verhältnis gesetzt werden. Da alle Risikokennziffern dimensionslos sind und die Exposition der Stellvertreterorganismen durch die verschiedenen Wirkstoffe bezüglich deren unterschiedlicher Ökotoxizitäten sozusagen normieren, kann die Wirkung von verschiedenen Wirkstoffen innerhalb einer bestimmten Spritzfolge bilanziert werden. Für das akute Risiko wendet dabei SYNOPSIS das Maximum-Prinzip an, für die chronischen Risiken erfolgt eine Summen-Bilanz.

Das Modell benötigt Eingangsdaten aus drei Bereichen: der Anwendung selbst, den Anwendungsbedingungen (Randbedingungen) und den Wirkstoffeigenschaften.

Für die hier vorliegende Aufgabenstellung musste die erste Variante der Verarbeitung der Befrachtungen angewendet werden, da die Anwendungsdaten aus national vorliegenden Verkaufsdaten geschätzt wurden und kein Bezug auf konkrete Felder hergestellt werden kann.

Aus demselben Grund mussten für die Randbedingungen konstante Werte gesetzt werden:

- Boden: sandiger Lehm , 1.5 % orgC
- Oberflächengewässer: Graben 30cm tief, 2m breit, in 1 m Abstand zum Feld
- Saumbiotop: Feldrain 3m breit
- Niederschlag für Run-off-Ereignis: 30mm
- Temperaturverlauf: Klimawerte Norddeutschland

Weitere Einzelheiten zum Modell sind aus Reuss et al. 1999 zu entnehmen.

1.3 Verdichtung und Relativierung der Einzelindices

Als Ergebnis der Anwendung des Modells SYNOPS sind pro Jahr, Kultur und Wirkstoff 9 Einzelindices entstanden, die das Risikopotential für Zeigerorganismen messen (vergleiche Abb. 2). Da, wie oben bereits begründet, keine feldbezogene Risikobilanzierung erfolgen kann, werden für die weitere Risikobeschreibung nur die Indices für das akute Risiko herangezogen.

Es sind dies im terrestrischen Bereich:

abr_Ew (Jahr, Kultur, Wirkstoff) = akutes Risiko für das Regenwasser

abr_Be (Jahr, Kultur, Wirkstoff) = akutes Risiko für die Biene,

im aquatischen Bereich:

abr_Al (Jahr, Kultur, Wirkstoff) = akutes Risiko für Algen

abr_Da (Jahr, Kultur, Wirkstoff) = akutes Risiko für Daphnia

abr_Fi (Jahr, Kultur, Wirkstoff) = akutes Risiko für Fische

- (a) Zunächst wird das gewichtete Mittel pro Kultur über die Wirkstoffe berechnet, wobei zwischen den Wirkstoffbereichen, Herbizide, Fungizide und Insektizide unterschieden wird. Als Gewicht fungiert der Anteil der geschätzten Behandlungsfläche des Wirkstoffes an der Summe der Behandlungsfläche aller Wirkstoffe des gleichen Wirkbereiches.

$$n(\text{Wirkbereich})$$

$$MWabr_xx (\text{Jahr}, \text{Kultur}, \text{Wirkbereich}) = \sum_{i=1}^{n(\text{Wirkbereich})} abr_xx (\text{Jahr}, \text{Kultur}, \text{Wirkstoff } i) * g(\text{Wirkstoff } i)$$

$$n(\text{Wirkbereich})$$

$$\text{mit } g(\text{Wirkstoff } i) = \frac{\text{Behandlungsfläche Wirkstoff } i}{\sum_{i=1}^{n(\text{Wirkbereich})} \text{Behandlungsfläche Wirkstoff } i}$$

$$n(\text{Wirkbereich}) = \text{Anzahl der Wirkstoffe im gleichen Wirkbereich}$$

$$xx = \text{Zeigerorganismus Ew, Be, Al, Da, Fi}$$

- (b) Danach werden die Einzelindizes der Zeigerorganismen für den terrestrischen und aquatischen Bereich wie folgt zusammengefasst:

$$Zabr_terr (\text{Jahr}, \text{Kultur}, \text{Insektizide}) = MWabr_Ew (\text{Jahr}, \text{Kultur}, \text{Insektizide}) + MWabr_Be (\text{Jahr}, \text{Kultur}, \text{Insektizide}) / 100$$

$$Zabr_terr (\text{Jahr}, \text{Kultur}, \text{Herbizide}) = MWabr_Ew (\text{Jahr}, \text{Kultur}, \text{Herbizide}) + MWabr_Be (\text{Jahr}, \text{Kultur}, \text{Herbizide})$$

$$\text{Zabr_terr (Jahr, Kultur, Fungizide)} = \text{MWabr_Ew (Jahr, Kultur, Fungizide)} + \\ \text{MWabr_Be (Jahr, Kultur, Fungizide)}$$

$$\text{Zabr_aqu(Jahr, Kultur, Wirkungsbereich)} = \text{MWabr_Al (Jahr, Kultur, Wirkungsbereich)} \\ + \text{MWabr_Da (Jahr, Kultur, Wirkungsbereich)} \\ + \text{MWabr_Fi(Jahr, Kultur, Wirkungsbereich)}$$

Die Division durch 100 im Fall des Indexes für Bienen im Wirkungsbereich Insektizide erfolgt deshalb, um ein ausgewogenes Verhältnis der Werte zwischen Regenwurm und Biene herzustellen.

- (c) Im nächsten Schritt wird der terrestrische und aquatische Risikoindex mit dem Behandlungsindex (BI) der Kultur im entsprechenden Wirkungsbereich verbunden. Diese Behandlungsindizes messen die Intensität der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in einer Kultur. Sie stellen ein Ergebnis von Erhebungen zum tatsächlichen Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln in den einzelnen Naturräumen Deutschlands dar (NEPTUN-Projekt).

Der Behandlungsindex ist kurz gesagt, die Anzahl der in einer Fruchtart eingesetzten Pflanzenschutzmittel (getrennt nach den Wirkungsbereichen Herbizide, Fungizide, Insektizide und Wachstumsregler), normiert auf die Anbaufläche der Fruchtart und normiert auf die in der Zulassung des PSM ausgewiesene Aufwandmenge. Die Normierung lässt sich an zwei einfachen Beispielen plausibel erklären. Wenn ein Landwirt eine Herbizidbehandlung auf seiner gesamten Weizenanbaufläche durchführt, dann ist der Behandlungsindex für Weizen, der von den Herbiziden herrührt, gleich 1.0. Behandelt er nur die Hälfte seiner Weizenanbaufläche mit PSM und führt auf der anderen Hälfte z. B. mechanische Unkrautbekämpfung durch, dann ist der Behandlungsindex gleich 0.5. Reduziert er darüber hinaus noch auf dieser Behandlungsfläche die zugelassene Aufwandmenge um 30 % , dann ist der Behandlungsindex gleich $0.5 * 0.7 = 0.35$.

Eine ausführliche Beschreibung des NEPTUN-Projektes und seine wesentlichen Ergebnisse sind in Rossberg et al. 2002 (Feldbau), Rossberg 2003 (Obst und Hopfen) und Rossberg in Vorb. (Weinbau) zu finden. Die Behandlungsindizes für Gemüse wurden noch nicht in einer NEPTUN-Erhebung ermittelt, sondern durch Expertenschätzung festgelegt.

$$\text{MZabr_terr (Jahr, Kultur, Wirkungsbereich)} = \text{Zabr_terr (Jahr, Kultur, Wirkungsbereich)} * \text{BI (Kultur, Wirkungsbereich)}$$

$$\text{MZabr_aqu (Jahr, Kultur, Wirkungsbereich)} = \text{Zabr_aqu (Jahr, Kultur, Wirkungsbereich)} * \text{BI (Kultur, Wirkungsbereich)}$$

- (d) Anschließend werden diese modifizierten Risikoindizes pro Kultur und Wirkungsbereich auf die Werte für Winterweizen 1994 relativiert. Die Winterweizenwerte für 1994 erhalten dadurch jeweils den Wert 1, getrennt für die 2 Aspekte Terrestrik und Aquatik sowie für die Wirkungsbereiche Herbizide, Fungizide, Insektizide

$$\text{RMZabr_terr (Jahr, Kultur, Wirkungsbereich)} = \frac{\text{MZabr_terr (Jahr, Kultur, Wirkungsbereich)}}{\text{MZabr_terr (1994, Winterweizen, Wirkungsbereich)}}$$

$$\text{RMZabr_aqu (Jahr, Kultur, Wirkungsbereich)} = \frac{\text{MZabr_aqu (Jahr, Kultur, Wirkungsbereich)}}{\text{MZabr_aqu (1994, Winterweizen, Wirkungsbereich)}}$$

- (e) Schließlich werden die bisher getrennten relativierten modifizierten Risikoindizes zu einem Wert pro Kultur aufaddiert.

$$\begin{aligned} \text{Risikoindex (Jahr, Kultur)} = & \text{RMZabr_terr(Jahr, Kultur, Herbizide)} + \\ & \text{RMZabr_aqu(Jahr, Kultur, Herbizide)} + \\ & \text{RMZabr_terr(Jahr, Kultur, Fungizide)} + \\ & \text{RMZabr_aqu(Jahr, Kultur, Fungizide)} + \\ & \text{RMZabr_terr(Jahr, Kultur, Insektizide)} + \\ & \text{RMZabr_aqu(Jahr, Kultur, Insektizide)} \end{aligned}$$

Für die Bezugsbasis Winterweizen 1994 entsteht somit der Risikoindex (1994, Winterweizen) = 6

Ergebnisse

Wie eingangs angemerkt, wurden die detaillierten Ergebnisse bereits in elektronischer Form übergeben. Die wichtigsten Resultate sind nachfolgend nochmals in Tabellenform aufgeführt. In den Tabellen 1a – c findet man die relevanten Wirkstoffe der Jahre 1994, 2000 und 2002 und ihre geschätzten Gesamtanwendungsflächen, die sich unter Anwendung der Prozedur nach Rossberg und Gutsche (1999) aus den Verkaufsdaten der Wirkstoffe ergeben. In der Tabelle 2 ist die Anzahl der Wirkstoffe pro Fruchtart, Wirkungsbereich und Jahr angegeben, die nach der Verteilung der relevanten Wirkstoffe aus der Basis der zugelassenen Indikatoren entsteht.

Schließlich findet man in Tabelle 3 als Endergebnis der Gesamtprozedur die Risikoindizes der einzelnen Kulturen und Jahre. Wie bereits in der Methode begründet, erhält dabei das Basisjahr 1994 mit der Basisfrucht Winterweizen den Wert 6.

Tabelle 1a: Relevante Wirkstoffe 1994

1994

Herbizide Wirkstoff	geschätzte handlungsfläche [ha]	Fungizide Wirkstoff	geschätzte handlungsfläche [ha]	Insektizide Wirkstoff	geschätzte Be- handlungsfläche [ha]
Isoproturon	1888674	Fenpropimorph	1246298	alpha-Cypermethrin	683057
Fluroxypyr	1060855	Epoxiconazol	807688	lambda-Cyhalothrin	591792
Dichlorprop-P	1009483	Maneb	786493	Cypermethrin	482955
Mecoprop-P	961958	Triadimenol	669946	Dimethoat	478262
Diflufenican	790989	Propiconazol	663304	Deltamethrin	408625
Bromoxynil	735198	Tebuconazol	562630	Oxydemeton-methyl	362561
Metazachlor	634110	Prochloraz	520953	Parathion	285212
Ethofumesat	572379	Mancozeb	472566	beta-Cyfluthrin	174078
Phenmedipham	559465	Carbendazim	457164	Fenvalerat	171725
Glyphosat	507195	Bitertanol	436429	Permethrin	93200
Bifenox	479498	Cyproconazol	367837	Methamidophos	83878
Metsulfuron	461422	Schwefel	325619	Parathion-methyl	72932
Bentazon	446935	Flusilazol	323162	Pirimicarb	57807
Rimsulfuron	421546	Penconazol	311201	Phosalon	33695
MCPA	402359	Fentin-hydroxid	295150	Diflubenzuron	30002
Terbuthylazin	388524	Fluazinam	242460	Pyrethrine	25616
Desmedipham	367688	Metiram	237772	Methidathion	25320
loxynil	313985	Anilazin	174526	Amitraz	21680
Thifensulfuron	313933	Dithianon	139216	Terbufos	21370
Pyridat	279023	Metalaxyl	127415	Demeton-S-methyl-sulfon	19909
2,4-D	257193	Tridemorph	118440	Azinphos-methyl	19432
Metamitron	244614	Pyrazophos	104373	Fenoxycarb	14247
Metolachlor	236537	Kupferoxychlorid	101820	Azocyclotin	12523
Trifluralin	223107	Dimethomorph	99111	Diazinon	10488
Chlortaluron	174893	Chlorthalonil	91353	Hexythiazox	5704
Haloxypop	171269	Dichlofluanid	90829	Carbosulfan	5132
Fluazifop-P	141527	Guazatin	75911	Teflubenzuron	4986
Clopyralid	141300	Thiophanat-methyl	54866	Fenbutatin-oxid	4922
Triallat	140299	Triforin	48583	Rapsöl	3922
Chloridazon	111052	Fentin-acetat	37418	Triflumuron	3656
Napropamid	99510	Benomyl	36589	Cyfluthrin	3336
Pendimethalin	94014	Vinclozolin	34410	Clofentezin	3104
Diuron	88809	Fosetyl	31526	Kali-Seife	2970
Deiquat	79041	Oxadixyl	30000	Apfelwickler- Granulosevirus	2273
Fenoxaprop	76512	Iprodion	25299	Ethiofencarb	1435
EPTC	75363	Dinocap	12793		
Dimefuron	75173	Fenarimol	7553		
Carbetamid	75172	Procymidon	3688		
Triasulfuron	70933	Myclobutanil	2200		
Flurochloridon	70725	Kupfersulfat	1299		
Prosulfocarb	66656	Triadimefon	752		
Glufosinat	60298	Ferbam	169		
Propyzamid	60229				
Tribenuron	56563				
Dicamba	48358				
Methabenzthiazuro n	36143				

Fortsetzung **Tabelle 1a:** Relevante Wirkstoffe 1994

1994

Herbizide Wirkstoff	geschätzte Behandlungsfläch e [ha]	Fungizide Wirkstoff	geschätzte Behandlungsfläch e [ha]	Insektizide Wirkstoff	Geschätzte Behandlungsfläch e [ha]
Terbutryn	35208				
Cycloat	26421				
Paraquat	22380				
Fenoxaprop-P	21613				
Linuron	19686				
Quizalofop	10322				
Diclofop	9285				
Cyanamid	7308				
Cycloxydim	7178				
Metobromuron	7023				

Tabelle 1b: Relevante Wirkstoffe 2000

2000

Herbizide Wirkstoff	geschätzte Behandlungsfläch e [ha]	Fungizide Wirkstoff	geschätzte Behandlungsfläch e [ha]	Insektizide Wirkstoff	geschätzte Behandlungsfläch e [ha]
Diflufenican	2778243	Epoxiconazol	1747210	beta-Cyfluthrin	1155630
Isoproturon	1792642	Fenpropimorph	1657736	alpha-Cypermethrin	979765
Thifensulfuron	1126186	Tebuconazol	1398373	lambda-Cyhalothrin	917283
Glyphosat	1033279	Kresoxim-methyl	1346790	Parathion	721537
Metazachlor	984573	Azoxystrobin	1296061	Dimethoat	609093
Quinmerac	950209	Propiconazol	1220801	Cypermethrin	564971
Mecoprop-P	803461	Fenpropidin	1147190	Oxydemeton-methyl	355513
Pyridat	747838	Carbendazim	1118139	Pirimicarb	145617
Flufenazet	741503	Mancozeb	681343	Parathion-methyl	108604
MCPA	734628	Flusilazol	639103	Methamidophos	84959
Ioxynil	702262	Spiroxamine	466222	Permethrin	68237
Terbuthylazin	614157	Cyprodinil	347122	Imidacloprid	46421
Tribenuron	501343	Metiram	303096	Tebufenozid	42255
Bentazon	455460	Maneb	252192	Amitraz	13038
Nicosulfuron	436850	Prochloraz	206231	Benfuracarb	5140
Metsulfuron	430685	Dithianon	204884	Cyfluthrin	194
Ethofumesat	407988	Propamocarb	138136		
Dichlorprop-P	403480	Dichlofluanid	129550		
Pendimethalin	376108	Chlorthalonil	121873		
Amidosulfuron	366210	Propineb	74836		
Metolachlor	327561	Fosetyl	72666		
Phenmedipham	305459				
Iodosulfuron	271788				
Rimsulfuron	211889				
Glyphosat-Trimesium	210037				
Triasulfuron	203961				
Metamitron	198654				
Flupyrsulfuron-methyl	172188				
Triflusulfuron	157534				
Dimethachlor	153216				

Fortsetzung **Tabelle 1b:** Relevante Wirkstoffe 2000

2000

Herbizide Wirkstoff	geschätzte Behandlungsfläch e [ha]	Fungizide Wirkstoff	geschätzte Behandlungsfläch e [ha]	Insektizide Wirkstoff	geschätzte Behandlungsfläch e [ha]
Prosulfocarb	139149				
Chloridazon	133492				
Aclonifen	82295				
Prosulfuron	29933				

Tabelle 1c: Relevante Wirkstoffe 2002

2002

Herbizide Wirkstoff	geschätzte Behandlungsfläch e [ha]	Fungizide Wirkstoff	geschätzte Behandlungsfläch e [ha]	Insektizide Wirkstoff	Geschätzte Behandlungsfläch e [ha]
Diflufenican	1668338	Epoxiconazol	2204854	lambda-Cyhalothrin	2970398
Glyphosat	1441373	Tebuconazol	1879738	beta-Cyfluthrin	1214003
Isoproturon	1158164	Fluazinam	1776425	Dimethoat	640491
Metazachlor	1063398	Propiconazol	1663382	Cypermethrin	546323
Iodosulfuron	979115	Fenpropimorph	1425164	alpha-Cypermethrin	452206
MCPA	851022	Kresoxim-methyl	1306028	Esfenvalerat	421364
Quinmerac	842385	Fenpropridin	1204829	Pirimicarb	278673
Thifensulfuron	641966	Azoxystrobin	939794	Parathion-methyl	117408
Fluroxypyr	639417	Trifloxystrobin	742664	Methamidophos	91518
Nicosulfuron	551925	Vinclozolin	570832	Cyfluthrin	53846
Tribenuron	507907	Mancozeb	569457	Indoxacarb	53280
Flurtamone	478376	Carbendazim	546169	Apfelwickler-Granulosevirus	53035
Terbuthylazin	468783	Thiophanat-methyl	488738	Pymetrozin	46352
Dichlorprop-P	439986	Spiroxamine	488449	Imidacloprid	44335
Metsulfuron	431484	Pyraclostrobin	468373	Tebufenozid	33769
Pendimethalin	360915	Flusilazol	442080	Piperonylbutoxid	33117
Bentazon	336979	Folpet	387578	Thiacloprid	32604
Ethofumesat	313650	Dimethomorph	329849	Amitraz	30200
S-Metolachlor	303864	Prochloraz	325036	Bacillus thuringiensis	23380
Flupyrsulfuron-methyl	294046	Maneb	266217	Tebufenpyrad	17859
Mecoprop-P	280935	Metiram	234402	Oxydemeton-methyl	9258
Phenmedipham	250796	Tolyfluanid	218624	Methidathion	6233
Deiquat	224757	Dithianon	217534	Chlorfenvinphos	4073
Amidosulfuron	214133	Cyprodinil	210769	Pyrethrine	3073
Rimsulfuron	184640	Propamocarb	130946	Carbosulfan	105
Dimethenamid-P	175221	Captan	116814		
Triflusulfuron	174821	Fosetyl	93076		
Dimethachlor	150460				
Trifluralin	113720				
Glyphosat-Trimesium	113628				
Aclonifen	102504				
Metamitron	100443				
Prosulfocarb	80382				
Sulfosulfuron	76500				
Chloridazon	65563				
Diuron	38611				
Prosulfuron	33000				
Triasulfuron	30675				

Tabelle 2: Anzahl Wirkstoffe pro Frucht, Jahr und Wirkungsbereich

	1994			2000			2002		
	H	F	I	H	F	I	H	F	I
Futtererbsen	5	3	8	5	3	8	2	3	3
Hafer	12	1	9	13	11	8	10	13	5
Kartoffeln	10	10	16	5	6	10	1	4	10
Klee	1		1	1		1	1		1
Mais	23		3	17		2	10		1
Raps	9	8	16	4	4	7	2	5	10
Rübe	16	4	14	12	2	12	5	3	8
Sommergerste	15	23	6	16	22	5	12	26	3
Triticale	3	1		11	12		11	15	
Wiesen und Weiden	8		1	8		1	7		1
Wintergerste	26	23	10	26	22	5	18	26	5
Winterroggen	29	26	7	26	27	6	20	33	4
Winterweizen	30	35	17	26	33	9	20	33	8
Gemüse	11	1	39	8	1	37	5	4	24
Obst	3	18	20	3	10	17	2	6	16
Wein	7	25	10	3	26	8	2	20	7
Hopfen		14	5		7	3		4	4

Tabelle 3: Risikoindizes

	1994	2000	2002
Futtererbsen	8,40905968	10,2021127	5,86597019
Hafer	4,0563096	3,55122264	1,50233549
Kartoffeln	31,3838483	43,2914619	16,1624807
Klee	2,00608226	1,5506348	2,04216676
Mais	2,77765655	1,52350713	1,28201927
Raps	11,3682015	5,58117118	5,77183444
Rübe	4,77722747	5,25578925	3,95089077
Sommergerste	3,67669847	3,15592659	2,25385284
Triticale	5,00520571	0,89909168	0,85674424
Wiesen und Weiden	11,6009817	2,04918416	11,6307434
Wintergerste	3,6361223	2,65799157	2,64648692
Winterroggen	3,35554522	2,88275808	2,15230768
Winterweizen	6	5,74330855	4,37184429
Gemüse	47,573659	85,2274474	34,69678
Obst	313,8884	600,442613	529,075272
Wein	90,9920277	56,6771299	39,3120277
Hopfen	1307,42971	665,717171	504,870247

Literatur

REUS, J., LENNERTSE, C., BOCKSTALLER, C., FOMSGAARD, I., GUTSCHE, V., LEWIS, K., NILSSON, C., PUSSEMIER, L., TREVISAN, M., VAN DER WERF, H., ALFARROBA, F., BLÜMEL, S., ISART, J., MC GRATH, D., UND SEPPÄLÄ, T.: Comparing Environmental Risk Indicators for Pesticides. Results of the European CAPER Project. Centre for Agriculture and Environment Utrecht, CLM 426, 1999, (ISBN 90-5634-106-5), 184 pp

GUTSCHE, V., ROSSBERG, D.: A Proposal for Estimating the quantity of Pesticide Active Ingredients Applied by Crop based on National Sales Data. In OECD Project on Pesticide Aquatic Risk Indicators-Report of Phase 1. 2nd OECD Workshop on Pesticide Risk Indicators Braunschweig, Germany 1-3 June 1999

ROßBERG, D.; GUTSCHE, V.; ENZIAN, S. UND WICK, M.: NEPTUN 2000- Erhebung von Daten zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel im Ackerbau Deutschlands. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- u. Forstwirtschaft. Heft 98, 2002

ROßBERG, D.: NEPTUN 2001- Erhebung von Daten zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel Obstbau, im Hopfen und in Erdbeeren. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- u. Forstwirtschaft. Heft 122, 2003

ROßBERG, D.; GUTSCHE, V.; ENZIAN, S. UND WICK, M.: NEPTUN 2003- Erhebung von Daten zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel im Weinbau. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- u. Forstwirtschaft. In Vorb.

Anhang 5: Behandlungsindizes und Überleitungstabelle in RAUMIS-Code

SYNOPS	RAUMIS	Faktor: 1,24 <<< 1,00 >>> 1,16			0,99 <<< 1,00		1,00 >>> 1,03	
		1991	1994	1995	1999	2000	2002	2003
Winterweizen	WWEI	2,62	2,25	2,93	1,30	1,31	0,75	0,77
Sommergerste	SWEI	2,48	2,13	2,78	1,35	1,36	0,47	0,49
Winterroggen	ROGG	2,62	2,25	2,94	1,28	1,29	0,63	0,65
Wintergerste	WGER	2,62	2,25	2,94	0,64	0,64	0,61	0,63
Sommergerste	SGER	2,48	2,13	2,78	1,35	1,36	0,47	0,49
Hafer	HAFE	3,32	2,85	3,73	1,37	1,38	0,49	0,50
Mais	KMAI	0,65	0,56	0,73	0,38	0,39	0,87	0,90
Triticale	SGET	2,40	2,06	2,69	1,10	1,10	0,61	0,63
Futtererbsen	HUEL	2,36	2,03	2,65	0,26	0,26	0,02	0,02
Raps	RAPS	1,16	1,00	1,30	0,44	0,45	0,48	0,50
Raps	NRRA	1,16	1,00	1,30	0,44	0,45	0,48	0,50
Raps	SOEL	1,16	1,00	1,30	0,44	0,45	0,48	0,50
Kartoffeln	FKAR	2,85	2,45	3,20	3,01	3,02	0,92	0,95
Kartoffeln	SKAR	2,85	2,45	3,20	3,01	3,02	0,92	0,95
Rübe	ZRUE	1,34	1,15	1,50	1,86	1,87	0,53	0,55
Gemüse	GEMU	1,09	0,94	1,23	2,62	2,63	0,89	0,92
Obst	OBST	5,80	4,98	6,51	8,11	8,15	8,03	8,28
Wein	REBL	11,95	10,26	13,41	4,06	4,08	0,89	0,92
Hopfen	SHAN	8,24	7,08	9,25	8,13	8,18	7,80	8,04
Wein	SOPF	3,11	2,67	3,49	2,17	2,18	1,39	1,43
Klee	KLEE	6,43	5,52	7,21	4,02	4,04	0,00	0,00
Klee	LUZE	6,43	5,52	7,21	4,02	4,04	0,00	0,00
Klee	FEGR	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
Mais	SMAI	0,65	0,56	0,73	0,38	0,39	0,87	0,90
Mais	SHAC	1,61	1,39	1,81	1,75	1,76	0,77	0,80
Wiesen und Weiden	WIES	1,61	1,38	1,81	5,36	5,39	0,00	0,00
Wiesen und Weiden	WEID	1,61	1,38	1,81	5,36	5,39	0,00	0,00
k. A.	HUTU*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
k. A.	BRAC*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
k. A.	FLST*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

*bei diesen Verfahren findet keine Behandlung statt

Anhang 6: Bericht der BBA zum PSM-Einsatz in physischen Einheiten

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Folgenabschätzung
im Pflanzenschutz Kleinmachnow

ENDBERICHT

Abschätzung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes nach Kulturarten

Wiss. Bearbeitung: Dr. Volkmar Gutsche

Wiss.-techn. Bearbeitung: Veronika Siemon, Kathleen Krammer

Das o. g. Vorhaben stellt eine Teilleistung der Biologischen Bundesanstalt, Institut für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz dar, die im Rahmen der Zusammenarbeit der FAL mit dem Statistischen Bundesamt zum Forschungsvorhaben „Berichtsmodul Landwirtschaft und Umwelt“ für die FAL erbracht wurde. Die detaillierten Einzelergebnisse stehen dem vTI als Excel-Tabelle in elektronischer Form zur entsprechenden Verarbeitung im Berichtsmodul zur Verfügung. Der Bericht beinhaltet die Jahre 1991, 1995, 1999 und 2002. Nachfolgend wird die Schätzmethode kurz beschrieben.

Methode der Schätzung der kulturspezifischen Anwendungsfläche (Anwendungsmenge) chemischer PSM aus deren Verkaufsmengen

Als direkte Information über die praktische Anwendung von Pflanzenschutzmittel in Deutschland der letzten 20 Jahre stehen lediglich die Ergebnisse der NEPTUN - Erhebungen zur Verfügung (Rossberg et. al. 2002, Rossberg 2003, Rossberg 2004), wobei für den Ackerbau 1999/2000, für den Obstbau 2001 und 2004, für den Weinbau 2003 sowie für den Gemüsebau und Hopfen 2005 eine Erhebung durchgeführt wurde.

Eine andere Informationsquelle bilden die nationalen Daten über die Inlandabgabe der Wirkstoffe bzw. Pflanzenschutzmittel nach § 19 PflSchG. Diese stehen jährlich zur Verfügung, erlauben aber nur eine indirekte Aussage zur tatsächlichen Anwendung, die über eine umfangreiche Schätzprozedur erzeugt werden muss. Die Prozedur wurde im Rahmen des OECD-Projektes „Pesticide Aquatic Risk Indicators (ARI)“ von Rossberg und Gutsche entwickelt (OECD, 1999).

Sie muss auf alle zugelassenen Indikationen aller relevanten Wirkstoffe angewendet werden. Unter einer Indikation versteht man die Zulassung eines Wirkstoffes für eine bestimmte Kultur zu einem bestimmten Anwendungszweck (Schadorganismus) mit einer bestimmten Aufwandmenge zu einem bestimmten Anwendungszeitraum. Als relevant wurde ein Wirkstoff erachtet, wenn er im entsprechenden Jahr über einer Mindestverkaufsmenge lag.

Tabelle A2.1

	Mindestverkauf (t)
Herbizide (außer Sulfonylharnstoffe)	5
Fungizide	5
Insektizide (außer Pyrethroide)	1

Hinzu kamen Wirkstoffe mit sehr geringen Aufwandmengen (z. B. Sulfonylharnstoffe oder Pyrethroide), die eine relativ hohe Applikationsfläche erwarten ließen.

Für jeden Wirkstoff wurden alle im entsprechenden Jahr zugelassenen Indikationen bestimmt. Sie wurden aus dem jeweiligen von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) bzw. seit 2003 vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit herausgegebenen, amtlichen Pflanzenschutzmittelverzeichnis entnommen.

Die für die Schätzung notwendigen Angaben zur Anbaufläche der Kulturen entnahmen wir den vom zuständigen Ministerium herausgegebenen Statistischen Jahrbüchern über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

Eine Schlüsselrolle kommt in dieser Prozedur der Häufigkeit bzw. Wahrscheinlichkeit zu (Pi), mit welcher der in der Indikation angesprochene Schadorganismus, oder allgemeiner der Anwendungszweck des Wirkstoffes, in der Kultur behandelt werden muss. Diese Wahrscheinlichkeiten wurden aus den NEPTUN-Erhebungen abgeleitet und durch Expertenbefragungen ergänzt bzw. validiert. Sie stellen, über die Jahre und Regionen gesehen, mittlere Werte für die Schadorganismen dar. In der Tabelle 3 sind beispielhaft die verwendeten Bekämpfungshäufigkeiten einiger wichtiger Pflanzenkrankheiten angegeben.

Die Anwendungsschätzung pro Indikation eines Wirkstoffes erfolgt nach folgendem Verfahren, wobei die untenstehende Bezeichnung verwendet wird:

AV_i Applikationsmenge der i-ten Indikation des Wirkstoffs im entsprechenden Jahr [kg]

AP_i Applikationsfläche der i-ten Indikation des Wirkstoffs im entsprechenden Jahr [ha]

$V_{\text{Wirkstoff}}$ 'bereinigte' Inlandabgabe des Wirkstoffs im entsprechenden Jahr [kg]

A_i Aufwandmenge der i-ten Indikation des Wirkstoffes laut Zulassung des entsprechenden Jahres [g/ha]

F_i Anbaufläche der Fruchtart, für welche die i-te Indikation zugelassen ist, im entsprechenden Jahr [1000 ha]

P_i Häufigkeit (Wahrscheinlichkeit), dass der in der Indikation angesprochene Anwendungszweck (Schadorganismus) in der angesprochenen Fruchtart zutrifft. [-]

$$\text{pot}V_i = F_i \cdot P_i \cdot A_i$$

$$\text{share}_i = \text{pot}V_i / \sum \text{pot}V_i$$

$$AV_i = (\text{share}_i \cdot V_{\text{Wirkstoff}} \cdot 1000)$$

$$AP_i = (\text{share}_i \cdot V_{\text{Wirkstoff}} \cdot 1000) / A_i$$

Es wird also zunächst die potentielle Menge an Wirkstoff berechnet ($\text{pot}V_i$), die zur Realisierung der i-ten Indikation für Deutschland notwendig wäre ($i=1\dots n$). Dann werden diese Mengen über alle Indikationen des Wirkstoffes aufaddiert und der relative Anteil der i-ten Indikation (share_i) aus dieser theoretisch notwendigen Gesamtmenge bestimmt. Mit diesem Share-Koeffizient wird schließlich aufgrund des tatsächlichen „bereinigten“ Verkaufs und der zugelassenen Aufwandmenge die tatsächliche Applikationsmenge und die Applikationsfläche der i-ten Indikation geschätzt.

Da nicht alle Bereiche wie Zierpflanzenbau, Forst, Baumschulen und Nichtkulturland bei der kulturspezifischen Schätzung betrachtet werden, wird die Inlandabgabe des Wirkstoffes, wenn er auch für diese Bereiche zugelassen ist, vorher etwas „bereinigt“. In der Regel werden folgende Anteile (%) abgezogen:

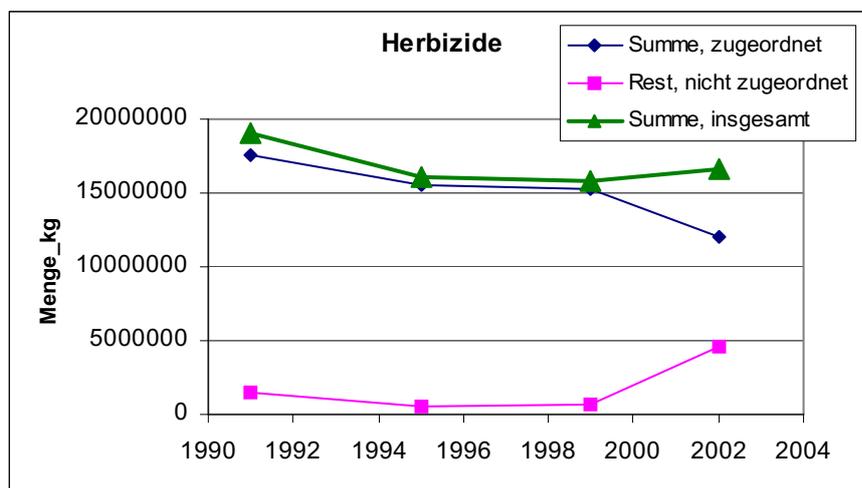
Tabelle A2.2

Einsatz	Fungizide	Herbizide	Insektizide
Zierpflanzen	5	5	5
Forst	2	2	5
Baumschulen	0	2	0
Nichtkulturland	0	5	0

Hat ein Wirkstoff in derselben Kultur mehrere Indikationen, werden die Schätzergebnisse für diese Kultur aufaddiert.

Aus Gründen der Vertraulichkeit der Meldungen nach §19 Pflanzenschutzgesetz über die Inlandabgabe von Wirkstoffen und Pflanzenschutzmitteln werden die Schätzungen nach chemischen Klassen zusammengefasst. Für den internen Dienstgebrauch (z. B. die Weiterverarbeitung in Risikoindikatormodellen) können die wirkstoffbezogenen Schätzungen zur Verfügung gestellt werden. Eine Veröffentlichung dieser Daten ist aber nach der jetzigen Rechtslage nicht ohne Genehmigung durch das BVL möglich. Die Ergebnisse der Berechnungen stehen dem vTI als EXCEL- Tabelle zur Verfügung.

Die untenstehenden drei Abbildungen zeigen die Bilanzen zwischen den Wirkstoffen, die Früchten zugeordnet werden konnten und den nicht zugeordneten Wirkstoffmengen. Sie sind auch in den EXCEL- Blättern zu finden.



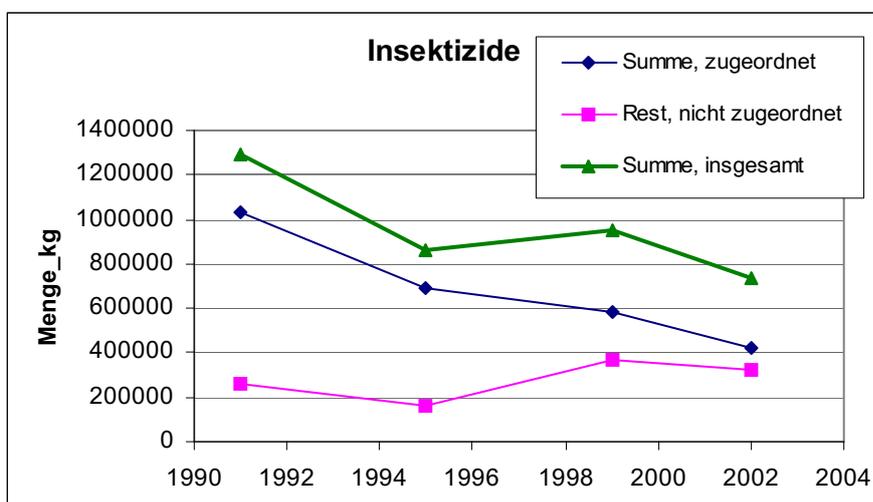
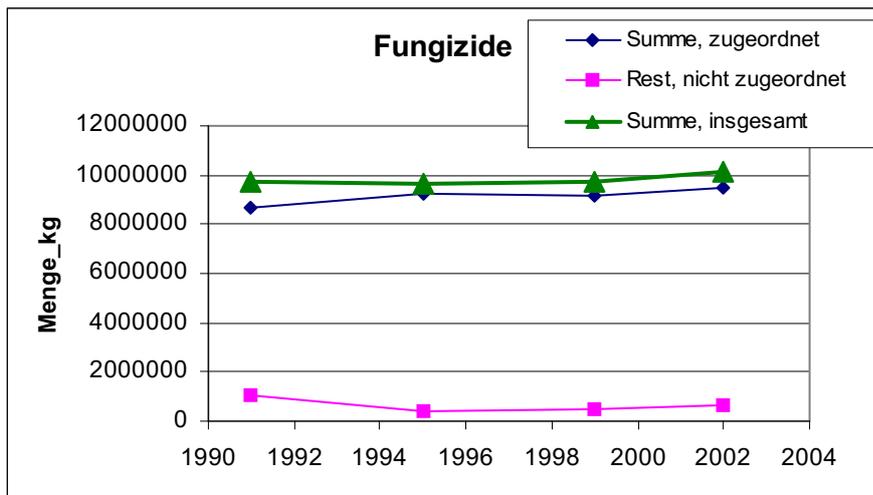


Tabelle A2.3: Beispiel Behandlungswahrscheinlichkeiten für fungizide Indikationen

Kultur	Schaderreger	Behandlungshäufigkeit
Winterweizen	Saatgutbehandlung	1
Winterweizen	Halmbruchkrankheit	0.15
Winterweizen	Echter Mehltau, Septoria nodorum, Septoria tritici	0.7
Winterweizen	Echter Mehltau, Braunrost, Septoria nodorum	0.65
Wintergerste	Saatgutbehandlung	1
Wintergerste	Echter Mehltau, Blattfleckenkrankheit (R. secalis)	0.52
Wintergerste	Netzfleckenkrankheit, Zwergrost	0.47
Winterroggen	Saatgutbehandlung	1
Winterroggen	Halmbruchkrankheit	0.05
Winterroggen	Echter Mehltau, Blattfleckenkrankheit (R. secalis)	0.3
Winterroggen	Braunrost	0.5
Sommergerste	Saatgutbehandlung	1
Sommergerste	Echter Mehltau, Blattfleckenkrankheit (R. secalis)	0.45
Sommergerste	Netzfleckenkrankheit, Zwergrost	0.4
Hafer	Saatgutbehandlung	1
Hafer	Echter Mehltau (siehe Zulassung Sommergerste)	0.05
Triticale	Saatgutbehandlung	1

Kultur	Schaderreger	Behandlungshäufigkeit
Triticale	Halmbruchkrankheit (siehe Zulassung Winterweizen)	0.15
Triticale	Septoria nodorum, Septoria tritici	0.3
Mais	Saatgutbehandlung	1
Kartoffeln	Phytophthora	4.8
Rübe	Saatgutbehandlung	1
Rübe	Cercospora beticola + Echter Mehltau	0.2
Raps	Saatgutbehandlung	1
Raps	Phoma lingam (Wurzelhals- und Stängelfäule)	0.18
Raps	Weißstengeligkeit (Sclerotinia sc.)	0.15
Wein	Echter Mehltau (Oidium)	6
Wein	Falscher Mehltau (Plasmopara vi.)	5
Wein	Schwarzfleckenkrankheit (Phomopsis viticola)	0.5
Wein	Grauschimmel (Botrytis)	0.9
Wein	Roter Brenner	0.3
Hopfen	Peronospora	6
Hopfen	Echter Mehltau	2
Hopfen	Botrytis	0.04
Apfel	Schorf + Mehltau	13
Apfel	pilzliche Lagerfäule (Fruchtfäule)	2
Apfel	Obstbaumkrebs	0.14
Birne	Schorf + Mehltau	11
Birne	pilzliche Lagerfäule (Fruchtfäule)	1
Birne	Obstbaumkrebs	0.14
Kernobst	Schorf + Mehltau	13
Kernobst	pilzliche Lagerfäule (Fruchtfäule)	2
Kernobst	Obstbaumkrebs	0.14
Steinobst	Monilia	2
Steinobst	andere Pilzkrankheiten	2
Zwiebeln	Sclerotium cepivorum + Samtfleckenkrankheit	0.3
Zwiebeln	Botrytis	1.5
Zwiebeln	Falscher Mehltau	2.5
Weiß-/Rotkohl	Kohlschwärze (Alternaria brassicicola)	0.7
Weiß-/Rotkohl	Mycosphaerella brassicicola	0.7
Weiß-/Rotkohl	Wurzelhals- und Stängelfäule (Leptosphaeria maculans)	0.7
Blumenkohl	Kohlschwärze (Alternaria brassicicola)	0.7
Blumenkohl	Mycosphaerella brassicicola	0.7
Blumenkohl	Wurzelhals- und Stängelfäule (Leptosphaeria maculans)	0.7
Blumenkohl	Falscher Mehltau	0.7
Möhren	Möhrenschwärze	0.7
Möhren	Alternaria, Blattflecken	2.00
Tomate	Phytophthora	4
Futtererbsen	Saatgutbehandlung	1
Futtererbsen	Botrytis	0.1
Ackerbohnen	Saatgutbehandlung	1
Kopfsalat	Falscher Mehltau	0.7

Literatur

- GUTSCHE, V., ROSSBERG, D.: A Proposal for Estimating the quantity of Pesticide Active Ingredients Applied by Crop based on National Sales Data. In OECD Project on Pesticide Aquatic Risk Indicators-Report of Phase 1. 2nd OECD Workshop on Pesticide Risk Indicators Braunschweig, Germany 1-3 June 1999
- ROßBERG, D.; GUTSCHE, V.; ENZIAN, S. UND WICK, M.: NEPTUN 2000- Erhebung von Daten zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel im Ackerbau Deutschlands. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- u. Forstwirtschaft. Heft 98, 2002
- ROßBERG, D.: NEPTUN 2001- Erhebung von Daten zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel Obstbau, im Hopfen und in Erdbeeren. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- u. Forstwirtschaft. Heft 122, 2003
- ROßBERG, D.; GUTSCHE, V.; ENZIAN, S. UND WICK, M.: NEPTUN 2003- Erhebung von Daten zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel im Weinbau. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- u. Forstwirtschaft.
- BBA: Pflanzenschutzmittelverzeichnisse Teil 1, Teil 2 und Teil 3; Saphir- Verlag; 1991, 1995, 1999, 2002
- BMELV: Statistisches Jahrbuch über Ernährung Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland; Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup; 1992, 1996, 2000, 2003

Anhang 7: Überleitung der BBA-Angaben zum Wirkstoffeinsatz in landwirtschaftliche Produktionsverfahren des Berichtsmoduls

BBA Fruchtarthen	Berichtsmodul-PV	Fungizide	Herbizide	Insektizide	Fläche [ha]	Wirkstoff [kg]	Übertrag*
Winterweizen	WWEI	2.150.545	3.975.529	94.274	2.549.711	5.861.084	
	SWEI				156.288	359.263	Teil von WWEI
Winterroggen	ROGG	329.288	726.223	6.598	851.000	1.062.110	
Sommergerste	WGER	1.088.982	3.394.971	35.159	1.360.899	4.519.112	
Wintergerste	SGER	688	836.608		835.101	837.297	
Hafer	HAFE	12.440	114.451	1.621	320.129	128.511	
	KMAI				352.500	276.943	Mais= KMAI+SMAI
Triticale	SGET	43.536	356.621	11.095	414.370	411.251	
Ackerbohne	HUEL	12.063	110.829	590	218.500	123.482	
Futtererbsen	RAPS	110.770	1.387.420	108.902	806.646	1.140.156	
	NRRA				255.221	360.743	TEIL von RAPS
	SOEL				75.131	106.194	TEIL von RAPS
	FKAR				17.655	144.514	Kartoffeln= FKAR+SKAR
Kartoffeln	SKAR	1.973.793	401.673	59.694	279.844	2.290.646	
Rübe	ZRUE	63.695	2.079.414	33.877	495.500	2.131.567	
Blumenkohl	GEMU	1.118	14.531	10.323	122.000	25.971	
Kopfsalat							
Möhren							
Tomate							
Weiß-/Rotkohl							
Zwiebeln							
Apfel	OBST	648.726	216.306	28.167	71.999	893.200	
Birne							
Kernobst							
Steinobst							
Wein	REBL	673.455	143.078	13.965	100.000	830.497	
Hopfen	SHAN	164.906	22.429	21.080	222.000	208.415	
	SOPF				39.000	1.770.150	5% der Inlands- abgabe (Zier- pflanzen)
	KLEE				201.224	10.444	TEIL von WIES
	LUZE				31.815	1.651	TEIL von WIES
	FEGR				225.395	11.698	TEIL von WIES
	Mais	SMAI	9.282	1.194.283	18.406	1.202.856	945.029
	SHAC				10.558	45.419	TEIL von ZRUE
Wiesen und Weiden	WIES		271.957	10.141	4.118.410	213.747	
	WEID				858.531	44.558	TEIL von WIES
	HUTU				139.355	0	keine Anwendung
	BRAC				50.583	0	keine Anwendung
	FLST				720.416	0	keine Anwendung

*Zur Übertragung der BBA-Angaben auf die landwirtschaftlichen PV im Berichtsmodul wurden entweder mehrere Fruchtarthen zu einem PV aggregiert (HUEL, GEMU, OBST) oder eine flächengewichtete Verteilung auf mehrere PV vorgenommen.

Anhang 8: Physische Mengen des Pflanzenschutzmitteleinsatzes

Fruchtart (nach BBA Klassifikation)	RAUMIS	1991	1995	1999	2003
Wirkstoff gesamt [t]					
Winterweizen	WWEI	8.462	9.363	8.845	9.524
Sommergerste	SWEI	131	64	211	192
Winterroggen	ROGG	1.684	1.907	1.384	1.599
Wintergerste	WGER	5.276	4.287	5.366	3.580
Sommergerste	SGER	1.654	1.524	1.130	1.057
Hafer	HAFE	255	318	159	187
Mais	KMAI	2.047	3.731	2.564	2.478
Mittelwert	SGET	420	1.182	1.327	1.381
Erbsen	HUEL	21	23	122	84
Raps	RAPS	2.359	1.572	1.883	2.342
Raps	NRRA	0	528	596	741
Raps	SOEL	126	305	175	158
Kartoffeln	FKAR	191	215	184	170
Kartoffeln	SKAR	2.452	3.064	2.916	2.787
Zuckerrüben	ZRUE	3.023	2.216	2.667	1.346
Gemüse	GEMU	57	189	53	82
Obst	OBST	1.075	1.450	1.412	1.576
Wein	REBL	1.785	2.559	1.248	1.815
Hopfen	SHAN	682	729	348	543
Mittelwert	SOPF	537	182	168	184
Wiesen und Weiden	KLEE	23	22	14	13
Wiesen und Weiden	LUZE	9	5	2	2
Wiesen und Weiden	FEGR	20	20	16	14
Mais	SMAI	1.261	2.768	1.760	1.805
Mittelwert	SHAC	276	141	53	30
Wiesen und Weiden	WIES	332	378	296	285
Wiesen und Weiden	WEID	102	95	62	57
	HUTU	0	0	0	0
	BRAC	0	0	0	0
	FLST	0	0	0	0

Anhang 9: Parameterschätzung zum Ökologischen Landbau am Agrarsektor

	Ertrag	Saatgut	Pflanzen- schutz	Reparatu- ren	Energie	Sonstige Vorleis- tungen	Tierarzt, Medika- mente	Preis
WWEI	0,61	1,8	0	0,81	0,81	1	.	1,5
SWEI	0,61	1,8	0	0,81	0,81	1	.	1,5
ROGG	0,6	1,8	0	0,87	0,87	1	.	1,5
WGER	0,64	1,8	0	0,87	0,87	1	.	1,5
SGER	0,64	1,8	0	0,87	0,87	1	.	1,5
HAFE	0,7	1,8	0	0,96	0,96	1	.	1,5
KMAI	0,71	1	0	1,03	1,03	1	.	1,5
SGET	0,71	1,8	0	0,86	0,86	1	.	1,5
HUEL	0,74	1,5	0	1	1	1	.	1,5
RAPS	0,63	1	0	0,8	0,8	1	.	1,5
NRRA	0,63	1	0	0,8	0,8	1	.	1,5
SOEL	0,63	1	0	1,01	1,01	1	.	1,5
FKAR	0,6	1,5	0	0,91	0,91	1	.	1,5
SKAR	0,6	1,5	0	0,91	0,91	1	.	1,5
ZRUE	0,91	1	0	0,95	0,95	1	.	1,5
GEMU	0,82	1,2	0,5	1	1	1	.	1,5
OBST	0,5	1	0,5	1	1	1	.	1,5
REBL	0,8	1	1,36	1,16	1,16	1	.	1,5
SHAN	0,7	1	0,5	1	1	1	.	1,5
SOPF	0,7	1	0,5	1	1	1	.	1,5
KLEE	0,75	1,5	0	0,77	0,77	1	.	1,5
LUZE	0,75	1,5	0	0,77	0,77	1	.	1,5
FEGR	0,9	1,5	0	0,77	0,77	1	.	1,5
SMAI	0,65	1,5	0	0,78	0,78	1	.	1,5
SHAC	0,65	1	0	1	1	1	.	1,5
WIES	0,65	1,5	0	0,77	0,77	1	.	1,5
WEID	0,65	1,5	0	0,77	0,77	1	.	1,5
HUTU	0,8	1,5	0	0,77	0,77	1	.	1,5
BRAC	1	1,5	0	1	1	1	.	1,5
FLST	1	1,5	0	1	1	1	.	1,5
MIKU	0,85	.	.	1	1	0,98	0,75	1,5
ALTK	1	.	.	1	1	1	0,7	1,5
AMMU	1	.	.	1	1	1	0,7	1,5
KAUF	1	.	.	1	1	1,19	0,33	1,5
KMAS	1	.	.	1	1	1,19	0,33	1,5
FAUF	1	.	.	1	1	1	0,9	1,5
FMAS	1	.	.	1	1	1	0,9	1,5
BULL	1,01	.	.	1	1	1,19	0,33	1,5
SAUH	1	.	.	1	1	1	0,75	1,5
SMAS	1	.	.	1	1	1	0,75	1,5
JUHE	0,85	.	.	1	0,86	0,89	1	1,5
LEHE	0,85	.	.	1	0,86	0,89	1	1,5
MAHH	1,09	.	.	2,67	3,75	1,88	2	1,5
SOGE	1,09	.	.	2,67	3,75	1,88	2	1,5
SCHA	1	.	.	1	1	1	0,75	1,5
SOTI	1	.	.	1	1	1	0,75	1,5

Fruchtart (nach BBA Klassifikation)	RAUMIS	1991	1995	1999	2003
Wirkstoff je Einheit [kg/ha]					
Winterweizen	WWEI	3,57	3,77	3,47	3,21
Sommergerste	SWEI	1,63	2,30	1,35	1,46
Winterroggen	ROGG	2,34	2,38	1,63	2,94
Wintergerste	WGER	3,47	2,96	3,94	2,71
Sommergerste	SGER	1,63	2,30	1,35	1,41
Hafer	HAFE	0,58	0,92	0,50	0,63
Mais	KMAI	5,51	10,83	7,27	5,35
Mittelwert	SGET	3,23	3,71	3,20	2,76
Erbsen	HUEL	0,44	0,19	0,56	0,40
Raps	RAPS	2,53	2,30	2,33	2,53
Raps	NRRA	0,00	2,30	2,33	2,53
Raps	SOEL	2,53	2,30	2,33	3,78
Kartoffeln	FKAR	7,73	10,51	10,42	10,66
Kartoffeln	SKAR	7,73	10,51	10,42	10,27
Zuckerrüben	ZRUE	5,45	4,39	5,38	3,02
Gemüse	GEMU	0,59	2,41	0,44	0,66
Obst	OBST	13,12	19,27	12,34	15,14
Wein	REBL	17,96	24,78	12,32	18,47
Hopfen	SHAN	25,61	28,72	15,23	24,64
Mittelwert	SOPF	4,82	5,01	4,30	3,42
Wiesen und Weiden	KLEE	0,08	0,09	0,07	0,08
Wiesen und Weiden	LUZE	0,08	0,09	0,07	0,08
Wiesen und Weiden	FEGR	0,08	0,09	0,07	0,08
Mais	SMAI	0,96	2,21	1,46	1,54
Mittelwert	SHAC	5,23	6,15	5,02	4,91
Wiesen und Weiden	WIES	0,08	0,09	0,07	0,07
Wiesen und Weiden	WEID	0,08	0,09	0,07	0,07
	HUTU	0,00	0,00	0,00	0,00
	BRAC	0,00	0,00	0,00	0,00
	FLST	0,00	0,00	0,00	0,00