

Schmidt, Thomas G.; Osterburg, Bernhard; Hoffmann-Müller, Regina; Seibel, Steffen

Working Paper

Aufbau des Berichtsmoduls 'Landwirtschaft und Umwelt' in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen

Arbeitsberichte des Bereichs Agrarökonomie, No. 06/2005

Provided in Cooperation with:

Johann Heinrich von Thünen Institute, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries

Suggested Citation: Schmidt, Thomas G.; Osterburg, Bernhard; Hoffmann-Müller, Regina; Seibel, Steffen (2005) : Aufbau des Berichtsmoduls 'Landwirtschaft und Umwelt' in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Arbeitsberichte des Bereichs Agrarökonomie, No. 06/2005, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig, <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:253-200909-zi039821-2>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/39430>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Institut für Ländliche Räume



Statistisches Bundesamt



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

**Thomas Schmidt, Bernhard Osterburg
(Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft)**

mit Textbeiträgen von Regina Hoffmann-Müller, Steffen Seibel
(Statistisches Bundesamt)

Arbeitsberichte des Bereichs Agrarökonomie

06/2005

Braunschweig und Wiesbaden, November 2005

Vorbemerkung

Das in diesem Ergebnisbericht vorgestellte Projekt wurde von Dezember 2002 bis Januar 2005 im Auftrag des Statistischen Bundesamtes beim Institut für Ländliche Räume der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig durchgeführt. Der Bericht stellt wichtige Teile eines umfassender geplanten Berichtsmoduls zu Landwirtschaft und Umwelt in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen vor und ist der Ausgangspunkt für weitere Entwicklungen des Konzepts.

Thomas Schmidt, Institut für Ländliche Räume, FAL, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig,
e-mail: th.schmidt@fal.de

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

Regina Hoffmann-Müller, StBA, Gustav-Stresemann-Ring 11, 65189 Wiesbaden,
e-mail: regina.hoffmann-mueller@destatis.de

Steffen Seibel, StBA, Gustav-Stresemann-Ring 11, 65189 Wiesbaden,
e-mail: steffen.seibel@destatis.de

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangssituation	1
1.2 Ziele und Kennzeichen des Berichtsmoduls zu Landwirtschaft und Umwelt	2
1.3 Möglichkeiten und Grenzen des Berichtsmoduls	5
2 Einbettung des Berichtsmoduls für Landwirtschaft und Umwelt in die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen und in die Indikatorendiskussion	9
2.1 Ziele und Aufbau der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen	9
2.2 Zum Verhältnis von Gesamtrechnungsansätzen und Indikatorenansätzen	12
2.3 Einbettung des Projekts in die nationale und internationale Diskussion: Indikatoren und Berichtspflichten	14
3 Beschreibung des Agrarsektormodells RAUMIS und seine Nutzung für die UGR	19
4 Die Bodennutzung nach Anbaufrüchten als zentrales Bezugselement und die verbundenen Klassifikationen	23
5 Aufbau des Berichtsmoduls und Inhalte des Forschungsprojekts	33
6 Ergebnisse des Projekts	37
6.1 Ökonomische Daten nach Produktionsverfahren der Landwirtschaft (Modulbaustein 1)	37
6.1.1 Vorleistungen und Vorleistungsverflechtungen	38
6.1.2 Produktionsbezogene Subventionen	50
6.1.3 Produktionssteuern und –abgaben	55
6.1.4 Brutto- und Nettowertschöpfung, Produktionswerte	57
6.1.5 Beschäftigung	62
6.2 Material- und Energieflüsse nach landwirtschaftlichen Produktionsverfahren (Modulbaustein 2)	67
6.2.1 Biotische Rohstoffe	67
6.2.2 Ausbringung von Nährstoffen aus Mineraldünger und Wirtschaftsdünger	77
6.2.3 Nährstoffbilanzen	81
6.2.4 Gasförmige Emissionen aus der Landwirtschaft	89
6.2.5 Energieverbrauch in physischen Einheiten	105

6.2.6	Klärschlamm und Kompost	109
6.2.7	Wasserentnahme und Abwasser	113
6.3	Bodennutzung (Modulbaustein 3)	118
6.3.1	Intensität der Flächennutzung nach Anbaufrüchten	118
6.4	Trends ausgewählter Produktionsverfahren in den Jahren 1991 bis 1999	135
6.4.1	Winterweizen- und Roggenproduktion in Deutschland	136
6.4.2	Milchkühe und Mutterkuhhaltung in Deutschland	137
7	Fazit und Ausblick	141
8	Abkürzungen	143
9	Literaturverzeichnis	145
10	Anhangsverzeichnis	153

Abbildungsverzeichnis	Seite
Abbildung 1: Themenbereiche der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen	10
Abbildung 2: Module des Projekts Landwirtschaft und Umwelt	33
Abbildung 3: Vorleistungseinsatz der Landwirtschaft (monetär) 1991-2001	39
Abbildung 4: Monetäre Vorleistungen für Getreide (PSM, Düngemittel, Energie) der Jahre 91/95/99	45
Abbildung 5: Vorleistungsausgaben für pflanzliche Verfahren	45
Abbildung 6: Vorleistungsausgaben in der Tierproduktion	46
Abbildung 7: Zeitliche Entwicklung der Tierbestände (logarithmische Darstellung)	47
Abbildung 8: Intralandwirtschaftliche Vorleistungen für die Pflanzenproduktion 1999 (logarithmische Darstellung)	47
Abbildung 9: Intralandwirtschaftliche Vorleistungen für die Tierproduktion (logarithmische Darstellung)	48
Abbildung 10: Vergleich der intralandwirtschaftlichen Vorleistungen mit Vorleistungen anderer Sektoren für das Jahr 1999	50
Abbildung 11: Gütersubventionen nach LGR	53
Abbildung 12: Direktzahlungen in der Pflanzenproduktion	54
Abbildung 13: Direktzahlungen in der Tierproduktion	54
Abbildung 14: Gütersteuern nach LGR	56
Abbildung 15: Produktionssteuern und Abgaben	57
Abbildung 16: Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen 1999	58
Abbildung 17: Brutto-, Nettowertschöpfung der Landwirtschaft	58
Abbildung 18: Prozentuale Zusammensetzung der pflanzenbaulichen Produktionswerte (ohne Futterbau) im Jahr 1999	60
Abbildung 19: Produktionswerte der Pflanzenproduktion (ohne Futterbau)	60
Abbildung 20: Produktionswerte der Tierproduktionsverfahren	61
Abbildung 21: Nettowertschöpfung der Pflanzenproduktionsverfahren	61
Abbildung 22: Nettowertschöpfung der Tierproduktionsverfahren	62
Abbildung 23: Arbeitskrafteinsatz in landwirtschaftlichen Betrieben in Deutschland (1991-2001)	63
Abbildung 24: Arbeitskraftstunden der Pflanzenproduktion (je ha und gesamt)	65
Abbildung 25: Arbeitskräfteeinsatz in der Tierproduktion (je Stallplatz und gesamt)	66
Abbildung 26: Erntemengen, 1991-2001 (Frischmasse)	68
Abbildung 27: Ackerfläche zum Anbau nachwachsender Rohstoffe (1993-2002)	69
Abbildung 28: Biotische Rohstoffe insgesamt (1999)	73

Abbildung 29: Biotische Rohstoffe von Getreide in den Jahren 91/95/99.....	74
Abbildung 30: Nahrungs- und Futtermittel 1991, 1995, 1999 nach Fruchtarten	75
Abbildung 31: Anbauflächen von nachwachsenden Rohstoffen.....	76
Abbildung 32: Ernterückstände 1991, 1995, 1999 nach Fruchtarten*	76
Abbildung 33: Düngemittelversorgung der Wirtschaftsjahre 1998/90 bis 2001/02 (Mineraldünger)	77
Abbildung 34: Entwicklung des Gesamtanfalls an Wirtschaftsdüngern in der Rinder- und Schweinehaltung der Bundesrepublik Deutschland in den Jahren 1994 bis 2002	78
Abbildung 35: Stickstoffdüngung der Jahre 91/95/99	80
Abbildung 36: Nationale Grundmineralbilanz	84
Abbildung 37: Sektoraler N-Überschuss in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung, Fortschrittsbericht 2004 (Jahre 1990-2002 und Ziel für 2010)	86
Abbildung 38: N-, P-, K-Bilanzen und -Effizienzen des Düngereinsatzes	87
Abbildung 39: Stickstoff-In- und -Output nach Pflanzenbauverfahren (1999)	88
Abbildung 40: Anteile für direkte Treibhausgase nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2001 (in % CO ₂ -Äquivalente)	89
Abbildung 41: CO ₂ -Emissionen in der Pflanzenproduktion (je ha bzw. gesamt).....	94
Abbildung 42: CO ₂ -Emissionen in der Tierproduktion (je Stallplatz bzw. gesamt).....	95
Abbildung 43: Ammoniak-Emissionen der Pflanzenproduktionsverfahren (je Hektar bzw. gesamt).....	96
Abbildung 44: Ammoniak-Emissionen in der Tierproduktion (je Stallplatz bzw. gesamt)	97
Abbildung 45: Methan-Emissionen in der Pflanzenproduktion (je Hektar bzw. gesamt)	98
Abbildung 46: Methan-Emissionen in der Tierproduktion (je Stallplatz bzw. gesamt)	99
Abbildung 47: NMVOC-Emissionen der Pflanzenproduktion (in g/ha bzw. kg Gesamtemissionen)	100
Abbildung 48: NMVOC-Emissionen in der Tierhaltung (je Stallplatz bzw. gesamt)	101
Abbildung 49: N ₂ O-Emissionen der Pflanzenproduktionsverfahren (je ha bzw. gesamt)...	102
Abbildung 50: N ₂ O-Emissionen der Tierproduktionsverfahren (je Stallplatz bzw. gesamt)	103
Abbildung 51: NO-Emissionen der Pflanzenproduktionsverfahren (je ha bzw. gesamt) ...	104
Abbildung 52: NO-Emissionen der Tierproduktionsverfahren (je Stallplatz bzw. gesamt)	104
Abbildung 53: Energieeinsatz in der Landwirtschaft (1992-1998).....	105

Abbildung 54: Energieeinsatz 1999 insgesamt [in PJ] und je Hektar bzw. Stallplatz [in MJ] 107	
Abbildung 55: Brenn- und Treibstoffe in der Pflanzenproduktion (gesamt bzw. je ha).....	108
Abbildung 56: Brenn- und Treibstoffe in der Tierproduktion (gesamt bzw. je Stallplatz)	109
Abbildung 57: Klärschlammaufkommen 1991-2003 und landwirtschaftliche Verwertung.....	110
Abbildung 58: Schwermetallgehalte von Klärschlamm (91/95/99) und von landwirtschaftlich genutzten Böden (99)	110
Abbildung 59: Erzeugter Kompost und Abgabe von Kompost zur Verwendung in der Land- und Forstwirtschaft	111
Abbildung 60: Klärschlammausbringung nach Produktionsverfahren	113
Abbildung 61: Wasserbedarf und Abwasser in der Landwirtschaft 1991-1998	114
Abbildung 62: Entwicklung des Wasserverbrauchs von Pflanzen und Tieren (gesamt, 91/95/99)	116
Abbildung 63: Wasserverbrauch ausgewählter Produktionsverfahren in den Jahren 91/95/99.....	117
Abbildung 64: Bodenflächen nach Art der tatsächlichen Nutzung in Deutschland (2001)	118
Abbildung 65: Änderung der Intensität der Flächennutzung durch Neueinstufung einer häufigen Anbaufrucht (Weizen, von hoch → mittel).....	122
Abbildung 66: Pflanzenschutzmittelanwendung nach Behandlungsindizes je Fruchtart in den Jahren 91/95/99	126
Abbildung 67: Düngemiteleinsatz in kg pro Hektar nach Fruchtarten 91/95/99	127
Abbildung 68: Änderung der Flächennutzungsintensität nach vier Indikatoren zwischen 1991,1995 und 1999	129
Abbildung 69: Intensitätsniveau der Fruchtarten 1991/95/99.....	130
Abbildung 70: Entwicklung der Flächennutzungsintensität landwirtschaftlicher Flächen in Deutschland insgesamt (1991/95/99)	132
Abbildung 71: Sensitivitätsanalyse für 1999 (dargestellt wird der Gesamtindikator)	133
Abbildung 72: Entwicklung der Winterweizenproduktion	136
Abbildung 73: Entwicklung der Roggenproduktion	137
Abbildung 74: Leistung der Milchkühe	138
Abbildung 75: Kennwerte der Mutterkuhhaltung je Tier.....	139

Tabellenverzeichnis Seite

Tabelle 1:	Überleitungstabelle für die Klassifikationen von LGR, RAUMIS-Code, Agrarstrukturhebung und Ökologischer Flächenstichprobe (ÖFS)	26
Tabelle 2:	Intralandwirtschaftliche Vorleistungsverflechtungen	42
Tabelle 3:	Intralandwirtschaftlicher Vorleistungseinsatz 1999 aus der Pflanzenproduktion in die Tierproduktion [in 1.000 EURO]	49
Tabelle 4:	Finanzhilfen und Steuervergünstigungen des Bundes und Finanzhilfen der Länder sowie Ausrichtungs- und Garantiefonds für die Landwirtschaft in Mio. €.....	51
Tabelle 5:	N-Bilanz im Nitratbericht (Flächenbilanz)	85
Tabelle 6:	Entwicklung von Intensitätsindikatoren.....	121
Tabelle 7:	Berechnung des Intensitätsniveaus eines Pflanzenproduktionsverfahrens ..	123

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Seit geraumer Zeit stellt sich die Politik dem Anspruch, sich am **Prinzip des nachhaltigen Wirtschaftens** zu orientieren und dabei nach Möglichkeit ökologische, ökonomische und soziale Ziele zu integrieren. Damit soll etwa eine übermäßige Nutzung der Umwelt verhindert werden, da dies langfristig nicht nur die Umwelt allein, sondern auch wirtschaftliche und soziale Ziele gefährdet. Diese Neuausrichtung gilt auch für die Agrarpolitik, die in den letzten Jahren – auf internationaler und nationaler Ebene – vor allem eine verstärkte Integration von Umweltzielen anstrebt.¹

Damit die Ziele einer solchen **Agrarpolitik** auf praktischer Ebene konkretisiert und die Entwicklungen des Sektors besser beobachtet werden können, werden eine zuverlässige, möglichst umfassende, ausreichend detaillierte und regelmäßig aktualisierte **Datenbasis** benötigt sowie ausgewählte **Indikatoren**, die sich möglichst auf diese Datenbasis stützen können. Insbesondere Daten zu den Bereichen Umwelt und Ökonomie sowie die Abbildung der Wechselwirkungen zwischen ihnen sind gefragt.

Die **Wechselwirkungen zwischen Umwelt und Ökonomie** in der Landwirtschaft sind dadurch bedingt, dass die Landwirtschaft auf der einen Seite als wirtschaftlicher Akteur auftritt und auf der anderen Seite von den Veränderungen der Umwelt selbst betroffen ist. Als **wirtschaftlicher Akteur** und Erzeuger landwirtschaftlicher Produkte belastet sie die Umwelt oder trägt ggf. auch zur Erhaltung erwünschter Zustände bei. Als **Betroffener** von Umweltbelastungen ist Landwirtschaft als Bestandteil der Umwelt zu interpretieren: die landwirtschaftlich genutzte Fläche ist Empfänger (Akzeptor) vielfältiger Eingriffe und Beeinträchtigungen. Dabei beeinflusst die Landwirtschaft als Akteur nicht nur die Landwirtschaftsfläche allein, sondern auch andere Umweltbestandteile (z. B. Gewässer oder die Atmosphäre), und umgekehrt ist die Landwirtschaftsfläche auch vielfältigen außerlandwirtschaftlichen Einflüssen ausgesetzt (z. B. Stoffeinträge aus Industrie- und Verkehrsemissionen, die über die Luft auf die landwirtschaftlichen Flächen gelangen).

In Bezug auf die Wechselwirkungen zwischen Landwirtschaft und Umwelt ist die amtliche Statistik noch wenig präsent: Die bestehenden statistischen Berichtssysteme zum ökonomischen Geschehen (Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung VGR) oder konkret zum

¹ Weiterführende Angaben dazu in Schmidt und Osterburg, 2004: Berichtsmodul „Landwirtschaft und Umwelt“ – Konzept und beispielhafte Darstellung erster Ergebnisse, S. 1 f. (<http://www.destatis.de/download/d/ugr/berichtsmodullawi.pdf>)

Sektor Landwirtschaft (amtliche Agrarstatistik; Landwirtschaftliche Gesamtrechnung LGR) sind vor allem produktionsorientiert; es fehlt ihnen der Umweltbezug der ökonomischen Kenngrößen und die Einbeziehung von Umweltvariablen in die Berichterstattung.² Aber auch in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) des Statistischen Bundesamtes, die sich explizit am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung orientieren und die Wechselwirkungen zwischen Wirtschaft und Umwelt beschreiben, wurde das Thema bisher einseitig, und zwar aus der Sicht des Akzeptors (Landwirtschaftsfläche als Betroffene von Umweltbelastungen) behandelt: Im Rahmen zweier Forschungsprojekte zu Umweltzustandsindikatoren wurde hier der Umweltzustand von Agrarlandschaften und Agrarökosystemen beschrieben, ohne auf die unter Umweltgesichtspunkten relevanten Aspekte der ökonomischen landwirtschaftlichen Aktivitäten einzugehen. Im erstgenannten Projekt³ (Hoffmann-Kroll et al., 1998; Radermacher et al., 1998) wurde ein umfassendes ökosystembezogenes Indikatorenset zur Beschreibung des Umweltzustands entwickelt. Dafür wurde eine tief gegliederte Klassifikation der Ökosysteme geschaffen und für die Zustandsbeschreibung zugrunde gelegt. In einem Folgeprojekt über 'Makroindikatoren des Umweltzustands' wurde das Indikatorenkonzept in Bereichen mit offenen Forschungsfragen weiterentwickelt und insbesondere um aggregierte, zuverlässige und leicht verständliche Kenngrößen (Makroindikatoren) am Beispiel der Agrarökosysteme ergänzt (StBA, 2002b).

1.2 Ziele und Kennzeichen des Berichtsmoduls zu Landwirtschaft und Umwelt

Das Forschungsprojekt, dessen Abschlussbericht hier nach zweijähriger Laufzeit vorgelegt wird, ist ein erster Schritt zum Aufbau eines **Berichtsmoduls zu Landwirtschaft und Umwelt**. Damit wird ein von der Politik als bedeutsam angesehener wirtschaftlicher Sektor mit seinem Bezug zur Umwelt ausgewählt und in den Mittelpunkt gestellt.⁴ Inhaltlich ist dieses Berichtsmodul in den UGR des Statistischen Bundesamts (StBA)

² Beispielsweise enthält der 15 Abschnitte umfassende Fragebogen zur Agrarstrukturerhebung 2003 nur 3 Abschnitte mit partiellem Umweltbezug (Flächenstilllegung, Ökologischer Landbau und Umwelt; letzterer beinhaltet die Aspekte 'nicht bewirtschaftete Feldabgrenzungen' sowie 'Prämien für Umweltleistungen'). Im Rahmen des EU-Projektes LUCAS und anderer, durch EUROSTAT unterstützter TAPAS-Aktionen (Technical Action Plan on Agricultural Statistics) wird versucht, einige wenige, leicht zu erkennende Umweltmerkmale zu erfassen.

³ Entwicklung eines Indikatorensystems für den Zustand der Umwelt in der Bundesrepublik Deutschland mit Praxistest.

⁴ Ein UGR-Berichtsmodul zu Umwelt und Verkehr wurde bereits fertig gestellt und wird in den Routinebetrieb übernommen.

angesiedelt, also einem bereits etablierten, umfassenden statistischen Berichtssystem, das sich die Beschreibung der Wechselwirkungen zwischen Wirtschaft und Umwelt zur Aufgabe gemacht hat. Mit dem Berichtsmodul sollen die statistischen Informationen zu Wirtschaft und Umwelt in der Landwirtschaft verbessert und beide Aspekte – Landwirtschaft als umweltrelevanter ökonomischer Akteur und die Landwirtschaftsfläche als Umweltbestandteil (und insofern „Akzeptor“ von Belastungen) – betrachtet werden. Auf diese Weise soll das genannte Darstellungsungleichgewicht bezüglich der Wechselwirkungen von Landwirtschaft und Umwelt in der Statistik (fehlender Umweltbezug in VGR und LGR, einseitige Fokussierung auf den Umweltzustand in der Agrarlandschaft in den UGR) behoben werden.

Die **Grundidee** zum Berichtsmodul lässt sich in wenigen **Kernpunkten** zusammenfassen:

- **DPSR-Schema als strukturierender Rahmen:** Die Wechselwirkungen zwischen Landwirtschaft und Umwelt können anhand einer abstrakten „Wirkungskette“ strukturiert werden, die vielen umweltbezogenen Ansätzen der Statistik, vor allem Indikatorenansätzen, zu Grunde liegt: Landwirtschaftliche ökonomische Aktivitäten stellen die treibenden Kräfte, so genannte „driving forces“, für Umweltwirkungen dar; die aus diesen Aktivitäten resultierenden Material- und Energieflüsse zwischen Landwirtschaft und Umwelt sind (als Rohstoffentnahmen aus der Natur oder in Form von Rest- und Schadstoffabgaben an die Natur) Umweltbelastungen („pressures“)⁵; diese Belastungen verändern den Umweltzustand („state“), der ggf. durch gezielte Maßnahmen („responses“) wieder verbessert werden kann. Dieses so genannte DPSR-Schema für die Wechselwirkungen zwischen Wirtschaft und Umwelt strukturiert auch das Berichtsmodul zu Landwirtschaft und Umwelt in einzelne Teilmodule (zum Aufbau siehe Kapitel 5). Die Arbeiten im Projekt haben sich bisher auf die Teilmodule zu den ökonomischen Aktivitäten (driving forces) und zu den Umweltbelastungen (pressures) konzentriert, da Konzepte zur Erfassung des Umweltzustands in den UGR bereits früher erarbeitet wurden. Das Teilmodul zu den Umweltschutzmaßnahmen der Landwirtschaft ist bislang noch nicht bearbeitet.
- **Differenzierung von Eckzahlen:** Dabei muss der aus den bisherigen Arbeiten bereits vorliegenden tief gegliederten ökologischen Klassifikation (siehe Kapitel 1.1) eine adäquate **Klassifikation aus Verursacherperspektive** gegenüber gestellt werden, indem der Produktionsbereich Landwirtschaft weiter unterteilt wird. Auf diese Weise wird auch das konzeptionelle Darstellungsungleichgewicht beim Differenzierungsniveau der Landwirtschaftsdaten (Umwelt versus Ökonomie)

⁵ Wobei es nicht nur stoffliche Belastungen gibt, sondern auch durch die jeweilige Landnutzung bedingte strukturelle Belastungen wie z. B. Bodenverdichtung oder Erosionsgefährdung.

behooben. Das Berichtsmodul wird also nicht nur landwirtschaftliche „Insgesamt-Zahlen“ für den Sektor ausweisen – das wäre nichts Neues –, sondern die Eckzahlen entsprechend geeigneter Untergliederungen auch innerhalb des Sektors differenzieren, so wie es für Gesamtrechnungsdaten typisch ist.

- **Akteur und Akzeptor:** Welche Klassifikation der Differenzierung zu Grunde zu legen ist, hängt davon ab, ob die Landwirtschaft als Akteur oder ob sie als Akzeptor gesehen wird. Lediglich im Bereich Umweltzustand wird die Landwirtschaftsfläche als Umweltbestandteil – und somit Akzeptor von Belastungen – beschrieben. „Betroffene“ sind die verschiedenen Agrarökosysteme. Zur Beschreibung des Umweltzustands ist hier eine Klassifikation der Fläche nach Ökosystemtypen geeignet.⁶ In allen übrigen Teilmodulen wird die Landwirtschaft als ökonomischer Akteur gesehen. Entsprechend ist hier eine Art „Wirtschaftszweig“-Differenzierung vonnöten. Die in den VGR und den UGR übliche Wirtschaftszweig-Klassifikation unterteilt den Sektor Landwirtschaft nur unzureichend und grob, während die LGR eine differenzierte ökonomische Gliederung nach Produkten aufweist, die im Hinblick auf den Umweltaspekt aber modifiziert werden muss. Für die angestrebte Differenzierung von umweltrelevanten Größen ist eine Gliederung nach Produktionsverfahren der Landwirtschaft sinnvoll, wie sie im Regionalisierten Agrar- und Umwelt-Informationssystem RAUMIS der FAL (siehe Kapitel 3) – als Modifikation der LGR-Klassifikation – bereits routinemäßig implementiert ist. Sie unterscheidet insgesamt 46 Pflanzen- und Tierproduktionsverfahren und wird für das Berichtsmodul unverändert übernommen (siehe Kapitel 4). Die Gliederung nach Pflanzenproduktionsverfahren hat den zusätzlichen Vorteil, dass sie i.d.R. mit den Anbaufrüchten identisch ist und somit auch in eine Gliederung nach Agrarökosystemtypen übergeleitet werden kann. Damit ergibt sich ein direkter Übergang von der akteursbezogenen Klassifikation im Bereich der ökonomischen Daten und der Umweltbelastungen zur akzeptorbezogenen Gliederung bei der Umweltzustandsbeschreibung.
- **Berechnung mit Agrarsektormodell RAUMIS:** Die Berechnungen werden mit Hilfe des Modells RAUMIS (Henrichsmeyer et al., 1996) durchgeführt, das die landwirtschaftlichen Aktivitäten des deutschen Agrarsektors sehr detailliert abbildet und gleichzeitig gesamtwirtschaftliche Größen in Konsistenz zur LGR wiedergibt. Das Modell bildet den deutschen Agrarsektor auf Grundlage der regionalen Agrarstatistik differenziert nach unterschiedlichen Pflanzenproduktions- und Tierhaltungsverfahren ab. Es wird an der Forschungsanstalt für Landwirtschaft in

⁶ Eine derartige Klassifikation wurde im Rahmen eines der erwähnten Forschungsvorhaben zu Umweltzustandsindikatoren erarbeitet.

Braunschweig (FAL) gepflegt und weiterentwickelt und wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens erweitert. Insbesondere für Berechnungen in den Bereichen Ökonomische Daten sowie Material- und Energieflüsse in der Landwirtschaft, aber auch zum Umweltzustand von Agrarökosystemen ist das Modellsystem RAUMIS geeignet, soweit direkt mit der landwirtschaftlichen Produktion zusammenhängende Kenngrößen dargestellt werden.

- **Daten und Datenkonsistenz:** Für die Berechnung des Berichtsmoduls müssen unterschiedliche Datenquellen zusammengeführt und berechnet werden. Die Ausgangsdaten entstammen im Wesentlichen dem Statistischen Jahrbuch des Landwirtschafts- und Verbraucherschutzministeriums, verschiedenen Agrarfachstatistiken, Normdaten zur Landwirtschaft sowie anderen Quellen wie dem Nationalen Inventarbericht (NIR) u.ä.. Die zusätzliche Analyse einzelbetrieblicher Daten der LandData GmbH sowie die Vergleichsmöglichkeit mit dem Betriebsgruppenmodell FARMIS, das auf der Testbetriebsstatistik des BMVEL aufbaut und vergleichbar strukturiert ist wie RAUMIS, erlaubt einen Abgleich der Berechnungsergebnisse mit empirisch erhobenen Betriebsdaten.

Die Daten des Berichtsmoduls sind konsistent mit denen der LGR, d.h. die im Modell RAUMIS abgebildeten Aggregate stimmen mit gesamtwirtschaftlichen Größen der LGR überein und die unterschiedlichen ökonomischen, stofflichen und umweltbezogenen Kennziffern bauen auf einem einheitlichen, in sich stimmigen Datensatz auf. Auf der anderen Seite ist auch die Konsistenz mit dem Datensystem der UGR zu gewährleisten.

1.3 Möglichkeiten und Grenzen des Berichtsmoduls

Ein derart angelegtes Berichtsmodul eröffnet neue Möglichkeiten, es hat aber auch Grenzen. Auf beides soll an dieser Stelle verwiesen werden.

Was bringt das Berichtsmodul „Landwirtschaft und Umwelt“ an Neuem?

- Die vielfachen Wechselwirkungen zwischen Landwirtschaft und Umwelt werden auf eine systematische und strukturierte Art und Weise abgebildet.
- Die Darstellung ist konsistent zu etablierten statistischen Berichtssystemen. Konsistent meint: Keine abweichenden Eckzahlen, Verwendung vergleichbarer Klassifikationen.
- Durch die Untergliederung nach Produktionsverfahren gelingt der Übergang von einer sektoralen Betrachtung der Landwirtschaft zu einer differenzierten Betrachtung innerhalb des Sektors. Für jedes Produktionsverfahren können über die Modulbausteine hinweg die verschiedenen berechneten Kenngrößen zu einer

„Gesamt-Charakterisierung“ des Verfahrens zusammen gestellt werden, und umgekehrt können für eine einzelne Kenngröße (z. B. CO₂-Emissionen) die Werte über alle Produktionsverfahren hinweg vergleichend betrachtet werden. Dies ist jeweils nicht nur für einen festen Zeitpunkt möglich, sondern kann in der zeitlichen Entwicklung untersucht werden.

- Gleichzeitig werden damit landwirtschaftsrelevante Kenngrößen aus nationalen oder internationalen Berichtspflichten⁷, Agrarumweltindikatoren oder Indikatoren mit landwirtschaftlichem Bezug aus der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung durch ein umfassenderes Zahlenwerk unterlegt. Dies liefert sowohl Ansatzpunkte zur Integration von Umweltbelangen in die Agrarpolitik als auch zur Unterstützung der nationalen und internationalen Nachhaltigkeitsdiskussion.
- Der Datensatz ist so strukturiert, dass er als Ausgangspunkt für weiter gehende Analysen oder auch Simulationsrechnungen genutzt werden kann.

Was leistet das Berichtsmodul nicht?

- Es geht um die Zusammenhänge zwischen Landwirtschaft und Umwelt. Dies ist nur einer unter vielen Aspekten, die in Bezug auf Landwirtschaft eine Rolle spielen. Die ökonomische Bedeutung der Landwirtschaft in der Volkswirtschaft, die sozialen Gesichtspunkte des Landwirtschaftssektors, der Zusammenhang von Landwirtschaft und ländlicher Entwicklung oder Ähnliches können hier allenfalls ansatzweise abgebildet werden. Insofern will das Berichtsmodul zwar für die Beziehungen zwischen „Landwirtschaft und Umwelt“ ein möglichst umfassendes Mosaik entwerfen – dies ergibt aber noch kein vollständiges Bild mit allen Aspekten von Landwirtschaft.
- Die Anbindung an die UGR gibt formale Richtlinien vor: Wie das Tabellensystem (Kontensystem) der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen strukturiert ist, wird durch internationale Vorgaben geregelt. Das heißt nicht, dass das Projekt nicht offen für Anregungen wäre. Aber „etablierte“ Konten haben zunächst einmal Vorrang vor „absolutem Neuland“.⁸
- Die UGR sind in erster Linie ein nationales – d.h. gesamtwirtschaftliches – Berichtswesen. Insofern spielen auch im Berichtsmodul regional differenzierte Betrachtungen zunächst keine Rolle. Später wären – analog zu einer im Aufbau

⁷ Z. B. Kyoto-Protokoll oder Nitrat-Richtlinie.

⁸ Wenn z. B. das Teilmodul Umweltschutzmaßnahmen angegangen werden wird, sind als „Standardkonten“ Darstellungen zu umweltbezogenen Steuern und zu Ausgaben für Umweltschutz vorgesehen. Wie der Landwirt aber etwa durch betriebliche Maßnahmen einer „guten fachlichen Praxis“ Umwelt- oder Naturschutz betreibt, lässt sich ungleich schwerer im UGR-Rahmen abbilden.

befindlichen „UGR der Länder“ – auch nach Bundesländern differenzierte Aussagen vorstellbar.

- In der amtlichen Statistik – und das Berichtsmodul ist hier angesiedelt – geht es um eine Beschreibung, nicht um eine Ursachenanalyse oder um Prognosen, auch nicht um eine Bewertung. Insofern werden, neutral und objektiv, Daten bereitgestellt, die dann von Dritten für Kausalanalysen oder Prognosen genutzt werden können. Durch die Kompatibilität der Daten mit den Gesamtrechnungen und mit dem RAUMIS-Modell ist dieses Potenzial gegeben.⁹

Im folgenden Kapitel 2 wird zunächst in etwas ausführlicherer Form auf die konzeptionellen Rahmenbedingungen des Projekts eingegangen: die Einbettung des Berichtsmoduls in die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen und der Bezug zu Indikatoren, insbesondere zu nationalen und internationalen Indikatoren im Agrarbereich. In Kapitel 3 wird, als weitere Rahmen gebende Struktur, das für die Berechnungen verwendete Modell RAUMIS genauer angesprochen. Kapitel 4 stellt die zentralen Klassifikationen für den ökonomischen und ökologischen Bereich vor, die im Projekt verwendet und zur Darstellung der Zusammenhänge zwischen Wirtschaft und Umwelt ineinander übergeleitet werden können. Und Kapitel 5 zeigt den Aufbau des geplanten Moduls und verweist auf die im vorliegenden Projekt davon betrachteten Teile. In Kapitel 6 schließlich folgen als Kern des Berichts die bisher erarbeiteten Ergebnisse.

⁹ RAUMIS war ursprünglich u. a. speziell für Prognosen entwickelt worden.

2 Einbettung des Berichtsmoduls für Landwirtschaft und Umwelt in die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen und in die Indikatorendiskussion

Das Berichtsmodul „Landwirtschaft und Umwelt“ in den UGR ist einerseits in die internationale und nationale Diskussion zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen eingebettet und steht andererseits in engem Bezug zur internationalen und nationalen Indikatoren- und Nachhaltigkeitsdiskussion. In diesem Kapitel soll daher zunächst auf die Ziele und Konzepte der UGR eingegangen werden, um danach bei der Betrachtung des Verhältnisses von Gesamtrechnungssystemen und Indikatorenansätzen die Indikatorendiskussion anzusprechen.

2.1 Ziele und Aufbau der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen

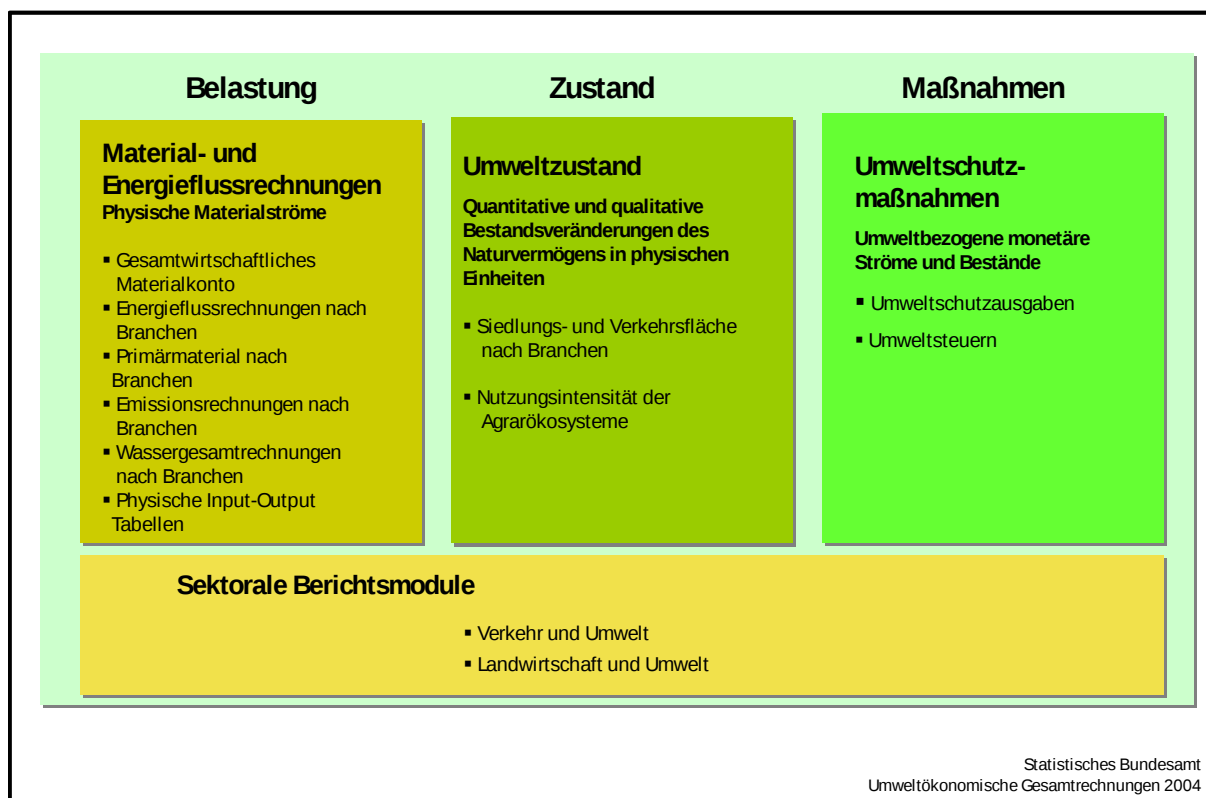
Das ökonomische Geschehen in einer Volkswirtschaft wird umfassend im Kontensystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) beschrieben. Die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes (UGR) sind als **Satellitensystem zu den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen** angelegt und erweitern diese um den Umweltaspekt. Sie folgen möglichst weitgehend den Konzepten, Klassifikationen sowie den Regeln und Buchungsvorgaben der VGR, was gewährleistet, dass die Daten von UGR und VGR vollständig kompatibel sind.

Als Erklärungsmodell für umweltökonomische Zusammenhänge gilt international der Rahmen des **DPSR-Ansatzes** (siehe Kapitel 1.2). Das Modell kann zum allgemeinen Verständnis als Hintergrundbild zum thematischen Aufbau der UGR herangezogen werden. Allerdings unterscheiden sich die UGR als Gesamtrechnungssystem hinsichtlich Darstellungsebene, Differenzierungsniveau, Fundierung und Konsistenz deutlich von Indikatorensystemen, welche in der Regel mit einzelnen, ggf. unverbundenen Größen auskommen können (siehe Kapitel 2.2 und 2.3).

Die UGR orientieren sich explizit am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung. Sie haben das Ziel, **statistische Informationen über die Zusammenhänge zwischen Wirtschaft und Umwelt** zu liefern: für wirtschaftliche Zwecke (Produktion und Konsum) werden aus der Umwelt Rohstoffe (wie Wasser, Energieträger, Mineralien und Erze) entnommen und in den Wirtschaftskreislauf eingespeist; Böden werden für die Produktion als Standorte genutzt. Außerdem stellt die Natur Dienstleistungen (z. B. die natürliche Regeneration oder Absorption von Schadstoffen) zur Verfügung. Die Entnahme von Rohstoffen und die Bodennutzung stellen ebenso wie die Abgabe von Rest- und Schadstoffen Belastungen der Umwelt dar und führen zu quantitativen und qualitativen Veränderungen des Umweltzustands. In den UGR wird danach gefragt, welche der in den VGR betrachteten

wirtschaftlichen Akteure (das sind die Produzenten bzw. Produktionsbereiche sowie die privaten Haushalte in ihrer Eigenschaft als Konsumenten) durch welche wirtschaftlichen Aktivitäten (d.h. Produktion und Konsum, jeweils bezogen auf eine bestimmte Wirtschaftsperiode) die Natur belasten, entwerten oder zerstören. Es werden sowohl stoffliche Belastungen (z. B. Emissionen) als auch strukturelle Belastungen (z. B. Flächeninanspruchnahme) berücksichtigt. Des Weiteren wird danach gefragt, wie sich infolge von Belastungen der Umweltzustand (das Naturkapital) verändert und zuletzt, wie die Gesellschaft auf Änderungen reagiert und inwieweit Maßnahmen zum Erhalt oder der Wiederherstellung des Naturzustands ergriffen werden. Die Gesamtheit dieser Informationen ist eine unverzichtbare statistische Grundlage, um politische Entscheidungen für nachhaltiges Wirtschaften treffen und die Einhaltung der politischen Ziele der Nachhaltigkeitspolitik überprüfen zu können. Abbildung 1 zeigt die Themenbereiche der UGR.

Abbildung 1: Themenbereiche der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen



Quelle: StBA, 2004b.

Aufbauend auf den monetären Daten aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung sowie einer Vielzahl weiterer Daten aus der amtlichen Statistik werden in den UGR folgende **Themenbereiche** bearbeitet:

- Material- und Energieflussrechnungen (ökonomisch eine physische Stoffstromrechnung)

Hier werden die Materialströme zwischen Wirtschaft und Umwelt in den sog. Material- und Energieflussrechnungen ermittelt. Im Sinne des oben geschilderten DPSR-Konzepts handelt es sich dabei um Umweltbelastungen (pressures). Die dargestellten Materialströme beinhalten sowohl die Entnahme von Rohstoffen oder Wasser aus der Natur als auch die Abgabe von Rest- und Schadstoffen an die Natur. Im Gegensatz zu den in den VGR dargestellten monetären Strömen erfolgt die Darstellung in den Material- und Energieflussrechnungen in physischen Einheiten, also z. B. in Tonnen.

Die durch die wirtschaftlichen Aktivitäten ausgelösten Materialströme werden in Beziehung zu den entsprechenden monetären Größen der VGR gesetzt. Eine wichtige Voraussetzung für die Bildung solcher Relationen ist eine einheitliche Gliederung der dargestellten Tatbestände. In den UGR sind das in der Regel die so genannten homogenen Produktionsbereiche, wie sie in der Input-Output-Rechnung der VGR verwendet werden.

- Naturvermögen und Umweltzustand (ökonomisch ein Bestandskonto einer „physischen Vermögensrechnung“)

Unter Naturvermögen wird die Erweiterung des Vermögensbegriffs vom produzierten auf das nicht produzierte, von der Natur bereit gestellte Vermögen verstanden. Im Gegensatz zur Darstellung von Strömen zwischen Wirtschaft und Umwelt im Bereich der Material- und Energieflussrechnungen geht es bei der Naturvermögensrechnung um die Abbildung von Beständen, etwa an Rohstoffen, Flächen, Ökosystemen usw. Vielfach interessiert dabei in erster Linie nicht allein das mengenmäßige Vorkommen, sondern der qualitative Aspekt, z. B. von Ökosystemen. Wiederum erfolgt die Darstellung in physischen Einheiten.

Ein zentraler Bestandteil des Themenbereichs ist die Bodengesamtrechnung. Hier werden Landflächen nach der Art ihrer Nutzung (im Sinne von struktureller Belastung/ pressure) ausgewiesen und nach ökonomischen Aktivitäten (Produktionsbereichen) differenziert. Aus der Nutzungsart kann auch auf Belastungen des Zustands geschlossen werden, so dass sich der Bereich im Übergang von pressure zu state befindet; beispielsweise ist die Flächennutzung für Siedlungs- und Verkehrszwecke als besonders belastend und von daher bedeutsam für den Umweltzustand anzusehen. Die Bodengesamtrechnung weist aus, zu welchem Anteil rund 70 verschiedene Produktionsbereiche die verschiedenen Flächenkategorien – und zwar insbesondere die Siedlungs- und Verkehrsfläche – nutzen. Bei der Landwirtschaftsfläche, die nur durch den Produktionsbereich Landwirtschaft genutzt wird, ist eine quantitative Angabe des Nutzungsanteils nicht sinnvoll. Interessanter ist hier eine qualitative Aussage zu den Nutzungsintensitäten der Landwirtschaftsfläche

durch die Landwirtschaft. In der Bodengesamtrechnung wurden bereits erste Ansätze zur Erfassung der Nutzungsintensität der Agrarökosysteme entwickelt.

Daneben enthält der Themenbereich die Darstellung des Umweltzustands (state; als Arbeitsgebiet „Indikatoren des Umweltzustands“). Landschaften und Ökosysteme sind ein unter nationalen Bedingungen wesentlicher Bestandteil des Naturvermögens und der physischen Vermögensrechnung der UGR. Dieser Teil des Rechenwerkes, für den in langjähriger Arbeit umsetzungsreife Konzepte entwickelt und Pilotprojekte durchgeführt wurden, konnte wegen mangelnder Ressourcen im Hinblick auf die Datenbeschaffung bislang nicht realisiert werden.

- **Umweltschutzmaßnahmen**

In diesem Bereich werden bestimmte, in monetären Einheiten gemessene umweltrelevante Ströme und Bestände innerhalb der Wirtschaft abgebildet, die implizit bereits in den Darstellungen der VGR enthalten sind und im Erklärungsmodell dem „response“ entsprechen. Dazu ist es erforderlich, die vorhandenen Angaben der VGR unter dem Blickwinkel der Umweltrelevanz zu disaggregieren. Der Bereich konzentriert sich bislang auf die Erfassung von privaten und öffentlichen Ausgaben zugunsten des Umweltschutzes und auf umweltbezogene Steuern und Abgaben.

Hinzu kommen sektorale Berichtsmodule (wie eines zu „Umwelt und Verkehr“ und eines zu „Umwelt und Landwirtschaft“, Thema dieses Projekts).

2.2 Zum Verhältnis von Gesamtrechnungsansätzen und Indikatorenansätzen

Ziel von Gesamtrechnungssystemen ist es, Indikatoren durch ein geschlossenes, in sich konsistentes und nach einheitlichen Klassifikationen gegliedertes Kontensystem auf einer „Mesoebene“ zusammenzuführen. Gesamtrechnungen geben daher im Vergleich zu einzelnen Indikatoren ein detaillierteres Bild eines Sektors wieder. Die in den UGR verwendeten Kennzahlen und Datengrundlagen sollten mit nationalen Eckzahlen und soweit wie möglich auch mit international anerkannten Indikatorsystemen der OECD, der Commission on Sustainable Development der Vereinten Nationen (CSD) und der Europäischen Union (EU) abgestimmt sein, damit die Ergebnisse und Aussagen konsistent sind.

In der Daten- oder Informationspyramide sind Gesamtrechnungsansätze zwischen dem breiten Pyramidensockel, der von den Basisdaten gebildet wird, und den Indikatorenansätzen angesiedelt. Während **Indikatoren** vorwiegend als Kommunikationsinstrument für die breite Öffentlichkeit und die Medien sowie der Erfolgskontrolle politischer Maßnahmen dienen, verfolgen **Gesamtrechnungen** das Ziel,

eine integrierte Analyse zu ermöglichen, die die Ursachen von Entwicklungen aufzeigt und die Formulierung von Maßnahmen erlaubt. 'Gesamtrechnungen' meint, dass nicht selektiv für ein bestimmtes Thema oder Problem (wie es in der Regel bei Indikatoren der Fall ist), sondern umfassend für ein ganzes System (im Fall der UGR das System Wirtschaft-Umwelt) ein möglichst vollständiges und konsistentes Gesamtbild gezeichnet wird. Konsistenz manifestiert sich dabei am offensichtlichsten in einheitlichen Abgrenzungen sowie in den zur Disaggregation des Zahlenmaterials herangezogenen Klassifikationen, deren wichtigste die bereits mehrfach angesprochene Differenzierung nach Produktionsbereichen und dem Konsum der privaten Haushalte darstellt. Durch diese, allen zentralen UGR-Ergebnissen gemeinsame Gliederung werden die einzelnen Resultate untereinander und mit den identisch gegliederten Daten der VGR verknüpfbar.

Aus den zentralen Eigenschaften eines Gesamtrechnungsansatzes - Systemorientierung, Vollständigkeit und Konsistenz, weit gehende Themenunabhängigkeit - resultiert der spezifische **Nutzen im Hinblick auf die Indikatorendiskussion**. Im Einzelnen können die UGR-Ergebnisse in vielfacher Hinsicht für umweltbezogene Indikatoren genutzt werden:

- Eine Gesamtrechnung kann Daten als Grundlage für die Indikatorberechnung zur Verfügung stellen, die im Gegensatz zu den Basisdaten der zugrunde liegenden Statistiken bereits im Hinblick auf nationale Aussagen zum Wirtschaft-Umwelt-System geeignet zusammen gefasst sind. Unter methodischen Aspekten ist es von großem Vorteil, wenn Indikatoren im Sinne von hoch aggregierten oder selektiert plakativen Umweltvariablen aus wissenschaftlich orientierten, systematischen und einheitlichen Konzepten wie z. B. den UGR abgeleitet und mit diesen verknüpft werden können. Dies erleichtert auch die Interpretation entsprechender Indikatoren.
- Umgekehrt können die UGR-Ergebnisse die Indikatoren durch tiefer differenzierende konsistent gegliederte Datensätze unterlegen. Dadurch erschließt sich insbesondere auch das Potenzial, den häufig starken Aufzählungscharakter von Indikatorensets durch das Aufzeigen von Querbeziehungen zu ergänzen. Dies betrifft Beziehungen zwischen unterschiedlichen Nachhaltigkeitsdimensionen (bei den UGR in erster Linie Wirtschaft und Umwelt) ebenso wie Zusammenhänge zwischen verschiedenen Umweltthemen. Gerade die politische Forderung nach Integration von Umweltbelangen in die Sektorpolitiken erfordert Datengrundlagen, die es erlauben, den jeweiligen Sektor betreffende ökonomische und Umwelttatbestände integriert zu analysieren und die verschiedenen Sektorpolitiken in ihrer Gesamtwirkung zu betrachten.
- Gesamtrechnungsdatsätze bilden den Ausgangspunkt für weiter führende Analysen und Prognosen bis hin zur Nutzung in multisektoralen ökonometrischen Modellierungsansätzen. Dabei werden Szenarien mit einer integrierten Betrachtung der Entwicklung von Umweltvariablen und der Variablen zur wirtschaftlichen Entwicklung aufgestellt.

Die UGR als Gesamtrechnungssystem können mit dem geplanten Berichtsmodul „Landwirtschaft und Umwelt“ dazu beitragen, derartige Indikatoren mit konsistenten Datensätzen zu unterlegen. Dies gilt für bereits definierte sowie ggf. für weitere, künftig zu erwartende Agrarumweltindikatoren.

2.3 Einbettung des Projekts in die nationale und internationale Diskussion: Indikatoren und Berichtspflichten

Indikatorsysteme werden für vergleichende Studien und zur Abschätzung von Trends eingesetzt. Sie liefern Informationen über komplexe Systeme und werden als Beratungsinstrumente verwendet. Sie dienen auch der Evaluierung von Politikmaßnahmen und zur Information bzw. Kommunikation mit der Öffentlichkeit. Sie bilden häufig einzeln nebeneinander stehende, unverbundene Schlüsselgrößen ab.

Ansätze zur Deckung des Informationsbedarfs zur internationalen und nationalen Agrarumweltpolitik konzentrieren sich bisher in der Regel auf Indikatorensysteme. Für ein Berichtssystem 'Landwirtschaft und Umwelt' sind vor allem zwei Arten von Indikatorensystemen relevant: sektorale Agrarumweltindikatorensysteme und, allgemeiner, umfassendere Nachhaltigkeitsindikatorensysteme.

Sektorale Agrarumweltindikatorensysteme auf internationaler Ebene (mit Agrarumweltindikatoren AUI bzw. Agri-Environmental Indicators AEI) machen Aussagen zu Umweltbelastungen und -zustand, aber auch zu ökonomischen Größen und zum Management im Agrarbereich. Auf internationaler Ebene wird bei der **OECD** seit mehreren Jahren ein umfassender Satz von Agrarumweltindikatoren erarbeitet (KOM, 2002). Die OECD beschreibt seitens der Düngung die Indikatoren „Stickstoffbilanz“ und „Stickstoffeffizienz“ (OECD, 1997). Die Pflanzenschutzmittel werden nach Aufwandmenge und Risiko bewertet. Im Bereich des betrieblichen Managements finden sich u. a. die Indikatoren „Organischer Landbau“ und „Bodenbedeckung“ wieder.

Zunächst parallel zur OECD und inzwischen in verstärkter gegenseitiger Abstimmung wurde in der sogenannten „IRENA - Operation“¹⁰ auch bei der EU eine Liste von Agrarumweltindikatoren erstellt (KOM, 2000) und danach hinsichtlich ihrer Praktikabilität in einer Expertenrunde internationaler Statistiker weiter entwickelt (KOM, 2001; <http://webpubs.eea.eu.int/content/irena/index.htm>). Mit diesem **Agrarumwelt-**

¹⁰ IRENA - Indicator reporting on the integration of environmental concerns into agricultural policy.

Indikatorensystem der EU-Kommission (KOM, 2001) sollen die Auswirkungen der EU-Agrarpolitik auf die Umwelt sowie Entwicklungen in den Ländern aufgezeigt werden. Über 30 Indikatoren decken die Bereiche 'Driving forces', 'Pressures', 'State', 'Impact' und 'Responses' ab. Driving forces sind eingesetzte Produktionsmittel, Landnutzung, Management und Trends zur In- und Extensivierung, Diversifikation und Marginalisierung. Der Bereich 'Pressure' weist Emissionen und Belastungen, z. B. Wasser- und Luftverschmutzung und Ressourcenverbrauch, aber auch erneuerbare Energiequellen aus. Die Zustands- (State) Beschreibung enthält z. B. die beobachteten Boden- und Wasserqualitäten. Demgegenüber beschreiben Impact-Indikatoren die Wirkung wirtschaftlicher Aktivitäten auf das Ökosystem, z. B. Klimagasemissionen und Nitratbelastung aus landwirtschaftlicher Tätigkeit. Die Reaktionen (Responses) auf negative Auswirkungen kommen aus der Politik (über Gesetze und Verordnungen), als Marktsignale, durch neue Technologie und Wissenserweiterung. Die Informationsbasis der Indikatoren sollen nach Möglichkeit die bereits bestehenden statistischen Daten der Mitgliedsländer bilden. Ein objektiver Vergleich der EU-Länder wird wegen unterschiedlicher Datenlage nicht möglich sein, daher werden zum Vergleich Trendabschätzungen im zeitlichen Verlauf genommen. Derzeit (Stand Mai 2005) wird bei der EU ein mit Kennblättern der vorgeschlagenen Indikatoren versehener Abschlußbericht aus der Arbeit des Expertengremiums erstellt.

Allgemeine Nachhaltigkeitsindikatorensysteme auf internationaler Ebene, die auch Agrarumweltindikatoren enthalten, entwickelten die **Kommission für nachhaltige Entwicklung** CSD sowie ebenfalls die **Europäische Union (bei Eurostat)**. Die von der CSD vorgeschlagenen Indikatoren für den Agrarbereich beziehen sich auf den Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemitteln sowie auf den Energieeinsatz in der Landwirtschaft. Im Bereich Treibhausgase sind wiederum die Emissionen von CO₂, CH₄ und N₂O für den landwirtschaftlichen Sektor bedeutsam (CSD, 2001). Eine Task Force bei Eurostat (EU) hat für die europäische Ebene ein hierarchisch aufgebautes und thematisch gegliedertes **Set von Nachhaltigkeitsindikatoren** entwickelt. Darunter haben mehrere Indikatoren einen direkten oder indirekten Bezug zur Landwirtschaft: Fläche unter EU-Agrarumweltbeihilfe, Viehbesatzdichte, Stickstoff-Überschuss, Anteil des Ökolandbaus, Pestizidanwendung, Agrarfinanzierungsbeitrag der EU, (direkter Bezug); Dioxine und PCB in Nahrungsmitteln, Pestizidrückstände in Nahrungsmitteln, Treibhausgase nach Sektoren, Endenergieverbrauch nach Sektoren, Versauerungsgase und Ozonvorläufer nach Sektoren, Fleischverbrauch pro Einwohner, Wandel der Bodennutzung, Flächen mit Erosionsrisiko, Populationstrends von Vögeln der Agrarlandschaft, Emissionen organischer Substanzen, Toxizitätsrisikoindex für die aquatische Umwelt (indirekter Bezug). Direkt angesprochen wird die Landwirtschaft unter dem Thema „Produktions- und Konsummuster“.

Bis auf Ausnahmen wird erst nach einem gewissen Abschluss der internationalen Indikatorenentwicklung klar sein, welche Datenanforderungen und Berichtspflichten sich letztlich für die statistischen Ämter und Behörden der Mitgliedsländer ergeben. Auch nach einer ersten Festlegung sind dann weitere Anpassungen zu erwarten, so dass der Datenbedarf im Fluss bleiben wird.

Viele EU-Staaten arbeiten inzwischen auch mit nationalen Strategien für eine nachhaltige Entwicklung. Teilweise gehen die Indikatoren der internationalen Berichtspflichten in die nationalen Strategien ein. In Deutschland bestehen **nationale Berichtspflichten** im Agrarsektor hinsichtlich des Ernährungs- und agrarpolitischen Berichts der Bundesregierung (Agrarbericht), der Landwirtschaftlichen Gesamtrechnung LGR¹¹, dem Nationalen Inventarbericht NIR und – von besonderer Bedeutung im Kontext des Projektes – für die **nationale Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung** (Bundesregierung, 2002; Bundesregierung, 2004). Eine Reihe von Indikatoren ist mit Zielwerten verknüpft. Den Bereich Landwirtschaft in der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie tangieren - direkt oder indirekt - mehrere Indikatoren aus den Bereichen Ernährung, Klimaschutz¹², Erneuerbare Energie, Flächeninanspruchnahme oder Artenvielfalt. Für den Bereich Ernährung (‘gesunde Nahrungsmittel umweltverträglich produzieren’), der Landwirtschaft direkt betrifft, wurden zwei Indikatoren ausgewählt: Der Stickstoffüberschuss pro Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche (LF)¹³ und der Anteil der Anbaufläche des Ökologischen Landbaus an der Landwirtschaftsfläche¹⁴.

Den eher noch unverbindlichen internationalen Indikatorensatz stehen internationale Vereinbarungen gegenüber, deren Einhaltung periodisch überprüft wird. Jeder Mitgliedsstaat hat **internationale Berichtspflichten** zu erfüllen und muss bei Nichteinhaltung bestimmter Grenzwerte mit Sanktionen oder Strafen rechnen. Die Bundesregierung hat diverse Berichtspflichten an internationale Organisationen zu

¹¹ Das BMVEL, Referat 426 ‘Ertragslage und Betriebserhebungen, Sondereinkommen’ bearbeitet die LGR. Der Inhalt dieser Berichtspflicht wird im Kapitel 0 erläutert.

¹² Im Klimaschutz wird das Ziel des Kyoto-Protokolls angestrebt, das besagt, dass die Treibhausgasemissionen bis zum Zeitraum 2008-2012 gegenüber 1990 um 21 % reduziert werden sollen.

¹³ Der Indikator betrifft den Stickstoffüberschuss in der sektoralen Hoftorbilanz, der im Zeitraum von 1990 bis 2002 zwischen Werten von 105 und 123 kg N ha⁻¹ LF schwankte. Als Ziel für 2010 wurde eine Reduzierung der Stickstoffüberschüsse des gesamten Sektors auf 80 kg N ha⁻¹ LF festgelegt.

¹⁴ Eine umwelt- und naturverträgliche Produktionsweise und hohe Anforderungen an eine artgerechte Tierhaltung als Oberziele werden in besonderem Maße von der Wirtschaftsweise des ökologischen Landbaus erfüllt. Das Ziel für den ökologischen Landbau ist die Steigerung seines Anteils von zuletzt rund 4, % (2003) auf 20 % der gesamten Landwirtschaftsfläche im Jahr 2010.

erfüllen, die sowohl ökonomische als auch ökologische Wirkungen wirtschaftlicher Aktivitäten zum Inhalt haben. Unter landwirtschaftlichen Gesichtspunkten gehören dazu die LGR, das Kyoto-Protokoll (bzw. Vorgaben der EU zu diesbezüglichen jährlichen Berichten über Treibhausgasemissionen), die NEC¹⁵-Richtlinie (RL 2001/81/EG, jährliche Berichte nach Artikel 8, u.a. zu Ammoniakemissionen), die Nitrat-Richtlinie (RL 91/676/EEC, Berichte u.a. zu State-Indikatoren des Grundwassers in vierjähriger Periodizität) und die Klärschlammrichtlinie (RL 86/278/EEC, Berichte zu Klärschlamm- und Bodenbelastung in vierjähriger Periodizität). Die internationalen Berichtspflichten im ökologischen Bereich liegen beim Bundesministerium für Umwelt (BMU), das das UBA als Kontaktstelle beauftragt. Die Arbeiten führen Bund/Länder-Arbeitskreise durch.

Der Entwicklungsprozess von Nachhaltigkeitsindikatorensystemen und Agrarumweltindikatorensystemen innerhalb der verschiedenen politischen Institutionen und der Bezug zum Agrarsektor werden im Berichtsmodul 'Landwirtschaft und Umwelt' der UGR berücksichtigt. Einerseits fließen Eckdaten aus Berichtspflichten in das Projekt ein. Andererseits bietet das Projekt die Möglichkeit, die nationalen Eckwerte geeigneter Agrarumweltindikatoren mit differenzierten Daten zu „unterfüttern“, d.h. den Indikator auch für einzelne Produktionsverfahren innerhalb der Landwirtschaft auszuweisen. Dies ist als Ergebnis des Projekts z. B. schon jetzt für den Indikator zum Stickstoffüberschuss (Nitratbilanz) aus der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie möglich (siehe Kapitel 6.2.3) und soll künftig auf weitere Indikatoren ausgeweitet werden.

¹⁵ Richtlinie 2001/81/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2001 über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe

3 Beschreibung des Agrarsektormodells RAUMIS und seine Nutzung für die UGR

Das Berichtsmodul 'Landwirtschaft und Umwelt' arbeitet mit dem **Regionalisierten Agrar- und Umweltinformationssystem für Deutschland (RAUMIS)**, das für die Zwecke der UGR besonders geeignet ist und im Rahmen des Projekts erweitert wurde. RAUMIS wurde am Institut für Agrarpolitik, Marktforschung und Wirtschaftssoziologie der Universität Bonn entwickelt. Die aktuelle Version basiert auf einem Kooperationsprojekt, an dem die agrarökonomischen Institute der FAL in Braunschweig-Völkenrode sowie die Forschungsgesellschaft für Agrarsoziologie und Agrarpolitik e. V. (FAA)¹⁶ beteiligt waren (Henrichsmeyer et al., 1996). Die Aktualisierung der Datenbasis und die laufende Weiterentwicklung des Informationssystems wurde seit 1997 institutionsübergreifend durchgeführt.

Das Informationssystem soll in seiner ursprünglichen Bestimmung der Regionalanalyse von Entwicklungen im Agrarsektor und deren Umweltwirkungen dienen. Zur Erschließung einer differenzierten Ex-post-Analyse werden unterschiedliche Regional- und Sektordaten strukturiert zusammengeführt. Auf Basis dieser umfassenden Regionaldaten werden längerfristige Wirkungsanalysen geänderter Rahmenbedingungen möglich. Die Untersuchungen konzentrieren sich dabei auf das Agrareinkommen, die landwirtschaftliche Produktion, den Faktoreinsatz im Agrarsektor sowie die Agrar-Umweltbeziehungen.

Der **Untersuchungsgegenstand von RAUMIS** ist der Agrarsektor Deutschlands, definiert nach der Landwirtschaftlichen Gesamtrechnung (LGR). Dieser wird regional tief differenziert auf Ebene der Landkreise abgebildet. Hierzu werden die sektoralen Randgrößen - wie z. B. die LGR - in einem 'top down'-Ansatz auf Grundlage der verfügbaren Regionaldaten heruntergerechnet. Die landwirtschaftliche Produktion wird mittels etwa 45 Haupt- und 400 Nebenaktivitäten (zur Kalkulation von Hilfsvariablen, z. B. intralandwirtschaftliche Vorleistungsverflechtungen) in einem Prozessanalyseansatz dargestellt. Die Aktivitäten beinhalten Output- und Inputvariablen, Koeffizienten zu Umweltindikatoren und Einkommensgrößen. Teil dieser prozessanalytischen Darstellung des Agrarsektors sind innerlandwirtschaftliche Verflechtungen zwischen der pflanzlichen und tierischen Produktion.

¹⁶ Die FAA wurde im Januar 2004 in die FAL, Institut für ländliche Räume, eingegliedert.

Das Modell baut, wie die LGR, auf agrarstatistischen Daten auf und bildet neben einer weitestgehend analogen Berechnung der LGR die **physischen Stoffflüsse zwischen Produktionsverfahren** ab. Diese Vorgehensweise ermöglicht detailliertere Aussagen zu Stofftransfers als dies durch pauschale Annahmen mit isoliert betrachteten Einheiten möglich ist, da die Produktionsverfahren geografisch und inhaltlich in direkter Abhängigkeit zueinander stehen.

Es gibt mithin eine Reihe von Gründen, die für die **Eignung von RAUMIS im Projekt** sprechen:

- Bereits die Bezeichnung ´Agrarumweltinformationssystem´ macht deutlich, dass - wie im Projekt gewünscht - die Schnittfläche von Landwirtschaft und Umwelt abgedeckt wird;
- RAUMIS ist kompatibel mit den LGR, die Anbindung an die wirtschaftlichen Akteure ist also in der gewünschten Weise vorhanden;
- Es basiert auf den Daten der Agrarstatistik und
- es verfügt über ein tief gegliedertes System landwirtschaftlicher Produktionsverfahren entsprechend der im Projekt angestrebten tiefen Untergliederung der Produktionsbereiche;
- RAUMIS ermöglicht detaillierte Aussagen zu Stofftransfers durch Abbildung der physischen Stoffflüsse zwischen den Produktionsverfahren;
- Bezogen auf den Umweltaspekt sind Module zur Ausweitung auf eine Zustandsbeschreibung bereits konzeptionell angelegt;
- die in RAUMIS routinemäßig berechneten Größen passen thematisch gut zu den beschriebenen Anforderungen insbesondere im Bereich der ökonomischen und der Stoffflussdaten.

Die Datengrundlage für die sektorale LGR stammt aus dem jährlich erscheinenden statistischen Jahrbuch des BMVEL (BMVEL, 1999). Die Spezifizierung der regionalen Aktivitäten und deren Produktionsumfänge basiert auf Agrarfachstatistiken, Normdaten (vor allem vom Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, KTBL), anderen Modellergebnissen und Experteneinschätzungen. Die Berechnung erfolgt in einer Periodizität von vier Jahren zunächst für die Jahre der Bodennutzungshaupterhebung 1991, 1995 und 1999. Als Agrar-Umweltindikatoren sind Nährstoffbilanzierungen, Schadgasemissionen, Arten- und Biotopschutzindikator sowie Kennzahlen zum Viehbesatz und zur Struktur der Flächennutzung implementiert. Mit diesem Rechnungssystem lassen sich zurückliegende Entwicklungen im Agrarsektor in hoher regionaler Auflösung analysieren.

Bisher wurden 'SPEL'¹⁷-Daten von EUROSTAT/Universität Bonn zur Konsistenzrechnung in RAUMIS genutzt. Diese Daten sind lückenhaft dokumentiert und werden nicht mehr fortgeschrieben. Zukünftig wird das Modell RAUMIS auf Eingangsdaten aus der LGR aufbauen, wie sie vom BMVEL jährlich an EUROSTAT gemeldet werden, sowie auf Daten des Statistischen Jahrbuchs des BMVEL. Die Umstellung macht eine Anpassung und Erweiterung der entsprechenden Routinen zur Korrekturrechnung erforderlich.

Eine Dokumentation des RAUMIS-Modells findet sich im Endbericht des Kooperationsprojekts 'Entwicklung des gesamtdeutschen Agrarsektormodells RAUMIS96' (Henrichsmeyer et al., 1996) sowie in Übersichtsform in 'Das regionalisierte Agrar- und Umweltinformationssystem für die Bundesrepublik Deutschland' (Weingarten, 1995). Den aktuellen Stand der Weiterentwicklung enthält die Veröffentlichung 'Bewertungskonzepte für eine nachhaltige und umweltverträgliche Landwirtschaft' (Roedenbeck, 2004).

¹⁷ Sektorales Produktions- und Einkommensmodell der Landwirtschaft (Henrichsmeyer et al., 1996).

4 Die Bodennutzung nach Anbaufrüchten als zentrales Bezugselement und die verbundenen Klassifikationen

Ein Kennzeichen des Projekts ist die Tatsache, dass die Bodenfläche nach Anbaufrüchten ein zentrales Bezugselement bildet. Inhaltlich betrachtet kann über die Anbaufläche der **Bezug zu ökonomischen und sozialen Aspekten** einerseits und **zu ökologischen Aspekten** andererseits hergestellt werden. Formal gesehen, bilden die Flächen nach Anbaufrüchten die zentrale statistische Bezugseinheit (Klassifikation), die ökonomisch als Produktionsverfahren und ökologisch als Ökosystem oder Biotoptyp betrachtet werden kann.

Aus ökonomischer Sicht stellt der Boden einen Produktionsfaktor dar, der zur Herstellung der Produkte eingesetzt wird. Die hohe ökonomische Bedeutung zeigen die Diskussionen um Hektarerträge. Sozial werden über Anbaufrüchte bzw. andere Erzeugnisse (z. B. aus der Tierhaltung) die Einkommen der Landwirtschaft und auch die Beschäftigungsmöglichkeiten zentral determiniert¹⁸. Das gilt insbesondere, soweit Subventionen in der Landwirtschaft noch überwiegend von den Produkten abhängen, aber es gilt auch bei einem Flächenbezug von Subventionen. Auch in den VGR werden die Landwirtschaftsbereiche nicht nur über Institutionen (landwirtschaftliche Betriebe), sondern letztlich über Produkte definiert, d.h. zu diesen liegen zumindest teilweise ökonomische Angaben vor. Das wird besonders deutlich an der Produktionsbereichsabgrenzung der Landwirtschaft in der Input-Output-Rechnung (die den zentralen Anknüpfungspunkt der UGR bildet) und der funktionalen Abgrenzung der Landwirtschaft in der VGR.

Aus **ökologischer Sicht** ist die Art der Bodennutzung durch Landwirte (nach Anbaufrüchten u.ä.) ein grundlegender Eingriff in die Natur, der den Umweltzustand maßgeblich mitbestimmt. Durch die Art der Bodennutzung wird der Ökosystemtyp (Biotoptyp)¹⁹ festgelegt. Die Tatsache, dass auch in der Biotoptypengliederung der Ökologischen Flächenstichprobe ÖFS (Hoffmann-Kroll et al., 1998) Ackerland beispielsweise nach Anbaufrüchten untergliedert ist, verdeutlicht dies trefflich. Auch der

¹⁸ 'Sozial' ist an dieser Stelle – wie bisher in den UGR an anderen Stellen auch – eher eng gefasst und auf sozioökonomische Aspekte wie Einkommen und Beschäftigung beschränkt. Aspekte der Lebensqualität der Landwirte, der spezifisch dörflichen Lebensverhältnisse, werden an dieser Stelle vernachlässigt. Zu Möglichkeiten der Einbeziehung derartiger Aspekte in die UGR sollten die Ergebnisse der Arbeitsgruppe 'Sozio-ökonomisches Berichtssystem für eine nachhaltige Entwicklung in Deutschland' abgewartet werden.

¹⁹ Zumindest auf einer hohen Aggregationsebene (Hauptökosystemtypen der ÖFS).

Versuch, im Rahmen der Bodengesamtrechnung Intensitätsstufen der Landwirtschaft wesentlich an der Anbaufrucht bzw. Art der Bodennutzung festzumachen, weist in diese Richtung.

Nimmt man als Referenz für eine ökologische Betrachtung die Ergebnisse aus der Umweltzustandsdarstellung in den bisherigen Projekten der UGR zu Umweltzustandsindikatoren (siehe Kapitel 1.1), so verstärkt sich die hohe Bedeutung der Art der Bodennutzung bzw. der Ökosystemtypen aus ökologischer Sicht: an den Ökosystemtypen kann zunächst die reine Zustandsbetrachtung festgemacht werden. Gleichzeitig zeigt die dort vorgenommene Untergliederung in direkte²⁰ und mediale Belastungsindikatoren²¹, dass gerade mit den direkten Belastungsindikatoren (z. B. stofflich: Pflanzenschutzmittel, Düngemittel; strukturell: Ausräumen von Hecken, Bodenverdichtung) die Art der Bewirtschaftung einen hohen Einfluss auf den Zustand der Agrarökosysteme hat. Die Art der Bewirtschaftung ist wiederum eng mit der Anbaufrucht/Art der Bodennutzung verknüpft (siehe Arbeiten zur Landwirtschaft in der Bodengesamtrechnung in StBA, 2002a). Bei den medialen Belastungen ist dagegen zu differenzieren: diese sind zu einem (in der Regel kleineren) Teil von der Landwirtschaft verursacht (z. B. NOx-, Ammoniak- oder Methanemissionen), stammen aber zu weiten Teilen von Emissionen anderer Verursacher, die je nach Schadstoff über mehr oder weniger größere Entfernungen transportiert werden. Damit ergeben sich aus der Umweltzustandsbetrachtung weitere Konsequenzen: Im Gegensatz zu den medialen lassen sich die direkten Belastungsindikatoren direkt an der Anbaufrucht/Art der Bodennutzung festmachen (Emission = Deposition).

Wie bereits erwähnt, ist die Landwirtschaft mehr als andere Wirtschaftsbereiche gleichzeitig Verursacher (Akteur) und Empfänger (Akzeptor) von Umweltbelastungen. Vor diesem Hintergrund ist es besonders interessant, eine durchgängige Darstellung der Zusammenhänge von Wirtschaften und Umwelt nach dem DPSIR-Konzept liefern zu können. Ermöglicht wird dies durch die Verwendung einheitlicher und ineinander überführbarer Darstellungseinheiten. Die Flächennutzung nach Anbaufrüchten übernimmt dabei die Brückenfunktion einerseits in Richtung Wirtschaft zur Klassifikation nach dem Produktionsverfahren (RAUMIS-Code) und weiter zur Produktklassifizierung der LGR

²⁰ Direkte Belastungsindikatoren beziehen sich auf Eingriffe, die gezielt und direkt in einem Ökosystem vorgenommen werden (z. B. Düngung durch Handels- oder Wirtschaftsdünger).

²¹ Mediale Belastungsindikatoren beziehen sich auf Belastungen, die auf dem Wege über die Umweltmedien (Wasser, Boden, Luft), also indirekt, in ein anderes Ökosystem gelangen (i.w. Stoffe, z. B. Stickstoffdepositionen aus Abgasen über die Luft auf den Boden oder Stickstoff aus dem Boden in das Grundwasser).

und andererseits in Richtung Umwelt zu den Agrarökosystemen bzw. Biotoptypen der Agrarlandschaft. Tabelle 1 liefert die entsprechende Gegenüberstellung der Klassifikationen und zeigt, wie die Merkmale ineinander übergeleitet werden können.

Tabelle 1: Überleitungstabelle für die Klassifikationen von LGR, RAUMIS-Code, Agrarstrukturhebung und Ökologischer Flächenstichprobe (ÖFS)

(PFLANZENPRODUKTION)

LGR		RAUMIS		Agrarstatistik		ÖFS	
		(Produktionsverfahren)				(Ökosystemtypen)	
01100	Weizen und Spelz	WWEI	Winterweizen, Dinkel	201	Winterweizen	41110	Weizen
		SWEI	Sommerweizen, Durum	202	Sommerweizen		
				203	Durum		
01200	Roggen und Wintermenggetreide	ROGG	Roggen, Wintermenggetreide	205	Roggen	41130	Roggen
				209	Wintermenggetreide		
01300	Gerste	WGER	Wintergerste	206	Wintergerste	41120	Gerste
		SGER	Sommergerste	207	Sommergerste		
01400	Hafer und Sommermenggetreide	HAFE	Hafer und Sommermenggetreide	208	Hafer	41140	Hafer
				210	Sommermenggetreide		
01500	Körnermais	KMAI	Körnermais (einschl. CCM)	212	Körnermais	41180	Mais
				213	CCM		
01600	[Reis]	SGET	sonstiges Getreide (Triticale)	204	Triticale	41150	Triticale
01900	Sonstiges Getreide						
02200	Eiweißpflanzen (einschl. Saatgut)	HUEL	Hülsenfrüchte	214	Futtererbsen	41430	Erbsen
				215	Ackerbohnen	41410	Ackerbohnen
				216	Alle anderen Hülsenfrüchte	41490	Sonstiges
02110	Raps und Rübsensamen	RAPS	Raps und Rübsen	229	Winterraps zur Körnergewinnung	41310	Körnerraps
						41540	Futterraps
				230	Sommerraps, Winter- und Sommerrübsen		
		NRRA	NR-Raps auf Stilllegungsflächen	269	Stillgelegte Flächen mit Anbau (in 229 enthalten)		
02120	Sonnenblumenkerne	SOEL	Sonstige Ölfrüchte	233	Körnersonnenblumen	41320	Sonnenblumen
02130	Sojabohnen			232	Andere Ölfrüchte	41390	Öl- u. Faserpflanzen: Sonstiges
02190	Sonstige Ölsaaten und -früchte						
05000	Kartoffeln (einschl. Pflanzkartoffeln)	FKAR	Frühkartoffeln	218	Kartoffeln, frühe	41210	Kartoffeln
		SKAR	Spätkartoffeln (mittel, spät)	219	Kartoffeln, mittelfrühe u. späte		
				217	Industrie-, Futter- und Pflanzkartoffeln		
02400	Zuckerrüben	ZRUE	Zuckerrüben	220	Zuckerrüben	41220	Zuckerrüben

Fortsetzung Tabelle 1 (PFLANZENPRODUKTION)

LGR		RAUMIS		Agrarstatistik		ÖFS	
		(Produktionsverfahren)				(Ökosystemtypen)	
04100	Frischgemüse	GEMU	Gemüse, Erdbeeren u. Gartengewächse	223	Gemüse, Spargel, Erdbeeren im Wechselanbau mit landw. Kulturen	41440 41450 41460	Kohlarten Spinat/ Blattgemüse Wurzel- gemüse
				224	Gemüse, Spargel, Erdbeeren im Wechselanbau mit Gemüse, Erdbeeren oder Blumen im Freiland	41470 41640	Zwiebeln Sonder- und Mischkulturen: Erdbeeren
				225	Gemüse, Spargel, Erdbeeren im Wechselanbau mit Gemüse, Erdbeeren oder Blumen unter Glas	41650	Spargel
				228	Gartenbausämereien	41690	Sonstiges
06000	OBST	OBST	Obstanlagen (ohne Erdbeeren)	247	Obstanlagen	43000 74000	Intensivgehölzkulturen Streuobstbestand
07000	WEIN	REBL	Rebland	256	Bestockte Rebflächen	42100	Weinbauflächen in Nutzung
02300	Rohtabak	SHAN	Sonstige Handelsgewächse (ohne Ölsaaten; Hopfen, Tabak, Flachs, Heil- und Gewürzpflanzen, alle anderen Handelsgewächse, Rüben und Gräser zur Samengewinnung)	235	Tabak	41620	Tabak
02910	Textilpflanzen						
02920	Hopfen			234	Hopfen	41610	Sonder- u. Mischkulturen: Hopfen
02930	Sonstige Handelsgewächse			238	Alle anderen Handelsgewächse		
				237	Heil- und Gewürzpflanzen	41630	Heil- / Gewürzpflanzen
				231	Flachs	41390	Öl- u. Faserpflanzen: Sonst.
09200	Sämereien			236	Rüben und Gräser zur Samengewinnung	41690	Sonstiges
04200	Pflanzen und Blumen	SOPF	Sonstige Pflanzenproduktion (Blumen und Zierpflanzen, Baumschulen, Korbweiden und Pappelanlagen; - ohne Feldfutter)	226	Blumen, Zierpflanzen, Stauden, Jungpflanzen im Freiland	41660	Blumen
				227	Blumen, Zierpflanzen, Stauden, Jungpflanzen unter Glas		
				257	Weihnachtsbaumkulturen, Korbweiden- und Pappelanlagen	43600	Weihnachtsbaumkultur
				246	Nutz- und Hausgärten	41690	Sonstiges
				248	Baumschulen	43500	Baumschule

Fortsetzung Tabelle 1 (PFLANZENPRODUKTION)

LGR		RAUMIS		Agrarstatistik		ÖFS	
		(Produktionsverfahren)				(Ökosystemtypen)	
03900	Sonstige Futterpflanzen	KLEE	Klee und –gras	239	Kleegras, Klee usw.	41520	Gründüngung/ Futterpflanzen: Klee
03900	Sonstige Futterpflanzen	LUZE	Luzerne und –gras	240	Luzerne	41530	Luzerne
03900	Sonstige Futterpflanzen	FEGR	Feldgras (inkl. alle and. Feldfutterpflanzen)	241	Grasanbau	41590	Flächen mit Gründüngung: Sonstiges
				243	Alle anderen Futterpflanzen		
03100	Futtermais	SMAI	Grün- und Silomais	242	Silomais, Grünmais	41180	Mais
03200	Futterhackfrüchte (einschließlich Futterrüben)	SHAC	Sonstige Hackfrüchte (Futterrüben etc.)	221	Runkel- (Futter-) rüben	41290	Hackfruchtanbauflächen: Sonstige
				222	Alle anderen Hackfrüchte		
03900	Sonstige Futterpflanzen	WIES	Wiesen (ohne Streuwiesen) und Mähweiden	249	Dauerwiesen	52300	Artenarmes Grünland frischer Standorte
				250	Mähweiden		
		WEID	Dauerweiden (ohne Hutungen)	251	Weiden	5220	Artenreiches Grünland frischer Standorte
		HUTU	Streuwiesen und Hutungen	255	Hutungen		
		FLST	Flächenstilllegung	267	Stillgelegte Flächen insg. (Code 268-270)	41900	Ackerbrachen
		BRAC	Ungenutzte landwirtschaftl. Fläche		Residualgröße zwischen Code 267 und der prämiengünstigten Flächenstilllegung.	52500	Grünlandbrache
						53600	Grünlandbrache
01000	GETREIDE (einschl. Saatgut)	GETR	Summe Getreide	201 – 213	alle Getreidearten	41100	Getreideanbauflächen
09000	SONSTIGE PFLANZLICHE ERZEUGNISSE						

Fortsetzung Tabelle 1 (TIERPRODUKTION)

LGR	RAUMIS (Produktionsverfahren)		Agrarstatistik	
11100 Rinder	MIKU	Milchkühe	116	Milchkühe
	ALTK	Alt-/Mastkühe (ehem. Milchkühe ausgemästet bis zur Schlachtung)	118	Schlacht- und Mastkühe
	AMMU	Mutter-/Ammenkuhhaltung	117	Ammen- und Mutterkühe
	KAUF	Kälberaufzucht (Kälber <=6 Monate)	107	Kälber (anteilig)
	KMAS	Kälbermast (weibl. und männl. Kälber zur Mast bis zur Schlachtung)	107	Kälber (anteilig)
	FAUF	Färsenaufzucht (aufgezo- gene Färsen; weibliche Zuchtrinder > 6 Monate)	109	Jungrinder weiblich 6 Monate - <= 1 Jahr (ant.)
			112	weibliche Nutz- und Zuchttiere 1-2 Jahre
			115	Nutz- und Zuchtfärsen 2 Jahre und älter
	FMAS	Färsenmast (aufgezo- gene Färsen; weibliche Mastrinder > 6 Monate)	109	Jungrinder weiblich 6 Monate - <= 1 Jahr (anteilig)
			111	Rinder weiblich zum Schlachten 1-2 Jahre
			114	Schlachtfärsen 2 Jahre und älter
	BULL	Bullenmast (männliche Rinder über 6 Monate; Zuchtbullen)	108	Jungrinder männlich 6 Monate - <= 1 Jahr
			110	Rinder männlich zum Schlachten 1-2 Jahre
			113	Bullen und Ochsen 2 Jahre und älter
11200 Schweine	SAUH	Sauenhaltung	131	Trächtige Jungsauen
			132	Andere trächtige Sauen
			134	Andere nicht trächtige Sauen
			[125]	[Ferkel bei Sauen berücksichtigt]
	SMAS	Schweinemast (Mastschweine ab 20 kg sowie Jungsauen zur Zucht)	126	Jungschweine < 50 kg
			127	Mastschweine, 50-80 kg
			128	Mastschweine, 80-110 kg
			129	Mastschweine, > 110 kg
			130	Eber zur Zucht
			131	Trächtige Jungsauen
			133	Nicht trächtige Jungsauen
11500 Geflügel	JUHE	Junghennen (unter 1/2 Jahr inkl. Küken)	137	Junghennen < 1/2 Jahr
	LEHE	Legehennen (1/2 Jahr und älter)	136	Legehennen > 1/2 Jahr
	MAHH	Hähnchen-/Broilermast	138	Schlacht- und Masthähne
	SOGE	Sonstige Geflügelmast (Enten, Gänse, Truthühner)	143	Sonstige Geflügel insg. (Code 140-142)

Fortsetzung Tabelle 1 (**TIERPRODUKTION**)

LGR		RAUMIS		Agrarstatistik	
		(Produktionsverfahren)			
11400	Schafe und Ziegen	SCHA	Schafhaltung (Zucht und Mast)	121	weibl. Schafe zur Zucht
				122	Schafböcke
				123	Hammel und übrige Schafe
				[120]	[Lämmer – bei Mutterschaften angerechnet]
12910	Rohwolle	WOLL	Wolle		
11300	Einhufer	SOTI	Sonstige Tierproduktion (Pferde)	106	Pferde insg. (Pferde, Kleinpferde, Ponys)
11900	Sonstige Tiere				
11100	Rinder	RIND	Alle Rinder	119	Rinder insg. (Code 107-118)
11200	Schweine	SCHW	Alle Schweine	135	Schweine insg. (Code 125-134)
11500	Geflügel	GEFL	Gesamtes Geflügel	139	Hühner insg. (Code 136-138)
12100	Milch	MIKU*	Milch (FCM)		
12200	Eier	LEHE*	Eier		
12900	Sonstige tierische Erzeugnisse	SOTI*	Sonstige Tierproduktion		
12920	Seidenraupenkokons				
12930	Sonstige tierische Erzeugnisse: sonstige				

*RAUMIS-Basismodell (Zeilencode)

Im Modellsystem RAUMIS werden alle wichtigen landwirtschaftlichen Produktionsverfahren codiert und differenziert berechnet. Einige verwandte Verfahren der Agrarstrukturerhebung werden zu Aggregaten zusammengefasst. Sämtliche Merkmale der Agrarstatistik werden in Tabelle 1 den Produktionsverfahren des RAUMIS-Modells zugeordnet.

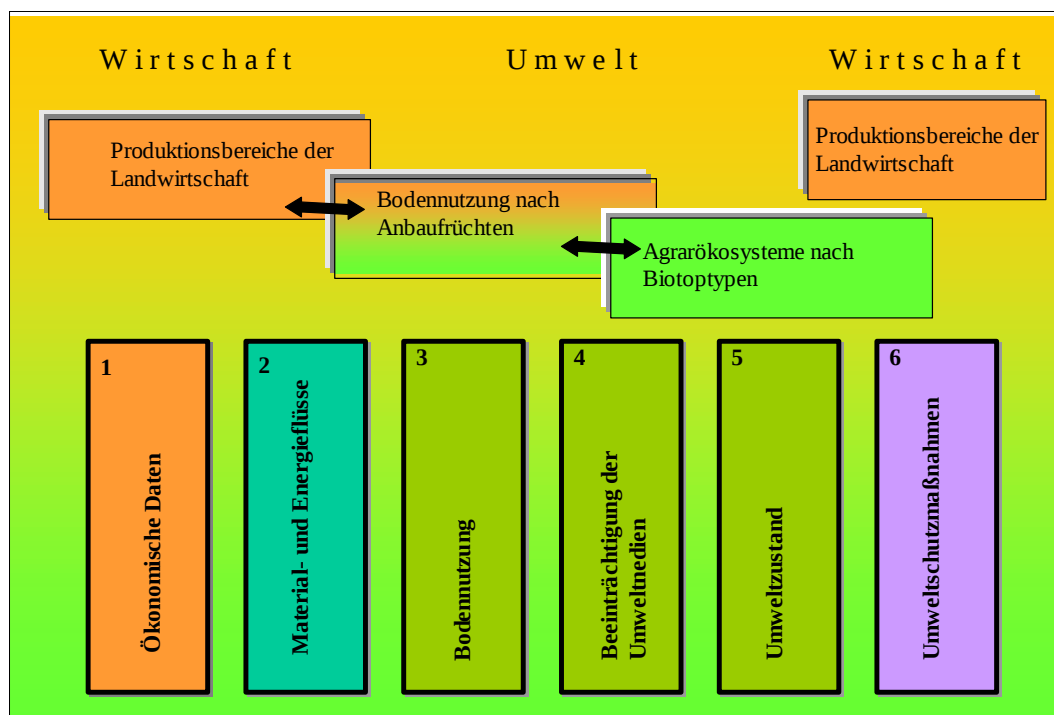
Weiterhin lassen sich die in RAUMIS abgebildeten Produktionsverfahren der Produktklassifikation zuordnen, die der LGR zugrunde liegt. Eine Zuordnung der Flächennutzungen zu Biotoptypen etwa der 'Ökologischen Flächenstichprobe' (ÖFS) ist auf differenziertem Niveau möglich (BFN, 2000).

Diese Interpretation der Anbaufrucht als Produktionsverfahren einerseits und als Agrarökosystem andererseits schafft jedoch keine für den kompletten Agrarsektor angestrebte, durchgängig für ökonomische Daten, Umweltbelastungen, Zustandsinformationen und Maßnahmen verwendbare Klassifikation: Die **Tierproduktionsverfahren** sind nicht unmittelbar einer Anbaufrucht zuzuordnen. Allerdings treten im Gegensatz zu den Pflanzenproduktionsverfahren die Tierproduktionsverfahren auch nicht gleichzeitig als Verursacher von Umweltbelastungen und als direkt Betroffene von Umweltbeeinträchtigungen auf; vielmehr wirkt sich ein veränderter Umweltzustand lediglich mittelbar über die von den Pflanzenproduktionsverfahren bezogenen Vorleistungen (z. B. Futter) auf die Tierproduktionsverfahren aus. Damit löst aber umgekehrt ein landwirtschaftliches Endprodukt aus der Tierproduktion auch mittelbar Umweltbelastungen auf der Landwirtschaftsfläche aus. Um auch die Tierproduktionsverfahren als indirekt Betroffene oder indirekte Verursacher von Beeinträchtigungen in der Fläche charakterisieren zu können, müssen diese Vorleistungsströme transparent gemacht werden. Das Instrumentarium der sog. VGR-Input-Output-Analyse gestattet es dann, auf Basis der Vorleistungsverflechtungen, Daten vom direkt Betroffenen bzw. Verursacher auf den indirekt Betroffenen bzw. Verursacher 'umzubuchen'. Stark vereinfacht dargestellt wird dazu die Fläche einer bestimmten Anbaufrucht (und die sich auf diese Fläche beziehenden Umweltzustandsdaten) entsprechend ihres Anteils, zu dem sie als Vorleistung für ein bestimmtes Tierproduktionsverfahren dient, diesem Tierproduktionsverfahren zugerechnet.

5 Aufbau des Berichtsmoduls und Inhalte des Forschungsprojekts

Das Berichtsmodul 'Landwirtschaft und Umwelt' deckt die Sphären von Wirtschaft und Umwelt ab. (s. Abbildung 2). Die Ökonomie (Landwirtschaft) wird nach Produktionsbereichen (in Form landwirtschaftlicher Produktionsverfahren) tiefer differenziert, die Umwelt (Agrarlandschaft) nach Biotop- bzw. Ökosystemtypen. Die Brücke zwischen beiden bildet als zentrales Integrationselement eine Klassifikation der Bodennutzung nach Anbaufrüchten: die Anbaufrüchte mit ihren Flächen können einerseits als homogene Güter/Produktionsbereiche und andererseits als Ökosysteme interpretiert werden, d.h. für sie kommen die Akteurs- und die Akzeptorperspektive (siehe Kapitel 1.1) zur Deckung.

Abbildung 2: Module des Projekts 'Landwirtschaft und Umwelt'



Quelle: StBA, 2004b.

Das Berichtsmodul besteht aus sechs verschiedenen Bausteinen. Sie umfassen (1) Ökonomische Daten, (2) Material- und Energieflüsse, (3) die landwirtschaftliche Bodennutzung, (4) Beeinträchtigungen der Umweltmedien aus der Landwirtschaft sowie aus anderen Wirtschaftsbereichen in die Landwirtschaft (z. B. Einträge aus der Luft), (5) den Umweltzustand und (6) die Umweltschutzmaßnahmen.

Über **Baustein 1** besteht eine direkte Anbindung an die Daten der Landwirtschaftlichen Gesamtrechnung (LGR). Bedingung des Projekts ist die Kompatibilität mit den monetären und physischen Daten der LGR, der UGR und die Anbindungsmöglichkeit und

Nutzbarkeit für die VGR. Durch die Verwendung der Klassifizierung nach Produktionsverfahren aus RAUMIS führen die Arbeiten im Projekt zu einer entsprechenden Ergänzung von VGR und LGR, bezogen auf Differenzierung der ökonomischen Daten. Folgende ökonomische Größen sollen dargestellt werden:

- physische und, so weit vorhanden, monetäre Vorleistungen,
- produktionsbezogene Subventionen,
- Produktionssteuern,
- Produktionswerte, Brutto- und Nettowertschöpfung,
- Beschäftigung.

Baustein 2 hat seine Entsprechung in den UGR im Themenbereich zu Stoffströmen zwischen Wirtschaft und Umwelt (s. Abbildung 2). Hier geht es um eine Darstellung von physischen Einheiten der Material- und Energieflüsse, differenziert nach Produktionsverfahren, für die Größen:

- Biotische Rohstoffe (d.h. geerntete Biomasse für Nahrungs- und Futtermittel, nachwachsende Rohstoffe, Ernterückstände und Sonstige),
- Ausbringung von Nährstoffen (Stickstoff, Phosphor, Kalium, Kalk) aus Mineraldünger und Wirtschaftsdünger (in Tonnen Nährstoff),
- Nährstoffbilanzen für Stickstoff, (Phosphor und Kalium),
- Gasförmige Emissionen Kohlendioxid, Ammoniak, Stickoxide, Methan, NMVOC,
- Energieverbrauch (in physischen Einheiten, abgeleitet aus dem monetären Energieaufwand laut LGR und anderen Daten),
- Ausbringung von Klärschlamm, Kompost und Gartenabfällen,
- Wasserentnahme und Abwasserabgabe.

Die Bausteine 3 bis 5 sind dem UGR – Themenbereich Naturvermögen/Umweltzustand zugeordnet (siehe Abbildung und Kapitel 2.1). In **Baustein 3** (Bodennutzung) liegt die Gliederung nach Anbaufrüchten zugrunde. Dieser Baustein befindet sich im Übergangsbereich von der pressure- zur state-Perspektive: Wird die Anbaufrucht als Produktionsverfahren interpretiert (homogenes Gut), stellt die Flächennutzung eine strukturelle Belastung durch den ökonomischen Akteur Landwirtschaft dar; interpretiert man sie dagegen als Agrarökosystem, liefert die Flächennutzung das Mengengerüst für die Umweltzustandsdarstellung aus der Akzeptorperspektive. Ziel der Arbeit ist es, auf der Grundlage von Informationen über direkte Belastungen aus der Landwirtschaft (Einsatz von Stoffen wie Stickstoff und Pflanzenschutzmitteln und verfahrensbedingte strukturelle Belastungen durch Erosion und Bodenverdichtung) **Indikatoren für die Nutzungsintensität** auf den verschiedenen Flächen der Bodennutzung nach

Anbaufrüchten darzustellen. Dabei sollen die in der Bodengesamtrechnung des Statistischen Bundesamtes entwickelten Ansätze zur Indikatorenbildung verfeinert und abgesichert werden. In der Bodengesamtrechnung gelten die Siedlungs- und Verkehrsflächen - die dort im Mittelpunkt der Betrachtung stehen und ca. 12 % der Landesfläche umfassen – in ihrer Gesamtheit als die am intensivsten genutzten Flächen Deutschlands. Für die große Landwirtschaftsfläche erscheint jedoch eine qualitative Differenzierung des Flächenumfangs nach Nutzungsintensität wünschenswert.

In Baustein 4 werden die Beeinträchtigungen (Immissionen) der Umweltmedien im Zusammenhang mit der Landwirtschaft betrachtet, und zwar sowohl die aus der Landwirtschaft stammenden Belastungen (in die Umweltmedien Luft, Gewässer, Meere und Grundwasser) als auch die aus anderen Wirtschaftsbereichen in den Agrarraum gelangenden Einträge (z. B. Einträge aus der Luft).

In Baustein 5 soll der Umweltzustand in der Agrarlandschaft, differenziert nach den Biotoptypen der Ökologischen Flächenstichprobe und nach verschiedenen Indikatoren der Qualität von Landschaften und Biotoptypen aufgezeigt werden.

Baustein 6 knüpft an den UGR Themenbereich Umweltschutz an. Hier wären private und öffentliche Umweltschutzausgaben und Steuern für den Landwirtschaftsbereich zu differenzieren. Dabei ist eine Disaggregation innerhalb des Agrarsektors auf einzelne Produktionsverfahren wegen unterschiedlicher Ansatzstellen der Förderungen und fehlender Detaildaten nur eingeschränkt möglich.

Im Grundsatz wird angestrebt, für ein Berichtsmodul 'Landwirtschaft und Umwelt' die Bausteine für jedes Produktionsverfahren mit den entsprechend erforderlichen Daten auszufüllen.

Zusammenfassend sind als **Charakteristika** eines Berichtsmoduls für Landwirtschaft und Umwelt zu nennen:

- (1) Sektorale Gesamtbetrachtung der Landwirtschaft unter den Aspekten Wirtschaft und Umwelt, integrierte Gesamtschau der ökonomischen und der umweltbezogenen Abläufe für einen Bereich mit herausgehobenem politischem Interesse im Zusammenhang mit Umwelt- und Nachhaltigkeitsfragen.
- (2) Aufzeigen von Querbeziehungen zwischen Indikatoren unterschiedlicher Nachhaltigkeitsdimensionen (Wirtschaft und Umwelt).
- (3) Möglichkeit zu integrierter Analyse auch bei Betrachtung spezieller Fragestellungen und Grundlage für weiterführende vertiefende Analysen.
- (4) Konsistenz mit der Landwirtschaftlichen Gesamtrechnung und gesamtwirtschaftlicher Zusammenhang mit der VGR (Verflechtungsmöglichkeit mit den außerlandwirtschaftlichen Produktionsbereichen).

- (5) Ineinander überführbare tiefe Differenzierung nach landwirtschaftlichen Produktionsbereichen in Gegenüberstellung zu tiefer Differenzierung von Agrarökosystemen zur Darstellung von Wirtschafts- und Umweltgrößen über die Anbaufrucht als Integrationselement.
- (6) Unterfütterung von Nachhaltigkeitsindikatoren und Agrarumweltindikatoren durch konsistent gegliederte Daten nach landwirtschaftlichen Produktionsverfahren.
- (7) Aggregierte nationale Zahlen.
- (8) Bildung neuer aussagekräftiger Indikatoren zum Verhältnis von Landwirtschaft und Umwelt.

Im hier beschriebenen **Forschungsprojekt** werden zunächst nur **Teile** des geplanten umfassenden Berichtsmoduls erarbeitet. Das Projekt, das von Dezember 2002 bis Januar 2005 im Institut für Ländliche Räume bei der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (Braunschweig) bearbeitet wurde, diente dazu, eine geeignete Differenzierungstiefe der Landwirtschaft nach Produktionsverfahren zu liefern und diesen die nach dem UGR-Schema jeweils erforderlichen zugehörigen Daten für die Berichtsbausteine (1) Ökonomie, (2) Material- und Energieflüsse sowie (3) Bodennutzung zuzuweisen. Im ersten Projektabschnitt (im Jahr 2003) wurden erste vorläufige Daten für die Berichtsjahre 1991, 1995 und 1999 ermittelt²². Im zweiten Projektabschnitt, unter Erweiterung der Konzepte, wurden die Berechnungen vervollständigt und teilweise aktualisiert.

Es ist an eine langfristige, auch über die Projektlaufzeit hinaus reichende **Kooperation** zwischen Statistischem Bundesamt und der Forschungsanstalt für Landwirtschaft gedacht, um in Zukunft gemeinsam regelmäßige Berichte mit Ergebnisdarstellungen und Interpretationen zu liefern. Derzeit wird in einem Folgeprojekt (2004-2007) an einer Erweiterung des Berichtsmoduls gearbeitet (siehe Kapitel 7).

²² Eine Ergänzung mit den Daten für das Jahr 2003 konnte wegen fehlender Daten erst nach Ende der Laufzeit dieses Projekts in Angriff genommen werden.

6 Ergebnisse des Projekts

Im Folgenden werden die Ergebnisse für Modulbaustein 1/Ökonomische Daten (Kapitel 6.1), Modulbaustein 2/Material- und Energieflüsse (Kapitel 6.2) und Modulbaustein 3 / Bodennutzung (Kapitel 6.3) für ein Berichtsmodul 'Landwirtschaft und Umwelt' dargestellt. Die Darstellung der Trends für ausgewählte Produktionsverfahren (Kapitel 6.4) und ein Fazit (Kapitel 7) schließen sich an. Bei den Ergebnissen handelt es sich um vorläufige Werte²³ einer detaillierten Aufstellung des Agrarsektors in den UGR. Analog zur LGR und den UGR werden diese Daten jährlich rückwirkend ab 1991 aktualisiert.

Die einzelnen Themen werden so dargestellt, dass eingangs allgemeine Angaben zu Sachverhalt, Hintergründen und Definitionen geliefert und der Trend für den gesamten Sektor für die letzten Jahre grafisch dargestellt werden. Dann folgen Angaben zu den Datenquellen, zur Berechnungsmethode im Projekt und zur Kompatibilität zu den LGR. Abschließend werden die nach Produktionsverfahren differenzierten Ergebnisse grafisch dargestellt, erläutert und interpretiert. So weit möglich, wird auf die Indikatorendiskussion Bezug genommen.

6.1 Ökonomische Daten nach Produktionsverfahren der Landwirtschaft (Modulbaustein 1)

Dieses Kapitel enthält die Ergebnisse der Landwirtschaftlichen Gesamtrechnung(LGR) und die Angaben zur Beschäftigung im Agrarsektor, differenziert nach Produktionsverfahren. Eine ausführliche Dokumentation zur LGR bietet das entsprechende Handbuch von EUROSTAT, 2000a. Die aktuellste LGR weist Werte zu konstanten Preisen bezogen auf 1995 und Werte zu jeweiligen Preisen aus. In dem hier vorliegenden Bericht werden alle monetären Werte in jeweiligen Preisen angegeben. Das UGR-Berechnungstool verfügt außerdem über die Möglichkeit, alle Werte zu konstanten Preisen von 1995 zu kalkulieren (Beschreibung siehe Anhang 17).

Alle Ergebnisse des vorliegenden Berichts beziehen sich auf den gesamten deutschen Agrarsektor (differenziert in 46 Produktionsverfahren) der Kalenderjahre 1991, 1995 und 1999. Da das BMVEL im Statistischen Jahrbuch einige Tabellenwerke für den Zeitraum

²³ Die Zahlen sind bis zur Abklärung bestehender Differenzen zu den Eckzahlen der UGR noch nicht endgültig.

eines Wirtschaftsjahres (1. Juli bis zum 30. Juni) veröffentlicht, die als Eingangsdaten benötigt werden, entsteht die Notwendigkeit einer Zuordnung. Es handelt sich hierbei im Allgemeinen um Vorleistungen, die den Produkten des zweiten Jahres eines Wirtschaftsjahres zugute kommen. Deshalb werden die gesamten Aufwendungen dem direkt nachfolgenden Kalenderjahr zugeordnet (Bsp.: Wirtschaftsjahr 1994/1995 → Kalenderjahr 1995). Damit sind fast alle Vorleistungen des laufenden Jahres bis zur Ernte erfasst.

6.1.1 Vorleistungen und Vorleistungsverflechtungen

Der Inhalt des Modulbausteins 1 dokumentiert zentrale Elemente der volkswirtschaftlichen Input-Output-Tabellen. Das gesamte landwirtschaftliche Güteraufkommen – in monetären Einheiten: der Produktionswert – wird genau so dargestellt wie Vorleistungen, Subventionen, Steuern und Abgaben sowie, als gesamtwirtschaftliche Einkommensgrößen, die Brutto- und Nettowertschöpfung. Als zusätzliche ökonomische Größe thematisiert Modulbaustein 1 das Merkmal Beschäftigung. Alle Zahlen werden analog zur Landwirtschaftlichen Gesamtrechnung (LGR) nach Produktionsverfahren getrennt.

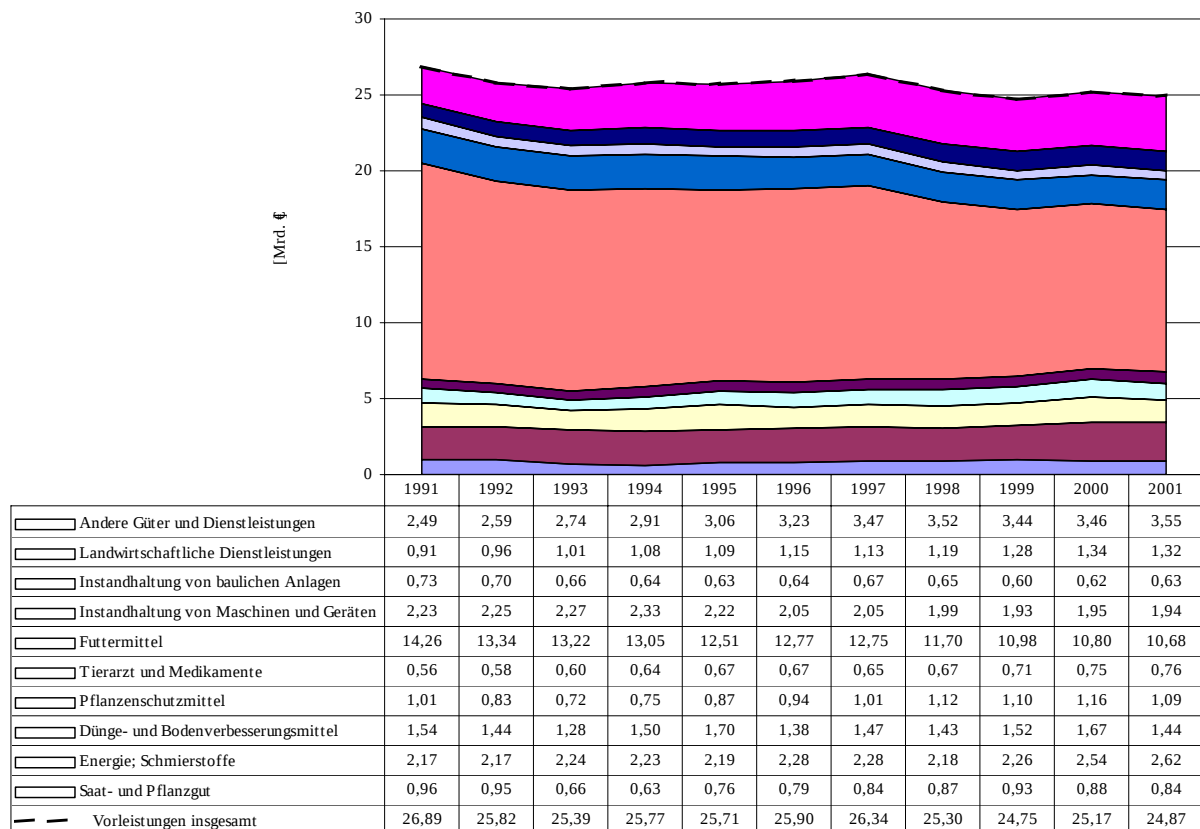
6.1.1.1 Allgemeines, Definitionen, sektoraler Entwicklungstrend

Vorleistungen sind physische Energie- und Materialflüsse bzw. monetäre Transfers zwischen den Sektoren oder intrasektoral zwischen landwirtschaftlichen Produktionsverfahren, die im Produktionsprozess eingesetzt werden. Im Betrachtungsrahmen dieses Projektes stehen ausschließlich die den Sektor 'Landwirtschaft' betreffenden Flüsse. Dies sind Vorleistungen, die aus anderen nichtlandwirtschaftlichen Sektoren in die Landwirtschaft fließen (z. B. Pflanzenschutzmittel, Mineraldünger, Treibstoffe), intralandwirtschaftliche Vorleistungsverflechtungen (also Produkte, die innerhalb des Sektors Landwirtschaft von einem Produktionsverfahren an ein anderes geliefert werden, z. B. Kälberlieferung aus der Milchviehhaltung an die Bullenmast) sowie die Abgabe von landwirtschaftlichen Gütern z. B. an den Handel, also außerhalb des Sektors Landwirtschaft. Im Berichtsmodul werden alle drei Formen berücksichtigt und nach Produktionsverfahren aufgeschlüsselt.

Abbildung 3 zeigt nach LGR-Angaben die **zeitliche Entwicklung der Vorleistungen für den gesamten Sektor** Landwirtschaft von 1991 bis 2001. Aus der LGR kann die Entwicklung aller Vorleistungen, sowohl aus dem Agrarsektor (d.h. intralandwirtschaftlich, z. B. als Viehfutter verwendete pflanzliche Erzeugnisse) als auch

aus dem Handel und produzierenden Wirtschaftsbereichen in den Sektor Landwirtschaft abgeleitet werden.

Abbildung 3: Vorleistungseinsatz der Landwirtschaft (monetär) 1991-2001



Quelle: BMVEL, 2003b.

Demzufolge blieben die Ausgaben für Vorleistungen (nominale Preise) in den Jahren 1991 bis 2001 für die Landwirtschaft insgesamt weitgehend stabil. Sie betrugen nominal insgesamt 26,9 Milliarden € in 1991 und gingen bis 2001 auf 24,9 Mrd. € zurück. Die meisten Ausgaben (ca. 50 %) entfallen dabei auf die Futtermittel, gefolgt von Ausgaben für 'Energie und Schmierstoffe' bzw. 'Instandhaltung von Maschinen und Geräten' mit je ca. 8 %. Die Ausgaben für Tierarzneimittel, Düngemittel und Pflanzenschutzmittel betragen ca. 10 % der gesamten Vorleistungsausgaben. Im Zeitablauf geringere Futtermittelzukaufe sind auf insgesamt zurückgehende Viehbestände zurückzuführen, während sich höhere Aufwendungen für Energie mit höheren Preisen für Strom und Treibstoffe begründen lassen.

6.1.1.2 Datenquellen und methodisches Vorgehen

Die Vorleistungen werden auf Grundlage der Produktionsumfänge, die sich aus den agrarstatistischen Erhebungsdaten ergeben, von Eingangsdaten der KTBL-Standarddeckungsbeitragstabellen (KTBL, 2002b) und zusätzlichen Expertenschätzungen geschätzt, beispielsweise zu typischen Futterrationen in der Tierhaltung, Bedarfswerten für Inhaltsstoffe wie Energie oder Protein in der Tierernährung oder standardisierte Düngebedarfswerte im Pflanzenbau. Für die Schätzung plausibler Futterrationen werden typische Futterrationen in den verschiedenen Tierproduktionsverfahren, Bedarfswerte an Inhaltsstoffen, statistische Angaben zu Erträgen von Futterpflanzen (insbesondere Grünfutter und Silomais) und zum Einsatz von Zukauffuttermitteln und innerlandwirtschaftlich eingesetzten Futtermitteln wie Getreide innerhalb eines Schätzrahmens so verknüpft, dass die geschätzte Futtermittelnutzung sowohl den expertenbasierten Schätzungen zur Tierernährung als auch den statistischen Angaben genügt. Eine methodische Erweiterung besteht darin, solche Schätzungen anhand einzelbetrieblicher Daten des Testbetriebsnetzes (Datengrundlage für den Agrarbericht des BMVEL) zu überprüfen und zu korrigieren, die Methodenentwicklung ist aber noch nicht abgeschlossen²⁴. Eine genaue Beschreibung der methodischen Ansätze im Modell RAUMIS z. B. zu Dünge- und Futtermitteln findet sich in Henrichsmeyer et al., 1996.

Für bestimmte Vorleistungen wie Energie und Düngemittel können Analysen auf der Grundlage von LANDDATA²⁵-Buchführungsdaten oder Testbetriebsnetzdaten wichtige Hinweise dafür liefern, wie diese Vorleistungen auf die verschiedenen Produktionsverfahren zu verteilen sind. Beide Informationsquellen enthalten Buchungsdaten von landwirtschaftlichen Betrieben zum Dünger-, Pflanzenschutz- und Energieeinsatz. Daraus lassen sich für jedes Betriebssystem die spezifischen Kosten und aus LANDDATA-Daten für die Düngemittelmengen auch physische Daten ableiten. Mit Hilfe von Inputbedarfsfunktionen werden Tierarztkosten und sonstige variable Kosten (Dienstleistungen und Instandhaltung) aus verfahrensspezifischen Koeffizienten ermittelt.

Die Darstellung der landwirtschaftlichen Vorleistungen und ihre Differenzierung nach Produktionsverfahren weist gegenüber den meisten anderen im Projekt bearbeiteten ökonomischen oder Umweltmerkmalen eine entscheidende Besonderheit auf. Die

²⁴ Als Datengrundlage liegen seit Anfang Mai 2004 vollständige Datenreihen des Testbetriebsnetzes für die 90er Jahre an der FAL vor. Die neuen Bundesländer sind allerdings nur für Jahre nach 1995 sinnvoll auswertbar.

²⁵ Gesellschaft für Verarbeitung landwirtschaftlicher Daten mbH.

Differenzierung nach Produktionsverfahren erschöpft sich nicht in einer Disaggregation einer landwirtschaftlichen Gesamtzahl, da auch zwischen den einzelnen Pflanzen- und Tierproduktionsverfahren Vorleistungen, etwa in Form von Futter oder Wirtschaftsdünger, ausgetauscht werden. Theoretisch könnte man sich damit begnügen, diese intralandwirtschaftlichen Vorleistungen bei der Quantifizierung des Vorleistungsvektors mit zu berücksichtigen. Jedoch war an anderer Stelle, nämlich beim Herstellen eines Bezugs zwischen Flächeninformation und Tierproduktionsverfahren (vgl. Kapitel 4), bereits deutlich geworden, dass zum 'Umbuchen' von Flächendaten auf Tierproduktionsverfahren der Vorleistungsstrom vom Lieferer zum Belieferten bekannt sein muss. Insofern darf sich die Darstellung der nach Produktionsverfahren differenzierten Vorleistungen nicht auf einen Vektor beschränken, sondern muss die vollständige Vorleistungsverflechtung in Form einer Lieferer-Belieferter-Matrix quantifizieren. Darüber hinaus erfordert das VGR-Instrument der Input-Output-Analyse, das in dieser Umbuchung angewandt wird, dass diese Matrix symmetrisch ist: Lieferer und Belieferte müssen in identischer Differenzierung abgebildet werden. Ferner müssen die Matrixelemente alle Vorleistungen, die zwischen dem jeweiligen Lieferer und Belieferten transferiert werden, abdecken.

Solche nach einzelnen Produktionsverfahren differenzierten Vorleistungslieferungen werden nicht statistisch erfasst, sondern müssen aus Normdaten beispielsweise zum Futterbedarf, üblichen Rationszusammensetzungen und statistischen Angaben zu Erträgen von Futterpflanzen und zum Einsatz von Zukauffuttermitteln geschätzt werden. Bei den Angaben handelt es sich daher i.d.R. nicht um statistische Angaben, sondern um Schätzungen, die konsistent zu statistischen Rahmendaten sind.

Folgende Vorleistungen werden im Berichtsmodul abgebildet:

- variable Kosten der Pflanzenproduktion (Saat-/Pflanzgut, Handelsdünger, Pflanzenschutz, Reparatur) und Abschreibung von Maschinen und Gebäude,
- variable Kosten der Tierproduktion (Kraft-/Grundfutter, Tierarzt, Deckgeld u. ä., Reparatur) und Abschreibung von Maschinen und Gebäude,
- andere variable Kosten und Gemeinkosten (Versicherungen, Beratung, Energie und Wasser, Betriebsführung, Sonstige - z. B. Dienstleistungen)

Der Anspruch an Arbeit wird über Normdaten zum Arbeitsbedarf je Verfahren berechnet und über Angaben aus der amtlichen Statistik korrigiert. Die genannten Positionen werden meist unmittelbar den zugehörigen landwirtschaftlichen Produktionsverfahren zugeordnet. Gemeinkosten, für die keine eindeutige Zuordnung zu einzelnen Produktionsverfahren möglich ist, werden anhand der Höhe der zuteilbaren Spezialkosten auf die Einzelverfahren verteilt.

Die bei den **intralandschaftlichen Vorleistungsverflechtungen** zwischen den Produktionsverfahren Pflanzenbau und Tierproduktion (physisch und monetär) innerhalb des Sektors erfassten Einzelpositionen zeigt Tabelle 2. Dabei müssen teilweise Aggregate aufgelöst werden, die faktisch keine direkte Zuweisung zulassen, jedoch näherungsweise geschätzt werden. So ist z. B. nicht nachweisbar, welches (nach Getreideart differenzierte) Stroh in welchem Tierproduktionsverfahren eingesetzt wird. Deshalb werden diese Positionen anteilig nach Anspruch in der Tierhaltung auf die Verfahren aufgeteilt. Eine ausführliche Darstellung in monetären Einheiten enthält Anhang 1

Tabelle 2: Intralandschaftliche Vorleistungsverflechtungen

Aus der Pflanzenproduktion in die Tierproduktion:		
Produkt	Aggregat aus	Vorleistung für
Futtergetreide (inkl. Stroh)	Winter- und Sommerweizen, Roggen, Wintergerste, Hafer, Körnermais, sonstiges Getreide, Hülsenfrüchte	alle Tierarten
Hackfrüchte	Silomais, sonstige Hackfrüchte	
Gras	Weiden (Weiden/Mähweiden)	
Heu / Grassilage	Wiesen Klee, Luzerne, Feldgras	
Rübenblatt	Zuckerrüben	
Aus der Tierproduktion in die Pflanzenproduktion:		
Produkt	Aggregat aus	Vorleistung für
organischer Dünger (Gülle, Jauche, Festmist)	a. Rind, Pferd, Schaf b. Schwein, Geflügel	alle Pflanzenproduktionsverfahren, außer Obst und Gemüse, Rebland, sonstige Handelsgewächse, sonstiger Pflanzenbau, Hutungen, Brache und Flächenstilllegung
Jungtieraustausch in der Tierproduktion:		
Produkt	Aggregat aus	Vorleistung für
Ferkel und Kälber	keine Aggregate	Zucht- und Masttiere, Milchkühe
Saatgutlieferung innerhalb der Pflanzenproduktion:		
Produkt	Aggregat aus	Vorleistung für
Saatgut	keine Aggregate	dasselbe Produktionsverfahren

Produkte, die aus verschiedenen Produktionsverfahren aggregiert sind (*Aggregat aus*), dienen als **Transferverfahren**. Sie können nicht 1:1 aus einem Produktionsverfahren einem anderen zugeordnet werden, sondern werden zunächst über verschiedene Verfahren

aggregiert, um anschließend auf andere Verfahren disaggregiert zu werden. Ein typisches Beispiel hierfür ist das Transferverfahren 'organischer Dünger', das aus allen Tierproduktionsverfahren beliefert wird und an fast alle Pflanzenproduktionsverfahren liefert.

Die Vorleistungen müssen nach normativen Vorgaben auf die Produktionsverfahren aufgeteilt werden, so dass in Abhängigkeit der Umfänge (Fläche in Hektar, Tierzahlen) und des spezifischen Ertrages die Ansprüche gedeckt und der Konsistenzrahmen der LGR berücksichtigt werden.

In RAUMIS wird ein Bruttokonzept realisiert, das hinsichtlich der Herkunft der eingesetzten Vorleistungen sowohl den intralandwirtschaftlichen und regionalen Wiedereinsatz von Zwischenprodukten innerhalb einzelner landwirtschaftlicher Betriebe (in RAUMIS werden 'Regionshöfe' auf Ebene der Landkreise abgebildet) als auch den intralandwirtschaftlichen, überregionalen Handel zwischen Betrieben und Regionen erfasst. Darüber hinaus erfolgt eine interregionale Bilanzierung der eingesetzten Faktoren und Vorleistungen, die die landwirtschaftlichen Produktströme zwischen Landkreisen abbildet. Der landwirtschaftliche Sektor wird über einen prozessanalytischen Ansatz in landwirtschaftliche Produktionsverfahren sowie inner- und außerlandwirtschaftliche Zukaufs- und Verwendungsaktivitäten gegliedert, womit der intralandwirtschaftliche Transfer von Zwischenprodukten erfasst und abgebildet werden kann (= Bruttokonzept). Im Gegensatz dazu werden in der LGR (BMVEL, 2003a) nur intersektorale Verflechtungen aufgezeigt, d.h. die Verflechtung der Landwirtschaft mit anderen Sektoren (= Nettokonzept) ohne Berücksichtigung der innerhalb der Landwirtschaft produzierten und auch verbrauchten Vorleistungen.

In RAUMIS wird bezüglich der Einkommensentlohnung bis zur Nettowertschöpfung zu Faktorkosten gerechnet. Von dieser Größe ist noch die Gesamtheit der eingesetzten Faktoren Boden, Arbeit und Kapital zu entlohnen. Eine weitere Differenzierung des Faktoreinsatzes nach Fremdkapital, Lohnarbeit und Pachtfläche erscheint nicht sinnvoll, da hierzu nur wenige Hinweise über mögliche Unterschiede zwischen Produktionsverfahren vorliegen.

Die Vorleistungsverflechtungen zwischen verschiedenen Produktionsverfahren (Tierhaltung und Futterproduktion; Bereitstellung und Verwendung von Jungtieren) spielen bei der Beschreibung der Flächennutzung und der Materialflüsse eine zentrale Rolle. Sie werden auf der Grundlage von Normdaten zum Bedarf an Futtermitteln und Futterinhaltsstoffen und den zur Verfügung stehenden Futtermittelmengen geschätzt. Neben Importfuttermitteln, die über den Sektor 'Handel und Dienstleistungen' an den Agrarsektor geliefert werden, berechnet das Modell RAUMIS den Bedarf der Futtermittel, die im deutschen Agrarsektor produziert und verfüttert werden. Eine Unterscheidung

zwischen direkter Verfütterung und Verarbeitung zu Mischfutter (in der Futtermittelindustrie) wird unter der Maßgabe statistischer Angaben getroffen (Statistisches Jahrbuch des BMVEL: Futtermittel aus Verarbeitung/Inlandserzeugung). Jungtieraufkommen und –verwendung werden nach der Statistik des Viehbestandes sowie Expertenschätzungen zu Umtriebsraten, Tageszunahmen etc. ermittelt. Die monetären Angaben für Vorleistungen erfolgen im Projekt nach jeweiligen Preisen, d.h. nominal.

Konsistenz zur LGR

Die Vorleistungen in monetären Einheiten werden für alle Produktionsverfahren summiert und mit den Angaben in den LGR (Statistisches Jahrbuch des BMVEL, div. Jgg.) korrigiert.

Dokumentation und Bewertung der Jahre 1991, 1995 und 1999

Bei der Betrachtung und Interpretation der Ergebnisse muss generell darauf geachtet werden, dass es sich hierbei um Einzeljahre handelt, die z. B. aufgrund von Witterungseinflüssen oder Tierseuchen starken Schwankungen unterliegen können und dadurch nicht in jedem Fall ein klarer Trend zu erwarten ist.

6.1.1.3 Ergebnisse für die Berichtsjahre

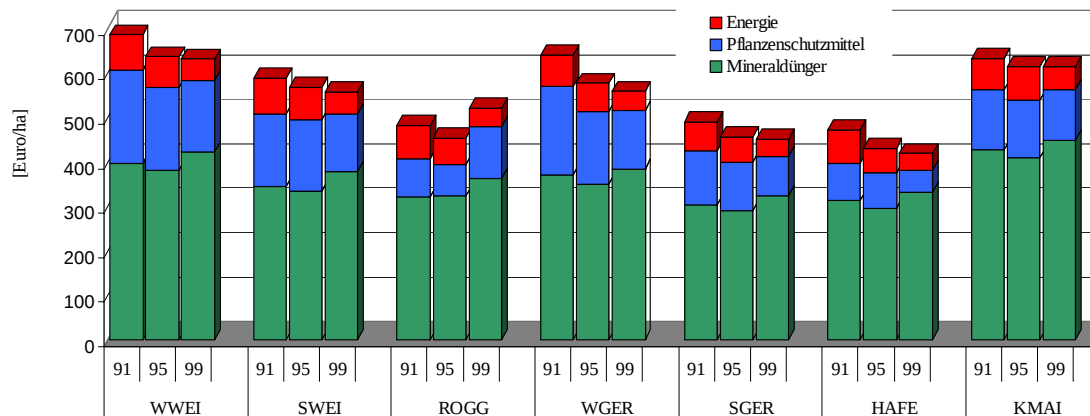
Die Landwirtschaft in den neuen Bundesländern war in den 90er Jahren von einem radikalen Umbau geprägt. Neben dem starken Abbau der Viehbestände wurden Produktionssysteme im Stallbereich und in der Pflanzenproduktion an die neuen Bedingungen angepasst. Zusätzlich wurden Altbestände von Pflanzenschutzmitteln aufgebraucht, so dass die Statistiken zwar die Verkaufszahlen widerspiegeln, jedoch nicht die tatsächlichen Aufwandsmengen.

Die Vorleistungseinsätze in der Pflanzenproduktion resultieren im Mittel des Jahres 1999 zum Großteil aus dem Düngereinsatz (40 %), je 10 % Saatgut und Pflanzenschutzmittel, 6 % Energieeinsatz, 15 % Reparaturen und 15 % Sonstige. Die prozentualen Aufteilungen innerhalb der Produktionsverfahren haben ein vergleichbares Niveau, ebenso wie die prozentualen Vorleistungsanteile in der zeitlichen Entwicklung. Unterschiede lassen sich also nicht oder nicht alleine durch eine Produktionsumstellung erklären.

Abbildung 4 zeigt exemplarisch die Entwicklung der Vorleistungseinsätze für das Getreide. Die Vorleistungen für Pflanzenschutzmittel und Energie haben abgenommen, die

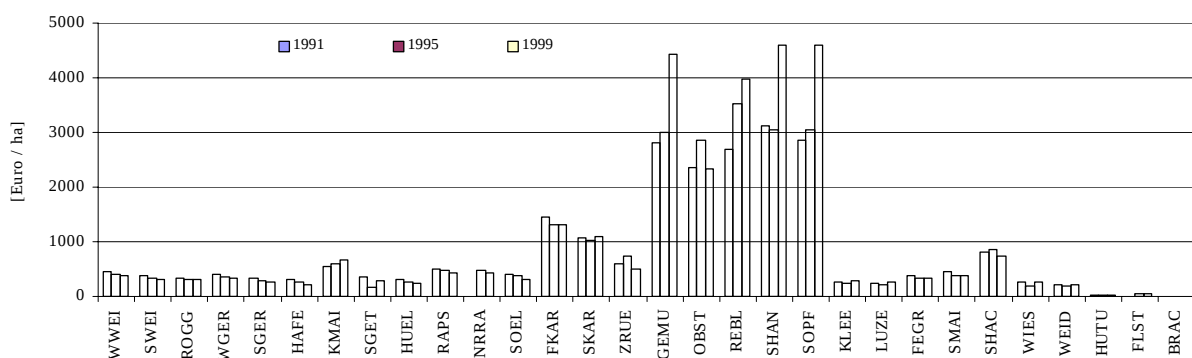
Aufwendungen für Dünger blieben bei steigenden Erträgen relativ konstant²⁶. Dies bedeutet, dass die Vorleistungen insgesamt effektiver eingesetzt werden.

Abbildung 4: Monetäre Vorleistungen für Getreide (PSM, Düngemittel, Energie) der Jahre 91/95/99



Bei dem **Gesamtergebnis für alle Vorleistungen** je Hektar bewirtschaftete Fläche (Abbildung 5) zeigt sich für die Mehrheit der Verfahren ein leichter Rückgang des monetären Vorleistungseinsatzes. Gemüse, Rebland, sonstige Handelsgewächse und sonstige Pflanzenproduktion weisen besonders hohe Vorleistungen aus.

Abbildung 5: Vorleistungsausgaben für pflanzliche Verfahren



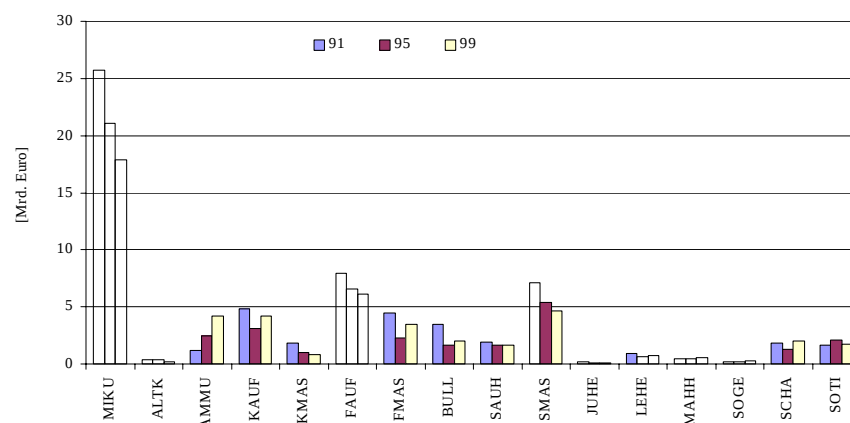
Beschreibung der Abkürzungen im Anhang 1.

²⁶

Die Getreideerträge stiegen von 1991 bis 1999 um ca. 12 %.

Die Gesamtangabe für die Vorleistungen aus den anderen Sektoren kann – nach Anbaufrüchten spezifiziert – auch für verschiedene **einzelne Vorleistungspositionen** (PSM, Düngemittel, Energie; s.) untergliedert werden. Die Vorleistungen für **Düngemittel** (Mineraldünger inkl. monetarisierter organischer Dünger) werden zur Bestimmung der Nutzungsintensität im Projekt weiterverwendet (s. Kapitel 6.3 und Abbildung 67). Die Vorleistungsausgaben für **Pflanzenschutzmittel** korrelieren nur indirekt mit der Intensitätsberechnung in Kapitel 6.3 (Abbildung 66), da nur monetäre Werte für den Vorleistungseinsatz berechnet werden und die Wirkstoffmengen in den Pflanzenschutzmitteln als Intensitätsmerkmal dienen. Es besteht kein klarer Zusammenhang zwischen Wirkstoffmengen, Toxizität und monetärem Aufwand.

Abbildung 6: Vorleistungsausgaben in der Tierproduktion



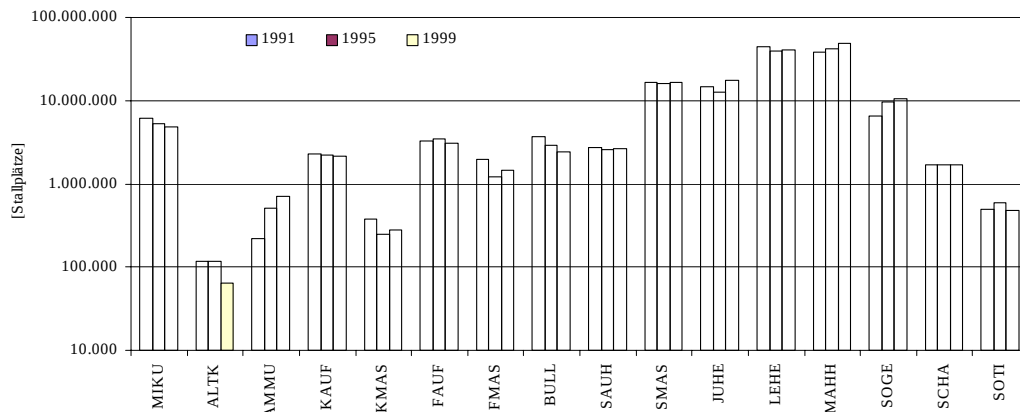
Beschreibung der Abkürzungen im Anhang 1.

Die Vorleistungen in der **Tierhaltung** setzen sich aus Energiekosten, Reparaturen, Tierarzt und Medikamente sowie Futtermittel und Sonstiges (Versicherung, Beiträge,...) zusammen. Fast zwei Drittel (ca. 64 %) der Vorleistungen werden direkt aus den Pflanzenbauverfahren an die Tiere geliefert (intra-landwirtschaftliche Vorleistung). Die intersektorale Vorleistung (Lieferung aus anderen Sektoren) besteht wiederum zu einem Drittel aus Mischfutter (inkl. Importe). Der Zukauf von Futtermitteln bleibt weitestgehend stabil, während die Menge innerbetrieblich erzeugter Futtermittel zurückläufig ist.

Bei den Tierversuchen ist aufgrund zurückgehender Tierzahlen eine Abnahme des Vorleistungseinsatzes zu beobachten. Den weitaus größten Anteil am Vorleistungseinsatz bedingt die Milchviehproduktion, deren Bestand in den 90er Jahren stark rückläufig war. Der Zuwachs bei den Mutterkühen (AMMU) ist auf die Bestandsaufstockungen in den 90er Jahren zurückzuführen, die im Zusammenhang mit der hohen Förderung durch Tierprämien steht. Die Entwicklung der Pferdezahlen (SOTI) ist seit 1999 nicht mehr vergleichbar erfasst, der abgebildete Rückgang liegt also nicht in tatsächlich

zurückgehenden Beständen, sondern in Änderungen der agrarstatistischen Erhebung begründet (Abbildung 6 und Abbildung 7).

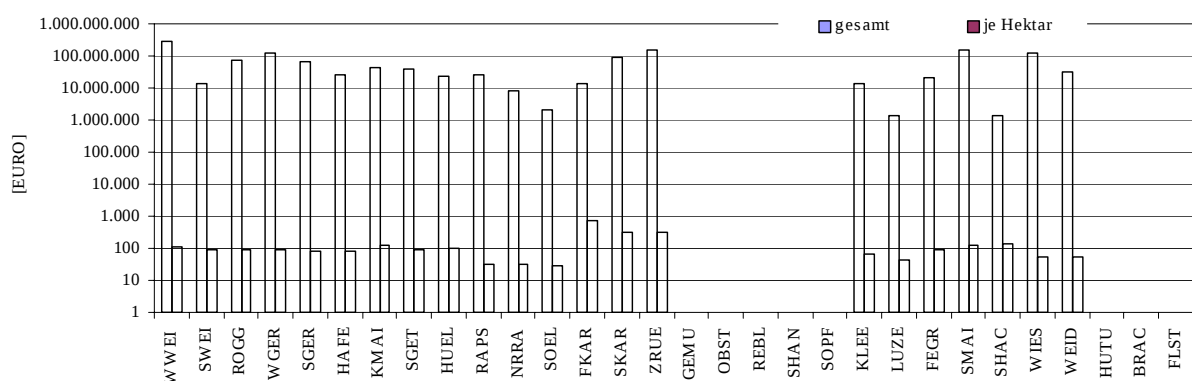
Abbildung 7: Zeitliche Entwicklung der Tierbestände (logarithmische Darstellung)



Beschreibung der Abkürzungen im Anhang 1

Die **intranlandwirtschaftlichen Vorleistungen** beziehen sich in der **Pflanzenproduktion** (Abbildung 8) auf die Bereiche 'Saatgut' und 'organischer Düngereinsatz'. Die folgenden zwei Abbildungen zeigen den monetär bewerteten Einsatz in logarithmisch aufgetragenen Einheiten, die insgesamt bzw. je Einheit in das Produktionsverfahren fließen. Die Angaben beziehen sich auf das Jahr 1999; die Ergebnisse aller Jahre zeigt Anhang 2.

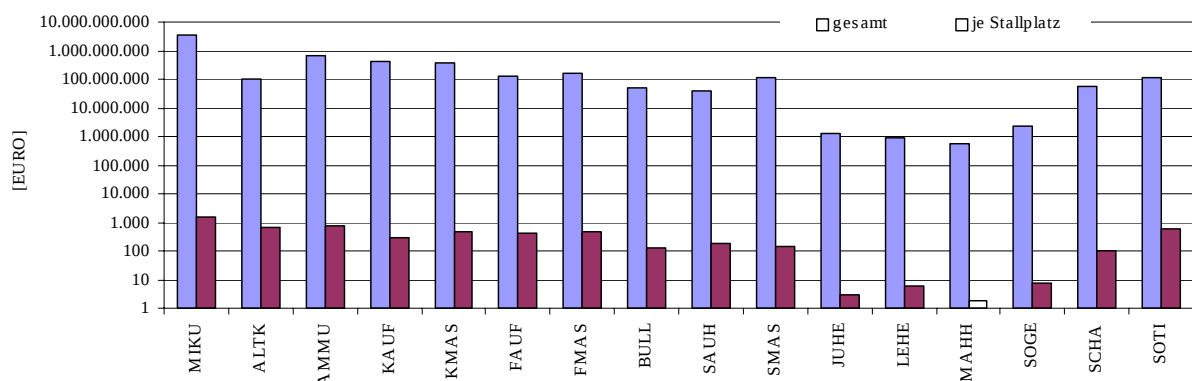
Abbildung 8: Intranlandwirtschaftliche Vorleistungen für die Pflanzenproduktion 1999 (logarithmische Darstellung)



Die Hackfrüchte Kartoffeln und Zuckerrüben sowie Mais beanspruchen viel Nährstoffeinsatz aus organischem Dünger und erhalten somit den höchsten Vorleistungseinsatz je Einheit, während Gemüse, Obst, Rebland, sonstige Handelsfrüchte, sonstige Pflanzenproduktion und Hutungen keine Vorleistungen aus dem Agrarsektor erhalten.

In der **Tierproduktion** sind die intralandwirtschaftlichen **Vorleistungen** aus dem Futteraufkommen und dem Jungtieraustausch zusammengesetzt. Das Kraftfutter (Getreide) wird für alle Tierarten eingesetzt, wogegen das Raufutter (z. B. Gras) nur an Wiederkäuer (Rind, Schaf) verfüttert wird. Jungtiere (Kälber) werden z. B. von dem Produktionsverfahren 'Milchkühe' (MIKU) an die Kälberaufzucht (KAUF) geliefert.

Abbildung 9: Intralandwirtschaftliche Vorleistungen für die Tierproduktion (logarithmische Darstellung)



Relativ geringe Kosten je Stallplatz für Geflügel (JUHE – SOGE) von unter 10 Euro stehen Kosten bei den Rindern zwischen 100 und ca. 1400 € gegenüber. Die Anzahl von 4,8 Mio. Milchkühen und deren spezifischer Vorleistungseinsatz von 1.430 €/pro Kuh machen dieses Produktionsverfahren zum wichtigsten Abnehmer von Futtermitteln.

Die intralandwirtschaftliche Vorleistungsverflechtung zeigt Tabelle 3 am Beispiel der monetarisierten Werte aus der Pflanzenproduktion in die Verfahren der Tierproduktion. Eine vollständige Aufstellung enthält Anhang 1.

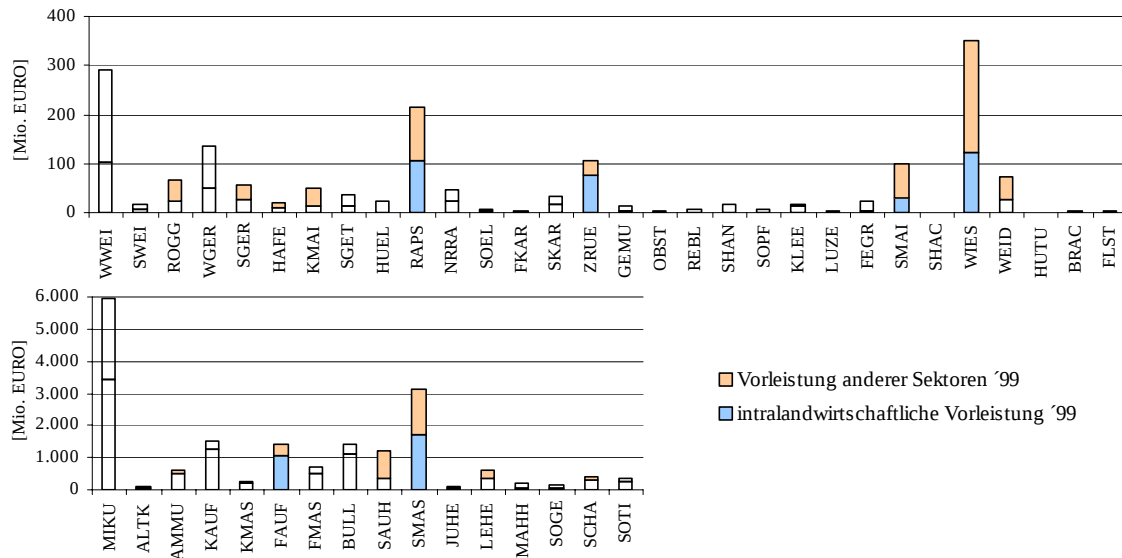
Tabelle 3: Intralandwirtschaftlicher Vorleistungseinsatz 1999 aus der Pflanzenproduktion in die Tierproduktion [in 1.000 EURO]

	MIKU	ALTK	AMMU	KAUF	KMAS	FAUF	FMAS	BULL	SAUH	SMAS	JUHE	LEHE	MAHH	SOG	SCHA	SOTT
WWEI	70.826	792	2.724	12.139	1.161	5.454	7.115	21.956	153.694	204.052	32.007	109.931	57.352	38.474	4.904	3.716
SWEI	3.680	41	154	662	64	294	372	1.137	7.945	10.551	1.655	5.684	2.965	1.989	257	220
ROGG	20.237	201	649	2.453	165	1.444	1.264	10.233	14.959	77.633	74	552	422	358	143	1.015
WGER	104.915	199	1.157	4.615	256	1.263	1.669	10.889	79.506	169.879	284	18.987	422	8.173	3.580	2.263
SGER	62.019	118	700	2.770	156	762	992	6.437	46.982	100.386	169	11.222	250	4.830	2.120	1.372
HAFE	26.030	57	664	4.068	63	595	1.428	610	5.299	60.965	53	275	191	757	9.042	902
KMAI	20.363	232	2.119	4.651	68	1.145	1.614	6.323	25.488	177.360	28	3.019	173	2.237	536	1.332
SGET	34.506	156	458	1.540	100	1.809	988	6.797	24.234	123.822	450	4.656	596	416	79	941
HUEL	67.026	1	1	335	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
RAPS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NRRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SOEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FKAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SKAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZRUE	0	0	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0
GEMU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OBST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REBL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SHAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SOPF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KLEE	75.318	1.114	19.143	1.428	73	26.763	13.885	4.847	0	0	0	0	0	0	13.947	12.080
LUZE	11.908	176	3.027	226	12	4.231	2.195	766	0	0	0	0	0	0	2.205	1.910
FEGR	482.979	2.525	44.473	36	0	87.535	31.075	6.823	0	0	0	0	0	0	13.402	15.988
SMAI	363.368	13.566	12.717	322	0	113.477	31.288	505.631	0	0	0	0	0	0	756	9.652
SHAC	46.602	1.614	3.907	63	0	480	2.197	2.368	0	0	0	0	0	0	4.704	289
WIES	1.109.889	16.412	282.096	21.036	1.074	394.389	204.609	71.433	0	0	0	0	0	0	205.526	178.013
WEID	209.452	2.212	49.136	1.031	0	75.279	40.307	12.362	0	0	0	0	0	0	36.111	21.645
HUTU	3.558	196	1.570	544	36	1.126	381	410	0	0	0	0	0	0	1.093	2.510

Mit dem Transfer aus der Pflanzenproduktion in die Tierproduktion findet eine 'Veredelung' der pflanzlichen Rohstoffe zu höherwertigen tierischen Produkten statt. Gleichwohl muss beachtet werden, dass damit eine Verringerung des Outputs aus dem Agrarsektor einhergeht. Beispiel: Die Futterverwertung (kg Futter pro kg Zunahme) von Schweinen liegt bei 3:1 bis 4:1.

Neben den intralandwirtschaftlichen Vorleistungen liefern andere Sektoren mehrere Produkte wie z. B. Energie und Mineraldünger in unterschiedlichen Anteilen. Während die Zuckerrübenproduktion zu 71 % aus dem Agrarsektor beliefert wird, liegt der Anteil bei Getreide bei ca. 50 %. Dabei spielen -neben organischem Düngereinsatz aus der Tierproduktion- die Erntenebenprodukte wie Zuckerrübenblatt und Stroh die wichtigste Rolle.

Abbildung 10: Vergleich der intralandschaftlichen Vorleistungen mit Vorleistungen anderer Sektoren für das Jahr 1999



Die Milchkühe erfordern mit über 3 Mrd. € den weitaus größten Anteil an intrasektoralen Vorleistungen, die in Form von Jungtieren, Futtermittel, Reparaturen, Energie, Tierarzt und sonstigen variablen Vorleistungen verbraucht werden.

6.1.2 Produktionsbezogene Subventionen

6.1.2.1 Allgemeines, Definitionen, sektoraler Entwicklungstrend

Subventionen sind laufende Zahlungen ohne Gegenleistung, die der Staat oder Institutionen der Europäischen Union an gebietsansässige Produzenten leisten, um den Umfang der Produktion dieser Einheiten, ihre Verkaufspreise oder die Entlohnung der Produktionsfaktoren zu beeinflussen (BMVEL, 2003a).

Der 19. Subventionsbericht der Bundesregierung (BMF, 2003) dokumentiert die Finanzhilfen und Steuervergünstigungen für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft der letzten Jahre (s. Tabelle 4). Dabei werden Finanzhilfen des Bundes und der Länder nach Ressortzugehörigkeit ausgewiesen und nicht nach Wirtschaftssektoren. Der größte Teil der ausgewiesenen Transfers ist der Landwirtschaft zuzuordnen. Eine Summe über alle Kategorien kann im Jahr 2002 gezogen werden, wonach der Agrarsektor insgesamt mit bis zu ca. 11 Mrd. € unterstützt wurde. Für die Finanzhilfen und Steuervergünstigungen des Bundes wurden 1991 noch 3.164 € je Erwerbstätigen (in

Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft) ausgegeben, 2002 lag dieser Wert bei 1.654 €

Tabelle 4: Finanzhilfen und Steuervergünstigungen des Bundes und Finanzhilfen der Länder sowie Ausrichtungs- und Garantiefonds für die Landwirtschaft in Mio. €

	1990*	1995*	2000	2002	2003	2004
	Ist	Ist	Ist	Ist	Soll	Entwurf
Finanzhilfen des Bundes: Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft	2.947	2.423	1.872	1.580		1.600
darunter Steuervergünstigungen (Steuermindereinnahmen des Bundes)			102	325	451	511
Steuervergünstigungen insgesamt: Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft			289	505	636	696
Ausrichtungs- und Garantiefonds für die Landwirtschaft (EU)	4.838	5.380	5.642	6.238		
1. Abteilung Garantie (Marktordnungsausgaben)	23**	584	646	505		
2. Abteilung Ausrichtung (Marktstrukturausgaben)						
Finanzhilfen der Länder: Ernährung Landwirtschaft und Forsten				2.136	2.413	
Darlehen der Länder: Ernährung Landwirtschaft und Forsten				10	19	
gesamt:				10.974		

* Zahlen für 1990 und 1995 sind zum Kurs von 1 € = 1,95583 DM umgerechnet.

** Schätzung

Quelle: BMF, 2003.

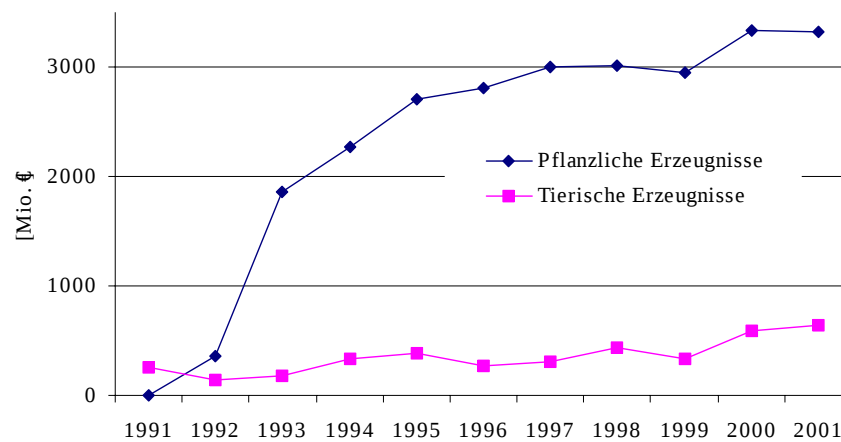
Die Neuordnung der Dieselförderung von einer Finanzhilfe zu den Steuervergünstigungen seit dem Jahr 2001 hat die beiden genannten Positionen der Bundesfinanzhilfen entsprechend verändert. Da aufgrund der Stärkung der 2. Säule im Rahmen der Agenda 2000 ein größerer Anteil der Zahlungen aus dem EU-Haushalt einer Kofinanzierung erfordert, sind die Finanzhilfen der Länder angestiegen. So wird ein großer Anteil der Bundes- und Landesmittel für die Landwirtschaft verwendet, um eine Kofinanzierung für EU-Mittel in der zweiten Säule sicherzustellen. Der Subventionsbegriff im Subventionsbericht ist relativ eng gefasst und schließt nur Finanzhilfen und Steuervergünstigungen ein. Indirekte Hilfen, wie sie beispielsweise aus der Agrarpreisstützung resultieren, werden nicht berücksichtigt.

Burdick und Lange, 2003, haben die Bundessubventionen im Agrarsektor unter Umweltgesichtspunkten analysiert. Im Bereich der Finanzhilfen konstatieren sie, dass die Implementierung von Nachhaltigkeitskriterien deutlich an Konturen gewonnen hat. Im

Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe 'Verbesserung der Agrarstruktur und Küstenschutz' (GAK) wurden weitreichende Förderkriterien verankert, die unter ökologischen Gesichtspunkten positiv bewertet werden. Im Bereich der Steuervergünstigungen fällt die Bewertung unter Umweltgesichtspunkten negativer aus. Insbesondere die staatlichen Steuerverzichte bei Agrardiesel und der Kraftfahrzeugsteuer werden als kritisch angesehen, wobei angemerkt wird, dass die Steuern auf Energieträger für die Produktion in anderen Wirtschaftssektoren deutlich niedriger liegen. Im Agrarsektor wird nur ein Teil der Treibstoffe für Transporte auf öffentlichen Straßen verwendet, weshalb ein Vergleich mit Energieträger für stationäre Produktionsanlagen in anderen Sektoren nahe liegt.

Der dritte, in der Studie von Burdick und Lange, 2003, beschriebene Subventionsbereich sind die impliziten Subventionen, die als Vorteile aus einer nicht vollständigen Internalisierung externer Umwelteffekte angesehen werden. Hierbei wird noch ein größerer Handlungsbedarf gesehen, insbesondere bei einem verbesserten Schutz des Süßwassers, da dieses eine hohe Bedeutung für alle Lebensbereiche hat, unter anderem als Trinkwasser. Im Allgemeinen können implizite Subventionen durch die Internalisierung negativer Umweltwirkungen z. B. mit Hilfe von Umweltsteuern, oder durch verbesserte, ordnungsrechtliche Bestimmungen abgebaut werden. Bei ordnungsrechtlichen Ansätzen fällt der Kontrolle der Umsetzung eine besondere Bedeutung zu. Eine umfassende Abschätzung und Monetarisierung solcher externer Effekte der Agrarproduktion, wie sie beispielsweise für das Vereinigte Königreich vorgestellt wurde (Pretty et al., 2000), liegt für Deutschland nicht vor. Fleischer und Waibel, 1999, schätzten die externen Kosten des Einsatzes chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel in der deutschen Landwirtschaft auf mindestens 127 Mio. €/pro Jahr. Auch wenn insbesondere die Monetarisierung externer Kosten im Fall von nicht am Markt bewerteten Gütern methodisch problematisch ist, stellen derartige Quantifizierungen einen Ausgangspunkt für fachliche Diskussionen (vgl. z. B. Schmitz und Missling, 1999) und Überlegungen zum politischen Handlungsbedarf dar. Für die Bewertung externer Kosten, aber auch externer Leistungen der Landwirtschaft besteht erheblicher Forschungsbedarf.

Produktionsbezogene Subventionen sind auf die einzelnen Produktionsverfahren bezogen in der LGR dargestellt. Hierunter fallen die Direktzahlungen im Rahmen der Marktordnungen, z. B. für Getreide, Ölsaaten und Eiweißpflanzen oder für Rinder. Weitere Zuschüsse wie z. B. die Investitionsförderung oder Förderung von Agrarumweltprogrammen sind nicht streng auf Produktionsverfahren bezogen und werden auch nicht als produktionsbezogene (Güter-) Subventionen in der LGR dargestellt.

Abbildung 11: Gütersubventionen nach LGR

Quelle: BMVEL, 2003b.

In Folge der Umsetzung der EU-Agrarreform von 1992 ist es nach 1991 zu einem starken Anstieg der Subventionen vor allem für Ackerbauprodukte gekommen (Flächenprämien für Getreide, Ölsaaten, Hülsenfrüchte), und auch für tierische Produkte stiegen die Subventionen (Tierprämien für Mastbullen, Mutterkühe und Mutterschafe). Durch diese Direktzahlungen sollte die Senkung der Interventionspreise für Getreide, Ölsaaten, Hülsenfrüchte und Rindfleisch kompensiert werden.

6.1.2.2 Datenquellen und methodisches Vorgehen

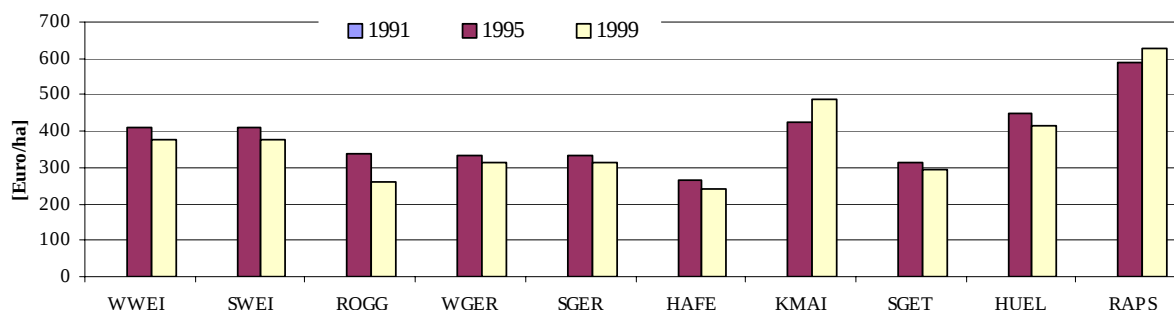
Die Umfänge der Produktionsverfahren in Kombination mit Flächenzahlungen und Tierprämien aus der Agenda 2000 (BMVEL, 2002a; BMVEL, 2002b) sowie LGR-Daten (BMVEL, 2003b) bilden die Grundlage der Subventionsberechnung. Eine weitere Untersuchung könnte auf Grundlage der Subventionsberichte des Bundes erfolgen, in denen Subventionszahlungen auf Länder- und Gemeindeebene sowie der EU allerdings nur nachrichtlich und als Aggregat enthalten sind. Hierbei werden nicht produktionsbezogene und andere Subventionen unterschieden. Eine weitere mögliche Quelle sind Finanzberichte der EU, die ebenfalls nur stark aggregierte Daten ausweisen.

Die Subventionen werden im UGR-Berichtsmodul 'Landwirtschaft und Umwelt' nach bundesländerspezifischen Flächenzahlungen und Tierprämien für alle Produktionsverfahren berechnet. Die Beträge werden zunächst auf Kreisebene kalkuliert und anschließend für den gesamten Sektor zusammengefasst. Eventuell auftretende Differenzen zwischen den berechneten Werten und der aktuellen LGR werden anschließend korrigiert.

6.1.2.3 Ergebnisse für die Berichtsjahre

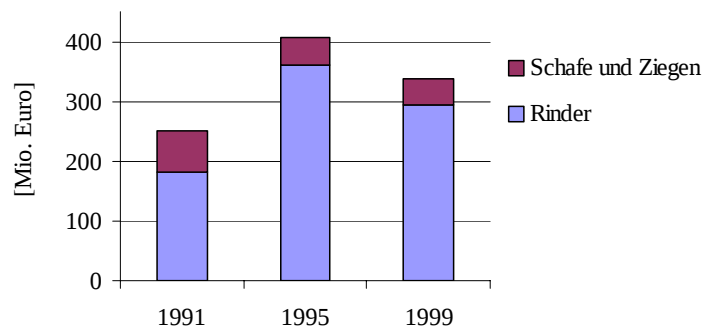
Im Folgenden wird für die prämiengünstigten Verfahren die Höhe der Flächen- bzw. Tierprämien ausgewiesen. Für Zuckerrüben und Sonderkulturen wie Gemüse, Obst und Tabak sowie für Futterpflanzen außer Silomais (Grünland, Feldgras, Klee, Luzerne, Futterrüben) werden bisher keine Flächenprämien im Rahmen der EU-Markt- und Preispolitik bezahlt. Zuckerrüben werden durch eine Quotierung der Produktion und Garantiepreise gestützt. Die durch Preisstützung erzielte Erhöhung der Einkommen wird allerdings nicht als Gütersubvention im Sinne der LGR angerechnet.

Abbildung 12: Direktzahlungen in der Pflanzenproduktion



Im Jahr 1991 gewährte die europäische Marktordnung noch Preis- und Absatzgarantien für etwa 70 % der landwirtschaftlichen Produkte und keine Direktzahlungen an die Agrarunternehmen.

Abbildung 13: Direktzahlungen in der Tierproduktion



Die Tierprämien wurden zu 72 % (1991) bis 88 % (1995) in der Rinderproduktion für Mutterkühe und Bullen ausbezahlt. Für die Schweine-, Geflügel- und sonstige Tierproduktionen wurden keine Gütersubventionen bezahlt.

6.1.3 Produktionssteuern und –abgaben²⁷

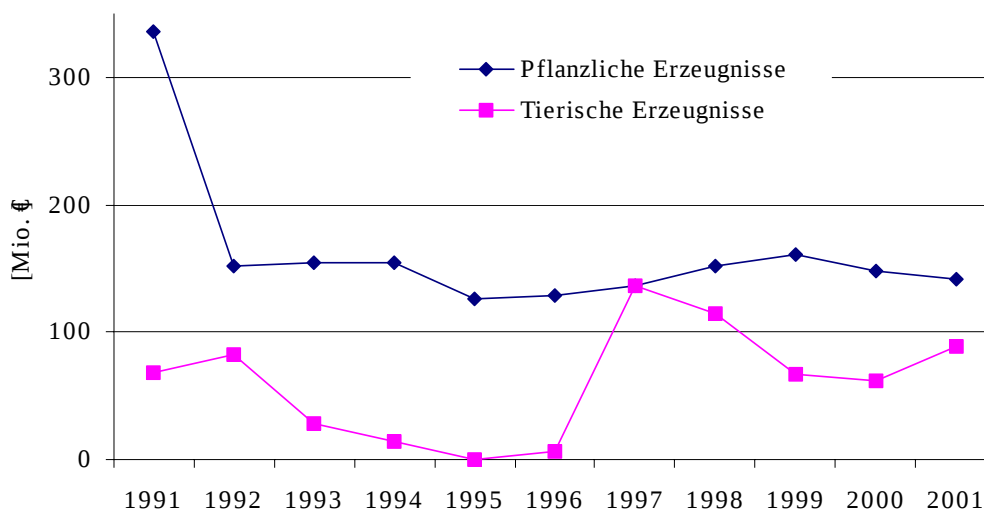
6.1.3.1 Allgemeines, Definitionen, sektoraler Entwicklungstrend

Produktionssteuern sind die vom Staat erhobenen Steuern, die direkt vom Umsatzerlös der vermarkteten Agrarprodukte abhängig sind. Zu beachten ist, dass in der LGR nur das Aufkommen an **Güter**steuern ausgewiesen wird und nicht die Besteuerung landwirtschaftlicher Betriebe, etwa über die Einkommensteuer. Die detaillierte Darstellung der Gütersteuern sollte im Rahmen der UGR nur eine untergeordnete Rolle spielen, zumal nur ein kleiner Ausschnitt der Besteuerung in der Landwirtschaft betrachtet wird. Gütersteuern und -abgaben fallen für öffentliche Einrichtungen, z. B. Absatzfonds²⁸, oder als so genannte Mitverantwortungsabgaben²⁹ an, die bis 1991 für Getreide und bis 1993 für Milch gezahlt wurden. Ihre Höhe schwankt in Abhängigkeit vom Einsatz solcher agrarpolitischen Instrumente (die Höhe der Mitverantwortungsabgabe für Milch lag 1991 zwischen 0,32 und 0,63 DM pro 100 kg Milch).

²⁷ „Die Produktions- und Importabgaben sind Zwangsabgaben in Form von Geld- oder Sachleistungen, die der Staat oder Institutionen der Europäischen Union ohne Gegenleistung auf die Produktion und die Einfuhr von Waren und Dienstleistungen, die Beschäftigung von Arbeitskräften oder das Eigentum an oder den Einsatz von Grundstücken, Gebäuden oder anderen im Produktionsprozess eingesetzten Aktiva erheben. Diese Steuern sind ohne Rücksicht darauf zu zahlen, ob Betriebsgewinne erzielt worden sind oder nicht“ (BMVEL, 2003a).

²⁸ Der Absatzfond fördert die Vermarktung deutscher Erzeugnisse der Land- und Ernährungswirtschaft im In- und Ausland, wie z. B. durch Werbung. Die Gelder des Absatzfonds werden von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) von sogenannten Flaschenhalsbetrieben, wie z. B. Schlachtereien, Molkereien und Brauereien erhoben. Die Beiträge zum Absatzfond betragen derzeit etwa 4 Promille, gemessen an dem Wert der einzelnen landwirtschaftlichen Erzeugnisse. Die Kosten, die die Flaschenhalsbetriebe zu tragen haben, werden in der Regel auf die Landwirte abgewälzt, so dass diese die Werbung für ihre Produkte im Prinzip mitfinanzieren.

²⁹ Die einzelstaatlichen Garantiemengen, die den Mitgliedstaaten zugeteilt werden, entsprechen Höchst-erzeugungsmengen. Im Falle ihrer Überschreitung müssen die Erzeuger eine Mitverantwortungsabgabe zahlen.

Abbildung 14: Gütersteuern nach LGR

Quelle: BMVEL, 2003b.

Das Steueraufkommen in der Pflanzenproduktion sank zwischen 1991 und 1992 wegen des Wegfalls einer 'Mitverantwortungsabgabe' für Getreide von 335 Mio. € auf 152 Mio. €. Diese war aufgrund der Überproduktion eingeführt worden und wurde im Zuge der Umwandlung von Preisstützungen in Flächenzahlungen aufgehoben. Bei Preisstützungen handelt es sich nicht um direkte, in der LGR ausgewiesene Güter- oder sonstige Subventionen. Die Mitverantwortungsabgabe für Zucker wurde dagegen beibehalten. Bei den Abgaben für tierische Produkte handelt es sich um Mitverantwortungsabgaben im Milchsektor, die für Milchmengen zu zahlen sind, die über die festgelegte Milchmengenbegrenzung hinausgehen. Nach Erfüllung der Milchquoten Mitte der 90er Jahre stiegen diese Abgaben auf die über die Lieferquoten hinausgehenden Milchmengen deutlich an.

6.1.3.2 Datenquellen und methodisches Vorgehen

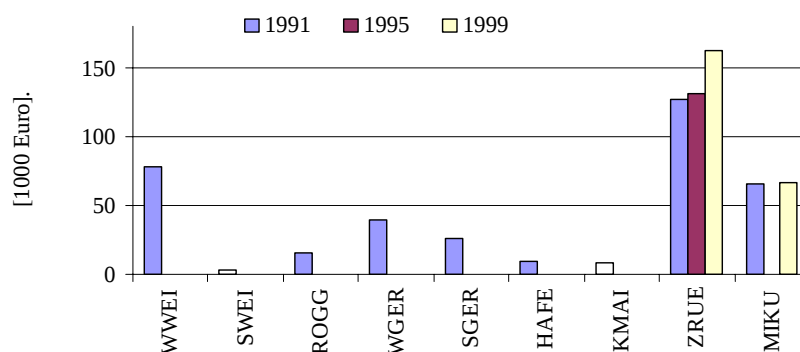
Als Grundlage stehen Angaben aus den Agrarberichten sowie LGR-Daten zur Verfügung.

Die Produktionssteuern und -abgaben werden produktspezifisch auf der Basis agrarstatistischer Kennzahlen zu den Produktionsmengen und dem aktuellen Steuersatz berechnet. Die Ergebnisse werden mit den LGR-Angaben verglichen und gegebenenfalls korrigiert.

6.1.3.3 Ergebnisse für die Berichtsjahre

Abbildung 15 zeigt die Verteilung der Steuerlasten nach pflanzenbaulichen Verfahren sowie für die Milchproduktion (MIKU), die nach LGR-Definition als einziges Verfahren in der Tierproduktion steuerlich belastet wird. Die Mitverantwortungsabgabe für die Getreideproduktion ist nach 1991 ausgelaufen, während die Mitverantwortungsabgabe für Zucker nach wie vor eine hohe Bedeutung hat. Aufgrund der hohen Stützungspreise im Zuckermarkt ist die Höhe der Abgabe jedoch zu relativieren.

Abbildung 15: Produktionssteuern und Abgaben



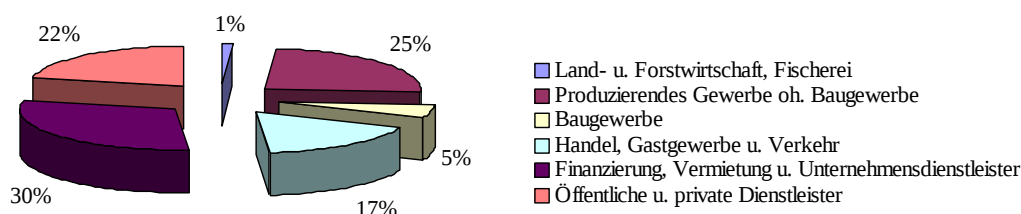
Für das Jahr 1995 gibt es in der LGR keine Angaben zur steuerlichen Belastung der Milchproduktion. In den Jahren 1994 und 1996 lag dieser Wert bei nur 28 bzw. 12 Mio. €

6.1.4 Brutto- und Nettowertschöpfung, Produktionswerte

6.1.4.1 Allgemeines, Definitionen, sektoraler Entwicklungstrend

Die Bruttowertschöpfung (BWS) ist die vom gesamten Landwirtschaftssektor erbrachte monetäre Leistung. Die BWS zu Marktpreisen ergibt sich aus der Differenz zwischen dem Wert der effektiven Produktion (Pflanzen- und Tierprodukte) und den Vorleistungen. Subventionen werden nicht in die BWS eingerechnet. Die Nettowertschöpfung (NWS) berücksichtigt die BWS plus Subventionen - Abschreibungen und Produktionssteuern werden in Abzug gebracht.

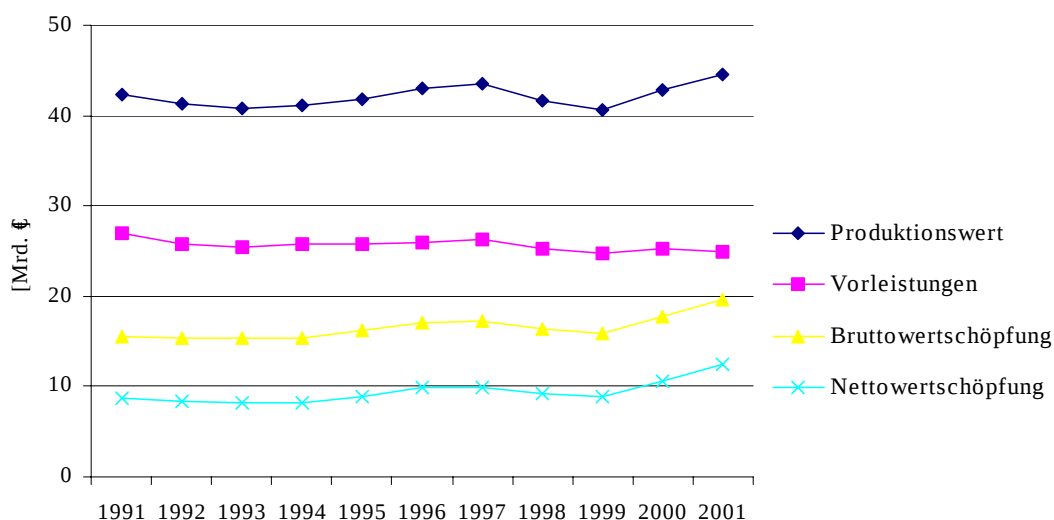
Die Bruttowertschöpfung der Landwirtschaft betrug im Jahr 2002 ca. 22 Mrd. € (StBA, 2003a). Dies entspricht einem Anteil von 1,2 % der Bruttowertschöpfung aller Wirtschaftsbereiche in Deutschland (Abbildung 16).

Abbildung 16: Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen 1999

Quelle: StBA, 2003a.

Obwohl die BWS des Landwirtschaftssektors von 1991 bis 1999 um 12 % zunahm, schrumpfte der Anteil an der gesamten BWS aller Sektoren in Deutschland von 1,39 auf 1,2 mit weiterhin abnehmender Tendenz. „... *Da die Nachfrage von Agrarprodukten weniger wächst als die Produktivität des Produktionsmitteleinsatzes fortschrittsbedingt steigt, ist die Landwirtschaft ein relativ schrumpfender Sektor*“ (Henze, 2002).

Aus der Bruttowertschöpfung der Landwirtschaft abzüglich Abschreibungen und Produktionssteuern und zuzüglich Subventionen resultiert eine Nettowertschöpfung von ca. 64 % der BWS.

Abbildung 17: Brutto-, Nettowertschöpfung der Landwirtschaft

Quelle: StBA, 2003a.

Während die Vorleistungen weitgehend konstant blieben, sind in den Jahren 2000 und 2001 der Produktionswert und die Wertschöpfung deutlich angestiegen. Zum einen stieg der Produktionswert für Getreide durch eine Ausdehnung der Anbaufläche nach Rückgang der konjunkturellen (obligatorischen) Flächenstilllegung und hohe Erträge pro Hektar (in

2001) bei gleichzeitig effizienterem Einsatz von Betriebsmitteln. Andererseits stieg im Zusammenhang mit der BSE-Krise der Milchpreis an, wodurch sich ein preisbedingter Produktionswertzuwachs für Milch ergab.

6.1.4.2 Datenquellen und methodisches Vorgehen

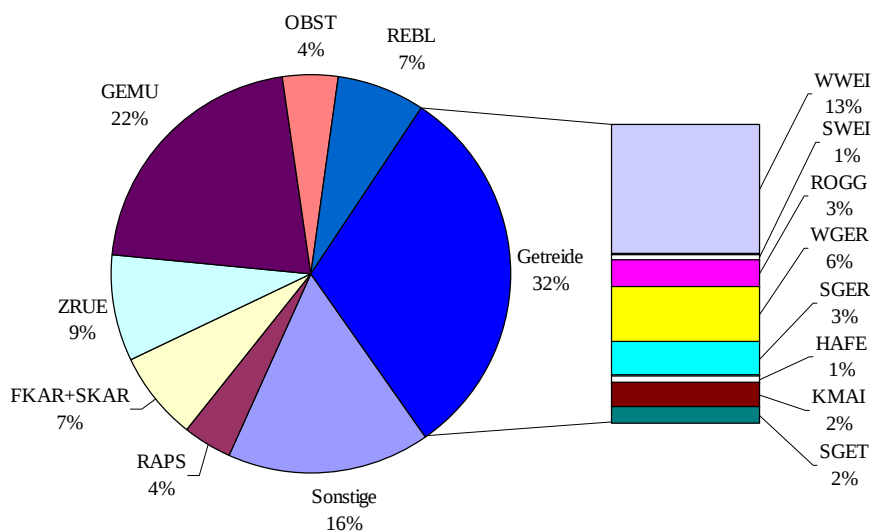
Die Agrarstrukturerhebung (StBA, 2002d) mit Informationen über Bodennutzung, mittlere Naturalerträge und Viehbestände bieten die Datenbasis zur Berechnung der Wertschöpfung. Erzeugerpreise der Pflanzen- und Tierprodukte werden nach Basispreisen von 1991 und Preisindizes nach BMVEL (Statistisches Jahrbuch, div. Jgg.) ermittelt. Aus den Ertragsdaten und Produktpreisen werden auf Grundlage der jährlich aktualisierten Daten der Landwirtschaftlichen Gesamtrechnung die Produktionswerte berechnet. Die Beträge für Vorleistungen werden aus Abschnitt 6.1.1 (Vorleistungen und Vorleistungsverflechtungen) entnommen.

Die Bruttowertschöpfung zu Marktpreisen berechnet sich aus der Differenz zwischen dem Produktionswert und den Vorleistungen. Nach Abzug der Abschreibungen erhält man die Nettowertschöpfung zu Marktpreisen. Zur Berechnung der Nettowertschöpfung zu Faktorkosten müssen die Produktionssteuern abgezogen und die Subventionen hinzuaddiert werden. Sie stellt die Entlohnung der Produktionsfaktoren Boden, Arbeit und Kapital dar. Der Produktionswert ist der Wert aller im Berichtszeitraum produzierten Waren und Dienstleistungen. Er misst den tatsächlichen Produktionsumfang eines Produktes auf der Grundlage der Umsatzerlöse, der Vorratsveränderung und des Wiederverkaufs.

6.1.4.3 Ergebnisse für die Berichtsjahre

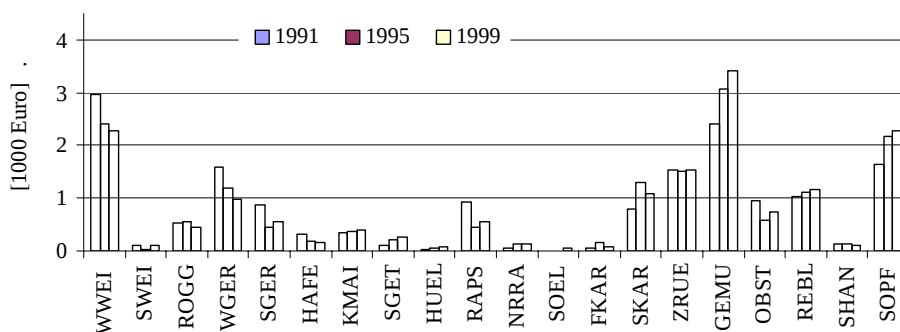
Im Pflanzenbau werden 1999 die größten Umsätze bei Gemüse (GEMU) und Getreide verzeichnet (vgl. Abbildung 18 und Abbildung 19).

Abbildung 18: Prozentuale Zusammensetzung der pflanzenbaulichen Produktionswerte (ohne Futterbau) im Jahr 1999

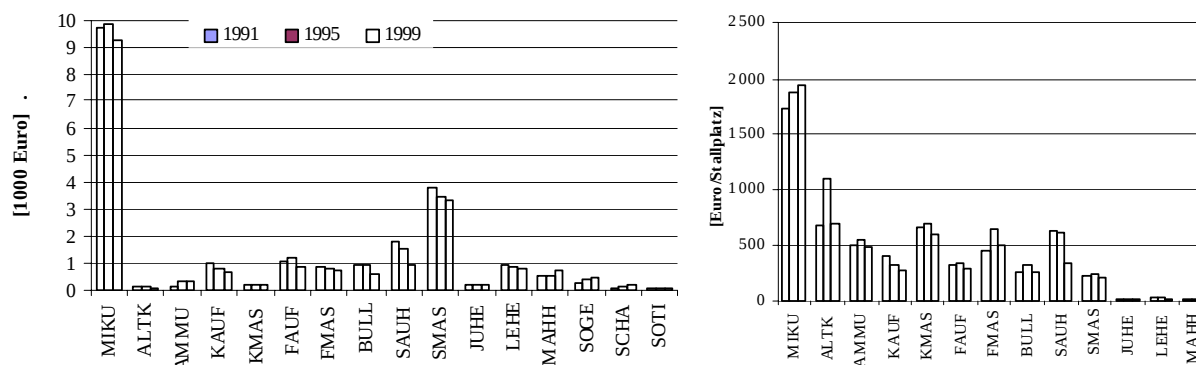


Während das Produktionsverfahren Gemüse eine Reihe von Gemüsearten repräsentiert, kann das Getreide in weitere acht Arten untergliedert werden, woraus hervorgeht, dass der Weizen mit 14 % Umsatz die wichtigste Fruchtart darstellt.

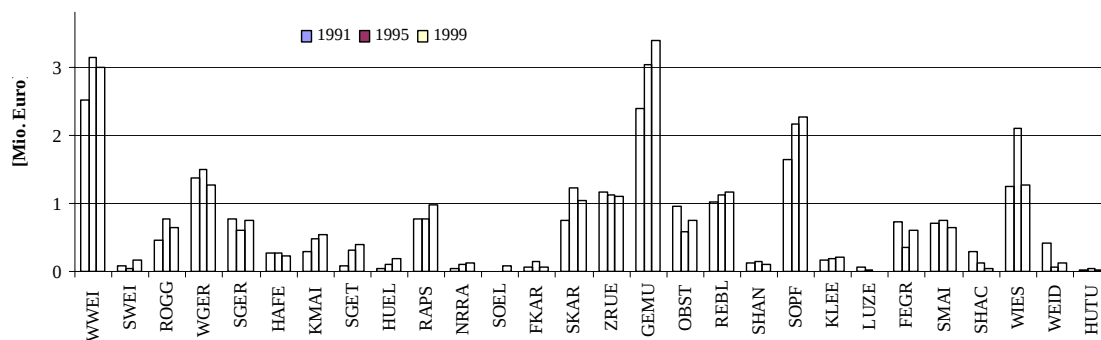
Abbildung 19: Produktionswerte der Pflanzenproduktion (ohne Futterbau)



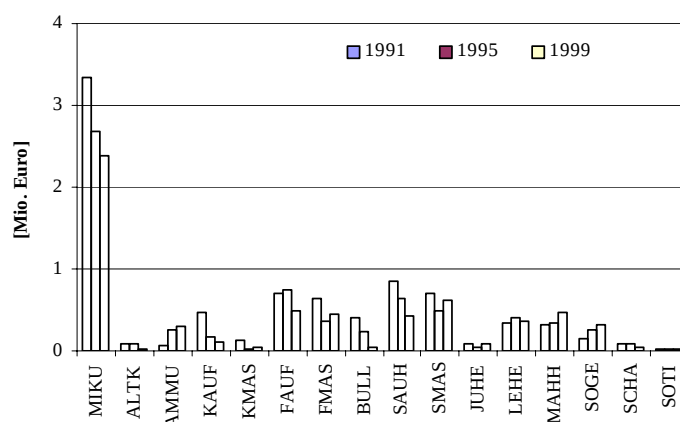
Aufgrund der EU-Agrarreform von 1992 wurden die Preisstützungen für Getreide, Ölsaaten und Hülsenfrüchte stark zurückgenommen. Entsprechend sind die Produktionswerte im Pflanzenbau trotz steigender Erträge teils deutlich zurückgegangen. In der Tierproduktion kam es in der Schweineproduktion zu deutlichen Preisrückgängen in 1995 und 1999, ein Trend sollte aber nicht abgeleitet werden, da die Preise in diesem Teilsektor zwischen den Jahren stark schwanken.

Abbildung 20: Produktionswerte der Tierproduktionsverfahren

Die vorgenannten Werte für Steuern und Subventionen sowie der Produktionswerte entsprechen den Ergebnissen der LGR. Nachfolgend werden Zahlen zur Wertschöpfung einzelner Produktionsverfahren ausgewiesen, die prinzipiell nur in aggregiertem Zustand gültig sind, da der Agrarsektor als ein einheitliches System anzusehen ist, dessen Produktionszweige teilweise direkt voneinander abhängen und somit z. B. der Futterbau nicht ohne die Tierproduktion praktiziert würde. Die Wertschöpfung einzelner Futterbauverfahren muss deshalb in diesem Kontext interpretieren werden.

Abbildung 21: Nettowertschöpfung der Pflanzenproduktionsverfahren

Die Angaben zur Bruttowertschöpfung befinden sich in Anhang 18.

Abbildung 22: Nettowertschöpfung der Tierproduktionsverfahren

Die Wertschöpfung zu Marktpreisen war 1999 um 1,3 Mrd. € geringer als 1995. Der wesentliche Grund dafür ist ein ungünstiger Witterungsverlauf mit sehr geringen Niederschlägen im Jahr 1999, der zu einer Ertragsdepression und somit zu einem geringeren Produktionswert im Pflanzenbau führte, hinzu kommen u. a. niedrige Schweinefleischpreise.

6.1.5 Beschäftigung

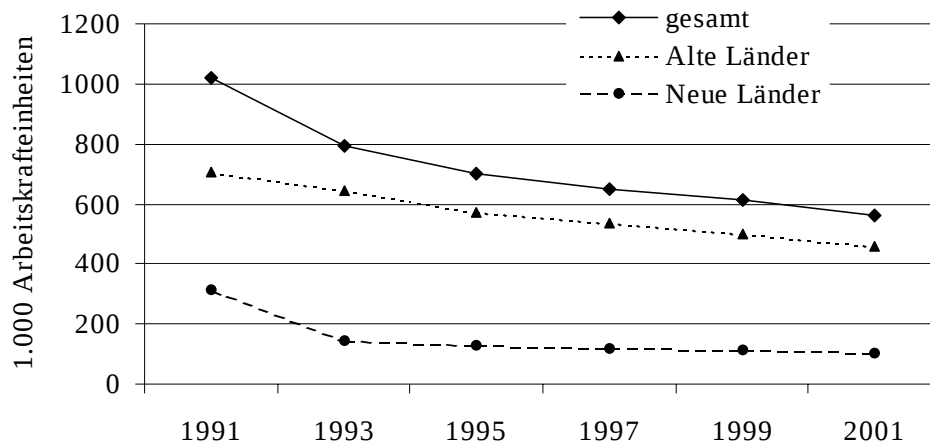
6.1.5.1 Allgemeines, Definitionen, sektoraler Entwicklungstrend

Die Beschäftigung im Agrarsektor geht seit Jahren kontinuierlich zurück. Während 1991 noch über 1 Mio. Arbeitskräfteinheiten³⁰ in landwirtschaftlichen Betrieben arbeiteten, sank die Zahl bis 2001 um nahezu 50 % (Abbildung 23). Die Statistik zeigt alle in der Landwirtschaft gemeldeten Personen, also auch diejenigen, die nicht oder nur teilweise an der Primärproduktion von landwirtschaftlichen Gütern beteiligt sind und in sogenannten Nebenbetrieben (z. B. Fremdenverkehr, Hofladen) arbeiten.

³⁰

Zu den Arbeitskräfteinheiten zählen alle Personen, die betriebliche Arbeitsleistung erbringen, also Familienarbeitskräfte, zu denen die Betriebsinhaber und ihre mithelfenden Familienangehörigen zählen, und familienfremde Arbeitskräfte. Beide Hauptgruppen setzen sich aus voll- und teilbeschäftigten bzw. ständigen und nichtständigen Arbeitskräften zusammen. Teilzeitbeschäftigte werden anteilig in (Voll-)AK-Einheiten umgerechnet.

Abbildung 23: Arbeitskräfteeinsatz in landwirtschaftlichen Betrieben in Deutschland (1991-2001)



Quelle: Statistisches Jahrbuch des BMVEL (div. Jg.).

Infolge des Strukturbruchs in den Neuen Ländern nach der Wiedervereinigung ging der Arbeitskräfteeinsatz Anfang der 90er Jahre stärker zurück als in den Folgejahren. Die Pflicht zur Flächenstillegung ab 1993 wirkte ebenfalls negativ auf die Beschäftigungszahlen. Der kontinuierliche Rückgang ab Mitte der 90er Jahre bis 2001 spiegelt den Trend zu größeren, effektiveren Betriebseinheiten und den technischen Fortschritt wider.

6.1.5.2 Datenquellen und methodisches Vorgehen

Ausgangspunkt zur Bestimmung der Kapazitäten bilden die KTBL-Normdaten zum Arbeitszeitbedarf der einzelnen Produktionsverfahren je Hektar bzw. je Stallplatz (KTBL, 2001). Die Bedarfsangaben werden nach unterschiedlichen Ackerschlag- und Tierbestandsgrößen differenziert. Mithilfe der jährlich erfassten Betriebsgrößenstruktur für jeden Landkreis wird der Strukturwandel in den RAUMIS-Berechnungen berücksichtigt. Aus diesen Ergebnissen wird für jedes Produktionsverfahren auf Regionsebene ein gewichteter Mittelwert gebildet. Die Angaben werden anschließend mit den Flächenumfängen und den Tierzahlen der Agrarstatistik auf Regionsebene berechnet und zu einem sektoralen Wert aggregiert. Aus der Summe aller Verfahren erhält man den kalkulatorischen Arbeitskräftebedarf in der Landwirtschaft. Dieses Ergebnis wird nun mit der Officialstatistik zum Arbeitskräfteeinsatz (AKE insgesamt je Berichtsjahr,

Statistisches Jahrbuch des BMVEL, Tabelle: Arbeitskräfte und Arbeitsleistung in der Landwirtschaft, ID-Nr.³¹ 3030100) verglichen. Aus der Differenz beider Werte berechnet sich ein Faktor, mit dem alle Arbeitsbedarfswerte der Produktionsverfahren korrigiert werden. So kann für jedes Berichtsjahr ein spezifischer Wert für jedes Produktionsverfahren ermittelt werden. Jedoch ist es wegen der aktuellen Datenlage nicht möglich, die Entwicklung von Effizienzunterschieden zwischen den Produktionsverfahren zu ermitteln, die nicht auf Betriebsgrößenveränderungen zurückzuführen sind. Durch erneute Hochrechnung über Flächenumfänge und Tierzahlen erhält man konsistente Schätzergebnisse über die verfahrensspezifische Arbeitskräftebindung in der Landwirtschaft.

Abschätzung der Nebeneinkünfte: Das Statistische Jahrbuch des BMVEL weist die Zahl der 'Landwirtschaftlichen Arbeitskräfte' nach Betriebsgröße und Rechtsform aus. Die Statistischen Berichte der Bundesländer enthalten Zusatzinformationen über die Verteilung der Arbeitskräfte in den Ländern. Diesen Daten liegt eine turnusmäßige Umfrage zugrunde, die alle Arbeitskräfte in der Landwirtschaft erfasst, also auch diejenigen, die in Nebenbetrieben wie Tourismus, Selbstvermarktung und Weiterverarbeitung beschäftigt sind. Über den tatsächlichen Anteil der Beschäftigten in Nebenbetrieben bzw. darüber, wie viele Arbeitskräfte für die Primärproduktion agrarischer Produkte eingesetzt werden gibt es keine detaillierten Angaben. Die Datengrundlage aus verschiedenen europäischen Studien weisen einen Anteil von 50-60 % von allen landwirtschaftlichen Betrieben *mit* Nebeneinkünften aus (KOM, 1993; Ploeg et al., 2002). In Deutschland haben 11,5 % aller Betriebe Nebeneinkünfte aus dem Tourismus, 18,7 % aus Naturschutzmaßnahmen und 6,5 % aus der Direktvermarktung. Insgesamt 17,8 % der Nettowertschöpfung stammen aus Einkommensquellen, die nicht dem Agrarsektor zuzurechnen sind (Forschungsprojekt IMPACT³², (zitiert in Knickel et al., 2003). Eine Auswertung der Testbetriebsdaten von 1999 (BMVEL, 2002c, repräsentativ für Deutschland) weist dagegen den Anteil für Lohn- und Maschinenarbeit von über 76 % aller Umsätze in Nebenbetrieben aus. Unter der Annahme, dass der weit überwiegende Anteil der Lohn- und Maschinenarbeit im Landwirtschaftssektor eingesetzt wird, kann nur ein relativ geringes Einkommen aus außerlandwirtschaftlichen Tätigkeiten erwirtschaftet werden. Daher wird die Berechnung zum Arbeitseinsatz in dieser Hinsicht nicht korrigiert.

³¹ ID-Nr. steht für Identifikationsnummer einer Tabelle, die im Statistischen Jahrbuch des BMVEL verzeichnet ist.

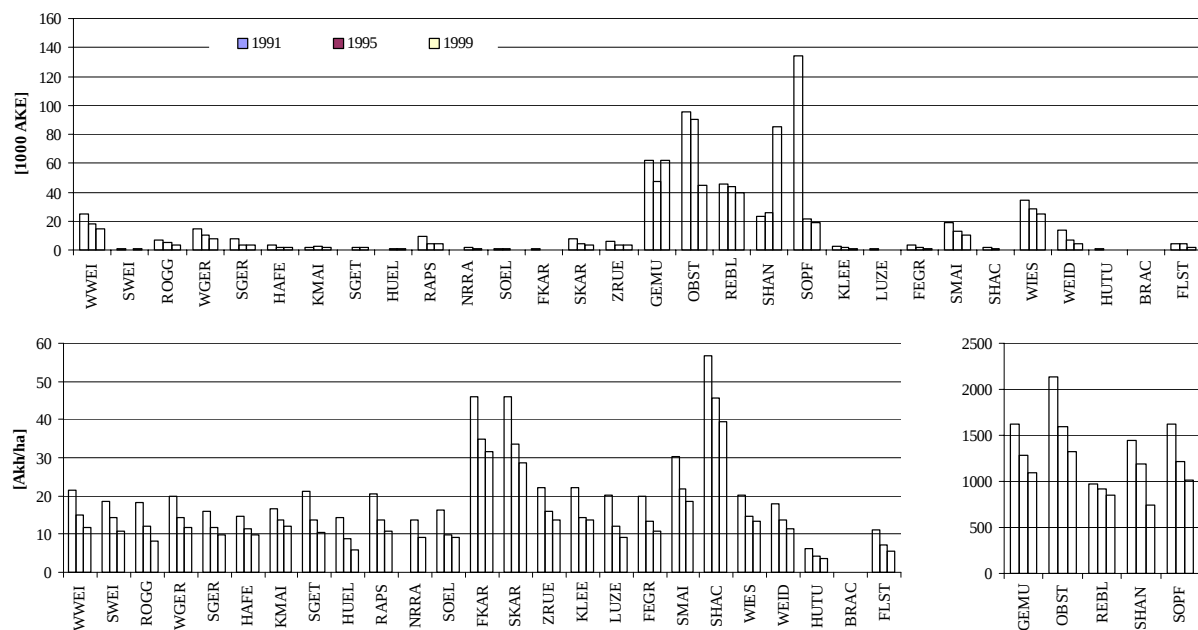
³² The Socio-Economic Impact of Rural Development Policies: Realities and Potentials (IMPACT). Contract no. FAIR PL 98-4288.

6.1.5.3 Ergebnisse für die Berichtsjahre

Wesentliche Bereiche des Arbeitskräfteeinsatzes sind die Pflanzenproduktionsverfahren mit großen Flächenanteilen (Winterweizen, Silomais und Wiesen) und Intensivkulturen wie Gemüse, Obst, Rebland und Sonstige. In der Tierproduktion dominieren die Milchkühe mit einem über die 90er Jahre rückläufigen Arbeitseinsatz aufgrund von höherer Milchleistung je Kuh, Rationalisierungsmaßnahmen und Strukturwandel. Die erzeugte Menge von Kuhmilch blieb indes relativ konstant.

In Abbildung 24 werden die Arbeitskraftstunden je Hektar und Jahr für die Pflanzenproduktion aufgeführt, wobei die meisten Verfahren in einer Spannweite zwischen 5 und 60 h/ha*a und die besonders arbeitsintensiven Sonderkulturen (GEMU bis SOPF) zwischen 700 und 2.200 h/ha*a liegen.

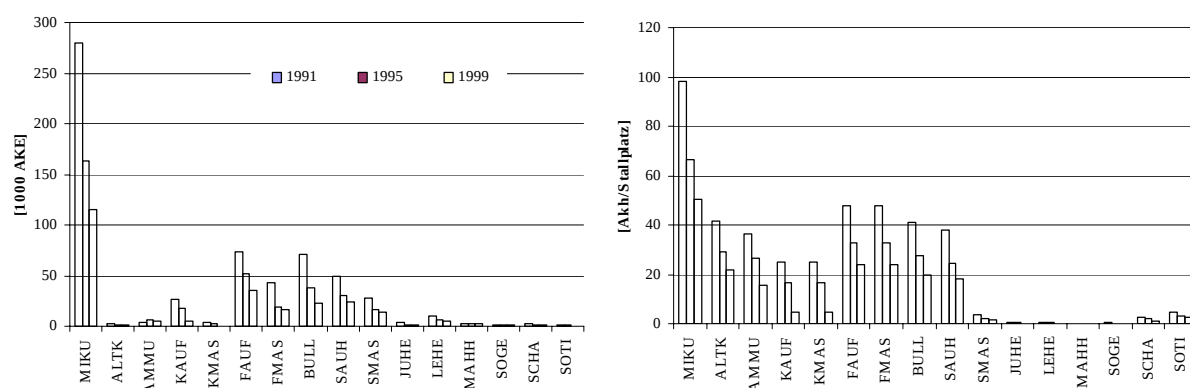
Abbildung 24: Arbeitskraftstunden der Pflanzenproduktion (je ha und gesamt)



Das Grünland (Klee, Luzerne, Feldgras, Wiesen, Weiden und Hutungen) hat den geringsten Arbeitsanspruch von unter 10 Stunden je Hektar und Jahr, da hierbei relativ wenig Arbeitsgänge erforderlich sind. Einen extrem hohen Arbeitseinsatz beanspruchen die Sonderkulturen, da insbesondere während der Erntephase viel Handarbeit erforderlich ist. Wegen normativer Vorgaben zur Verteilung der Arbeitszeiten auf die Produktionsverfahren sinkt der Zeitaufwand über die Berichtsjahre 91/95/99 proportional in allen Verfahren.

In der **Tierproduktion** erfordert das Produktionsverfahren ´Milchkuh´ den höchsten Arbeitseinsatz je Stallplatz, da neben den Fütterungszeiten und dem Gülle-Management auch Melkzeiten angerechnet werden (Abbildung 25).

Abbildung 25: Arbeitskräfteeinsatz in der Tierproduktion (je Stallplatz und gesamt)



Die Bindung der Arbeitskräfte in der Tierproduktion ist zu ca. 40 % der Milchproduktion zuzurechnen. Im gesamten Landwirtschaftssektor erforderte die Milchproduktion 1991 ca. 27 % der Arbeitskräfte, 1999 waren es wegen zurückgehender Milchviehbestände noch ca. 21 %. Der deutlich negative Trend der Beschäftigung im Landwirtschaftssektor betrifft fast alle Produktionsverfahren. Eine Ausnahme bildet hier das Verfahren Mutterkuhhaltung (AMMU), dessen Arbeitsanspruch insgesamt durch steigende Tierzahlen in den Jahren 95 und 99 höher lag als noch zu Anfang der Dekade. Der kalkulatorische Arbeitskräfteanspruch für Mutterkühe liegt jedoch auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau.

Nach der vorliegenden Analyse wurden 1991 noch 59 % der Arbeitskräfte direkt in der Tierproduktion eingesetzt, bis 1999 sank der Anteil auf 42 %, wobei ca. 7 % der in der Pflanzenproduktion eingesetzten Arbeitsleistung der Tierernährung dient. Dies bedeutet, dass im Jahr 1999 praktisch 49 % des Arbeitseinsatzes der Erzeugung tierischer Produkte diente.

6.2 Material- und Energieflüsse nach landwirtschaftlichen Produktionsverfahren (Modulbaustein 2)

Die 'Material- und Energieflussrechnungen' bilden die **Entnahme von Ressourcen** aus der Natur und die **Abgabe von Schadstoffen** in die Natur sowie die **gezielte direkte Ausbringung** von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln ab, d.h. es werden Daten über den 'physischen Stoffwechsel' zwischen Wirtschaft und der Natur dokumentiert (vgl. Kapitel 5 zum Aufbau des Berichtsmoduls). Ziel ist eine möglichst umfassende Darstellung der Stoffströme, die durch landwirtschaftliche Aktivitäten verursacht werden. Entsprechende physische Größen zu Stoffen und Energieverbrauch werden in der Landwirtschaftlichen Gesamtrechnung nicht dargestellt. Ziel ist es jedoch, auf Grundlage eines einheitlichen Kosten- und Mengengerüsts die stofflichen und energetischen Flüsse zu ergänzen, so dass ein in sich konsistentes Gesamtbild entsteht.

6.2.1 Biotische Rohstoffe

6.2.1.1 Allgemeines, Definitionen, sektoraler Entwicklungstrend

Als **biotische Rohstoffe** werden hier alle auf den Anbauflächen produzierten Pflanzen definiert, d.h. die gesamte oberirdische Biomasse und bei Wurzelfrüchten ebenso Knollen und Rüben. Es werden vier Kategorien hinsichtlich der Produktverwendung unterschieden:

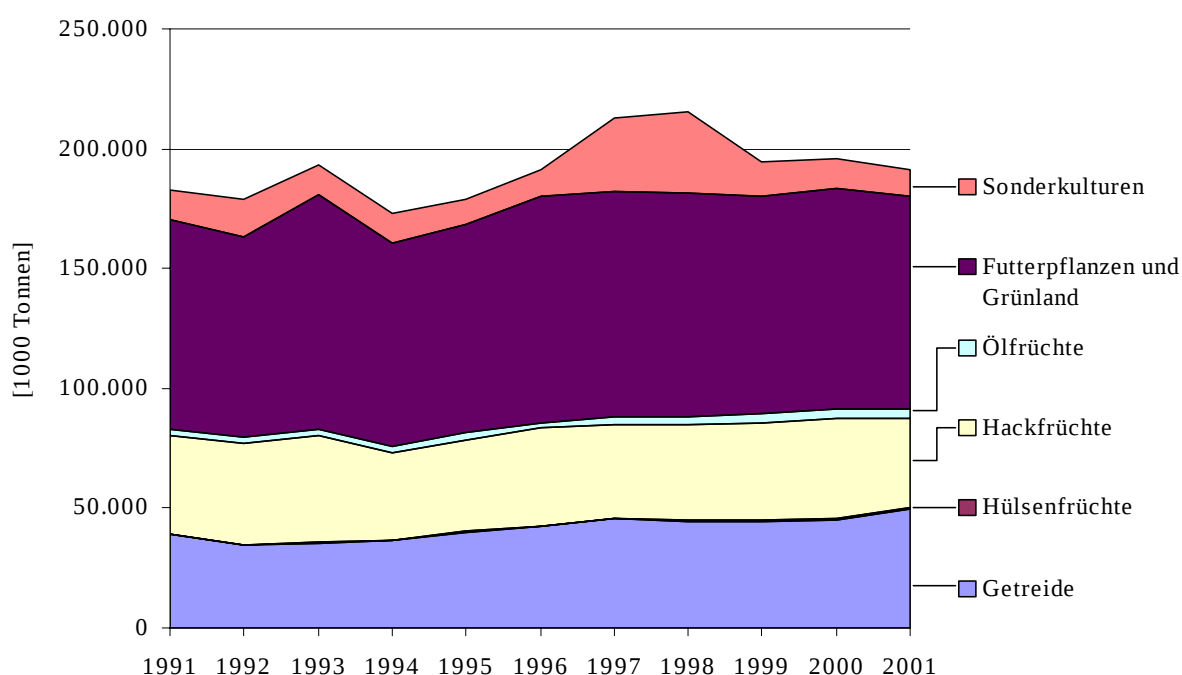
- (a) Nahrungs- und Futtermittel (inkl. Strohlieferung an die Tierproduktion)
- (b) Nachwachsende Rohstoffe
- (c) Ernterückstände
- (d) Sonstige

Nahrungs- und Futtermittel

Die wichtigste landwirtschaftliche Flächennutzung ist nach wie vor die Bereitstellung von Nahrungsmitteln. Dies geschieht entweder direkt durch den Anbau von Lebensmitteln wie z. B. Brotgetreide oder indirekt durch die Futtermittelproduktion. Lebensmittel und Futtermittel werden zu etwa gleichen Teilen verbraucht. In den letzten Jahren ist die Produktion von Getreide kontinuierlich angestiegen (Abbildung 26) ebenso wie die Produktion von Hülsen- und Ölfrüchten, die jedoch nur einen sehr geringen Anteil an den gesamten Erntemengen ausmachen. Die in der Statistik ausgewiesene Raufutterproduktion

(Futterpflanzen und Grünland) bleibt trotz zurückgehender Tierbestände relativ stabil³³, was auf eine im Zeitverlauf gestiegene tierische Leistung und die veränderte Zusammensetzung der Futtermischungen zurückgeführt werden kann. Die Ermittlung der innerhalb der Landwirtschaft verwerteten Raufuttermengen ist aufgrund hoher Variabilität der Erntemengen und großer Unterschiede zwischen Ertrag und tatsächlich als Futter verwerteten Mengen problematisch, mit entsprechenden Konsequenzen für die Belastbarkeit der diesbezüglichen Daten.

Abbildung 26: Erntemengen, 1991-2001 (Frischmasse³⁴)



Quelle: BMVEL, Statistisches Jahrbuch (div. Jgg.).

Nachwachsende Rohstoffe

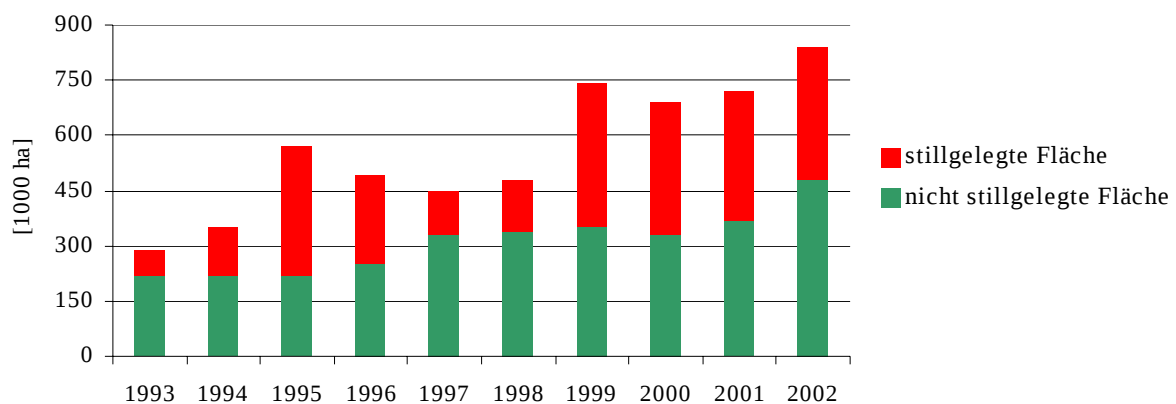
Nachwachsende Rohstoffe (NR) werden zur Erzeugung von Energie und als Rohstoffe für industrielle Produkte, d.h. außerhalb des Nahrungs- und Futterbereichs, verwendet. 3,7 %

³³ Die Werte im Statistischen Jahrbuch des BMVEL für Raufutterproduktion stimmen nicht mit den (plausibleren) RAUMIS-Werten überein.

³⁴ Die Erntemengen werden in Frischmasse (inkl. Wasseranteil) ausgewiesen. Dies bedeutet, dass etwa doppelt so viel Grünfutter geerntet und transportiert wird als Getreide. Jedoch liefert das Getreide mit einer Trockensubstanz (TS) von 85 % etwa die doppelte Menge Trockenmasse als das Grünfutter mit durchschnittlich 19 % TS.

bzw. 711.000 ha der gesamten Landwirtschaftsfläche wurden im Jahr 2001 in Deutschland zum Anbau nachwachsender Rohstoffe genutzt. Dabei waren Rapsöl (mit 72,1 % Flächenanteil für Rapsfelder) und Stärke (mit 17,6 % Flächenanteil für Kartoffelanbau) im Jahr 2001 die dominierenden Produkte mit den höchsten Flächenanteilen (FNR, 2004). Andere Rohstoffe sind Zucker (mit 1 % Flächenanteil), Sonnenblumen- (3,5 %) und Leinöl (4,5 %), Faserpflanzen (0,3 %), Heilstoffe (0,7 %) und Sonstige (0,4 %). Die Anbauflächen haben sich während der letzten zehn Jahre nahezu verdreifacht (Abbildung 27):

Abbildung 27: Ackerfläche zum Anbau nachwachsender Rohstoffe (1993-2002)



Quelle: BMVEL, 2002d.

NR werden sowohl auf regulären Anbauflächen als auch auf sog. Stilllegungsflächen (d.h. für die Lebensmittelproduktion still gelegte Flächen) produziert, soweit sie nachweislich zum überwiegenden Anteil industriell verwendet werden. Eine Stilllegungsverpflichtung wurde im Rahmen der EU-Agrarreform 1993 (MacSharry-Reform) eingeführt und ist eine Bedingung zum Erhalt von Direktzahlungen (bei einer vertieften Beschäftigung mit dem Thema Subventionen wäre auf die Gestaltung der EU-Agrarpolitik einzugehen).

1993 wurden NR überwiegend auf regulär bewirtschaftetem Ackerland angebaut und nur zu etwa einem Viertel auf Stilllegungsflächen, die für den Pflanzenbau außerhalb der Nahrungsmittelproduktion zur Verfügung stehen. Die vorgeschriebene, 'konjunkturelle' Ackerflächenstilllegung beträgt zwischen 5 und 15 % der beihilfefähigen Ackerflächen und ist Voraussetzung für den Erhalt von Direktzahlungen im Ackerbau. Der Mindestsatz kann jährlich angepasst werden, wobei diese Entscheidung auf EU-Ebene zur Regulierung der Getreidemengen getroffen wird. Auf konjunktureller Flächenstilllegung wurde seit Mitte der 90er Jahre ein großer Teil der NR-Produktion praktiziert. Im Jahr 1995 betrug der Anteil ca. 16 % an der konjunkturellen Flächenstilllegung. Dieser Anteil stieg im Jahr 1999 auf ca. 26 % und hatte einen Umfang von 255.000 ha.

Die Möglichkeit zur Nutzung der Flächenstilllegung zur NR-Produktion wird auch nach der Umsetzung der Luxemburger Beschlüsse zur EU-Agrarreform 2003 weiter bestehen. Außerdem wurde zusätzlich eine Förderung des Anbaus von Energiepflanzen auf nicht stillgelegter Fläche in Höhe von 45 €/ha ab 2003 eingeführt. Diese Förderung ist auf einen maximalen Flächenumfang von 1,5 Mio. ha in der EU begrenzt. Im Rahmen der Zuordnung von Subventionen zu den einzelnen Agrarprodukten kann auch eine Bewertung des Subventionsanteils bei nachwachsenden Rohstoffen erfolgen. Ein Großteil der Subventionierung erfolgt aber im Energiesektor, wo es zu unterschiedlicher Besteuerung verschiedenster Energierohstoffe kommt.

Insbesondere der Anbau von Winterraps zur Biodieselgewinnung auf Stilllegungsfläche ist vielfach attraktiv, da diese Flächen somit in der Fruchtfolge verbleiben und der Anbau von ökonomisch attraktiven Folgefrüchten (insbesondere Winterweizen) ermöglicht wird. Außerdem ist durch die gegenwärtige Preisentwicklung Biodiesel in Deutschland konkurrenzfähig. Die Konkurrenzfähigkeit kann sich bei einer Änderung der Besteuerung von Biodiesel bzw. Diesel verschieben. Zusätzlich hängt sie auch von der Preisentwicklung von Rohöl auf dem Weltmarkt ab. Die Produktion von Biodiesel aus Winterraps kann nur eine Ergänzung zum Diesel auf mineralischer Basis darstellen, da der Produktionsumfang in keiner Weise den deutschen Gesamtbedarf für Diesel decken kann. In Betrieben mit hoher Viehdichte können NR-Flächen als Gülleenachweisflächen dienen, stillgelegte Flächen hingegen nicht. Auch hiervon geht ein Anreiz zur NR-Produktion aus.

Im Rahmen der nationalen **Nachhaltigkeitsstrategie** der Bundesregierung wurde das Ziel definiert, den Anteil der erneuerbaren Energien auszubauen, um einerseits unabhängiger von den begrenzten fossilen Ressourcen (Öl, Gas, Kohle) zu werden und andererseits die Emission von Treibhausgasen zu verringern. Entsprechende **Indikatoren zu erneuerbaren Energien** wurden definiert und berechnet. Bis zum Jahr 2020 soll demzufolge der Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergiebedarf auf 4,2 % (von 3,1 % in 2003) und an der Stromversorgung auf mindestens 12,5 % (von 7,9 % in 2003) ansteigen (und bis 2020 auf mindestens 20 %). Bis Mitte des Jahrhunderts sollen erneuerbare Energien rund die Hälfte des Energieverbrauchs decken. Durch finanzielle Unterstützung und Markteinführungsprogramme, Forschungsförderung und gesetzliche Rahmenbedingungen (z. B. das Erneuerbare-Energien-Gesetz) wird eine solche Entwicklung gefördert. Neben der Nutzung von Wind, Wasserkraft und direkter Sonnenenergie ist **Biomasse** derzeit für Deutschland die mengenmäßig wichtigste regenerative Energiequelle: 2003 wurden rund 62 % der Endenergie aus erneuerbaren Quellen durch Biomasse bereit gestellt (Bundesregierung, 2004). Zur Biomasse zählen hier Reststoffe wie Restholz, organische Abfälle (Biomüll, Gülle etc) oder Stroh sowie 'Energiepflanzen' wie Raps, schnell wachsende Baumarten, Energiegetreide, Miscanthus (schnell wachsendes Chinaschilf).

Ernterückstände

Alle Pflanzenbestandteile, die abgefahren werden könnten, für die jedoch keine Verwendungsmöglichkeit besteht, werden unter dieser Rubrik summiert. Im Wesentlichen ist dies das Stroh von Getreide (ca. 80 % des Strohs verbleibt auf dem Feld) und Hülsenfrüchten sowie das Rübenblatt und Kartoffelkraut. Diese Ernterückstände werden in den Boden eingearbeitet und stehen als organischer Dünger den nachfolgenden Fruchtarten zur Verfügung. Diese Biomasse kann potenziell auch energetisch genutzt werden (Verbrennung, Biogas) und würde dann unter die Rubrik 'nachwachsender Rohstoff' fallen. Jedoch ist zu berücksichtigen, dass die Entfernung jeglicher Biomasse zu einer Abreicherung des Humusgehaltes im Boden führen würde und somit keine nachhaltige Pflanzenproduktion möglich wäre. Der Strohbedarf auf dem Acker liegt je nach Standort, Fruchtfolge, Düngungsmanagement und Zwischenfruchtanbau zwischen 67 % und 100 % (Öko-Institut e.V., 2004).

6.2.1.2 Datenquellen und methodisches Vorgehen

Nahrungs- und Futtermittel

Die agrarstatistischen Angaben zur Flächennutzung und das mittlere Ertragsniveau dienen als Datengrundlage zur Berechnung der Nahrungs- und Futtermittelmengen. Beide Angaben sind der jährlichen Veröffentlichung des Statistischen Bundesamtes 'Landwirtschaftliche Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung, Fachserie 3, Reihe 3' zu entnehmen. Hinzu kommen geringe Mengen an Stroh zur Einstreu und Verfütterung sowie Rübenblattsilage. Der Umfang orientiert sich am gesamten Futtermittelaufkommen und wird in Abhängigkeit von den Viehbeständen und Futterrations-schätzungen berechnet (Henrichsmeyer et al., 1996).

Durch einfache Multiplikation der Anbauflächen mit den mittleren Erträgen sind die Erntemengen zu berechnen, die teils direkt in den Handel abgegeben werden und teils in der Tierproduktion 'veredelt' werden. Das Modell RAUMIS berechnet den Futtermittelbedarf explizit für jede Tierart (Henrichsmeyer et al., 1996), so dass diese Position detaillierter ausgewiesen werden kann.

Die Produktionsverfahren Gemüse, Obst, Rebland und sonstige Handelsgewächse werden im Modell RAUMIS nur monetär abgebildet, so dass diese Angaben direkt aus dem Statistischen Jahrbuch des BMVEL (div. Jgg.) entnommen werden. Allerdings weist das Statistische Jahrbuch nur Werte für Wirtschaftsjahre (1.7.-30.6.) aus. Bei der Umrechnung von Wirtschafts- in Kalenderjahre (Bezugszeitraum für die UGR) wird der Mittelwert von zwei Wirtschaftsjahren verwendet; Bsp: [Wirtschaftsjahr (94/95) + Wirtschaftsjahr (95/96)] / 2 = Kalenderjahr (95). Zur Kategorie 'sonstige Pflanzenproduktion' werden in der Statistik nur die verkaufsfertigen Pflanzenbestände in

den Baumschulbetrieben (in 1000 Stück) berichtet. Diese Angabe reicht nicht aus, um daraus einen Massenstrom abzuleiten, weshalb dieser Wert in den hier vorgestellten Ergebnissen nicht berücksichtigt wird.

Nachwachsende Rohstoffe

Die statistischen Daten aus der Bodennutzungshaupterhebung enthalten die Flächenangaben zur Anbaufläche von nachwachsenden Rohstoffen (Rubrik: Stillgelegte Flächen mit Anbau). Da diese jedoch nicht im Veröffentlichungskatalog enthalten sind, besteht bisher kein Zugang zu diesen erhobenen Daten. Für die Berechnungen innerhalb der UGR werden Meldedaten der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) für NR auf Stilllegungsflächen verwendet. Die weitaus wichtigste NR-Kultur auf Stilllegungsflächen war in den 90er Jahren der Raps. Andere NR-Anbaukulturen auf nicht stillgelegter Fläche werden in RAUMIS zusammen mit den Anbaufrüchten für Nahrungs- und Futtermittelproduktion betrachtet (z. B. bei Getreide, Kartoffeln, Zuckerrüben). Zur Verwendung von Nebenprodukten wie z. B. Stroh zur energetischen Nutzung liegen keine statistischen Daten vor. Somit wird in der Rubrik 'Nachwachsende Rohstoffe' ausschließlich der NR-Raps auf stillgelegten Flächen und die Stärkeproduktion gelistet.

Ernterückstände

Aus den Erntemengen (s. Nahrungs- u. Futtermittel) und einem spezifischen Stroh:Korn-Verhältnis bei Getreide bzw. Rüben:Blatt-Verhältnis bei Rüben (BMVEL, 1996) können die Mengen der Nebenprodukte berechnet werden (s. Anhang 7). Nach Abzug der verwerteten Menge Stroh und Rübenblatt resultieren die Ernterückstände, die auf dem Feld verbleiben.

Die Ernterückstände werden als Residualgröße aus der produzierten und der verwerteten Menge berechnet. Somit wird die gesamte, nicht verwertete Biomasse dieser Kategorie zugeschrieben, also auch z. B. Grünmasse, die auf Feldern der Flächenstilllegung aufwächst und nicht abgeerntet wird.

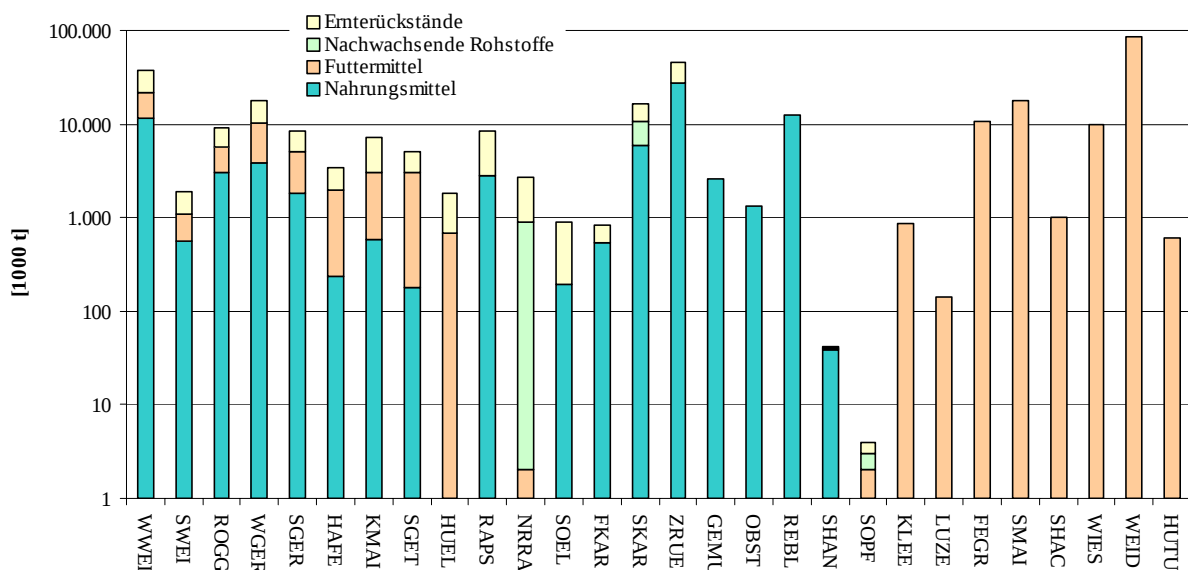
Sonstige

Neben den genannten Positionen 'Nahrungs- und Futtermittel', 'NR' und 'Ernterückstände' existiert ein nicht ausgewiesener Rest aus Blumen, Zierpflanzen, Baumschulen, Nutz- und Hausgärten, der nur monetär und nicht in physischen Mengen erfasst wird.

6.2.1.3 Ergebnisse für die Berichtsjahre

Die Übersicht in Abbildung 28 zeigt die physischen Mengen für das Jahr 1999 und verdeutlicht den Massenfluss innerhalb des Landwirtschaftssektors (Futtermittel) und in andere Sektoren. Wegen hoher Ertragsmengen im Grünfutterbereich und bei Silomais wurde eine logarithmische Skalierung gewählt.

Abbildung 28: Biotische Rohstoffe insgesamt (1999)



Beschreibung der Abkürzungen im Anhang 1.

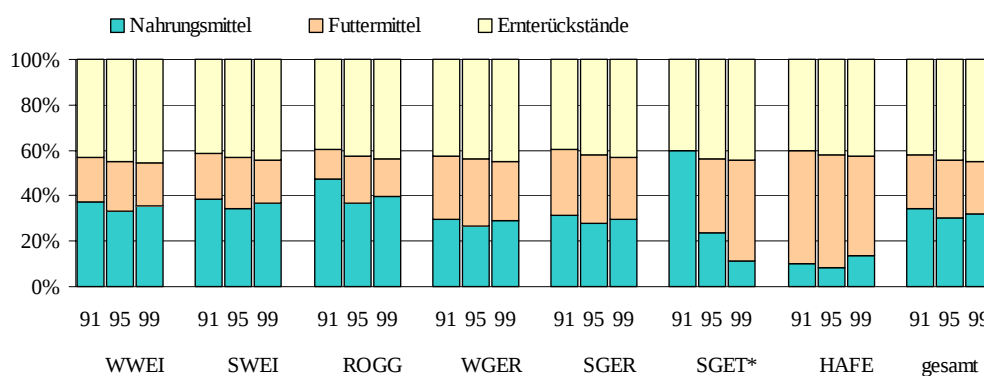
Ca. 55 % der Biomasse, die auf landwirtschaftlichen Flächen erzeugt wird, geht als Vorleistung in die Tierproduktion. Während Grundfuttermittel wie Grünfutter, Heu oder Silomais vollständig im deutschen Agrarsektor erzeugt und auch verfüttert werden, wird ein Teil des verfütterten Getreides sowie Hülsenfrüchte inländischer Herkunft zunächst außerhalb des Agrarsektors zu Mischfuttermitteln verarbeitet. Neben- und Abfallprodukte fallen grundsätzlich außerhalb des Agrarsektors in der Nahrungsmittelindustrie an und gelangen von dort wieder in den Agrarsektor. Zum Teil stammen solche Neben- und Abfallprodukte auch aus Rohstoffen, die im deutschen Agrarsektor erzeugt wurden. So geht beispielsweise die gesamte Zuckerrübenernte an die Zuckerindustrie, die aus den Reststoffen Trockenschnitzel als Futtermittel an die Landwirtschaft liefert. Nur etwa ein Viertel (23 %) dient direkt der Nahrungsmittelproduktion und ca. 22 % der Biomasse verbleibt auf dem Feld als Ernterückstände. Weniger als ein Prozent (0,2 %) wird als nachwachsender Rohstoff in die weiterverarbeitende Industrie geliefert.

Während das Getreide zu etwa gleichen Teilen sowohl in die Nahrungs- als auch in die Futtermittelproduktion geliefert wird, dienen Gemüse, Obst, Wein (REBLand) und sonstige Handelsfrüchte ausschließlich der menschlichen Ernährung. Das gesamte

Grünfutter und der Silomais gelangen in die Tierproduktion (SOPF bis HUTU in Abbildung 28).

Die Anteile der Verwendung von Getreide entwickelten sich in den 90er Jahren zugunsten von Ernterückständen (Abbildung 29), während der Gebrauch von Futtermitteln inkl. Einstreustroh³⁵ und die Lebensmittelproduktion in etwa gleiche Anteile behielt.

Abbildung 29: Biotische Rohstoffe von Getreide in den Jahren 91/95/99



* Sonstiges Getreide (SGET) berücksichtigt 95 und 99 die Verfütterung von Triticale.

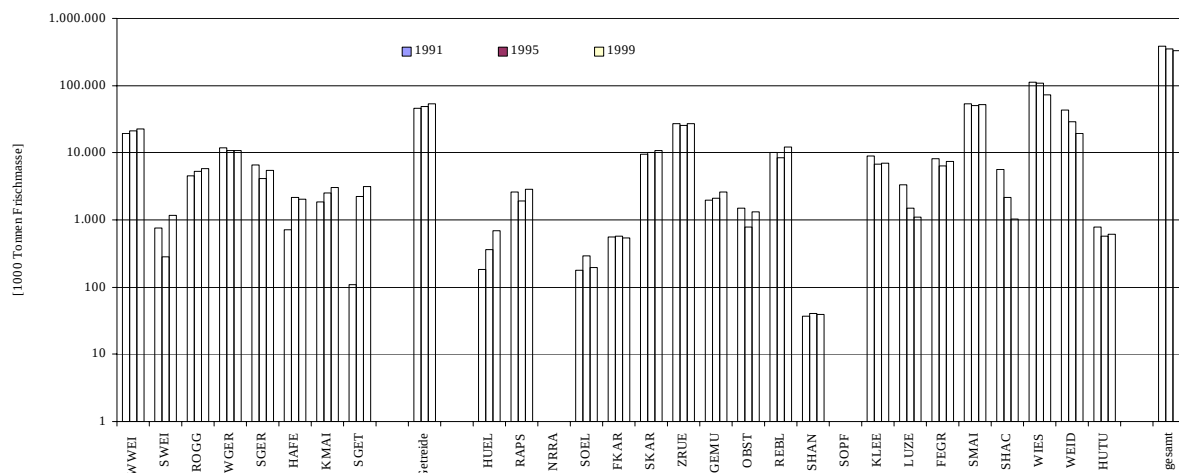
In absoluten Zahlen steigt der Verbrauch von Nahrungs- und Futtermitteln wegen höherer Erntemengen um 11 % bzw. 20 % an.

Nahrungs- und Futtermittel

Die Abbildung 30 zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion zeigt ein sehr heterogenes Bild mit sehr großen und teilweise auch kleinen Mengen, weshalb eine logarithmierte Darstellungsweise gewählt wurde:

³⁵

Einstreustroh wurde in Abbildung den Futtermitteln zugerechnet.

Abbildung 30: Nahrungs- und Futtermittel 1991, 1995, 1999 nach Fruchtarten

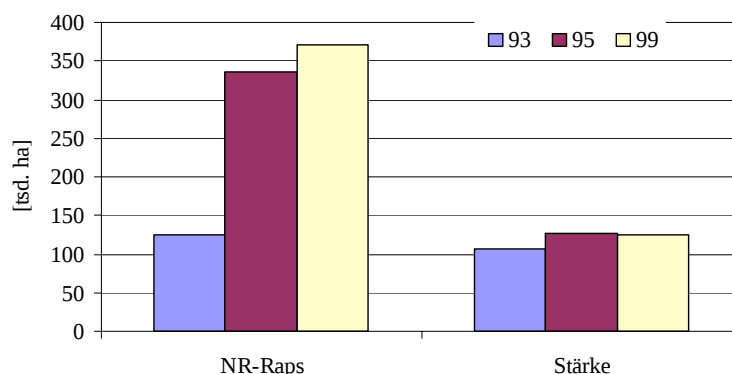
Beschreibung der Abkürzungen im Anhang 1.

Während die Getreideproduktion einen leicht positiven Trend ausweist, ist die gesamte Nahrungs- und Futtermittelerzeugung um jeweils ca. 10 % rückläufig, was auf den Rückgang der Viehbestände und somit auf die reduzierte Grünfütterproduktion zurückzuführen ist. In Bezug auf die gesamten Erntemengen besteht eine Diskrepanz zwischen der Berechnung des BMVEL (Statistisches Jahrbuch div. Jgg., vgl. Abbildung 26) und der hier vorgelegten Kalkulation. Die Ursache dafür liegt in den unterschiedlichen Schätzungen des Raufutterbedarfs für Tiere (von Futterpflanzen und Grünland).

Die Nutzung von Stroh als Futtermittel und Einstreu ist ebenfalls stetig rückläufig. Außerdem wird nur ein Anteil von 17-28 % (RAUMIS-Schätzung auf Grundlage von Daten zu Stallhaltungsformen und dem durchschnittlichen Stroheinsatz pro Stallplatz) des gesamten Strohaufkommens für Einstreuzwecke abgefahren, während der überwiegende Anteil auf dem Feld verbleibt. Die Strohnutzung zu Futterzwecken ist mit in RAUMIS geschätzten Mengen von jährlich unter 1 Mio. t als unbedeutend anzusehen. Die geschätzten Futterstrohmengen sind für die Tierernährung in Bezug auf Energie- und Proteinbedarf nicht von Bedeutung, sondern zur kalkulatorischen Erreichung einer Mindest-Trockenmasseaufnahme (zur Sättigung der Tiere) erforderlich. Die Schätzwerte für Stroh schwanken daher zwischen den Jahren. Rübenblatt als weiteres verfüttertes Nebenprodukt wird kaum noch für die Tierernährung benötigt, weshalb seine Bedeutung in den Modellschätzungen zwischen 1991 und 1999 stark abnimmt.

Nachwachsende Rohstoffe

Die Anbauflächen von NR-Raps und Pflanzen zur Stärkeherstellung (Kartoffel, Weizen, Mais, Erbse) stiegen in den 90er Jahren kontinuierlich an. Für das Jahr 1991 existieren keine statistischen Angaben über Flächenumfänge, so dass für diese Auswertung der Wert für 1993 herangezogen wurde (Abbildung 31).

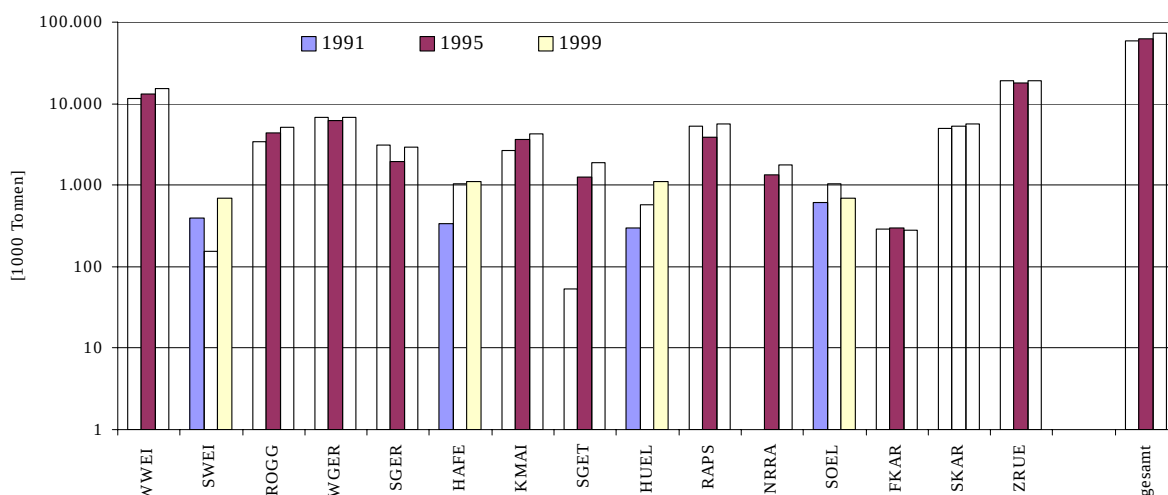
Abbildung 31: Anbauflächen von nachwachsenden Rohstoffen

Quelle: FNR, 2004.

Stärke wurde 1998 zu 41 % aus Kartoffeln, zu 31 % aus Mais und zu 28 % aus Weizen hergestellt (Fachverband der Stärke-Industrie, 2004, zitiert in bioSicherheit, 2005). Die Stärkeherstellung aus Erbsen spielt eine untergeordnete Rolle. Unter Berücksichtigung des weiterhin steigenden Trends (vgl. Abbildung 27) wird die Produktion nachwachsender Rohstoffe zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Ernterückstände

Die Menge der Ernterückstände nach Fruchtarten (s. Abbildung 32) verändert sich proportional zum Ernteertrag und zur Nutzung der Nebenprodukte (Stroh und Rübenblatt).

Abbildung 32: Ernterückstände 1991, 1995, 1999 nach Fruchtarten*

*auf Grünlandflächen fallen keine Ernterückstände an.

Diese Mengen spiegeln die Anbaustruktur und das Ertragsniveau der einzelnen Jahre wider. Insgesamt stieg das gesamte Biomasseaufkommen infolge ertragreicherer Sorten und verbessertem Management leicht an.

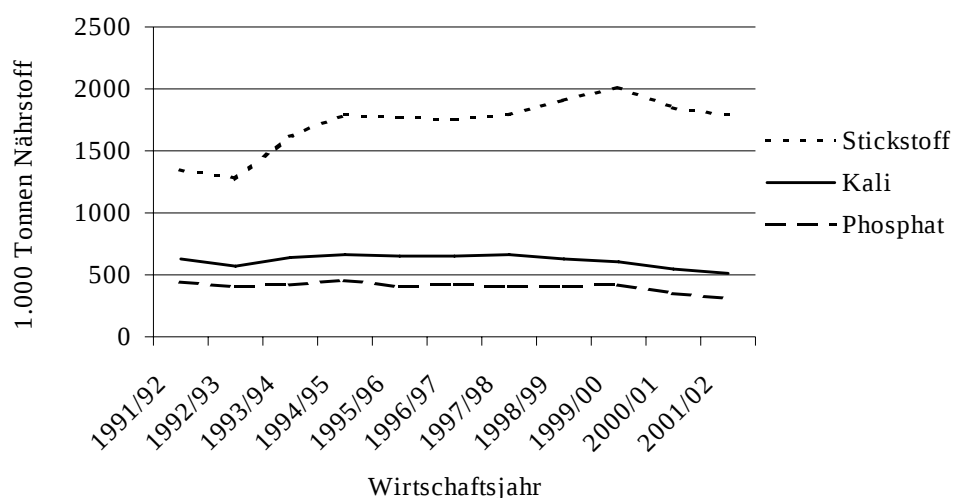
6.2.2 Ausbringung von Nährstoffen aus Mineraldünger und Wirtschaftsdünger

6.2.2.1 Allgemeines, Definitionen, sektoraler Entwicklungstrend

Mineraldünger:

Mineraldünger ist ein wichtiger Produktionsfaktor in der Landwirtschaft, der zur Ertragsbildung im konventionellen Pflanzenbau eingesetzt wird. Die physischen Mengen schwanken bei Stickstoff um ca. 1,5 bis 2 Mio. Tonnen jährlich. Der Einsatz von Phosphat und Kalium liegt bei etwa 500 Tsd. Tonnen (Abbildung 33):

Abbildung 33: Düngemittelversorgung der Wirtschaftsjahre 1998/90 bis 2001/02 (Mineraldünger)



Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 2.8 (div. Jgg.).

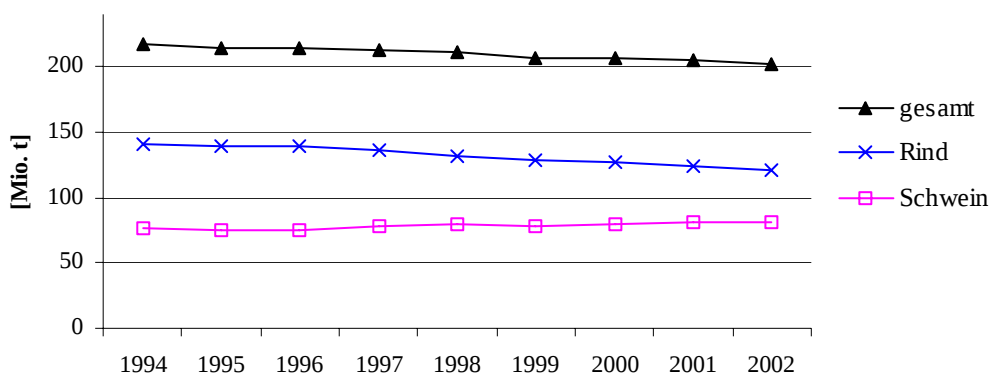
Während der Absatz von P- und K-Düngern in den 90er Jahren weitestgehend stabil blieb, stieg der N-Mineraldüngerabsatz in der Bundesrepublik Deutschland leicht an. Seit dem Wirtschaftsjahr 1999/00 ist ein Rückgang der Düngemiteleinkäufe zu verzeichnen. Der Anstieg während der 90er Jahre ist auf einen zunehmenden Verbrauch in Ostdeutschland zurückzuführen. Seit 2000 sinkt der Absatz aufgrund höherer Energiekosten für die Herstellung und höherer Verkaufspreise.

Wirtschaftsdünger:

Organische Dünger aus der Tierproduktion und Klärschlamm sind die wichtigsten Wirtschaftsdünger, die in den UGR zu berücksichtigen sind. Kompost und importierte organische Abfälle spielen eine untergeordnete Rolle bezüglich des Massenstroms. Soweit Daten vorliegen, werden auch diese geringen Mengen in den UGR ausgewiesen. Den Themenbereich Klärschlamm und Kompost behandelt Kapitel 6.2.6.

Das Aufkommen an Wirtschaftsdünger aus der Rinder- und Schweinehaltung entwickelte sich in den 90er Jahren insgesamt leicht rückläufig (Abbildung 34):

Abbildung 34: Entwicklung des Gesamtanfalls an Wirtschaftsdüngern in der Rinder- und Schweinehaltung der Bundesrepublik Deutschland in den Jahren 1994 bis 2002



Quelle: KTBL, 2003.

An dieser Graphik sind die Veränderungen in der Tierproduktion abzulesen. Während die Rinderbestände stetig zurückgingen, stieg die Produktion von Schweinefleisch leicht an. Geflügelung ist in der KTBL-Analyse nicht enthalten und macht eine Größenordnung von unter 5 % des Gesamtstickstoffaufkommens aus der Tierhaltung aus. Insgesamt ist ein rückläufiger Trend des organischen Düngeraufkommens zu beobachten, der jedoch nicht durch einen gesteigerten Mineraldüngereinsatz kompensiert wird. Dies lässt bei unverändert hohen Ertragsleistungen auf eine höhere Effizienz beim Umgang mit Nährstoffen schließen.

Import von organischen Düngemitteln:

In relativ geringen Mengen werden organische Düngemittel international transferiert. Eine Aufstellung des Umweltbundesamtes (UBA) über grenzüberschreitende Abfallverbringung umfasst alle genehmigungspflichtigen Abfälle nach dem Umweltstatistikgesetz, sowohl Importe als auch Exporte. Im Kontext der Stoffströme innerhalb der deutschen Landwirtschaft ist die einzig relevante Abfallart nach dem europäischen Abfallkatalog

(EAK, oder European Waste Catalog EWC) die Gruppe der *‘Tierfäkalien, Urin und Mist (einschließlich verdorbenes Stroh), Abwässer, getrennt gesammelt und extern behandelt’* (Code 020106), die zur Verbringung auf den Boden bestimmt sind und aus dem Exportstaat Niederlande nach Deutschland importiert werden (UBA, 2001b). Zum überwiegenden Teil handelt es sich hierbei um Hühnertrockenkot. Die Einfuhren aus den Niederlanden beliefen sich im Jahr 2001 auf 109.709 Tonnen. Dies ist ein Anteil von weniger als fünf Promille des deutschen Gülle-, Mist- und Jauchaufkommens aus der Rinder- und Schweinehaltung. Aufgrund dieses Verhältnisses und den Unsicherheiten bei der Berechnung des Düngeraufkommens wird der Import von organischen Düngemitteln in der Flächenbilanz vernachlässigt. In der sektoralen Hoftor-Bilanz wird diese Größe berücksichtigt, da keine Kalkulation des organischen Düngers erfolgt und somit keine Unsicherheiten diesbezüglich entstehen.

Sonstige N-Einträge in landwirtschaftliche Nutzflächen:

Legume N-Bindung und N-Deposition, sowie Klärschlamm und Kompost sind weitere Stickstoffquellen, die den Nutzpflanzen neben Mineral- und Wirtschaftsdünger zur Verfügung stehen. Diese Nährstoffeintragspfade werden erst in Kapitel 6.2.3 (Nährstoffbilanzen) berücksichtigt.

6.2.2.2 Datenquellen und methodisches Vorgehen

Das Statistische Bundesamt veröffentlicht in der Fachserie 4 *‘Produzierendes Gewerbe’* die Reihe 8.2 *‘Düngemittelversorgung die Verkäufe von Mineraldünger in physischen Einheiten’*. Daten aus der Viehzählung bilden die Grundlage zur Berechnung des organischen Düngieranfalls. Die Normdaten zur Nährstoffausscheidung der Tierarten und zu Inhaltstoffen pflanzlicher Produkte (N, P und K) werden der Musterverwaltungsvorschrift zur Düngeverordnung entnommen (BMVEL, 1996).

Die Mengenangaben der statistischen Erhebung werden je nach Fruchtartenspektrum auf die Gebietseinheiten verteilt. Der Anfall an Wirtschaftsdünger und dessen Nährstofffracht berechnet sich aus den Tierbeständen aller Landkreise und einem spezifischen Gülle- bzw. Festmistaufkommen, das nach Befragungsdaten für ein Projekt zu den Ammoniakemissionen aus der deutschen Landwirtschaft geschätzt wird (Döhler et al., 2002). An einer Verbesserung der diesbezüglichen Datengrundlage wird derzeit an der FAL und im KTBL gearbeitet.

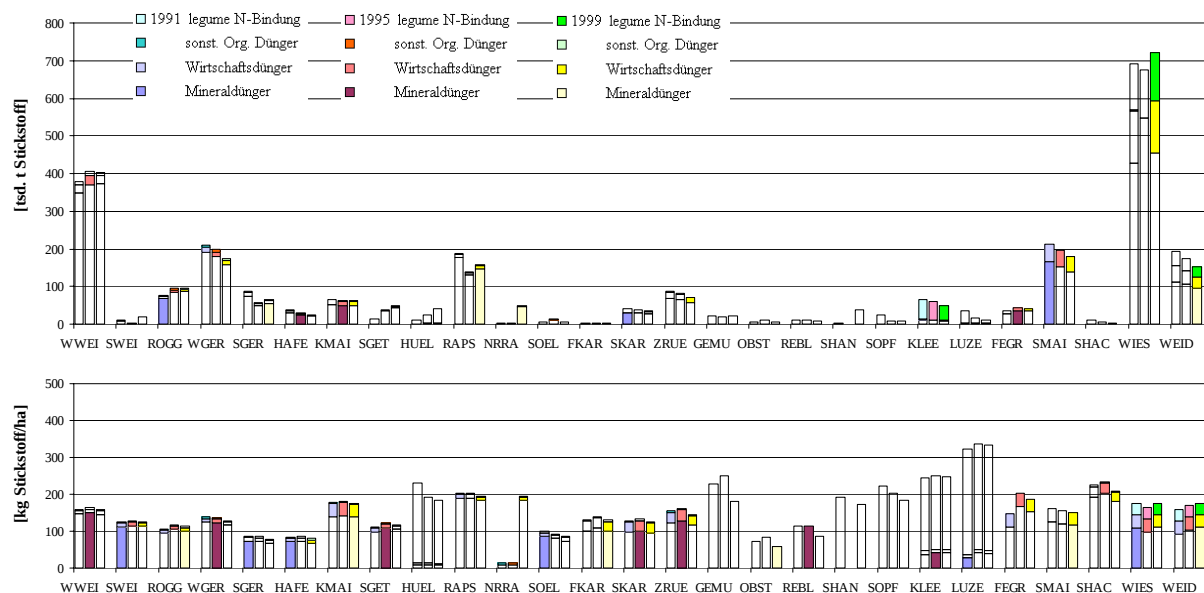
Die Quantifizierung weiterer Stickstoffquellen wird aus den Angaben der OECD-Stickstoff-Flächenbilanz für Deutschland übernommen. Die Werte liegen für Hülsenfrüchte bei jährlich 176 kg/ha und für Luzerne bei 285 kg/ha. Dauergrünland hat einen unterschiedlich hohe Leguminosenanteile, die eine durchschnittliche N-

Anreicherung im Boden von ca. 30 kg/ha*a bewirken (Angabe Musterverwaltungsvorschrift, BMVEL, 1996). N-Depositionsrates wurden auf 10 kg pro ha und Jahr festgelegt.

6.2.2.3 Ergebnisse für die Berichtsjahre

Stellvertretend für alle Hauptnährstoffe (N, P, K) zeigt Abbildung 35 den Stickstoffeinsatz nach Fruchtarten getrennt. Phosphor und Kalium haben -auf niedrigerem Niveau- ähnliche Verteilungsmuster (vgl. Anhang 18: Nährstoffe).

Abbildung 35: Stickstoffdüngung der Jahre 91/95/99



Aufgrund der großen Flächenausdehnung von Winterweizen (WWEI) und Wiesen (WIES) erhalten diese Produktionsverfahren die meisten Nährstoffe. In der Hektar-bezogenen Betrachtung (kg N/ha*a) zeigt sich ein eher ausgewogeneres Verhältnis. Eindeutige Trends sind nicht ableitbar. Die legume N-Bindung³⁶ ist eine bewusste Managementmaßnahme der Landwirte, um den Boden mit Stickstoff anzureichern. Dieser N-Input wird an hier nur nachrichtlich aufgeführt. Im Sinne der UGR ist allein die aktive Ausbringung von Nährstoffen auf dem Feld als direkte Emission aus der Landwirtschaft in die Umwelt an dieser Stelle zu berücksichtigen (Bereich 'Pressure', vgl. Kapitel 2.1). Die

³⁶

Legume N-Bindung (symbiontische N₂-Fixierung): Rhizobien (Knöllchenbakterien) sind in Symbiose mit Leguminosen zur Bindung von N₂ befähigt.

Legume N-Bindung, wie auch die N-Deposition, zählt zum UGR-Bereich 'Umweltzustand'. Der vollständige N-Eintrag wird im Projekt erst in der Nährstoffbilanz berücksichtigt (siehe folgendes Kapitel).

6.2.3 Nährstoffbilanzen

6.2.3.1 Allgemeines, Definitionen, sektoraler Entwicklungstrend

Nährstoffüberschüsse aus der Landwirtschaft verursachen z. T. hohe Nitratbelastungen des Grundwassers und fördern die Eutrophierung der Oberflächengewässer. Zur Abbildung der potentiellen Belastung werden Nährstoffbilanzen erstellt.

Die **Nährstoffbilanzierung** stellt die Zu- und Abfahren eines zeitlich und räumlich abgeschlossenen Systems gegenüber und weist den Nährstoffsaldo aus. Der Saldo dient dem Bilanzausgleich für nicht explizit ausgeführte Bilanzgrößen. Generell ist zwischen Stall-, Flächen- und Sektorbilanz zu unterscheiden. Die Sektorbilanz wird auch als Hoftor-Bilanz bezeichnet, da sie alle Waren, die in den Sektor hineinfließen und die den Sektor verlassen, bilanziert. Systemgrenze ist hier die Sektorgrenze (im übertragenen Sinne das Hoftor). Bei der Flächenbilanz wird die Systemgrenze durch die Bodenoberfläche definiert und die Stallbilanz listet alle Kenngrößen für die Tierproduktion (vgl. Anhang 8).

Die zeitliche Dimension umfasst ein Kalender- bzw. Wirtschaftsjahr oder kann ein gewogenes Mittel über mehrere Jahre enthalten. In den UGR werden alle Angaben auf ein Kalenderjahr bezogen. Die Bilanzierung ist räumlich entweder über die Flächenausdehnung (Ackerschlag, administrative Grenzen, Naturräume wie z. B. Flussgebiete) oder über einen logischen Zusammenhang gekennzeichnet (landwirtschaftlicher Betrieb, Agrarsektor). Neben der systematischen Einordnung ist eine Bilanzierung auch über die Eingangsdaten charakterisiert. Es können sowohl Bilanzen auf einzelbetrieblicher Basis erstellt werden, als auch mit Hilfe von Statistikangaben. Jedoch spielt dies bei der Betrachtung von gewogenen Mitteln (bezogen auf einen Hektar Landfläche) praktisch keine Rolle.

Die Vergleichbarkeit verschiedener Ansätze wird oft auch dadurch erschwert, dass einzelne Bilanzgrößen vernachlässigt werden (wie z. B. die Depositionsrate des Stickstoffs) oder die Systemgrenze (mit und ohne forstlich genutzten Flächen) bzw. die Bezugsfläche (mit oder ohne Stilllegungsflächen) unterschiedlich definiert ist.

6.2.3.2 Datenquellen und methodisches Vorgehen

Statistiken der Futtermittel und des Mineraldüngerabsatzes sowie der Sekundärrohstoffdünger bilden die Grundlage der Berechnungen. Die Futtermittel aus inländischer Verarbeitung und Importe listet das Statistische Jahrbuch des BMVEL (ID-Nr. 309 0200, 309 0300) auf. Mineraldüngerverkäufe veröffentlicht das Statistische Bundesamt in der Fachserie 4, Reihe 8.2, Düngemittelversorgung (div. Jgg.). Die landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm wird den Berichten des BMU gemäß Artikel 17 der EU-Richtlinie 86/278/EWG (EU, 1986) über die Klärschlammverwertung in der Bundesrepublik Deutschland entnommen.

Die legume N-Bindung und die asymbiotische N-Fixierung wird aus der Musterverwaltungsvorschrift (BMVEL, 1996) abgeleitet. In dieser Quelle sind auch alle Angaben zu Nährstoffgehalten in Futtermitteln, Ernteprodukten und tierischen Verkaufsprodukten enthalten.

Neben einer einfachen Berechnung der Bilanzen auf Grundlage der Normdaten der Musterverwaltungsvorschrift zu den tierischen Nährstoffausscheidungen sollen diese anhand einer Differenzrechnung zwischen den Nährstoffmengen im Futtermittelinput und in den tierischen Verkaufsprodukten überprüft werden. Die Differenz sollte den tierischen Ausscheidungen nach Normdaten entsprechen, weil dadurch die Konsistenz innerhalb der Berechnung gewährleistet ist und die Schätzungen zu Inhaltsstoffen somit bestätigt werden. Andernfalls ist eine Korrektur der Inhaltstoffe bzw. der kalkulierten Mengen notwendig, die anhand der abgestimmten Werte zur N-Sektorbilanz vorgenommen werden sollen.

Bisher wurde im RAUMIS-Modell eine Flächenbilanz nach folgendem Schema berechnet (Henrichsmeyer et al., 1992):

Stickstoffzufuhr:	+ N-Anfall aus tierischer Produktion
	+ mineralischer N-Dünger
	+ legume N-Bindung
	+ asymbiotische N-Fixierung
	+ N-Deposition
Stickstoffentzug bzw. -verluste:	– tierische und pflanzliche Marktprodukte
	– Ammoniakverluste
Stickstoffbilanzsaldo	= Denitrifikation und Auswaschung

Für die sektorale Abgrenzung im Sinne der UGR soll ein neuer Ansatz gewählt werden, der eine Konsistenz der Flächenbilanz mit der Hoftorbilanz gewährleistet und zusätzlich

den Nährstoffanfall aus tierischer Produktion konsistent zur Futteraufnahme darstellt. Als weniger bedeutsame Größen werden zusätzlich Sekundärrohstoffdünger wie Klärschlamm und Kompost sowie Importe von organischen Düngern berücksichtigt.

Stickstoffzufuhr:	+ mineralischer N-Dünger + legume N-Bindung + asymbiotische N-Fixierung + N-Deposition + Sekundärrohstoffdünger + Futtermittel aus inländischer Verarbeitung + Futtermittel aus Importen + Mineralfutter
Stickstoffentzug bzw. -verluste:	– tierische und pflanzliche Marktprodukte – Ammoniakverluste

Stickstoffbilanzsaldo = Denitrifikation und Auswaschung

Die Bilanzierung bezieht sich auf eine jährliche Abbildung des N-Saldos (Kalenderjahre) der agrarisch genutzten Landfläche in Deutschland.

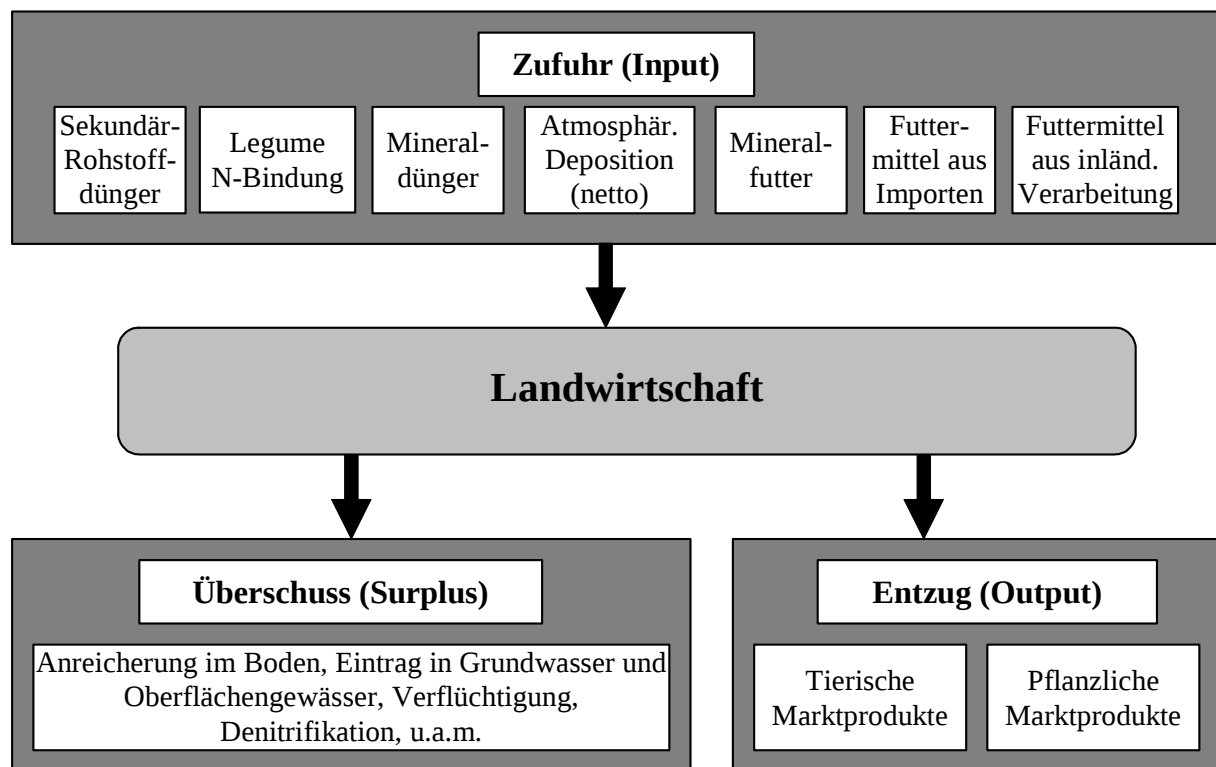
6.2.3.3 Konsistenz zu Berichtspflichten

Eine Konsistenz der UGR-Zahlen zu nationalen und internationalen Berichtspflichten ist theoretisch für jeden Bilanzansatz gegeben, da auf derselben Datenbasis (Agrarstrukturhebung) aufgebaut wird. Jedoch werden nicht alle Berichtsinhalte mit derselben Methode berechnet, wodurch Abweichungen entstehen können. Der UGR-Bericht entspricht dem Berechnungsansatz des Instituts 'Pflanzenernährung und Bodenkunde' der FAL, das entsprechende Berechnungen für den Aufgabenbereich des BMVEL durchführt.

Nachfolgend sind die wichtigsten Berichtspflichten, die die Bundesregierung zu erfüllen hat, aufgeführt:

Paris Kommission (PARCOM) zur Verhütung der Meeresverschmutzung

Die sogenannte 'Paris Konvention' ist eine Vereinbarung der Nord-Ost-Atlantik - Anrainerstaaten zum Schutz der marinen Umwelt. Die PARCOM-Richtlinie (PARCOM, 1995) beschreibt eine nationale Hofter-Bilanz (Sektorbilanz) für die Landwirtschaft zur Identifikation der Herkünfte diffuser Nährstoffquellen. In der **nationalen Grundmineralbilanz** werden ausschließlich die Stoffströme, die in den Sektor Landwirtschaft hinein und wieder hinaus fließen (Abbildung 36), bilanziert.

Abbildung 36: Nationale Grundmineralbilanz

Quelle: PARCOM, 1995.

Die landwirtschaftlichen Aktivitäten werden bei dieser Betrachtung als 'Black-Box' behandelt. Eine erweiterte Darstellung der Nährstoffflüsse bietet die **vollständige nationale Nährstoffbilanz** mit detaillierter Aufstellung der Flächen- und Stallbilanzen (s. Anhang 8).

Berichtspflicht der Nitratrichtlinie

Die Bundesregierung berichtet im Nitratbericht an die EU-Kommission die Ergebnisse des Aktionsprogramms gemäß Artikel 10 der Nitratrichtlinie im vierjährigen Turnus. Darin werden nachrichtlich die Flächenbilanzen des Bundes und der Länder als Zeitreihen dargestellt (Bundesregierung, 2000). Der 2. Bericht zur Nitratrichtlinie (Bundesregierung, 2000) beschreibt den Stickstoffüberschuss aus der Flächenbilanz. Jedoch ist die N-Bilanz kein zwingender Bestandteil des Berichts und wird daher wahrscheinlich nicht mehr berichtet. Der Nitratbericht weist konsistent zu PARCOM-Berechnungen eine Flächenbilanz von 84 kg ha^{-1} für das Jahr 1999 aus (Tabelle 5):

Tabelle 5: N-Bilanz im Nitratbericht (Flächenbilanz)

Stickstoff-Flächenbilanz [kg /ha LF]										
	1990 ^{a)}	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999 ^{b)}
Mineraldünger	98,0	95,2	96,1	94,8	93,8	103,7	102,8	102,2	103,7	113,1
Wirtschaftsdünger ^{c)}	63,5	57,4	56,4	54,9	54,4	54,0	54,2	53,5	53,4	54,0
legume N-Bindung	12,9	11,1	10,4	11,1	10,7	10,9	11,0	11,2	11,4	11,5
Atmosphär. Deposition	26,7	23,9	23,5	23,3	23,2	23,2	23,2	23,0	23,0	22,8
Summe Zufuhr	203,5	189,9	189,0	187,0	185,4	195,4	194,9	193,8	195,4	205,5
Ernteabfuhr	115,3	111,4	104,8	111,2	106,5	111,4	113,2	118,8	120,4	122,0
Überschuss	88,2	78,4	84,2	75,8	79,0	84,0	81,7	75,0	75,0	83,5

a) 1990: Datenbasis für die neuen Länder z. T. unsicher

b) 1999: vorläufige Werte

c) einschl. Düngung mit Sekundärrohstoffen, ohne Ammoniakverluste

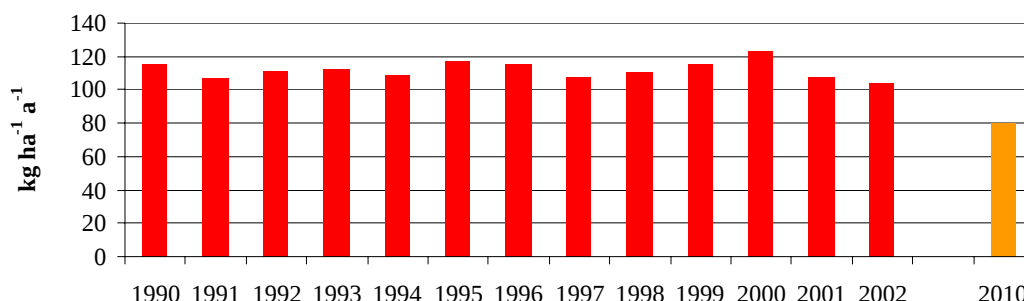
Quelle: Bundesregierung, 2000.

Die Vielfalt der Berechnungen und Berichte zeigt, dass das Thema Nährstoffbilanzen eine zentrale Rolle spielt, wenn die ökologischen Wirkungen der Landnutzung diskutiert werden. In den UGR werden neben den Flächen-, Stall- und Sektorbilanzen zusätzlich Werte für einzelne Fruchtarten ausgewiesen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass diese Bilanzen einem statischen Berechnungsansatz entsprechen, der die Stellung der Fruchtarten in der Fruchtfolge nicht berücksichtigt. Durch die Fruchtfolgegestaltung können zeitweise Nährstoff-Überhänge entstehen, die meist von der Folgefrucht genutzt werden. Beispiel: Die biotische N-Bindung der Leguminosen führt zur N-Anreicherung im Boden, die den Pflanzen im Folgejahr zur Verfügung steht. Dadurch erhalten die Leguminosen eine rechnerisch schlechte N-Bilanz, die in der Flächen- bzw. Sektorbilanz durch Ausgleich mit anderen Früchten egalisiert wird.

Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung

Die Bundesregierung hat in ihrem Strategiepapier für eine nachhaltige Entwicklung Deutschlands unter dem Stichwort Ernährung zwei Ziele für die landwirtschaftliche Bodennutzung genannt: 1. die weitere Ausdehnung der ökologischen Landwirtschaft und 2. die Reduktion der Stickstoffüberschüsse aus der Sektorbilanz. Abbildung 37 zeigt die zeitliche Entwicklung und das Ziel für das Jahr 2010 der sektoralen N-Bilanz:

Abbildung 37: Sektoraler N-Überschuss in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung, Fortschrittsbericht 2004 (Jahre 1990-2002 und Ziel für 2010)



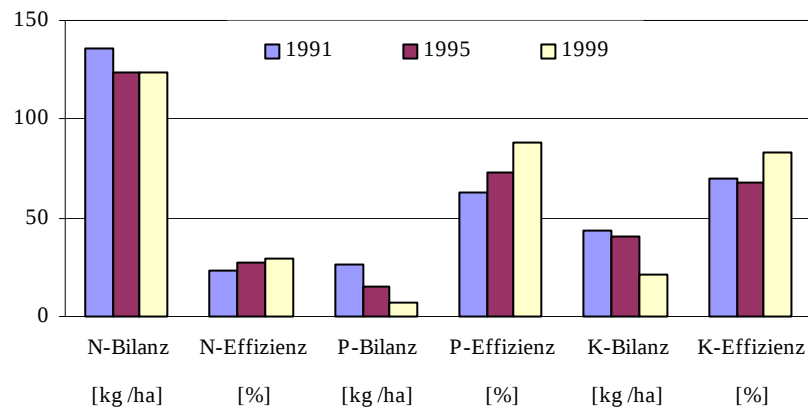
Quelle: Bundesregierung, 2004.

Im Gegensatz zur Flächenbilanz (vgl. Tabelle 5) sind in der Sektorbilanz alle Überschüsse aus der Tierhaltung angerechnet.

Weitere Berichtspflichten bestehen gegenüber der OECD zum Agrar-Umweltindikator 'N-Bilanz' (OECD, 2001a) und an die EU im Rahmen eines Indikator-Management-Systems (EEA, 2005).

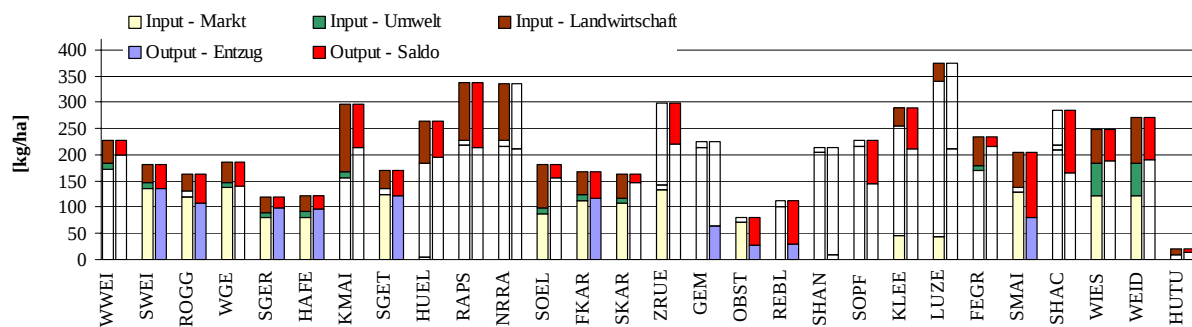
6.2.3.4 Ergebnisse für die Berichtsjahre

Das Gesamtaufkommen an organischem Dünger tierischer Herkunft ist seit 1991 deutlich gesunken, was vor allem auf den Tierbestandsabbau in den Neuen Ländern zurückzuführen ist. Entsprechend sind die sektoralen Nährstoffüberschüsse zurückgegangen, wobei sich die Nährstoff-Effizienz (Relation von der Summe der Nährstoffinputs zum Entzug nach Flächen-Stallbilanz) beim Stickstoff weniger verbessert hat als bei den anderen Nährstoffkomponenten P und K. Ein Grund dafür ist die Substitution von organischem Dünger durch N-Mineraldüngereinsatz, was sich an steigenden Verkaufszahlen abzeichnet. Da die meisten ackerbaulich genutzten Böden mit P und K übertversorgt waren und zum Teil noch sind, wurden in diesem Bereich Kosteneinsparungen seitens der Landwirte realisiert. Am deutlichsten fällt die Effizienzsteigerung beim Phosphor aus, bei dem im Jahr 1999 im sektoralen Durchschnitt nur noch geringe Bilanzüberschüsse auftraten. Aufgrund methodischer Anpassungen differieren die Angaben zum N-Überschuss zwischen dem Fortschrittsbericht der Nachhaltigkeitsstrategie und den hier vorgestellten Werten. Es ist davon auszugehen, dass die Werte der Nachhaltigkeitsstrategie im nächsten Fortschrittsbericht entsprechend angepasst werden.

Abbildung 38: N-, P-, K-Bilanzen und -Effizienzen des Düngereinsatzes

Eine Effizienzsteigerung steht besonders im Bereich des N-Düngereinsatzes im Vordergrund. Hierbei ist ein verbessertes Gülle-Management gefordert. Bei P und K, die weniger aus der Bodenmatrix ausgewaschen werden und nicht gasförmig entweichen können sind die Verluste nur durch Bodenabtrag zu erklären, woraus sich die Forderung eines verstärkten Erosionsschutzes ableitet.

Die N-Flüsse wurden in dieser Studie in In- und Outputkategorien eingeteilt und genauer analysiert (Abbildung 39). Hierbei sind fünf Kategorien zu unterscheiden: Input-Markt ist die N-Zufuhr über Handelsdünger, Klärschlamm, Kompost und importierte organische Abfälle. Input-Umwelt beschreibt den Umfang der legumen N-Bindung und die atmosphärische N-Deposition. Input-Landwirtschaft steht für den organischen Dünger, wie z. B. Gülle, Stroh und Rübenblatt, das nicht verfüttert wird. Dem gegenüber stehen die Entzüge (Output-Entzug) über das Ernteprodukt und der Bilanzsaldo (Output-Saldo), also der Anteil des Stickstoffs in der Gesamtbilanz, der nicht direkt verwertet werden kann.

Abbildung 39: Stickstoff-In- und -Output nach Pflanzenbauverfahren (1999)

Die Stickstoffverluste (Output-Saldo) sind in allen Verfahren mehr oder weniger hoch. Eine verlustfreie Produktion ist schon deshalb nicht möglich, da bei Anwesenheit von pflanzenverfügbarem N im Boden unvermeidliche Denitrifikationsverluste auftreten. Große Unsicherheiten bestehen indes bei der Berechnung der N-Entzüge von aggregierten Verfahren wie Gemüse, Obst, Rebland, sonstige Handelsgewächse und sonstiger Pflanzenbau. Sehr hohe N-Inputs aus der Umwelt sind bei Leguminosenanbau (Hülsenfrüchte, Klee, Luzerne) und in Grünland mit einem Teilbestand von Leguminosen zu rechnen.

Allerdings kann aus dieser Aufstellung keine Einstufung nach mehr oder weniger umweltfreundlichen Produktionsverfahren vorgenommen werden. Vielmehr sind Produktionssysteme und die dahinter stehenden Fruchtfolgen im Einzelnen zu betrachten, da z. B. die Leguminosen im Ökolandbau eine herausragende Rolle bei der Bereitstellung von Stickstoff für nachfolgende Fruchtfolgeglieder spielen.

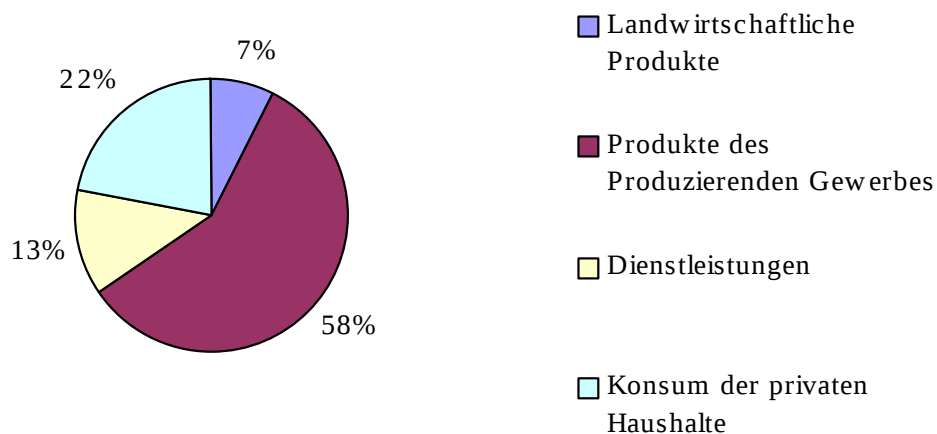
6.2.4 Gasförmige Emissionen aus der Landwirtschaft

(Ammoniak, Kohlendioxid, Stickoxide, Methan, NMVOC³⁷)

6.2.4.1 Allgemeines, Definitionen

Als Ursache des Klimawandels werden im Kyoto Protokoll (UN, 1992) sechs klimawirksame Gase (sogenannte Treibhausgase) genannt, von denen Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Distickstoffoxid (N₂O) für die Landwirtschaft relevant sind. Im Jahr 2001 verursachte die Landwirtschaft direkte Treibhausgas-Emissionen von insgesamt 73,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente. Dies entspricht einem Anteil von 7 % der Gesamtemissionen klimarelevanter Gase in Deutschland.(Abbildung 40):

Abbildung 40: Anteile für direkte Treibhausgase nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2001 (in % CO₂-Äquivalente)



Quelle: StBA, 2003b.

Im Jahr 2001 wurden 50 % der CH₄-Emissionen durch landwirtschaftliche Aktivitäten (Fermentation, tierische Abfälle und Klärschlammausbringung) und 69 % der N₂O-Emissionen von Land- und Abfallwirtschaft verursacht (UBA, 2004). Als Luftschadstoffe gelten weiterhin Ammoniak (NH₃), Stickstoffmonoxid (NO) und flüchtige organische

³⁷ NMVOC: non-methane volatile organic compounds (Flüchtige organische Kohlenstoffverbindungen ohne Methan).

Kohlenstoffverbindungen ohne Methan (NMVOC). Die Berechnung aller relevanten Gase sind Bestandteil des ersten, weitgehend vollständigen Nationalen Emissionsberichts (NIR) über Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft (Dämmgen, 2003), der regelmäßig aktualisiert wird.

Kohlendioxid: Die Emissionen von CO₂ aus der Landwirtschaft sind vom Kraftstoffverbrauch der landwirtschaftlichen Maschinen, dem sonstigen Kraftstoffverbrauch in der Tierproduktion, Verbrauch von Gas und sonstigen Brenn- und Treibstoffen, der Kalkdüngung im Pflanzenbau und von der Änderung des Kohlenstoffvorrats in Böden und Biomasse abhängig³⁸. Die Fragestellung des Boden-C-Gehaltes bzw. der Biomasse auf landwirtschaftlichen Flächen und dessen Dynamik seit 1990³⁹ wird im Zusammenhang mit der Berichtspflicht der Bundesregierung an die 'United Nations Framework Convention on Climate Change' (UNFCCC) bearbeitet. Im Rahmen dieser Berichtspflicht erstellt das Institut für Agrarökologie an der FAL die Datengrundlage für die Berichtsjahre ab 1990. Die Ergebnisse werden im Nationalen Inventarbericht veröffentlicht und entsprechend in den UGR berücksichtigt.

Methan entsteht bei der bakteriellen Zersetzung organischer Materie ohne Sauerstoff, z. B. in Reisfeldern, im Magen der Wiederkäuer oder bei der Wirtschaftsdüngerlagerung. In Deutschland wird Methan hauptsächlich von Wiederkäuern (Rinder, Schafe und Ziegen) emittiert. Methan ist auf einen Zeitraum von 100 Jahren gerechnet 21-mal treibhauseffektiver als CO₂, daher ist 1 kg Methan = 21 kg CO₂-Äquivalent.

NMVOC (non Methane Volatile Organic Compounds): Flüchtige organische Kohlenstoffverbindungen (außer Methan) sind Spurengase, die durch chemische Reaktion zur Ozonbildung beitragen oder wie z. B. Benzol unmittelbar gesundheitsschädliche Wirkung haben. NMVOC werden größtenteils durch die Verdunstung von Lösemitteln und Treibstoffen sowie durch unvollständige Verbrennungsvorgänge emittiert. Sie entstehen jedoch auch bei der mikrobiellen Umsetzung von Proteinen im Wirtschaftsdünger.

Distickstoffoxid (Lachgas): Dieses Treibhausgas entsteht bei mikrobiellen Umsatzprozessen im Oberboden und hat ein CO₂-Äquivalent von 310. Die Umsatzprozesse und die Intensität der N₂O-Emissionen sind insbesondere von der Textur

³⁸ Die Entstehung von CO₂ zur Stromgewinnung wird den stromerzeugenden Produktionsbereichen der Wirtschaft zugerechnet. Entsprechende Emissionen, die indirekt durch Stromverbrauch in der Landwirtschaft entstehen, gehen hier also nicht in die Rechnung ein.

³⁹ 1990 ist das Referenzjahr im Kyoto Protokoll.

des Bodens und seines Feuchtgehaltes sowie der Anwesenheit von leicht verfügbarem Stickstoff abhängig. Distickstoffoxid-Emissionen aus der Tierhaltung stammen aus der Wirtschaftsdüngerlagerung und liegen in der aeroben Mistlagerung besonders hoch.

Stickstoffmonoxid: Das Spurengas NO entsteht hauptsächlich bei Verbrennungsprozessen von fossilen Brennstoffen, jedoch auch in kleineren Mengen durch mikrobielle Aktivitäten im Boden. NO wird in der Troposphäre zu NO₂ oxidiert, das unter Einwirkung des Sonnenlichts wiederum zu NO und (bodennahem) Ozon reagiert.

Ammoniak: Ammoniakemissionen sind bedeutend für die Belastungsbereiche Versauerung und Eutrophierung. Die Richtlinie 2001/81/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2001 über nationale Emissionshöchstmenge für bestimmte Luftschadstoffe sieht in Artikel 6 die Erstellung nationaler Programme zur Erreichung der festgelegten Emissionshöchstgrenzen vor. Für die deutsche Landwirtschaft steht dabei die Minderung der Ammoniakemissionen auf 550.000 t im Zieljahr 2010 im Vordergrund (EU, 2001). Der Großteil aller NH₃-Emissionen ist auf landwirtschaftliche Verursacher zurückzuführen, wovon ca. 83 % auf das Wirtschaftsdüngermanagement aus der Tierhaltung und ca. 17 % auf den Mineraldüngereinsatz zurückzuführen sind.

6.2.4.2 Datenquellen, methodisches Vorgehen und Konsistenz zur Agrarstatistik bzw. zum 'Nationalen Inventarbericht'

Die Berechnung der Emissionen basiert im Wesentlichen auf den Ergebnissen des Nationalen Inventarberichts (NIR; Dämmgen, 2003). In diesem Bericht werden Emissionswerte nach Landnutzung und Tierkategorien aufgelistet, die meist direkt den landwirtschaftlichen Produktionsverfahren im Sinne der UGR zuzuordnen sind. Zur Aufteilung der Emissionswerte auf die jeweiligen Feldfrüchte liegen eigene Berechnungen zugrunde. Kohlenstoffdioxid-Emissionen werden im NIR-Bericht nur in Bezug auf die Düngieranwendung betrachtet, in Übereinstimmung mit den UNFCCC-Vorgaben jedoch nicht in Bezug auf den Energieverbrauch. Diese Kenngröße wird im Kapitel 6.2.5 (Energieverbrauch in physischen Einheiten) behandelt.

Kohlendioxid: Für jedes Produktionsverfahren werden Aufwandmengen nach KTBL-Standarddaten und Angaben der LGR (Statistisches Jahrbuch des BMVEL; Ausgaben der Landwirtschaft für Treib-, Schmier- und Brennstoffe, elektrischen Strom und Erdgas, ID 3130900) abgeleitet. Die physischen Einheiten werden über den durchschnittlichen

Einkaufspreis pro Einheit (Statistisches Jahrbuch, ID 5020200) berechnet. Durch die Multiplikation der physischen Einheiten mit den CO₂-Emissionsfaktoren⁴⁰ erhält man die Summe Kohlendioxid, die aus dem Energieverbrauch resultiert. Strom wird nachrichtlich berechnet, verursacht aber im Agrarsektor selbst keine CO₂-Emissionen. Eine weitere CO₂-Quelle ist der Düngereinsatz (hauptsächlich Düngekalk), dessen Auswirkungen im NIR-Bericht über Verkaufszahlen in Deutschland ermittelt wird. Zukünftig wird über die Rolle der agrarischen Landnutzung als Quelle und Senke von CO₂ im Nationalen Inventarbericht (und dann auch in den UGR) berichtet.

Die Luftemissionen 'Stickoxide, Methan und NMVOC' werden im NIR-Bericht nach einfachen Schätzverfahren von IPCC⁴¹ berechnet. Die Stickoxide werden in Abhängigkeit von Düngereinsatz und Bodentyp ermittelt. Die explizite Berechnung von Stickoxid-Emissionen im NIR-Bericht bezieht sich nur auf NO. NO_x wird aus NO mit dem Faktor 1,533 (entspricht dem Verhältnis von NO zu NO₂) berechnet. Die Emissionen 'Methan' und 'NMVOC', die zum überwiegenden Teil aus der Tierhaltung kommen, werden in Abhängigkeit der Tierzahlen und Managementverfahren abgeleitet.

Die Berechnungen zu **Ammoniak**emissionen aus der Tierhaltung bauen auf dem BMVEL-UBA-Projekt zu landwirtschaftlichen Emissionen auf (Döhler et al., 2002). Grundlage für die hier verwendeten Werte bildet der Nationale Inventarbericht (NIR; Dämmgen, 2003). Dabei werden die Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement anteilig sowohl den Tieren als auch den Ausbringungsflächen zugeordnet. Bei der Zuweisung der Emissionen zu pflanzlichen Produktionsverfahren entscheidet nicht das Verursacherprinzip, sondern die tatsächlich auftretenden Emissionen nach dem Örtlichkeitsprinzip. Dadurch entsteht eine Verzerrung der Ergebnisse hinsichtlich des Ursache-Wirkungs-Prinzips.

Die **Konsistenz zur LGR** besteht in der physischen Berechnungsgrundlage (Agrarstrukturhebung) und den Angaben zum Energieeinsatz. Gasemissionen werden keine monetären Werte zugeordnet, sie bleiben in der LGR unberücksichtigt. Berichtspflichten bestehen, auf der Grundlage des Kyoto Protokolls gegenüber der UNFCC⁴² und im Rahmen der NEC⁴³-Richtlinie gegenüber der EU. Die Datenbereitstellung

⁴⁰ CO₂-Emissionsfaktoren

- Sonstige Brenn- und Treibstoffe: 0,23 t CO₂/100 L Benzin
- Gas: 0,20 t CO₂/100 m³ Erdgas
- Sonstige: 0,26 t CO₂/100 L Diesel
- Strom: 60 t CO₂/100 kWh

⁴¹ IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change.

⁴² UNFCC: United Nations Framework Convention on Climate Change.

für diese Berichte erarbeitet das Institut Agrarökologie der FAL mit dem Modell GAS_EM. Ein regelmäßiger Abgleich zwischen den Rechenwerten der Modelle GAS-EM und RAUMIS als Informationsbasis für die UGR stellt die Konsistenz dieser Werte sicher.

6.2.4.3 Ergebnisse für die Berichtsjahre

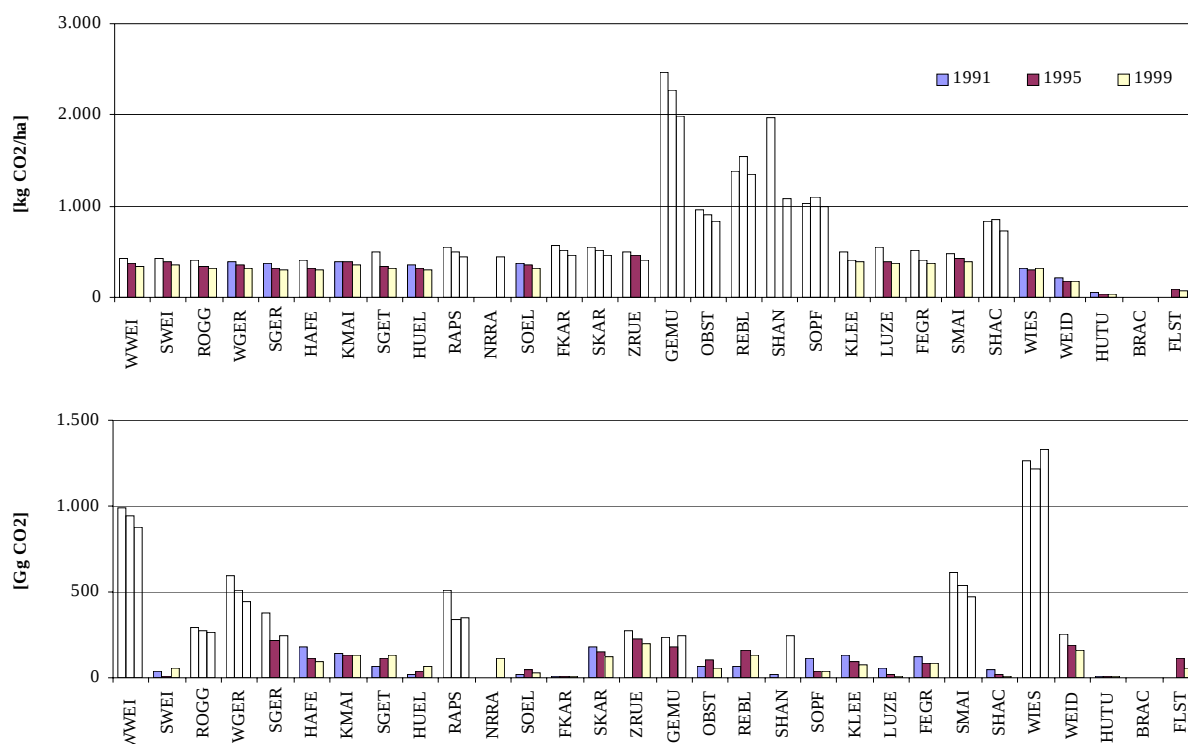
Kohlenstoffdioxid:

Die CO₂-Emissionen sanken durch abnehmenden Verbrauch von fossilen Energieträgern von 9,8 Mio. Tonnen (Gg) im Jahr 1991 auf 8,7 bzw. 8,4 Mio. Tonnen in den Jahren 1995 bzw. 1999. Die Emissionen werden im Verhältnis von etwa 1:4 aus Kalkdüngung und Energieverbrauch verursacht. Da sich die Berechnung der Einsatzmengen auf monetäre Werte aus dem repräsentativen Testbetriebsnetz sowie jahresspezifische Einheitswerte für Preise stützt, sind in dieser Berechnung große Unsicherheiten vorhanden.

In allen Pflanzenbauverfahren konnte gemäß des allgemeinen Trends eine Verringerung der Energieinputs verzeichnet werden und dementsprechend verringerte CO₂-Emissionen. Sonderkulturen (Gemüse, Obst, Rebland, Sonstiger Pflanzenbau) beanspruchen intensive Pflege und meist höhere Aufwendungen für die Ernte, weshalb sie bei dieser Bewertung auf einem höheren Niveau liegen (Abbildung 41):

⁴³

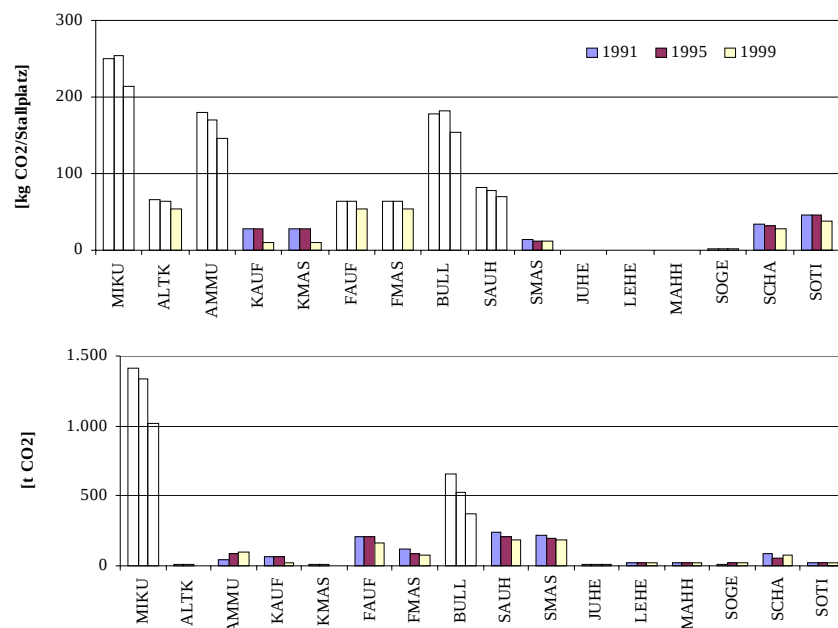
NEC: EU-Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe

Abbildung 41: CO₂-Emissionen in der Pflanzenproduktion (je ha bzw. gesamt)

Quelle: BMVEL, 2002e; Dämmgen, 2003; eigene Berechnungen.

Auch in der Tierhaltung kann ein abnehmender Trend festgestellt werden (Abbildung 42). Das Verfahren 'Milchkühe' (MIKU) verursacht ca. 45 % der CO₂-Emissionen in der Tierhaltung. Je Stallplatz relativiert sich das Verhältnis zu den anderen Tierproduktionsverfahren, wobei ein Wert von größer als 200 kg CO₂ pro Stallplatz und Jahr von keinem anderen Verfahren erreicht wird⁴⁴.

⁴⁴ Zum Vergleich: Ein PKW in Deutschland emittiert durchschnittlich 17,5 kg CO₂ pro 100 km (Stand 2003; KBA, 2005).

Abbildung 42: CO₂-Emissionen in der Tierproduktion (je Stallplatz bzw. gesamt)

Quelle: BMVEL, 2002e; Dämmgen, 2003; eigene Berechnungen.

Die CO₂-Emissionen aus der Landwirtschaft können erst nach einer Zeitreihenberechnung für den Boden-C-Gehalt abschließend bewertet werden, z. B. in Bezug auf den Nachhaltigkeitsindikator 'CO₂-Emissionen'. Jedoch deuten bereits vorliegende Angaben zu Emission aus organischen Böden⁴⁵ auf die dominierende Rolle dieser CO₂-Quelle hin. So lag die Schätzung für 1990 bei 37,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente für organische Böden unter landwirtschaftlicher Nutzung, während alle Produktionsverfahren zusammen im Jahr 1991 bei 30,8 Mio. Tonnen lagen. Die Emission aus organischen Böden ist allerdings nicht einzelnen landwirtschaftlichen Produktionsverfahren zuordenbar. Vielmehr handelt es sich um die langfristigen Nachwirkungen von Entwässerung, Melioration und Inkulturnahme organischer Böden. CO₂-Emissionsminderungen können in erster Linie durch Wiedervernässung erzielt werden, dann steigen allerdings die Methanemissionen an.

Ammoniak:

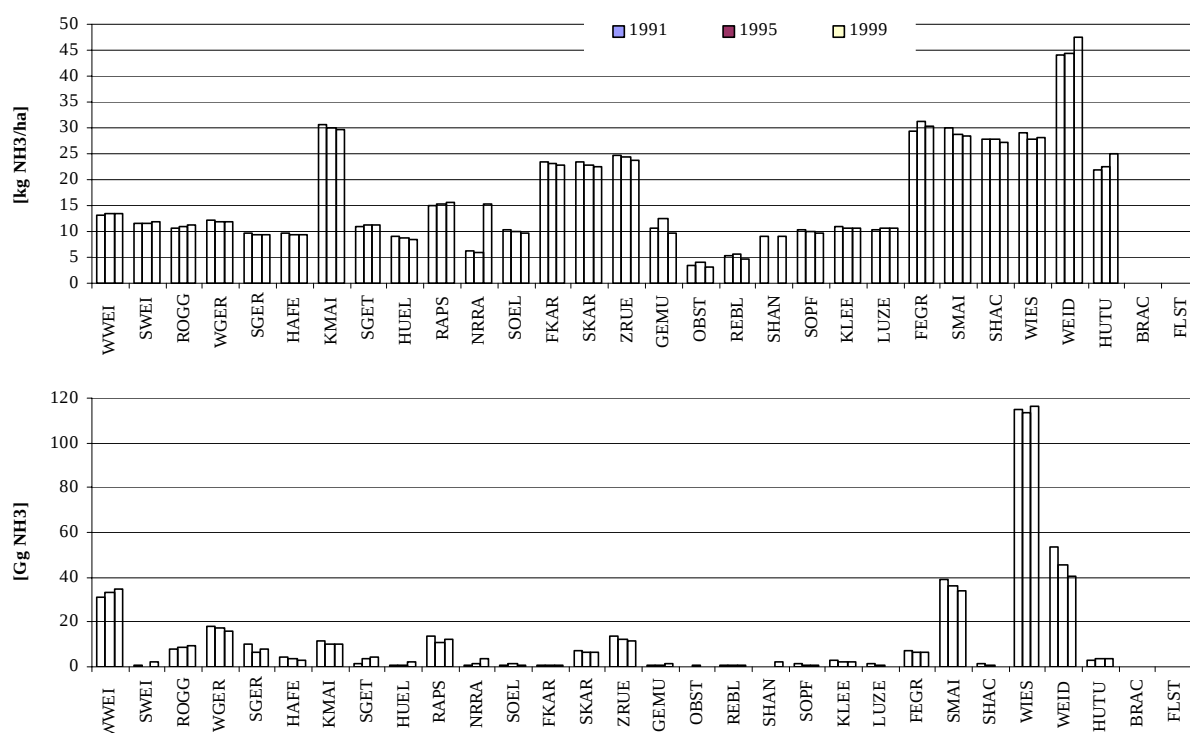
Die Ammoniak-Emissionen unterliegen einer vielschichtigen Dynamik, die einerseits durch das Verhältnis von Gülle- zu Mistaufkommen geprägt ist (im Zeitverlauf der 90er Jahre abnehmende NH₃-Emissionen) und andererseits durch die Milchleistung je Kuh

⁴⁵

CO₂-Emission durch Mineralisierung der organischen Substanz.

(zunehmende NH_3 -Emissionen). Eine tendenziell rückläufige Weidehaltung steigert die Ammoniakverluste, da die Lagerung und maschinelle Ausbringung die Verdampfung von Ammoniak fördert. Für das Jahr 1995 bestehen zudem größere Datenunsicherheiten, da in der Befragung zur Ermittlung von Stallhaltungsformen und Wirtschaftsdüngermanagement nur die Jahre 1990 und 2000 erfasst wurden. Die NH_3 -Emissionen aus Wirtschaftsdüngermanagement werden gemäß UGR-Prinzip den Tier- und den Pflanzenproduktionsverfahren anteilig zugewiesen.

Abbildung 43: Ammoniak-Emissionen der Pflanzenproduktionsverfahren (je Hektar bzw. gesamt)



Quelle: Nationaler Inventarbericht 2004 (Dämmgen, 2003), eigene Berechnungen.

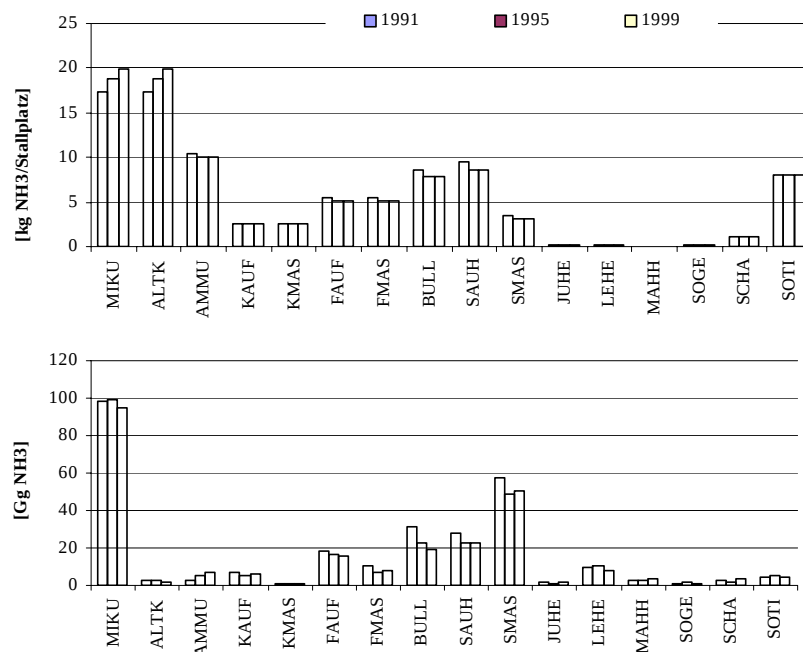
Insgesamt gingen die NH_3 -Emissionen von 1991 bis 1999 um 6 % zurück (von 625 Gg⁴⁶ auf 583 Gg). Dies ist auf einen verringerten Tierbestand und damit geringere organische Düngermengen zurückzuführen, die einen verhältnismäßig geringen Anstieg der Emissionen im Ackerbau überkompensierten. Bei Weizen, wie bei den meisten anderen Ackerkulturen, ist der Anstieg auf einen erhöhten Mineraldüngereinsatz zurückzuführen. Acker- und Grünlandflächen ohne Düngereinsatz (BRAC, FLST) werden keine

⁴⁶

Gg: 1 Gigagramm = 1.000 Tonnen.

Ammoniakemissionen angerechnet. Die Summe der Ammoniak-Emissionen aus der Weidehaltung (Weiden und Hutungen) sinkt, jedoch steigt die Belastung je Hektar Grünfläche durch erhöhten Anfall an Exkrementen.

Abbildung 44: Ammoniak-Emissionen in der Tierproduktion (je Stallplatz bzw. gesamt)



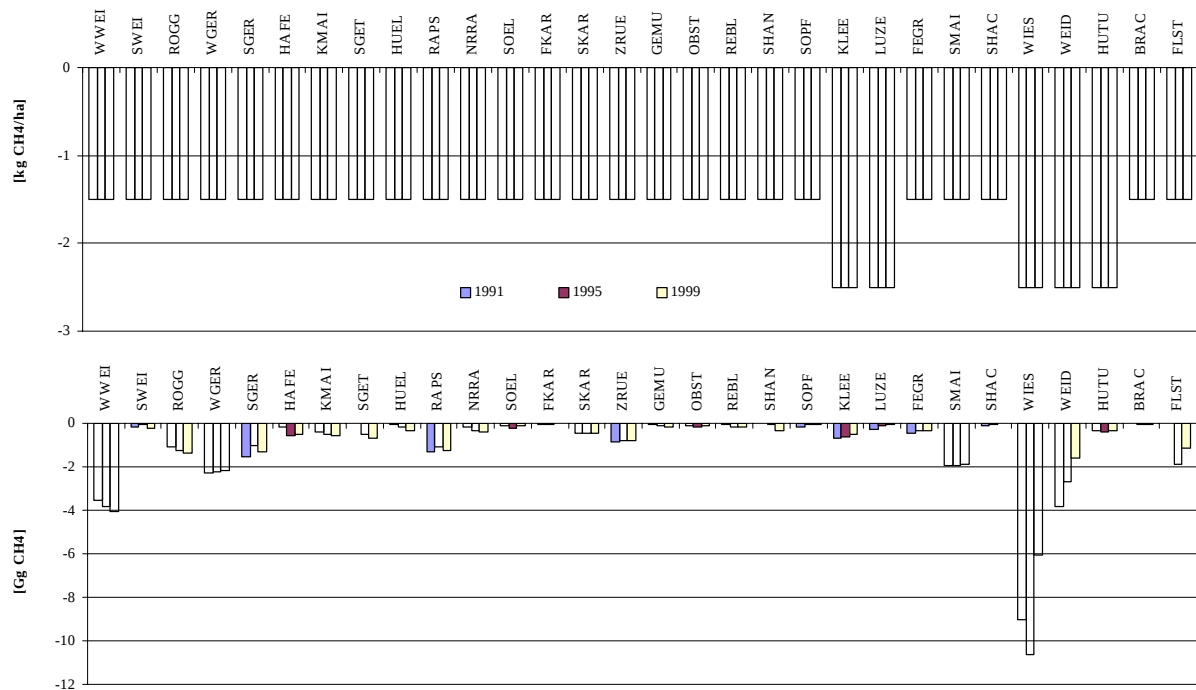
Quelle: Nationaler Inventarbericht 2004 (Dämmgen, 2003), eigene Berechnungen.

Minderungspotentiale für Ammoniak-Emissionen liegen somit hauptsächlich in der Tierproduktion und dem damit zusammenhängenden Management des Wirtschaftsdüngers. Sinkende Tierbestände führen per se zu geringeren Emissionswerten, aber auch die einfache Abdeckung der Güllesilos oder eine sofortige Einarbeitung des ausgebrachten Düngers in den Boden haben positive Wirkung. Des weiteren mindern neue Ausbringtechniken wie Schleppschläuche und Injektions- bzw. Schlitzverfahren, die Freisetzung von Ammoniak. Zur Unterstützung der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung (Bundesregierung, 2002), d. h. Reduzierung der Luftschadstoffe von 1990 bis 2010 um 70 %, müssten diese Maßnahmen konsequent umgesetzt werden.

Methan:

Landwirtschaftliche Böden in Deutschland fungieren durch die Deposition von Methan aus der Atmosphäre als Senke, während Wiederkäuer sowie die Wirtschaftsdüngerlagerung bedeutende Quellen darstellen. Dabei entsteht kein Bilanzgleichgewicht: Im Jahr 1999 wurden 2,5 Mio. Tonnen Methan aus dem deutschen Agrarsektor emittiert.

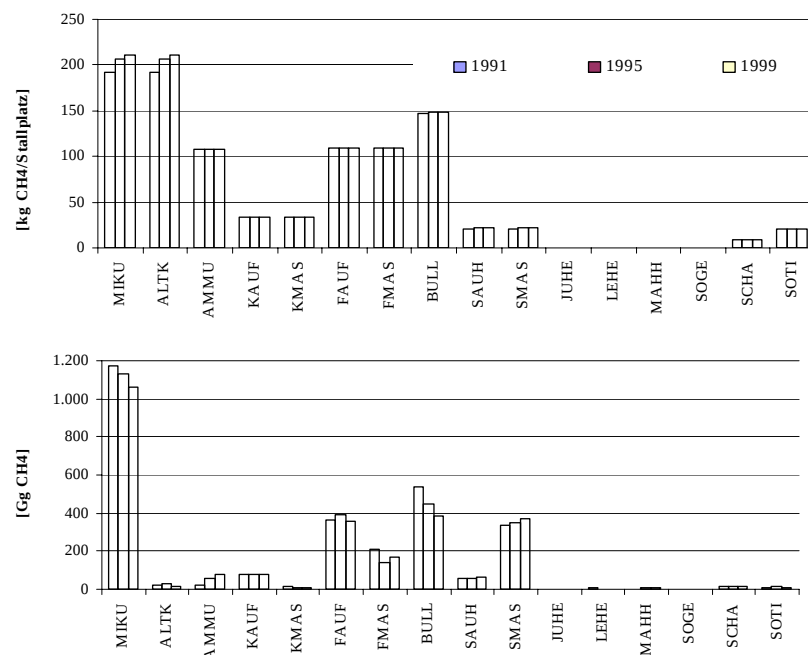
Abbildung 45: Methan-Emissionen in der Pflanzenproduktion (je Hektar bzw. gesamt)



Quelle: Nationaler Inventarbericht 2004 (Dämmgen, 2003), eigene Berechnungen.

Aufgrund unterschiedlicher Oxidationskapazitäten von Grünland und Ackerland gibt es Unterschiede in der Senkenfunktion landwirtschaftlich genutzter Standorte von ca. einem Kilogramm pro Hektar und Jahr (Boeckx und Van Cleemput, 2001).

Die Veränderung der Stallhaltungssysteme von Festmist- auf Gülletechnik und verringerte Weidetage erhöhen tendenziell die Methanemissionen, da die Emissionen aus Gülle relativ hoch liegen. Besonders in der Milchviehhaltung ist es diesbezüglich zu größeren Veränderungen gekommen.

Abbildung 46: Methan-Emissionen in der Tierproduktion (je Stallplatz bzw. gesamt)

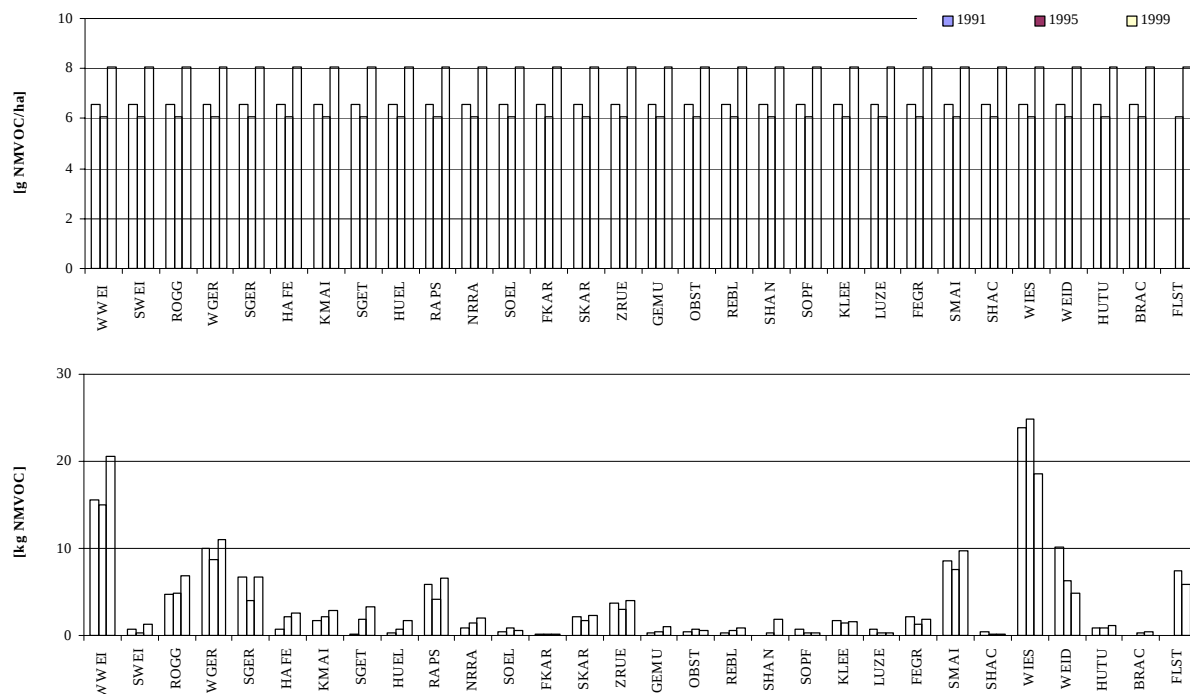
Quelle: Nationaler Inventarbericht 2004 (Dämmgen, 2003), eigene Berechnungen.

Durch eine gesteuerte Methanproduktion in landwirtschaftlichen Vergärungsanlagen können Emissionen (Methan und ggf. auch Ammoniak) gesenkt und das erzeugte 'Biogas' energetisch genutzt werden.

NMVOC:

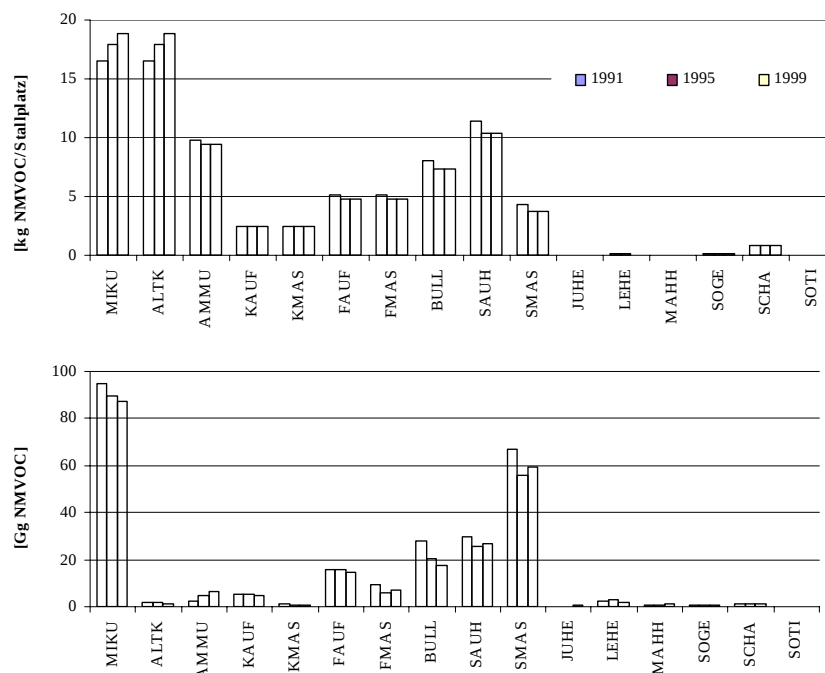
Alle weiteren flüchtigen Kohlenwasserstoffe außer Methan (NMVOC) werden nahezu ausschließlich aus dem Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft emittiert (99,9 %).

Abbildung 47: NMVOC-Emissionen der Pflanzenproduktion (in g/ha bzw. kg Gesamtemissionen)



Quelle: Nationaler Inventarbericht 2004 (Dämmgen, 2003), eigene Berechnungen.

Die Emissionsfaktoren aus dem NIR-Report sind eine erste Schätzung, die sich an den Ammoniak-Emissionen orientiert und entsprechende Entwicklungen aufzeigt, d.h. höhere Werte je Stallplatz wegen höher Leistung und sinkende Gesamtemissionen wegen zurückgehenden Tierzahlen.

Abbildung 48: NMVOC-Emissionen in der Tierhaltung (je Stallplatz bzw. gesamt)

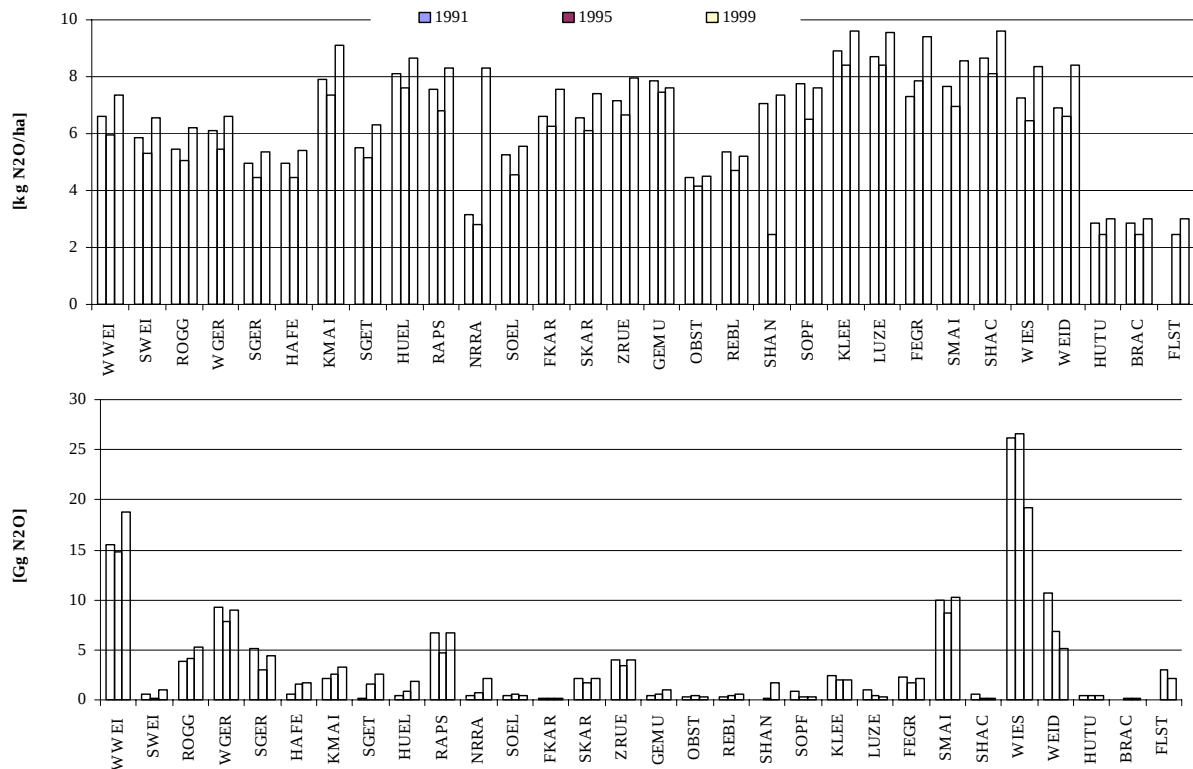
Quelle: Nationaler Inventarbericht 2004 (Dämmgen, 2003), eigene Berechnungen.

Maßnahmen zur Reduzierung von NMVOC-Emissionen können wegen der großen Unsicherheiten in diesem pauschalen Berechnungsansatz zurzeit noch nicht abgeleitet werden.

Distickstoffoxid:

Die N_2O -Emissionen blieben in den 90er Jahren weitgehend konstant auf einem Niveau von 120 Gg pro Jahr. Geringere Emissionswerte im Pflanzenbau 1995 sind auf einen reduzierten Mineraldüngerabsatz in diesem Jahr zurückzuführen.

Abbildung 49: N₂O-Emissionen der Pflanzenproduktionsverfahren (je ha bzw. gesamt)

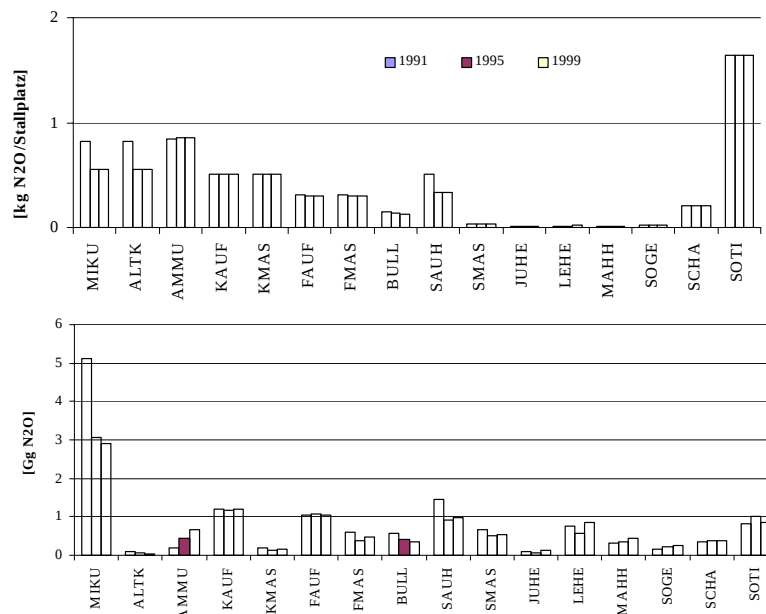


Quelle: Nationaler Inventarbericht 2004 (Dämmgen, 2003), eigene Berechnungen.

Aus dem kausalen Zusammenhang zwischen Stickstoffdüngung und der Höhe der N₂O-Emission lassen sich Minderungsstrategien ableiten. Neben einer reduzierten absoluten Menge des eingesetzten Düngers wirkt eine erhöhte Anzahl der Düngerapplikation auf die Gesamtemissionen positiv, da in beiden Fällen die Konzentration des leicht verfügbaren Stickstoffs im Boden abnimmt.

In der Milchviehhaltung hat der Rückgang der Festmistssysteme zu einem Emissionsrückgang pro Stallplatz geführt, aufgrund höherer Leistungen und damit höherer N-Ausscheidungen stiegen die Emissionen jedoch zwischen 1995 und 1999 leicht an. Hohe Emissionswerte je Stallplatz bei sonstiger Tierproduktion (SOTI) ist der Tatsache geschuldet, dass hierbei nur Pferde berücksichtigt werden, die ausschließlich in Stallungen mit Festmistssystemen gehalten werden.

Abbildung 50: N₂O-Emissionen der Tierproduktionsverfahren (je Stallplatz bzw. gesamt)

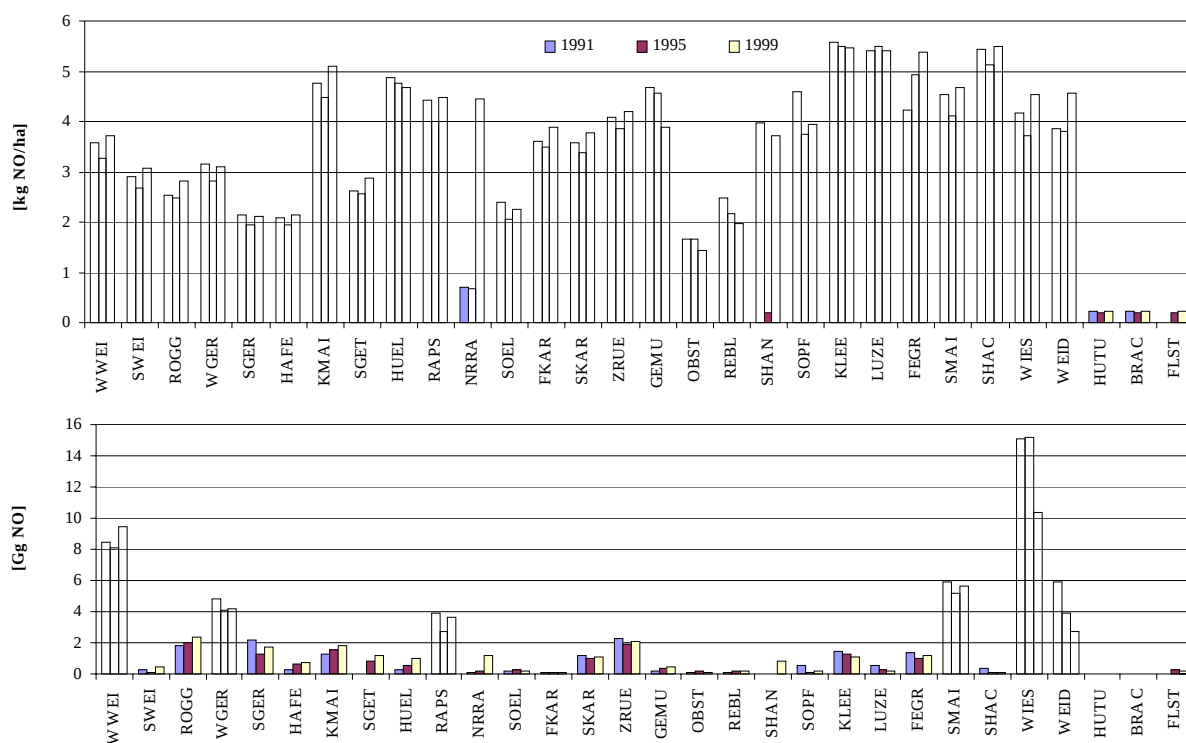


Quelle: Nationaler Inventarbericht 2004 (Dämmgen, 2003), eigene Berechnungen.

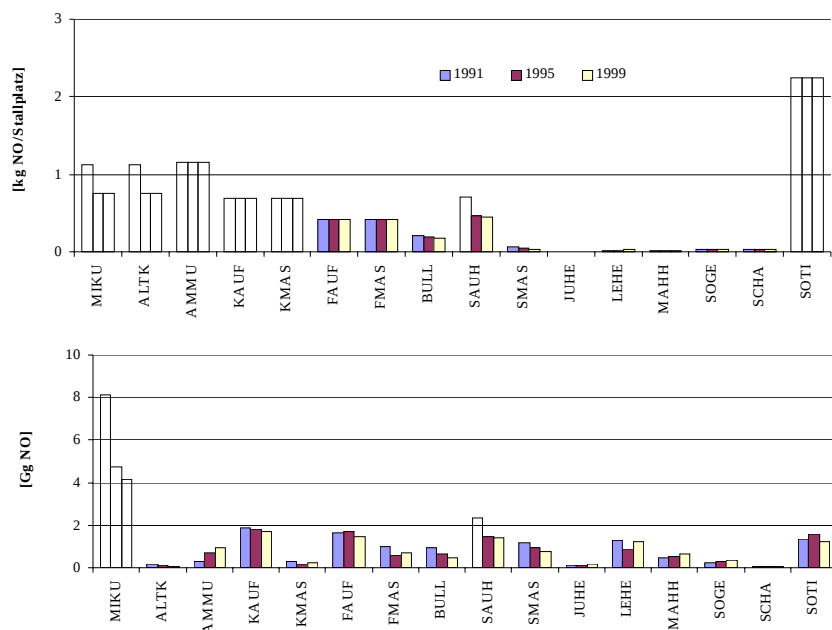
Das größte N₂O-Minderungspotential liegt im Umgang mit dem Düngereinsatz. Jedoch ist hierbei nicht nur die absolute Höhe je Produktionsverfahren zu berücksichtigen, sondern auch die Effizienz des Düngereinsatzes je Getreideeinheit, da die im Boden verbleibenden Überschussmengen entscheidend sind.

Stickstoffoxid:

Biogene NO-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden korrelieren mit dem Stickstoff-Düngereinsatz. Aus dem Wirtschaftsdüngermanagement resultieren die Emissionen der Tierhaltung, während der Mineraldüngereinsatz dem Pflanzenbau anzurechnen ist. Insgesamt liegen die NO-Emissionen in den Jahren 1995 und 1999 um ca. 13 % unter dem Niveau von 1991. Dies ist hauptsächlich auf reduzierte Tierbestände zurückzuführen, da der Einsatz von stickstoffhaltigen Mineraldüngern im selben Zeitraum leicht anstieg.

Abbildung 51: NO-Emissionen der Pflanzenproduktionsverfahren (je ha bzw. gesamt)

Quelle: Nationaler Inventarbericht 2004 (Dämmgen, 2003), eigene Berechnungen.

Abbildung 52: NO-Emissionen der Tierproduktionsverfahren (je Stallplatz bzw. gesamt)

Quelle: Nationaler Inventarbericht 2004 (Dämmgen, 2003), eigene Berechnungen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Gasemissionen aus der Landwirtschaft generell rückläufig sind. Durch Intensivierung einzelner Produktionszweige kommt es in Ausnahmefällen zu einer Erhöhung der Emissionen je Einheit. Maßgebliche Einflussfaktoren sind der Tierbestand und die landwirtschaftliche Nutzfläche sowie der Mineraldüngereinsatz.

Die in diesem Bericht enthaltenen Eckzahlen zu Gasemissionen dokumentieren den aktuellsten Stand; im Fall von Differenzen zu den Eckzahlen der UGR müssen noch interne Anpassungen vorgenommen werden.

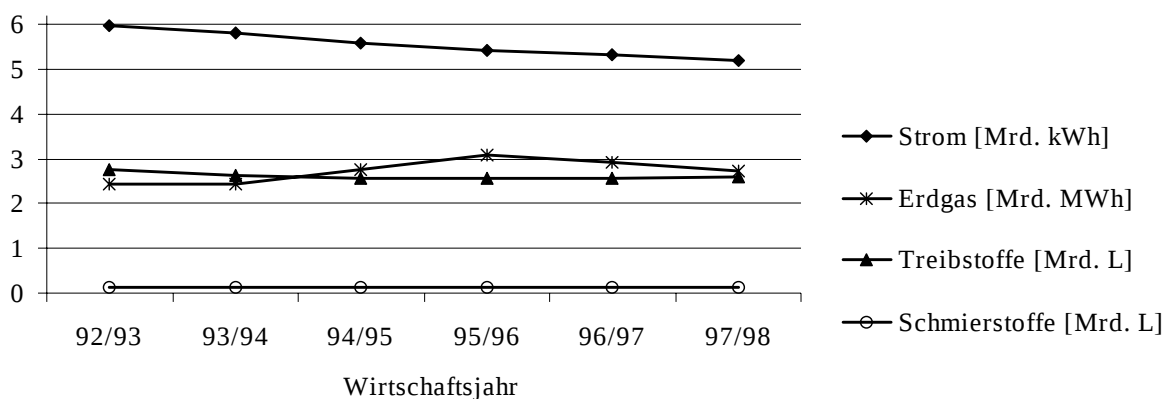
6.2.5 Energieverbrauch in physischen Einheiten

6.2.5.1 Allgemeines, Definitionen, sektoraler Entwicklungstrend [TS26]

Der Energieverbrauch des landwirtschaftlichen Sektors kann nach Dieselkraftstoff, Strom, Heizöl und Erdgas differenziert werden. Die Herstellung von Mineraldünger, die einen hohen Energieeinsatz erfordert, wird –wie auch andere Vorleistungen und Investitionsgüter– dem gewerblichen/industriellen Sektor zugerechnet.

Der gesamte landwirtschaftliche Energiebedarf blieb in den 90er Jahren weitgehend stabil (s. Abbildung 53, hier in Wirtschaftsjahren abgebildet, in den UGR erfolgt eine Aufstellung in Kalenderjahren). Eine wesentliche Abnahme des Verbrauchs ist nur für Strom zu verzeichnen, der um fast 13 % von ca. 6 Mrd. kWh auf ca. 5,2 Mrd. kWh zurück ging.

Abbildung 53: Energieeinsatz in der Landwirtschaft (1992-1998)



Quelle: BMVEL, 1999.

Wegen steigenden Erntemengen in der Pflanzenproduktion und nur geringem Rückgang der Produktion tierischer Erzeugnisse im selben Zeitraum kann von einer zunehmend effizienteren Nutzung der Energie gesprochen werden.

6.2.5.2 Datenquellen[TS27], Methodisches Vorgehen und Konsistenz zur LGR

Das Statistische Jahrbuch des BMVEL (1999, Tab. 169) listet für die 90er Jahre⁴⁷ folgende Kategorien des Energieverbrauchs in physischen und monetären Einheiten: Treibstoffe / Dieselkraftstoff, Brennstoff, elektrischer Strom, Erdgas. Die Angaben in Wirtschaftsjahren (WJ) werden innerhalb der UGR den direkt folgenden Kalenderjahren (KJ) zugeordnet (WJ: 1991/92 > KJ: 1992), da sich die Vorleistungen zum Großteil auf die Produkte des Folgejahres beziehen. Seit Jahrgang 2000 werden nur die monetären Gesamtausgaben für Treib- und Schmierstoffe, Heizöl, Strom und Erdgas aufgeführt⁴⁸ (Stat. Jahrbuch BMVEL, ID-Nr. 313 0900 'Ausgaben der Landwirtschaft für Treib-, Schmier- und Brennstoffe, elektrischen Strom und Erdgas' der Kalenderjahre). Dies bedeutet, dass eine Modellvalidierung der physischen Einheiten für die 90er Jahre erfolgt und eine Konsistenzrechnung der aktuellen Jahre nur für monetäre Werte stattfinden kann. Die monetären Angaben entsprechen den Kategorien und Werten der LGR.

Der landwirtschaftliche Energieverbrauch lässt sich aus KTBL-Normdaten nur unvollständig den Produktionsverfahren zuteilen. Untersuchungen betrieblicher Ausgaben für Energie (Strom, Heizstoffe, Treib- und Schmierstoffe) und die Schichtung nach unterschiedlicher Spezialisierung⁴⁹ ermöglichen eine verbesserte Zuordnung der Aufwendungen einschließlich der Transportaktivitäten, die in RAUMIS genutzt werden. Die Umrechnung von monetären Einheiten in physische Größen erfolgt anhand jahresspezifischer Preisangaben je Einheit, die in der Fachserie 17 des Statistischen Bundesamtes (StBA, 2000 - Preisindizes für die Land- und Forstwirtschaft) veröffentlicht werden.

⁴⁷ Veröffentlicht bis Wirtschaftsjahr 1997/98.

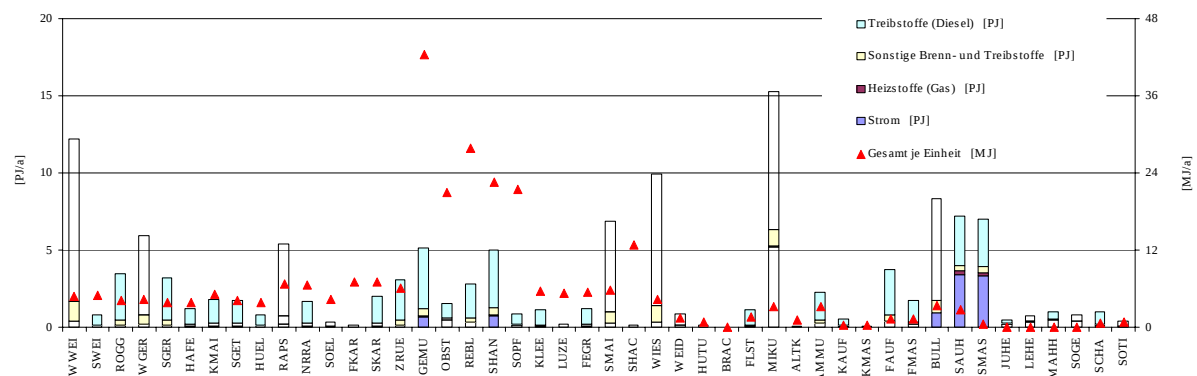
⁴⁸ Die Methodik zur Berechnung der Position basiert seit 2000 auf monetären Daten des Testbetriebsnetzes des BMVEL.

⁴⁹ Schichtung der Testbetriebe nach Spezialisierung: Marktfrucht-Getreide/Hackfrüchte, Futterbau-Mast/Milch, Gemüse, Obst, Veredelung-Schwein/Geflügel.

6.2.5.3 Ergebnisse für die Berichtsjahre[ts28]

Die weitaus wichtigste Energiequelle in der Landwirtschaft ist der Treibstoffeinsatz mit 75 % des Gesamtbedarfs (s. Abbildung 54). Danach folgt der Stromverbrauch mit 25 %, 9 % für Sonstige Brenn- und Schmierstoffe und mit einem Prozent die Heizstoffe. Den höchsten Energiebedarf in der Pflanzenproduktion hat das Verfahren Winterweizen mit insgesamt knapp 12 PJ⁵⁰ wegen des großen Anteils an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche. Ein Hektar Weizenanbau inkl. Transporte des Ernteguts benötigt 4,5 MJ im Jahr. Dem gegenüber erfordert der Gemüseanbau den weitaus höchsten Energieeinsatz mit 43 MJ je ha und Jahr.

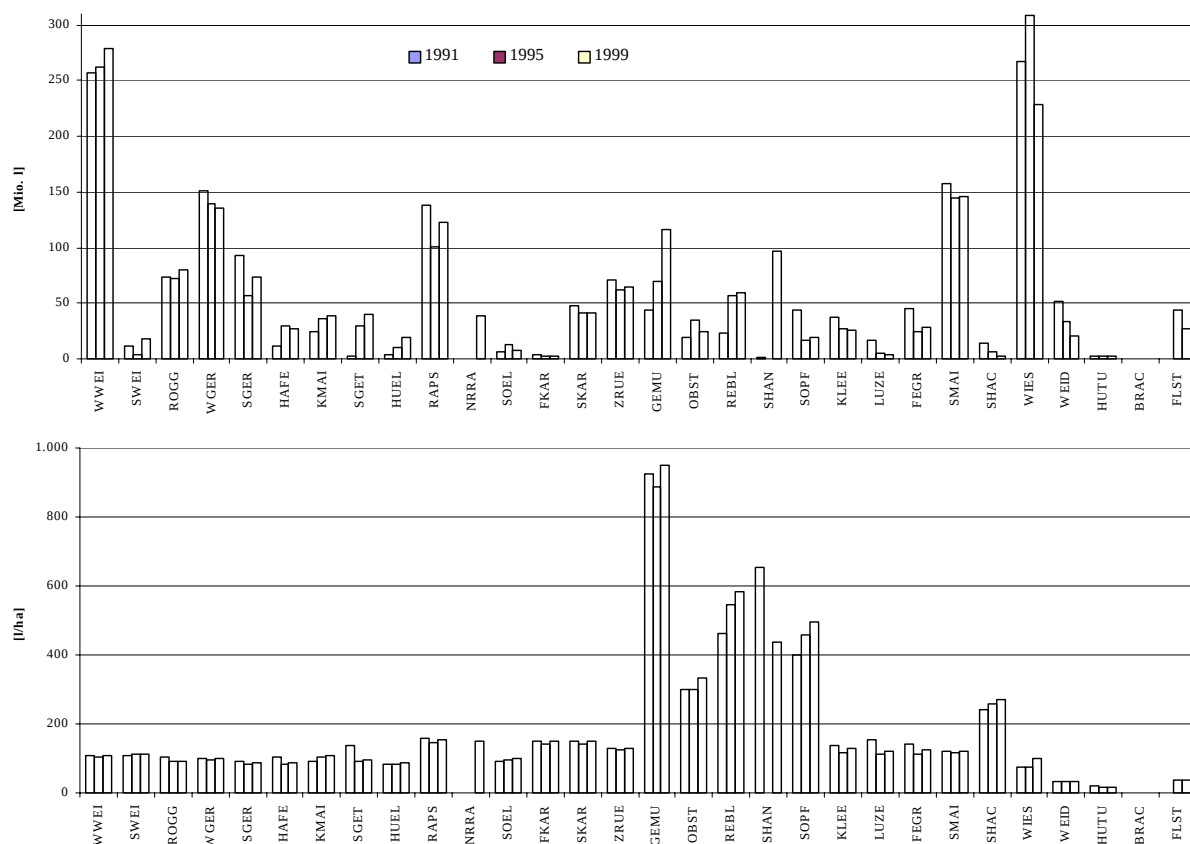
Abbildung 54: Energieeinsatz 1999 insgesamt [in PJ] und je Hektar bzw. Stallplatz [in MJ]



Die energieintensiven Tierproduktionsverfahren Milchkühe, Bullenmast und Schweine nutzen im Stallbereich hauptsächlich Strom als Energiequelle, jedoch werden auch große Mengen an Treibstoffen für die Ausbringung der Gülle eingesetzt.

Der jährliche Gesamtverbrauch der wichtigsten Energiequelle 'Brenn- und Treibstoffe' (Diesel) hängt hauptsächlich von der Anbaufläche bzw. den Tierzahlen der jeweiligen Jahre ab. Die Veränderungen je Hektar bzw. je Stallplatz ist auf sektorale Verkaufszahlen zurückzuführen, die von Jahr zu Jahr unterschiedlich sind und keinen klaren Trend ausweisen.

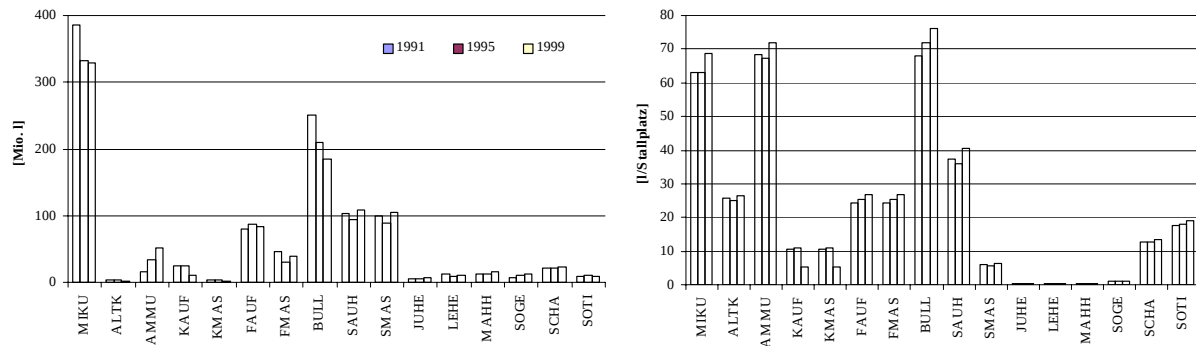
⁵⁰ PJ = Peta-Joule = 10^{15} J, MJ = Mega-Joule = 10^6 J

Abbildung 55: Brenn- und Treibstoffe in der Pflanzenproduktion (gesamt bzw. je ha)

Der Energieverbrauch im Pflanzenbau resultiert neben der Transportleistung zwischen Feld und Betrieb sowie zwischen Betrieb und Handel (sofern diese von landwirtschaftlichen Unternehmen erbracht wird) insbesondere aus den Arbeiten auf dem Feld. In den letzten Jahren wurden diese Arbeiten in Bezug auf den Energieeinsatz optimiert. Es kommen zunehmend pfluglose Bewirtschaftungsverfahren zum Einsatz, die jedoch wegen des dadurch zunehmenden Krankheitsdrucks und Unkrautbewuchses einen höheren Pflanzenschutzmitteleinsatz erfordern. Wenn in den nächsten Jahren dieser Trend zur Minimalbodenbearbeitung anhält, ist ein signifikanter Rückgang des Treibstoffeinsatzes im Pflanzenbau zu erwarten (z. B. benötigen die Feldarbeiten eines ein Hektar großen Weizenschlages 114 l Diesel pro Jahr bei wendender Bodenbearbeitung und ein pflugloses Verfahren dem gegenüber nur 73 l; KTBL, 2002a).

Die Treibstoffbedarf in der Tierhaltung ging von '91 bis '99 um ca. -4 % zurück, während der Treibstoffverbrauch je Stallplatz um ca. 5 % anstieg. Dies ist ein Indiz für die Intensivierung der Tierproduktion, wobei im selben Zeitraum ein Produktionsrückgang in der Milchproduktion von -3 % und bei Schlachtgewichten sogar von -7 % stattfand, d.h. die Tierproduktion wird im Jahr 99 gegenüber 91 intensiver, jedoch nicht effektiver geführt.

Abbildung 56: Brenn- und Treibstoffe in der Tierproduktion (gesamt bzw. je Stallplatz)



Anhang 9 enthält die Ergebnisdarstellungen für Strom, Heizstoffe und Sonstiges. Die Verteilung der eingesetzten Energie verhält sich im Wesentlichen gleich wie bei Brenn- und Treibstoffen.

Eine Verdopplung der Energieproduktivität von 1990 bis 2020, wie sie in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung (Bundesregierung, 2002) gefordert wird, ist im Landwirtschaftssektor kaum zu erreichen. Züchtungsfortschritte in der Pflanzen- und Tierproduktion werden (ebenso wie der technische Fortschritt) wie in der Vergangenheit auch künftig ein Innovationspotential darstellen.

6.2.6 Klärschlamm und Kompost

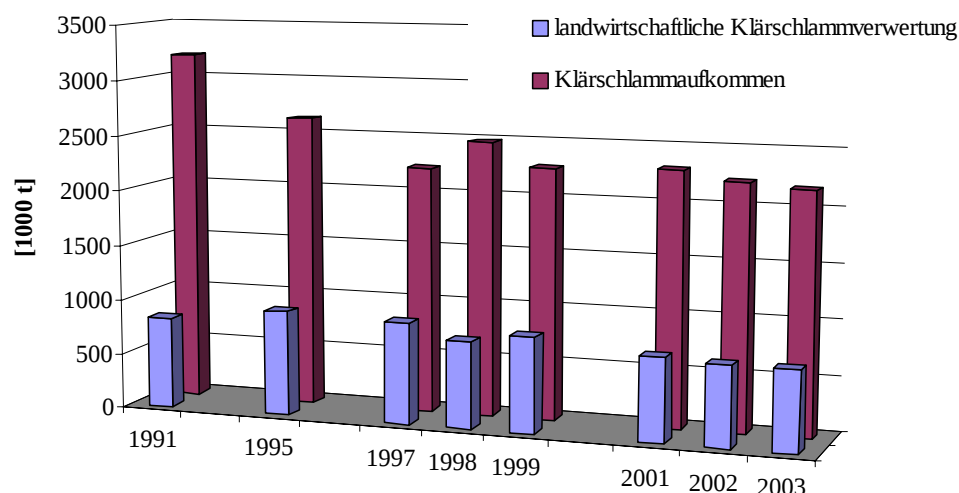
6.2.6.1 Allgemeines, Definitionen, sektoraler Entwicklungstrend

Klärschlamm

Im Sinne einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft sollte der Klärschlamm stofflich verwertet werden. Ein hoher Gehalt an organischer Substanz und Nährstoffen prädestiniert den Klärschlamm zum Einsatz im Pflanzenbau. Wegen unerwünschten Inhaltsstoffen wie pathogene Keime und Schwermetalle ist die stoffliche Verwertung jedoch oft nur einschränkt möglich. Zu hoch belastete Schlämme müssen deshalb verbrannt oder auf Deponien endgelagert werden. Die Klärschlammverordnung (AbfKlärV; BMU, 1992) regelt seit 1992 den Einsatz von Klärschlamm auf landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Flächen. Sie definiert Ausschlusskriterien, die das Aufbringen von Klärschlamm auf Gemüse- und Obstanbauflächen sowie auf Dauergrünland grundsätzlich verbieten. Der Klärschlammanfall von jährlich über 2 Mio. Tonnen (Trockenmasse) wird zu etwa 37 % in der Landwirtschaft verwertet (Daten zur Umwelt, UBA, 2001a). Diese Angabe ist in der landwirtschaftlichen Sektorbilanz zu berücksichtigen, jedoch ist eine Zuordnung zu

spezifischen Pflanzenproduktionsverfahren bzw. eine Disaggregation auf bestimmte Ackerbaustandorte nur indirekt möglich. Es existiert zwar eine Aufzeichnungspflicht, jedoch werden diese Informationen nur dezentral bei Landwirten und Lohnunternehmern vorgehalten.

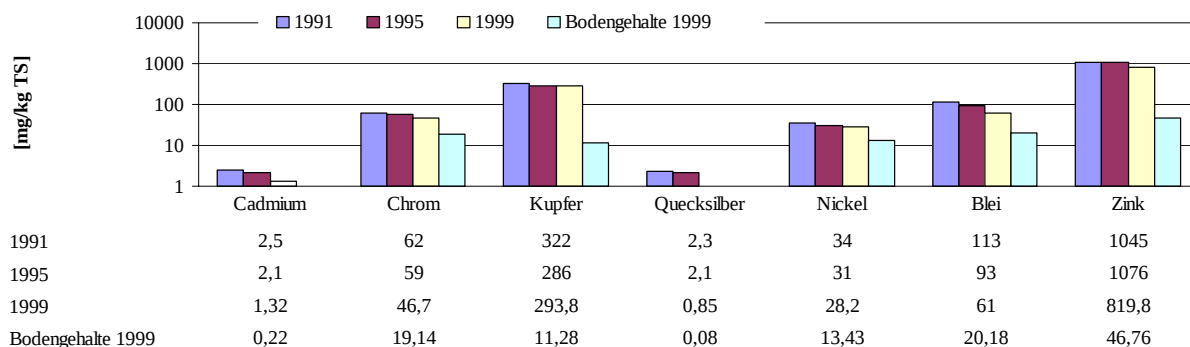
Abbildung 57: Klärschlammaufkommen 1991-2003 und landwirtschaftliche Verwertung



Quelle: UBA, Daten zur Umwelt, div. Jgg.

Neben einem generellen Ausbringverbot für bestimmte Landnutzungen, gelten überdies Höchstmengen von 5 t je ha in 3 Jahren sowie Grenzwerte von Schwermetallen und Nährstoffen in Böden, die ebenfalls zu Einschränkungen führen. Im bundesdeutschen Durchschnitt gehen die Schwermetallgehalte in Klärschlämmen kontinuierlich zurück (Abbildung 58):

Abbildung 58: Schwermetallgehalte von Klärschlamm (91/95/99) und von landwirtschaftlich genutzten Böden (99)

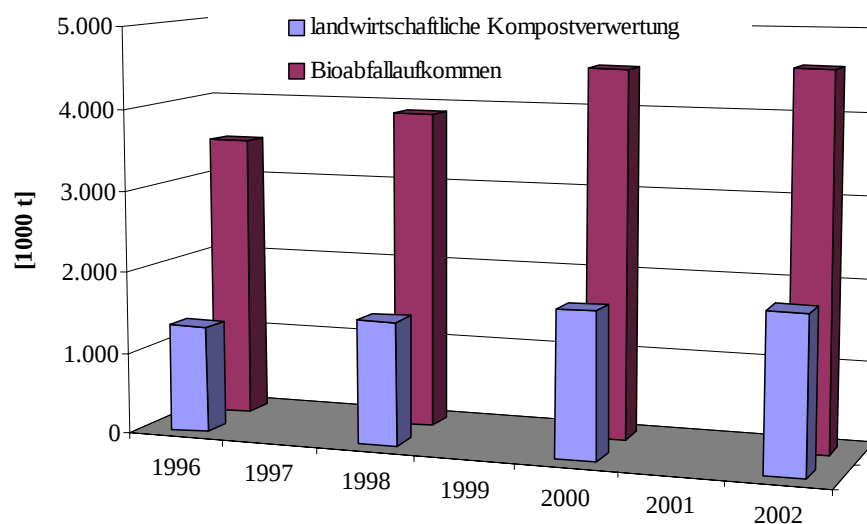


Quelle: UBA, Daten zur Umwelt, div. Jgg.

Kompost

Nach Berechnungen der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (BGK, vgl. Kapitel 6.2.6.2) lag 2003 der Kompost-Anteil am Gesamtaufkommen, das mit Gütesicherung behandelt wurde, bei ca. 63 %. 2002 wurden 2,7 Mio. t gütegesicherter Komposte abgesetzt, davon 44,3 % in die Landwirtschaft (Ackerbau). Eine einfache Hochrechnung würde bedeuten, dass im Jahr 2002 ca. 1,9 Mio. t Komposte in den landwirtschaftlichen Produktionsprozess eingebracht wurden. Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes und des Referates 515 des BMVEL stieg das Aufkommen an kompostierbaren Abfällen in den letzten Jahren kontinuierlich an (s. Abbildung 59):

Abbildung 59: Erzeugter Kompost und Abgabe von Kompost zur Verwendung in der Land- und Forstwirtschaft



Quelle: BMVEL, 2004.

Die Ausbringung von Kompost auf gärtnerisch- und landwirtschaftlich genutzten Böden ist unter bestimmten Voraussetzungen erlaubt. Die Bioabfallverordnung (BioAbfV; BMU, 1992) beschreibt in § 6 die Beschränkungen und Verbote der Aufbringung. Danach können Bioabfälle und Gemische nur in Ausnahmefällen auf forstlich genutzte Böden ausgebracht werden. Die landwirtschaftlich verwerteten Mengen in den Berichtsjahren 1991/95/99 werden aus den offiziellen Angaben des BMVEL (vgl. Abbildung 59) durch einen linearen Regressionsansatz geschätzt und in gleichen Teilen auf die Pflanzenbauverfahren verteilt (außer Brache und Flächenstilllegung). Die Zufuhr von Stickstoff bei der Ausbringung von Klärschlamm und Kompost wird in der N-Bilanz der Pflanzenproduktionsverfahren (vgl. Kapitel 6.2.3) berücksichtigt.

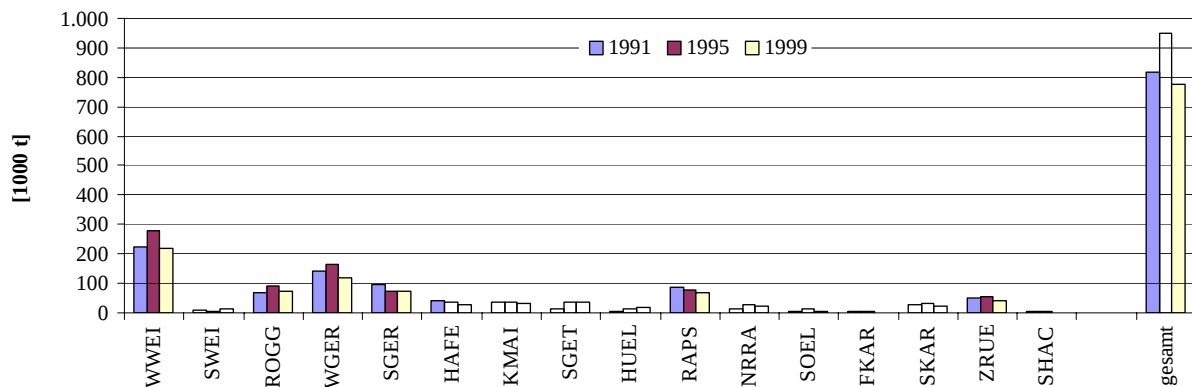
6.2.6.2 Datenquellen und methodisches Vorgehen

Gemäß der ´ 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´ berichtet die Bundesregierung an die EU-Kommission. Der Klärschlammbericht wird im 3-jährigen Turnus erstellt und auszugsweise veröffentlicht. Er enthält die Mengen nach Bundesländern differenziert inkl. der Angabe zur Verwendung auf landwirtschaftlichen Flächen und die durchschnittliche Schwermetallbelastung. Die Verteilung der Klärschlämme auf die Ackerbauverfahren erfolgt in den UGR zunächst unter der Annahme einer Gleichverteilung auf jenen Flächen, auf denen Klärschlammausbringung erlaubt ist. Dies bedeutet, dass je ha Ackerfläche anteilig dieselbe Menge Klärschlamm ausgebracht wird, außer auf Gemüse- und Obstanbauflächen sowie auf Dauergrünland (Ausbringung nicht erlaubt).

Die Sammlung von Bioabfällen und die Verwertung von **Kompost** unterliegt nicht, wie der Klärschlamm, einer Meldepflicht an die Bundesbehörde. Zwar werden Stoffströme auf Landesebene erfasst, jedoch nur die Teilmengen, die aus Haushalten über die Biotonne gesammelt werden. Gewerbliche Mengen sind nicht enthalten. Eine zweite Informationsquelle zu Bioabfall bietet die Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (BGK), die die Mengen ihrer zugehörigen Kompostanlagen listet. Darin sind sowohl gewerbliche als auch häusliche organische Abfälle enthalten. Die Entwicklung des Kompostanfalls kann näherungsweise über die Mengen aus der ´Biotonne´ geschätzt werden, also die getrennte Sammlung organischer Abfälle aus privaten Haushalten und Gewerbe, die der Hälfte des Gesamtaufkommens entsprechen.

6.2.6.3 Ergebnisse für die Berichtsjahre

Abbildung 60: Klärschlammausbringung nach Produktionsverfahren

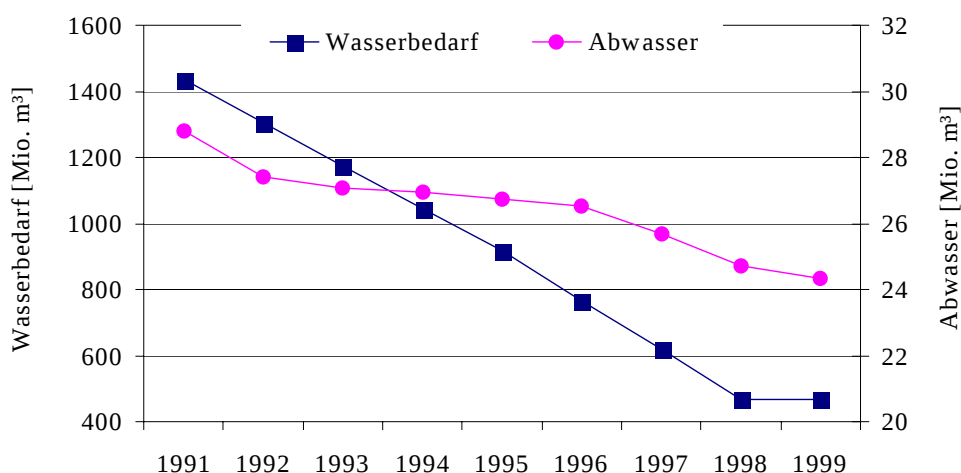


Die Einzelergebnisse für **Klärschlamm** spiegeln das Anbauverhältnis wider. Es ist davon auszugehen, dass die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung trotz sinnvoller Nährstoffverwertung, jedoch wegen des Risikopotentials ubiquitärer Schwermetallbelastung in den kommenden Jahren weiter zurückgeht.

6.2.7 Wasserentnahme und Abwasser

6.2.7.1 Allgemeines, Definitionen, sektoraler Entwicklungstrend

Der Wasserverbrauch in der Landwirtschaft ging in den 90er Jahren stetig zurück. Während 1991 noch über 1,4 Mrd. m³ Wasser eingesetzt wurde, sank der jährliche Verbrauch bis 1999 auf ca. 0,5 Mrd. m³ (Abbildung 61). Das um Größenordnungen niedriger ausfallende Abwasseraufkommen sank in geringerem Umfang um ca. 15 %.

Abbildung 61: Wasserbedarf und Abwasser in der Landwirtschaft 1991-1998

Quelle: StBA, 2004b

Der Einsatz von Wasser in der Landwirtschaft kann in zwei Kategorien eingeteilt werden: (1) Trinkwasser, das im Stall für die Tiere, als Spülwasser im Melkstand und zur Befüllung der Feldspritze zur Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln eingesetzt wird. Dieses Wasser wird von der Wasserwirtschaft in der Qualität von Trinkwasser geliefert und ist aus der Sicht des Agrarsektors sogenannter Fremdbezug. (2) Für Beregnungswasser, das zu drei Viertel direkt aus Grund- und Quellwasserressourcen und zu einem Viertel Oberflächengewässern entnommen wird, bestehen Entnahmerechte über festgesetzte Mengen. Der Bezug ist –abgesehen von Energiekosten– in vielen Fällen unentgeltlich. Das Land Niedersachsen, wo zwei Drittel des für Beregnungszwecke gewonnenen Wassers eingesetzt wird, erhebt ein Wasserentnahmeentgelt für die Landwirtschaft von 0,5 Cent pro m³ oberhalb einer Entnahmemenge von 50.000 m³ je Betrieb und Jahr.

In den UGR wurde bisher mithilfe einer Schätzmethode der sektorale Wassereinsatz berechnet (StBA, 2004a). Eine detailliertere Berechnung zur Wasserentnahme und des Abwasseranfalls gibt es nicht. Daten zur Berechnung des 'Abwasseranfalls in der Landwirtschaft' sowie zur Wasserverwendung werden seit dem Jahr 1998 im 4-jährigen Rhythmus in landwirtschaftlichen Betrieben erhoben (StBA, 2004a). Abwasser fällt den Erhebungen zufolge nur selten an (ca. 300.000 m³ im Jahr 2002) und wird deshalb bisher nicht ausgewertet.

6.2.7.2 Datenquellen und methodisches Vorgehen

Bewässerung: Die Erhebungen des Statistischen Bundesamtes sind in die drei Kategorien 'Landwirtschaftliche Kulturen', 'Gärtnerische Kulturen' und 'Dauerkulturen' unterteilt

(StBA, 2004a). Zu jeder Kategorie sind die Menge und die bewässerte Fläche angegeben. Aufbauend auf eine Expertenschätzung über Bewässerungsgaben konnte in Kombination mit der Anbaufläche der einzelnen Fruchtarten und der tatsächlich bewässerten Fläche ein prozentualer Anteil bewässerter Flächen festgelegt werden. Danach werden gärtnerische Kulturen zu 25 %, Dauerkulturen zu 5 % und landwirtschaftliche Kulturen (zumeist Hackfrüchte) zu 7 % bewässert. Hutungen, Flächenstilllegungsflächen und Brache werden grundsätzlich nicht bewässert. Diese prozentuale Aufteilung wird aufgrund fehlender, jahresspezifischer Daten auf alle Berichtsjahre angewendet. Die absolute Wassermenge wurde vom Bundesverband für Feldberechnung geschätzt (StBA, 2002c). Aus einer Veröffentlichung des Rationalisierungs-Kuratoriums für Landwirtschaft zur Berechnungsplanung und Berechnungssteuerung (Roth und Paschold, 1998) konnte eine relative Menge je bewässerte Kulturart abgeleitet werden. Das gesamte Berechnungswasser wird aus betriebseigenen Brunnen gefördert (Entnahme aus der Natur). Genauere Informationen zu Wasserentnahmerechten liegen den Unteren Wasserbehörden der Landkreise vor, die dort im Einzelfall abgefragt werden können.

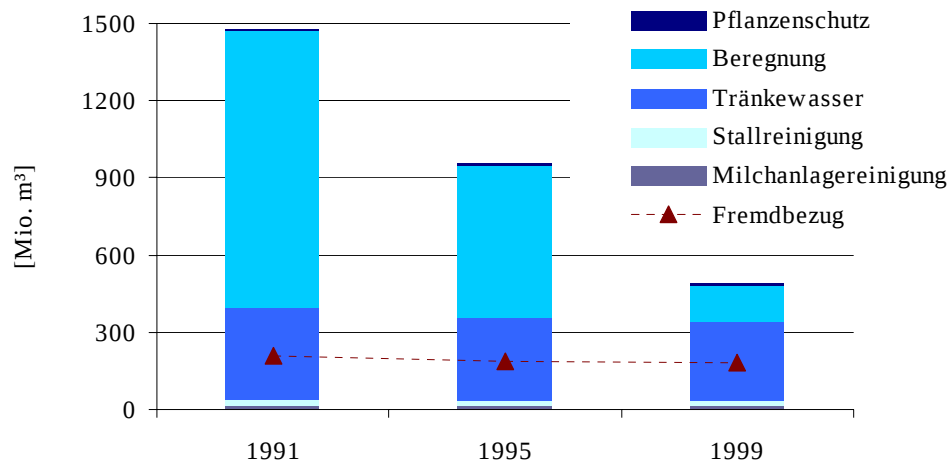
Pflanzenschutz: Die Pflanzenschutzausbringung erfolgt zumeist in wässriger Lösung. Nach KTBL-Normdaten werden 300 Liter pro Hektar und Maßnahme angenommen (KTBL, 2004), wobei die Anzahl der Pflanzenschutz-Maßnahmen je Anbaujahr zwischen 0 (z. B. Brache) und 3 (z. B. Getreide) liegt (s. Anhang 10). Für Gemüse, Obst und Rebland werden 6 Anwendungen geschätzt. Die Kalkulation basiert auf der Annahme, dass der gesamte Wasserbedarf für den Pflanzenschutz über Fremdbezug gedeckt wird.

Nutztierhaltung: Der Wassereinsatz im Stallbereich und auf der Weide umfasst das Tränkewasser, die Stall- und die Milchanlagenreinigung. Normdaten von KTBL (Anhang 10) in Kombination mit Tierzahlen der Agrarstatistik ermöglichen eine Hochrechnung des gesamten Wasserverbrauchs in der Tierhaltung. Weitere Berechnungen beruhen auf der Annahme, dass 50 % des Bedarfs aus Eigengewinnung (Brunnen) und 50 % aus Fremdbezug gedeckt werden. Die Angaben zum Abwasseranfall resultieren aus einem pauschalen Ansatz für die Milchanlagenreinigung je Milchkuh von 3 m³ pro Jahr.

6.2.7.3 Ergebnisse für die Berichtsjahre

Wie Abbildung 62 zeigt, ist der Rückgang des Wasserverbrauchs in der Landwirtschaft auf einen reduzierten Einsatz des Bewässerungswassers im Pflanzenbau zurückzuführen. Der Tränkewasserverbrauch als zweite wichtige Größe ist entsprechend zurückgehender Tierbestände leicht rückläufig. Der Wasserverbrauch im Pflanzenschutz sowie Stall- und Milchanlagenreinigung hat nur marginalen Einfluss.

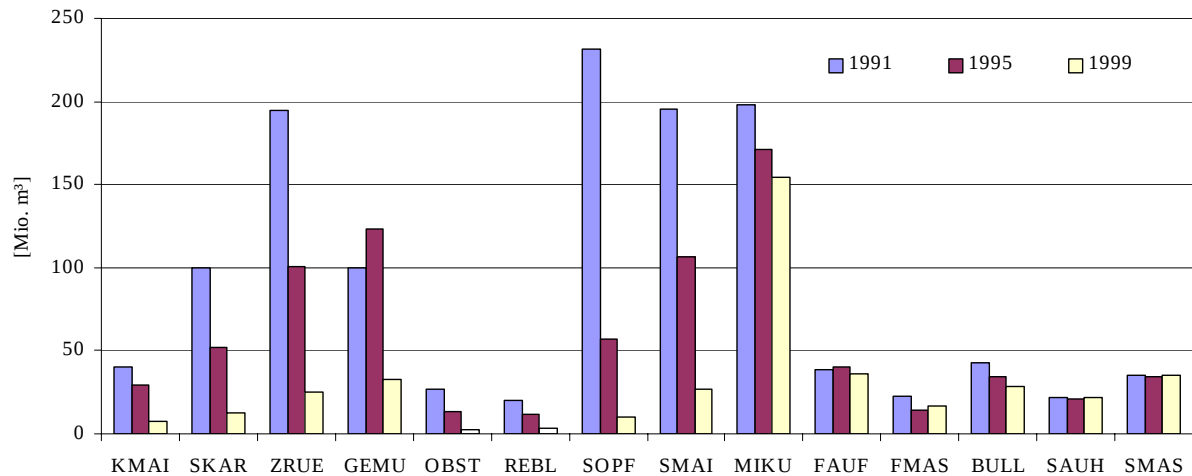
Abbildung 62: Entwicklung des Wasserverbrauchs von Pflanzen und Tieren (gesamt, 91/95/99)



Die Bewässerungspraxis wurde in den 90er Jahren aufgrund ökonomischer Zwänge und des Strukturwandels in den neuen Ländern um 85 % reduziert. Der Fremdbezug sank im selben Zeitraum bedingt durch zurückgehende Tierzahlen nur leicht von 170 auf 154 Mio. m³.

Einsparpotentiale liegen auch künftig fast ausschließlich in der Bewässerung landwirtschaftlicher Kulturen. In der Tierproduktion können zurückgehende Tierbestände in Deutschland, entweder durch verändertes Verbraucherverhalten oder durch Tier- bzw. Tierproduktimporte, zu sinkendem Wasserbedarf führen.

Abbildung 63: Wasserverbrauch ausgewählter Produktionsverfahren in den Jahren 91/95/99



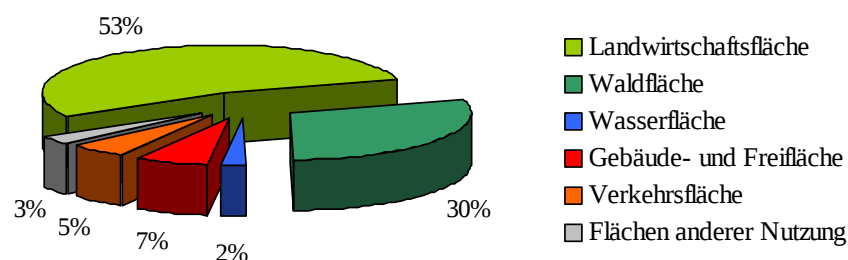
Aufgrund des starken Rückgangs der Bewässerungstätigkeiten v.a. in den neuen Bundesländern sind die Hackfrüchte Mais, Kartoffeln, Zuckerrüben seit 1999 nicht mehr die dominierenden Produktionsverfahren in Bezug auf den Wasserbedarf. Für die Milch/Rindfleischproduktion wurden '99 trotz zurückgehender Kuhbestände noch über 100 Mio. m³ Wasser eingesetzt.

Bezüglich des Wasserverbrauchs in der Tierproduktion bestehen strukturelle Unterschiede zwischen den hier vorgestellten Werten und den bereits veröffentlichten Daten der UGR. Die UGR greift auf ein Bewertungsschema nach KTBL-Normdaten zurück, das im Zuge dieses Projekts aktualisiert und mit dem Berichtsmodul 'Landwirtschaft und Umwelt' homogenisiert wurde.

6.3 Bodennutzung (Modulbaustein 3)

Die Relevanz einer genaueren Betrachtung der Nutzungsintensität der landwirtschaftlichen Fläche leitet sich aus dem Flächenanspruch des Landwirtschaftssektors ab (Abbildung 64). 53 % der Landfläche der Bundesrepublik Deutschland wurden im Jahr 2001 landwirtschaftlich genutzt, davon waren ca. 70 % unter Ackernutzung und ca. 30 % Grünland (StBA, 2002a).

Abbildung 64: Bodenflächen nach Art der tatsächlichen Nutzung in Deutschland (2001)



Quelle: StBA, 2002a.

Die Nutzungsintensität der landwirtschaftlichen Fläche ist vor dem Hintergrund der Bodengesamtrechnung (BGR) in den UGR zu sehen. Die BGR stellt die Bodennutzung differenziert nach Produktionsbereichen dar. Die Flächenerhebung nach tatsächlicher Nutzung liefert dazu die Flächendaten. Für die intensiv genutzten Siedlungs- und Verkehrsflächen wurden quantitative Untergliederungen nach Produktionsbereichen vorgenommen. Dies ist für den Bereich der landwirtschaftlichen Flächennutzung wegen der fast ausschließlichen in Anspruchnahme zur Nahrungsmittelproduktion nicht sinnvoll. Dagegen sind Aussagen über die Qualität und Nachhaltigkeit der einzelnen Nutzungsformen erwünscht. Um dies zu ermöglichen, wurde eine Differenzierung nach landwirtschaftlichen Nutzungsintensitäten entwickelt.

6.3.1 Intensität der Flächennutzung nach Anbaufrüchten

Die in diesem Kapitel behandelte Fragestellung wurde in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen erstmals bei der Konzeption einer Bodengesamtrechnung aufgegriffen und ist dort inhaltlich dem UGR-Themenbereich Naturvermögen und Umweltzustand zugeordnet (siehe Abbildung 1/Themenbereiche der UGR, Kapitel 2.1). Im Berichtsmodul 'Landwirtschaft und Umwelt' ist die Bestimmung der Intensität der landwirtschaftlichen Flächennutzung das zentrale Thema des Bausteins (3) Bodennutzung (siehe Abbildung 2, Kapitel 5).

Wie in Kapitel 2.1 bereits angedeutet, werden in der Bodengesamtrechnung nach wirtschaftlichen Aktivitäten differenzierte Aussagen über die Bodennutzung gemacht. 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. Zwar lässt sich dieser landwirtschaftliche Produktionsbereich in verschiedene Produktionsverfahren bzw. Anbaufrüchte ausdifferenzieren, dennoch bleibt eine rein quantitative Zuordnung der Landwirtschaftsfläche zu ausschließlich landwirtschaftlichen Nutzern unbefriedigend. Demgegenüber hat der qualitative Aspekt der ökonomischen Nutzung der landwirtschaftlichen Bodenfläche größere Bedeutung. Die UGR-Bodengesamtrechnung versucht, diesen Gesichtspunkt über die Bestimmung der Nutzungsintensität zu operationalisieren. Dazu wurde eine Methode zur qualitativen Einstufung der **Intensität der landwirtschaftlichen Flächennutzung** für die verschiedenen Anbaufruchtarten der Bodennutzungshaupterhebung entwickelt.

An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass die Landwirtschaftsfläche in Deutschland durch zwei Statistiken unterschiedlicher Art erfasst wird. Für 1997 weist die **Flächenerhebung** eine Landwirtschaftsfläche von rund 193 000 km² aus. Die ressortspezifische Agrarstatistik (**Bodennutzungshaupterhebung**) weist die Landwirtschaftsfläche mit nur rund 173 000 km² aus. Die verbleibende Differenz (Landwirtschaftsfläche, die nicht genutzt wird oder keinem Produktionsbereich zuzuordnen ist), entspricht größenordnungsmäßig einem mittelgroßen Bundesland wie etwa Rheinland-Pfalz. Bei der Analyse der Ursachen für die Unterschiede beider Statistiken konnte im Projekt zur Bodengesamtrechnung des Statistischen Bundesamtes (StBA, 2002a) für 1993 etwa ein Drittel, für 1997 etwa die Hälfte der Flächendifferenz hinlänglich begründet werden (u.a. durch Flächenanteile für Moore und Heiden, für Brachland, landwirtschaftliche Betriebsflächen, genutzte Flächen von Kleinbetrieben oder geschätzte Flächenanteile von Säumen und Randflächen). Im Berichtsmodul 'Landwirtschaft und Umwelt' ist der Flächenbezug zunächst die Bodennutzungshaupterhebung der Agrarstatistik; in der Bodengesamtrechnung des

Statistischen Bundesamtes muss dagegen die gesamte Landwirtschaftsfläche, wie sie in der Flächenerhebung ausgewiesen ist, zugrundegelegt werden.

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 Häufigkeit der **Pflanzenschutzmittelanwendung**, dem Risiko der **Bodenverdichtung** und dem **Erosionsrisiko**. Die Methode einer qualitativen Einstufung war - in einer weniger transparenten Form - bereits von EUROSTAT, 2000b, vorgeschlagen worden. Die Ergebnisse der Intensitätsbewertung für die vier genannten einzelnen Kriterien wurden in der Bodengesamtrechnung des Statistischen Bundesamtes nach festgelegten Verknüpfungsregeln aggregiert und zu einer Gesamtbewertung der Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung zusammengefasst. Die Einstufung erfolgte nach drei Klassen von Intensitätsstufen (in 'hohe', 'mittlere', 'geringe Intensität') und eine weitere Klasse für Anbaufrüchte und Kulturarten, für deren Einstufung keine ausreichenden Kenntnisse vorlagen ('Intensität nicht zuordenbar'). Auf diese Weise wurden 15 Anbaufruchtarten als intensiv genutzt eingestuft. Als **Indikatoren** wurden im Ergebnis die Flächenanteile hoher, mittlerer und niedriger Nutzungsintensität (und die Information über Anteile nicht zuordenbarer Flächen) angegeben und die Entwicklung zwischen zwei Beobachtungsjahren (1993 und 1997) ermittelt. Dabei ergab sich ein Anstieg der Flächen hoher und mittlerer Intensität und eine Abnahme der Flächen geringer Intensität sowie der nicht zuordenbaren Flächen.

Die Arbeiten im Baustein 3 haben die Aufgabe, den vom Statistischen Bundesamt entwickelten Ansatz zur Ermittlung der Intensität der landwirtschaftlichen Flächennutzung zu überprüfen, zu erweitern und entsprechend abzusichern. Insbesondere hinsichtlich der expertengestützten Aussagen bestand Bedarf nach einer gesicherten statistischen Referenz. Mit der überarbeiteten Methode sollten dann Ergebnisse für die Berichtsjahre des Projekts errechnet werden.

Überprüfung und Ergänzung des Ansatzes

Grundsätzlich ist es problematisch, die Änderung der Flächennutzungsintensität nur anhand verschiedener, statistisch erfasster Nutzungsarten (Anteil Weizen-, Gerstenanbau, etc.) darzustellen, da graduelle Intensitätsänderungen *innerhalb* dieser Verfahren in erheblichem Maße zu sektoralen Veränderungen beitragen. Hinzu kommt, dass der Einfluss der Tierhaltung auf die Landnutzungsintensität nicht berücksichtigt wird. Wie im vorliegenden Projekt anhand der Flächennutzungsentwicklung zwischen 1991 und 1999 aufgezeigt werden konnte, kann die tatsächliche Intensitätsveränderung im Agrarsektor nicht über die veränderten Flächenanteile der Nutzungsarten erklärt werden (vgl. Tabelle 6).

Tabelle 6: Entwicklung von Intensitätsindikatoren

Jahre		1991	1995	1999	Änderung in % auf Basis 1991	
Intensitätsindikatoren					1995	1999
Intensitätsindex StBA (Flächenanteile in % der LF)						
intensiv		37,71	38,94	41,87	103	111
mittel		52,58	49,72	50,06	95	95
extensiv		7,85	9,90	6,69	126	85
k.A.		1,86	1,44	1,38	78	74
Tierbestandsdichte	GV/ha LF	0,97	0,89	0,85	92	88
N aus Mineraldünger	kg N/ha	116,2	109,9	113,0	95	97
N aus organischem Dünger	kg N/ha	88,7	82,9	80,6	93	91
N-Flächenbilanz	kg N/ha	120,9	105,4	99,2	87	82
N-Effizienz (Entzug / N-Input)		0,49	0,52	0,56	107	114
Pflanzenschutzmittelaufwand	Euro/ha	64,3	56,5	68,3	88	106
	kg/ha	1,16	1,01	0,97	87	83

*Beim Pflanzenschutzmittelaufwand ist neben den monetären und physischen Einheiten besonders die Wirkstoffzusammensetzung relevant. Die absoluten Mengen sind Hilfsgrößen, die keine Aussagen über Risiken erlauben, daher nur einer ersten Abschätzung dienen und entsprechend vorsichtig interpretiert werden müssen.

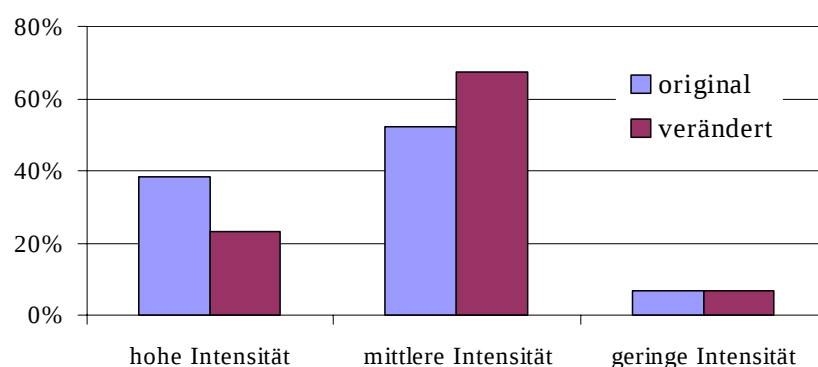
Quelle: Eigene Berechnungen nach Schäfer, Krack-Roberg u. Hoffmann-Müller (StBA, 2002a) hins. Intensitätsindex des StBA und eigene Berechnungen mit RAUMIS.

Während sich die Intensität nach der vom Statistischen Bundesamt vorgeschlagenen dreistufigen Einteilung tendenziell erhöht hat (s. oberen Teil der Tabelle), ging die sektorale Flächennutzungsintensität in Bezug auf ausgewählte Indikatoren zurück. Offenbar ging die Intensitätsänderung im betrachteten Zeitraum von der Veränderung der Intensität innerhalb der Flächennutzungsarten sowie von der gesunkenen Tierbesatzdichte aus. Die Analyse zeigt auch, dass die Ausnutzungseffizienz des Stickstoffdüngers deutlich zugenommen hat. Die Beiträge der Änderung der Flächennutzungsart und der spezifischen Intensität je Verfahren zur Gesamtveränderung der Intensität im Agrarsektor lassen sich jedoch nur schwer trennen. Daher sollen Möglichkeiten untersucht werden, die Abbildung der Intensitätsentwicklung in der UGR methodisch zu verbessern.

Zur Aktualisierung und ggf. zur Korrektur des gegebenen Ansatzes wurde eine FAL-interne Diskussion geführt, die die grundsätzlichen Bedenken gegenüber dem bestehenden Vorschlag einer dreistufigen Klassifizierung nicht ausräumen konnte. Unter Beibehaltung der drei Intensitätsstufen würde eine periodische Neuordnung der Verfahren zu schwer interpretierbaren Verschiebungen führen, etwa wenn ein bedeutendes Verfahren neu eingestuft wird und sich damit schlagartig die ausgewiesene Gesamtintensität ändern würde.

Beispielhaft soll hier die Auswirkung einer Neueinstufung von Weizen demonstriert werden: Die Fruchtart Winterweizen wurde als intensives Anbauverfahren eingestuft. Würde wegen geänderter Anbaupraxis eine Neueinstufung in die mittlere Nutzungsintensität erfolgen, so würde sich der Flächenanteil intensiver Fruchtarten von 38 auf 23 % verringern. Entsprechend würde die Flächennutzung mittlerer Intensität ansteigen (Abbildung 65). Die starken Effekte einer Neueinstufung von Verfahren mit größeren Flächenumfängen zeigen folglich die Grenzen dieses Bewertungsverfahrens auf.

Abbildung 65: Änderung der Intensität der Flächennutzung durch Neueinstufung einer häufigen Anbauf Frucht (Weizen, von hoch → mittel)



Daraus lässt sich schlussfolgern, dass Neueinstufungen ausgeschlossen werden sollten, um nicht zu erklärende Effekte in den Zeitreihen zu vermeiden. Veränderungen der Anbauintensität innerhalb der Fruchtarten können dann aber nicht abgebildet werden. Die Einteilung der Flächennutzung in wenige Intensitätsklassen stellt somit nur einen bedingt geeigneten Pressure-Indikator dar, um Intensitätsveränderungen im Agrarsektor im Zeitverlauf darzustellen.

Vorschläge zur Ergänzung der Intensitätsbewertung des StBA⁵¹

Die Beschreibung der Intensitätsentwicklung sollte zwischen der Veränderung der Flächennutzungskategorien (Anbauf rüchte), der Änderung der Anbauintensität innerhalb der jeweiligen Verfahren (z. B. neue Pflanzenschutzmittel) und Veränderungen der landwirtschaftlichen Produktionsverfahren insgesamt (beispielsweise bezüglich der Tierbesatzdichte), differenzieren. Ein verbesserter Bewertungsansatz sollte darüber hinaus auf der Basis von RAUMIS-Modellergebnissen sowie statistisch erfassten Daten aufbauen.

⁵¹ Die technische Beschreibung der Verknüpfungen in der Excel-Arbeitsmappe [intensitaet_Datum.xls] enthält Anhang 15.

In Tabelle 7 sind die bereits von StBA berücksichtigten vier Merkmale zur Bewertung der Anbaufruchtarten zusammengefasst: **Bodenerosion, Bodenverdichtung, Pflanzenschutzmitteleinsatz und Düngereinsatz** (Mineraldünger und Wirtschaftsdünger). Jedes Merkmal hat eine Basisbewertung und ggf. einen Korrekturfaktor, der eine unabhängige Einflusskomponente repräsentiert.

Tabelle 7: Berechnung des Intensitätsniveaus eines Pflanzenproduktionsverfahrens

Merkmal	Informationsquelle	Korrekturfaktor*
Erosion	C-Faktor nach Schwertmann et al., 1987	A
Bodenverdichtung	Feldarbeiten nach KTBL, 2001	B
Pflanzenschutzmittelanwendung	Behandlungsindex nach Gutsche, 2004	-
Düngereinsatz	RAUMIS-Berechnungen (Reinnährstoffe)	-

*Merkmale, die durch Zusatzinformation differenzierter dargestellt werden können, erhalten einen aus Statistikangaben hergeleiteten Korrekturfaktor:

A Zwischenfruchtanbau beeinflusst die Erosionsanfälligkeit der Ackerfläche.

B Die Bodenverdichtung steigt analog zum Tierbesatz, weil die Ausbringung von Gülle und Festmist vermehrte Überfahrten bedingen.

Die strukturellen Beeinträchtigungen wie Erosion und Bodenverdichtung entsprechen empirisch erhobenen Standardverfahren. Die **Bodenerosion** durch Wasser wird von verschiedenen Management- und Standortfaktoren beeinflusst. Neben der Regenintensität und der Hangneigung sowie der Bodenstruktur und -bearbeitung spielt die Bodenbedeckung eine entscheidende Rolle. Hackfrüchte wie Mais und Kartoffeln haben durch ihren großen Reihenabstand einen relativ geringen Bedeckungsgrad in der ersten Wachstumsphase und erhöhen dadurch die potenzielle Erosionsgefahr. Wintergetreide hat eine lange Vegetationsperiode und geringe Reihenabstände, d.h. eine mehr oder minder dichte Bedeckung der Bodenoberfläche ist fast ganzjährig gegeben. Nach Schwertmann et al., 1987, kann eine Ackerfutter- Getreidefruchtfolge mit einem geringen C-Faktor⁵² von 1 bis 2 für die potenzielle Wassererosion belegt werden, wohingegen für Kartoffeln und Mais Werte über 20 ausgewiesen werden. Eine Auflistung der Fruchtarten mit C-Faktoren enthält Anhang 11. Das Mulchsaatverfahren und der **Zwischenfruchtanbau** vermindern die Erosionsgefahr durch Bodenbedeckung in der Phase zwischen den

⁵² Alle C-Faktoren wurden mit 100 multipliziert.

Hauptanbauverfahren und während der ersten Monate nach der Einsaat. Je nach Informationsstand kann eine Korrektur pauschal über die wichtigsten Produktionsverfahren oder zu den einzelnen Fruchtarten erfolgen. Bisher existieren Erhebungsdaten nur über den Zwischenfruchtanbau für die 90er Jahre. Diese Umfänge werden auf die Fruchtarten Mais und Zuckerrüben flächenproportional verteilt und mit dem C-Faktor des Mulchsaatverfahrens (nach Schwertmann et al., 1987) belegt, da Mulchsaaten und Zwischenfrüchte oft kombiniert werden (Merkes, 1996). Daraus ergibt sich folgendes Berechnungsverfahren für den Flächenumfang für Zwischenfruchtanbau der berücksichtigten Fruchtarten:

$$A_{i_ZF} = \frac{A_i \cdot A_{ZF}}{A_{FA}} \quad (1)$$

wobei:

A_{i_ZF}	Zwischenfruchtanbau der Fruchtart (i) [in ha]
A_i	Flächenumfang der Fruchtart (i) [in ha]
A_{ZF}	Zwischenfruchtanbau gesamt [in ha]
A_{FA}	Flächenumfang aller Fruchtarten mit Möglichkeit zum Zwischenfruchtanbau [in ha]

Aus der amtlichen Statistik ist der gesamte Flächenumfang für Zwischenfruchtanbau bekannt. Allerdings gibt es keine statistischen Informationen darüber, wo der Zwischenfruchtanbau realisiert wurde, d.h. welche Produktionsverfahren von dieser erosionsmindernden Maßnahme profitieren. Deshalb werden in der hier vorgestellten Methode nur die Verfahren Mais-, Rüben- und Kartoffelanbau⁵³ zu anteiligen Verhältnissen berücksichtigt. In weiteren Verfahren ist der Zwischenfruchtanbau zwar möglich, aber unwahrscheinlicher.

Die physische Belastung des Bodens kann zu **Bodenschadverdichtungen** führen, die die Bodenfunktionen beeinträchtigen. In der Literatur werden die Schadverdichtungen durch schwere Maschinen und durch konventionelle Bodenbearbeitung mit dem Pflug ebenso thematisiert (Brunotte et al., 2001) wie die Befahrbarkeit des Bodens in Abhängigkeit der Bodenfeuchte und des Porenvolumens (Sommer, 1998). Dem gegenüber stehen agrartechnische Entwicklungen wie die pfluglose Bodenbearbeitung und Niederdruckreifen, welche die Gefahr der Bodenverdichtung mindern können. Unabhängig von Standort und Technik wird das Risiko der Bodenverdichtung durch die Anzahl der Überfahrten bestimmt. Die KTBL-Datensammlung zur Betriebsplanung Landwirtschaft

⁵³ Der C-Faktor für Zuckerrüben- und Maisanbau (4,8) wird in Schwertmann et al., 1987, ausgewiesen. Dieser Wert wird auf den Kartoffelanbau übertragen, da hierfür keine speziellen Untersuchungen vorliegen.

(KTBL, 2004) enthält eine standardisierte Zusammenstellung aller notwendigen Arbeitsgänge für ein Produktionsverfahren. Zur Bemessung der potenziellen Bodenbelastung werden die Feldarbeitsdurchgänge aufaddiert und nach leichten Arbeiten (Faktor: 1) wie Mineraldünger streuen und Pflanzenschutz und schweren Arbeiten (Faktor: 2) wie Bodenbearbeitung und Ernte unterschieden. Anhang 12 zeigt Beispiele für die Produktionsverfahren Winterweizen und Ackerbohnen. Für die Gülle- bzw. Festmistausbringung wird ein pauschaler Korrekturfaktor von einer Überfahrt je GV pro ha eingesetzt. Diese Korrektur beeinflusst die Flächennutzungsintensität einer Region und erfolgt unabhängig vom Fruchtartenspektrum.

Alternativ zur Anzahl der Überfahrten kann die Spurflächensumme nach Zapf, 1997, verwendet werden, die den aufsummierten Spuranteil aller Arbeitsgänge in Prozent der Schlagfläche angibt. Diese Information kann mit der maximalen Radlast und dem maximalen Projektionsdruck kombiniert werden, woraus sich eine detailliertere Bewertung der mechanischen Bodenbelastung durch die landwirtschaftliche Produktion ableiten lässt. Allerdings sind hierfür Daten zur praktischen Technikanwendung unabdingbar, die zurzeit nicht flächendeckend vorliegen.

Die Bewertung von Erosion und Bodenverdichtung muss jährlich von Experten⁵⁴ überprüft werden. Eine **Neubewertung** wird dann vorgenommen, wenn sich einzelne Arbeitsgänge oder ein gesamtes Anbauverfahren grundlegend auf über 50 % der Anbaufläche ändern und daher eine Korrektur gerechtfertigt erscheint.

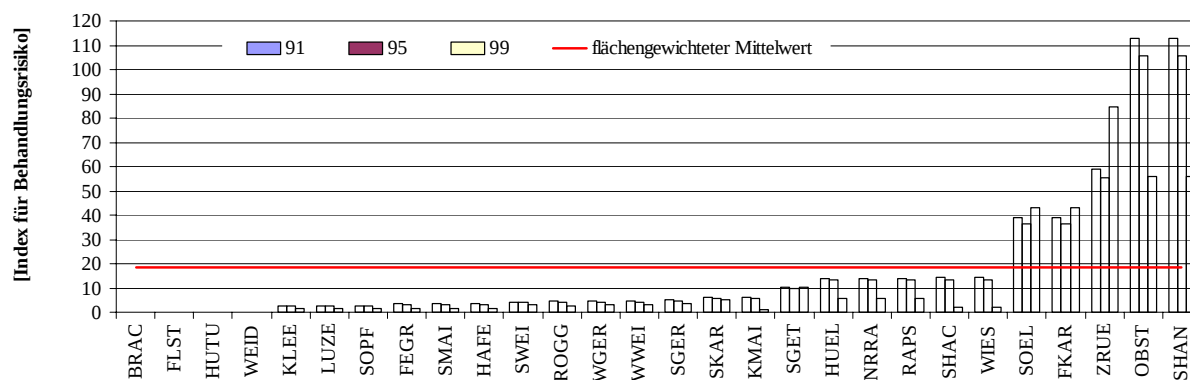
Die **Anwendung von Pflanzenschutzmitteln** (PSM) leitet sich aus der Erhebung von Daten zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel im Ackerbau, Obstbau, im Hopfen und in Erdbeeren in Deutschland ab (NEPTUN-Projekte 2000 und 2001, Roßberg, 2003; Roßberg et al., 2002). Auf der Grundlage dieser Erhebungsdaten wurde ein **Behandlungsindex** entwickelt (Roßberg et al., 2002), der *‘...die Anzahl der ausgebrachten PSM, bezogen auf die zugelassene Pflanzenschutzmenge und die Anbaufläche der Kultur...’* repräsentiert. Dieser Behandlungsindex wurde dazu verwendet (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 zur Methodik befindet sich in Anhang 14. Da die

⁵⁴ Experten der FAL (oder ähnlichen Forschungseinrichtungen), die sich mit Pflanzenproduktionsverfahren beschäftigen.

zugrundeliegenden Erhebungen für die Jahre 1994, 2000 und 2002 erfolgten, muss durch einen Korrekturfaktor die zeitliche Entwicklung abgebildet werden. Diese Dynamisierung geschieht durch die Berücksichtigung der Inlandsabsätze an Wirkstoffen in PSM [Mengenangabe in Tonnen], die jährlich im Statistischen Jahrbuch des BMVEL (versch. Jg.) berichtet werden. Die Umfänge des Jahres 1994 erhalten den Faktor 1. Entsprechend der Tabelle 3060700 im Statistischen Jahrbuch des BMVEL zum Inlandsabsatz liegen die Faktoren für '91 und '95 bei 1,24 bzw. 1,16. Das Berichtsjahr 1999 wird analog aus dem Bezugsjahr 2000 abgeleitet (Faktor 0,99). Anhang 13 weist die Einzelwerte aus. Eine periodische Fortführung der NEPTUN-Projekte und somit eine regelmäßige Fortschreibung des Indikators 'Risiko der PSM-Anwendung' durch die BBA ist vorgesehen. Die Periodizität der Erhebungen ist von der Personalkapazität bei den Pflanzenschutzdiensten der Länder abhängig (BBA, 2003).

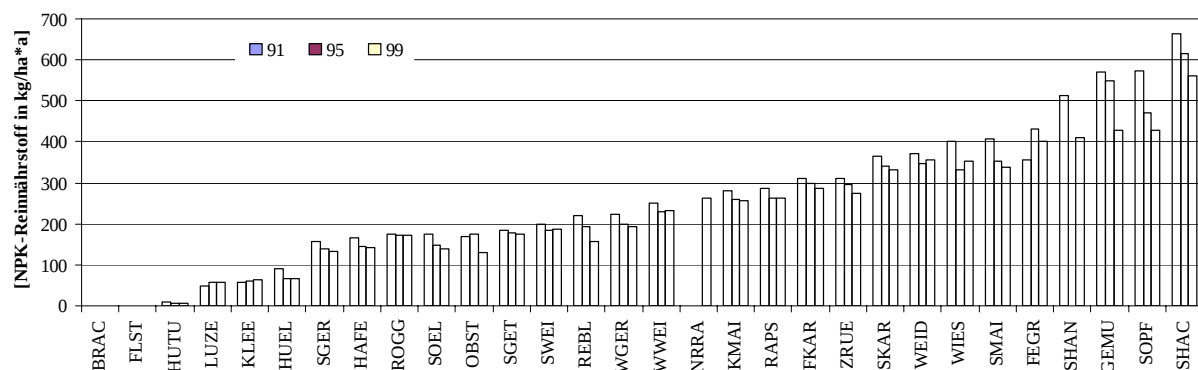
Das Ergebnis der bisherigen Untersuchungen ist in Abbildung 66 dargestellt, wobei der Gemüseanbau mit einem durchschnittlichen Index für das Behandlungsrisiko von 449 und Rebland mit 1.267 nicht enthalten sind. Bei der Ermittlung des flächengewichteten Mittelwertes wurden diese Landnutzungsformen berücksichtigt.

Abbildung 66: Pflanzenschutzmittelanwendung nach Behandlungsindizes je Fruchtart in den Jahren 91/95/99



Das flächengewichtete Mittel der Behandlungsindizes liegt bei 18, d.h. alle Fruchtarten oberhalb dieser Marke bewirken eine Intensivierung der Landnutzung hinsichtlich der PSM-Anwendung.

Die Bewertung des **Düngereinsatzes** erfolgt nach physischen Einheiten der RAUMIS-Berechnungen für die NPK-Düngung. Der Einsatz des organischen Düngers in Mineraldüngeräquivalenten wird dabei berücksichtigt.

Abbildung 67: Düngemiteleininsatz in kg pro Hektar nach Fruchtarten 91/95/99

Beschreibung der Abkürzungen im Anhang 1.

Die Düngemittelaufwendungen variieren zwischen den Fruchtarten, aber auch innerhalb der Fruchtarten über den Betrachtungszeitraum. Der Trend ist im Allgemeinen rückläufig, obwohl sich die Erträge positiv entwickelten; z. B. ist der Ertrag von Winterweizen von 1991 bis 1999 um 17 % gestiegen⁵⁵, bei gleichzeitigem Rückgang des Düngereinsatzes von 7 %. Dies deutet auf eine effizientere Ausnutzung des Düngers (organisch und mineralisch) hin.

Diese Analyse basiert auf empirisch erhobenen Betriebsdaten und Statistikangaben zu Tierbesatz und Mineraldüngerverkauf, die im Modell RAUMIS hinterlegt sind. Dadurch wird eine im Zeitverlauf dynamische Bewertung ermöglicht, die von der Expertenbefragung des StBA abweicht (vgl. StBA, 2002a).

Normierung der originalen Indikatorwerte

Die originalen Indikatorwerte bewegen sich auf unterschiedlichen Skalenebenen. So variieren die Werte für den Indikator Erosion (die sich aus dem fruchtartspezifischen C-Faktor herleiten) im Jahr 1999 zwischen 0 und 26, während die Werte des Düngemiteleininsatzes (die sich aus monetären Einheiten der RAUMIS-Modellrechnung herleiten) bis 733 reichen. Sie müssen auf ein einheitliches Niveau gebracht werden, um sie vergleichbar zu machen und um sie aggregieren zu können. Hierzu werden die Originalwerte jedes betrachteten Jahres jeweils durch das flächengewichtete Mittel des Jahres 1991 geteilt. Der Einfluss von Extremwerten mit kleinem Flächenumfang wird dadurch reduziert; gleichzeitig bleibt die zeitliche Entwicklung abbildbar. Der gewichtete Mittelwert berechnet sich nach folgender Formel:

⁵⁵ S. Tabelle „Erntemengen“ in Anhang 18.

$$x_i = \frac{\sum_{j=1}^m (I_{ij} \cdot f_j)}{\sum_{j=1}^m f_j} \quad (2)$$

wobei:

- x_i Flächengewichteter Mittelwert für Indikatorgröße (i) im Jahr 1991
 f_j Häufigkeit (hier: Flächenumfang der Fruchtart j)
 I_{ij} Indikatorwert (i) über alle Fruchtarten (j) im Basisjahr 1991

Anschließend können die genormten Indikatorwerte durch die Division des Originalwertes mit dem flächengewichteten Mittel des Basisjahres 1991 berechnet werden. Der gewichtete Mittelwert von N jedes Indikators ist im Basisjahr 1991 gleich 1. Dies hat den Vorteil, dass alle nachfolgenden Jahre in Relation zu diesem Basisjahr bewertet werden können.

$$N_{ij} = \frac{I_{ij}}{x_i} \quad (3)$$

wobei:

- N_{ij} normierte Größe der Kulturart (j) für den Indikator (i)
 I_{ij} Indikatorgröße der Kulturart (j) für den Indikator (i)
 x_i Flächengewichteter Mittelwert für Indikatorgröße (i) im Jahr 1991

Zeitreihenanalyse der Flächennutzungsintensität nach Indikatoren:

Zunächst soll untersucht werden, wie sich die vier Indikatoren für die potenzielle Erosionsgefährdung und Bodenschadverdichtung sowie den Pflanzenschutz- und Düngemiteleinsatz **für alle Anbaufrüchte zusammengenommen** entwickelten. Zur Darstellung der Intensitätsentwicklung der Indikatoren werden die genormten Einzelwerte über alle Fruchtarten flächengewichtet zusammengefasst:

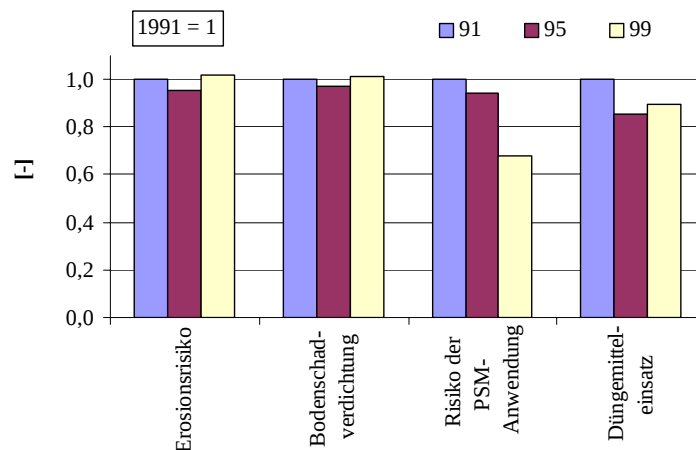
$$Z_i = \frac{\sum_{j=1}^m (N_{ij} \cdot f_j)}{\sum_{j=1}^m f_j} \quad (4)$$

wobei:

- Z_i Intensität des Indikators (i) eines Jahres
 N_{ji} normierte Größe der Kulturart (j) für den Indikator (i)
 f_j Häufigkeit (hier: Flächenumfang der Fruchtart (j))

Durch die Normierung der Indikatorwerte auf das Basisjahr 1991 erhalten alle Indikatoren für dieses Jahr den flächengewichteten Mittelwert 1. Die Folgejahre weichen entsprechend der Intensitätsentwicklung der Einzelindikatoren von diesem Wert ab (Abbildung 68):

Abbildung 68: Änderung der Flächennutzungsintensität nach vier Indikatoren zwischen 1991, 1995 und 1999



Das Erosionsrisiko hat durch die Ausdehnung empfindlicherer Kulturarten und die Einschränkung des Zwischenfruchtanbaus zwischen 1991 und 1999 leicht zugenommen. Die Bodenbelastung durch Bodenschadverdichtung hat 1995 vor allem durch den Rückgang der Tierbestände und dem damit einhergehenden Rückgang der Überfahrten zum Ausbringen von Flüssigmist abgenommen. Ein verändertes Fruchtartenspektrum im Jahr 1999 bedingt ein erneutes Ansteigen des Verdichtungsrisikos. Das Risiko der Pflanzenschutzmittelanwendung wird durch eine veränderte Anbaustruktur und kontinuierlich zurück gehender Risikoindizes für wichtige Fruchtarten wie Weizen und Roggen reduziert. Ein deutlich positiver Trend zeigt sich auch beim Einsatz von Düngemitteln aufgrund zurückgehender Tierbestände und somit geringerer organischer Düngermengen. Weitere Erhebungen in den Folgejahren müssen diese Entwicklung aber erst noch bestätigen, um eindeutige Trends ausweisen zu können.

Analog kann die **Intensitätsentwicklung einzelner Fruchtarten** aufgezeigt werden. Dazu werden die normierten Einzelwerte für eine Fruchtart über alle Indikatoren zusammengefasst (einfacher Mittelwert):

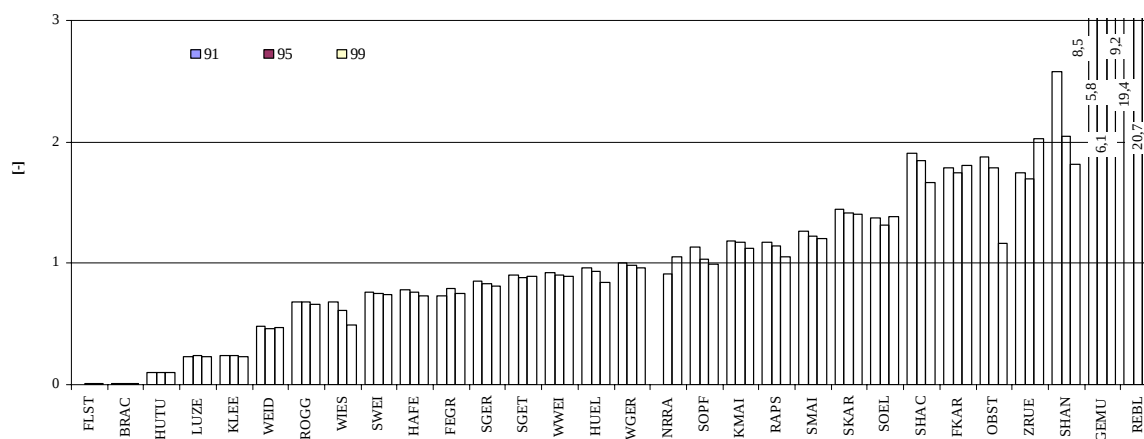
$$M_j = \frac{\sum_{i=1}^n N_{ij}}{n} \quad (5)$$

wobei:

M_j Intensitätsniveau einer Fruchtart (j)
 N_{ij} normierte Größe der Kulturart (j) für den Indikator (i)
 n Anzahl der Indikatoren

Daraus ergibt sich die in Abbildung 69 dargestellte Verteilung der Fruchtarten bzw. pflanzlicher Produktionsverfahren. Auf Grünlandflächen werden Düngemittel ausgebracht, es gibt jedoch nahezu keine Erosionsereignisse, kaum Pflanzenschutzmitteleinsatz und wenig Bodenverdichtung, so dass diese Verfahren als relativ extensiv eingeschätzt werden. Die Ackerfrüchte liegen in dieser Bewertung bei 1 (flächengewichteter Durchschnitt) und darüber, wobei die Sonderkulturen zwar ein hohes Intensitätsniveau erreichen, jedoch einen geringen Flächenumfang haben.

Abbildung 69: Intensitätsniveau der Fruchtarten 1991/95/99



Beschreibung der Abkürzungen im Anhang 1.

Die Bewertung der Fruchtarten im Basisjahr 1991 dient als Referenz für alle weiteren Jahre, wobei der flächengewichtete Mittelwert von 1991 bei 1 liegt. Diese Normierung ermöglicht eine objektive Einschätzung bezüglich potenzieller Intensitätsveränderungen. Anhang 15 zeigt die bisher vorliegende Einstufung der Fruchtarten und ihre zeitliche Entwicklung.

Um zu einem **aggregierten Gesamtergebnis für die Flächennutzungsintensität** in Form eines Indikators zu kommen, erfolgt die Gewichtung der Fruchtarten nach tatsächlichen Flächenanteilen der jeweiligen Jahre und die Berechnung der mittleren Flächennutzungsintensität in Deutschland:

$$S = \frac{\sum_{j=1}^m (M_j \cdot f_j)}{\sum_{j=1}^m f_j} \quad (6)$$

wobei:

S Flächennutzungsintensität in Deutschland des Bezugsjahres
 M_j Intensitätsniveau einer Fruchtart (j)
 f_j Häufigkeit (hier: Flächenumfang der Fruchtart (j))

Die Aggregation der normierten Einzelwerte kann sowohl über die Fruchtarten als auch über die Indikatoren erfolgen. Dabei wird ein einfacher Mittelwert über die vier Indikatoren für jede Fruchtart gebildet:

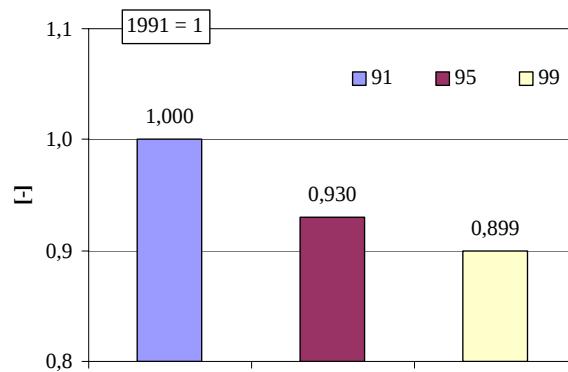
$$S = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i}{n} \quad (7)$$

wobei:

S Flächennutzungsintensität in Deutschland des Bezugsjahres
 Z_i Intensität des Indikators (i) eines Jahres
n Anzahl der Indikatoren

Alle Indikatoren sind voneinander unabhängig und gleich gewichtet. Eine Ungleichgewichtung wäre sinnvoll, wenn die Indikatoren voneinander abhängig sind oder wenn Risiken besonders hoch eingestuft werden. Die grafische Darstellung (Abbildung 70) verdeutlicht die relative Entwicklung der 90er Jahre:

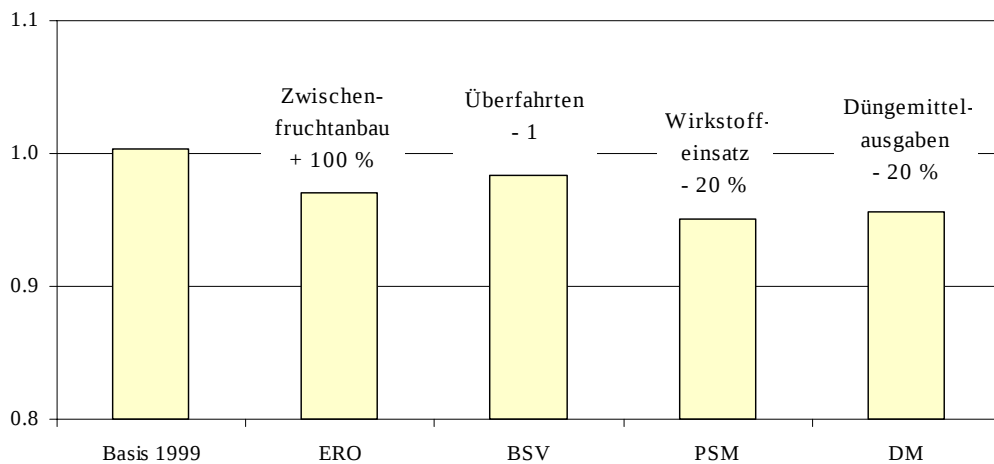
Abbildung 70: Entwicklung der Flächennutzungsintensität landwirtschaftlicher Flächen in Deutschland insgesamt (1991/95/99)



Dieser Ansatz bedingt für das Jahr 1991 einen flächengewichteten Mittelwert von 1. Die in 1995 veränderten Einflussfaktoren führen zu einer Reduzierung der Flächennutzungsintensität von 7 %. Die Gesamtbewertung für 1999 mit 90 % von 1991 bestätigt die positive Entwicklung.

Sensitivitätsanalyse

Zur Abbildung der Sensitivität der Einflussgrößen und deren Potenziale zur Extensivierung der Flächennutzung wurden die Indikatoren einzeln variiert. Abbildung 71 zeigt die Relation der Potenziale im Vergleich zur berechneten Ist-Situation im Jahr 1999. Bei den Zahlenangaben handelt es sich nicht um Prozente, daher sollte von 'Punkten' gesprochen werden.

Abbildung 71: Sensitivitätsanalyse für 1999 (dargestellt wird der Gesamtindikator)

Eine Verdopplung des Zwischenfruchtanbaus im Jahr 1999 bewirkt eine Reduzierung der Flächennutzungsintensität um 0,03 Punkte. Die Einsparung einer Überfahrt (Indikator für Bodenschadverdichtung) reduziert den Gesamtwert um 0,02 Punkte. 20 % weniger Pflanzenschutz Aufwand bzw. Düngemiteleinsatz bedingt eine Reduzierung der Intensität um jeweils 0,05 Punkte. Damit wird die Relation zwischen Extensivierungsoptionen und der Intensitätsbewertung zum Ausdruck gebracht. Der theoretische Wert für eine ungenutzte Landfläche liegt bei Null, d.h. maximaler Wert für den Indikator Zwischenfruchtanbau, keine Befahrung der Fläche und keinen PSM- bzw. Düngereinsatz. Somit liegt die Spannweite zwischen 0 und 1 für extensive Entwicklungstendenzen. Andererseits kann ein Trend zur Intensivierung von 1 aufsteigend mit nach oben offener Skala abgebildet werden.

Regionalisierung:

Die vorgestellte Methodik zeigt einen objektiven und differenzierten Berechnungsansatz, der auf Statistikangaben aufbaut. Die Aussage, die sich von diesem Ergebnis ableiten lässt, spiegelt (entsprechend des UGR-Ansatzes) den gesamten Agrarsektor auf der nationalen Ebene wider. Durch eine regional differenzierte Betrachtungsweise könnte ein zusätzlicher Informationsgewinn erzielt werden. Bsp.: Angaben zu Viehbeständen beeinflussen den Faktor Düngereinsatz und Bodenverdichtung in einigen Regionen Deutschlands besonders stark. Georeferenzierte Informationen über Bodeneigenschaften, Topografie und Niederschlagsverhältnisse weisen 'hot spots' der Erosionsgefahr aus und könnten ebenfalls zu einer differenzierteren Betrachtung führen. Daher sollte bei einer Wirkungsanalyse in Bezug auf Intensitätsveränderungen auf regionale Unterschiede geachtet werden.

Ökologischer und Integrierter Landbau:

Spezielle Anbauverfahren, wie der Ökologische und der Integrierte Landbau, sind in diesem Ansatz nicht explizit aufgeführt. Jedoch sind durch die Konsistenzrechnung des Dünger- und PSM-Einsatzes mit der LGR die durchschnittlichen Faktoreinsätze aller Produktionssysteme enthalten. Zur Korrektur des Erosionsfaktors dienen die Informationen (soweit vorliegend) über Mulchsaaten und Zwischenfrüchte, die alle Verfahren gleichermaßen betreffen.

6.4 Trends ausgewählter Produktionsverfahren in den Jahren 1991 bis 1999

Die bis hierher nach Produktionsverfahren dargestellten Ergebnisse in den Modulbausteinen waren nach verschiedenen Themen gegliedert (ökonomische Daten, die Energie- und Materialflüsse oder die Intensität der Bodennutzung) und ermöglichten den Vergleich der Einzelwerte zwischen den Verfahren (z. B.: in welchem Verfahren sind die Stickstoffüberschüsse höher, in welchem geringer?). Abschließend ist auch eine Darstellung möglich, in der die thematischen Einzelergebnisse der Module für jeweils ein Produktionsverfahren zusammengefasst werden. Daraus kann abgelesen werden, welche Verfahren in der Summe aller Ergebnisse mehr oder weniger bedeutsam sind. Dies ist ein weiterer Erkenntnisgewinn, der durch die Aufarbeitung der Informationen über den Agrarsektor im Projekt erreicht wurde.⁵⁶

Das Kapitel beschreibt die Entwicklung der Produktionsintensitäten am Beispiel des Weizen- und des Roggenanbaus sowie der Milchkuh- und Mutterkuhhaltung. Die Produktionsintensität leitet sich hierbei von den über- bzw. unterdurchschnittlichen Faktoreinsätzen (z. B. Arbeit und Energie) pro Einheit ab. Milch und Weizen sind entsprechend ihres Mengenaufkommens und der monetären Bewertung die mit Abstand bedeutendsten landwirtschaftlichen Produkte. Die Milchproduktion hatte 1999 einen Anteil von über 20 % am Produktionswert landwirtschaftlicher Güter, der Anteil von Weizen betrug ca. 8 % (BMVEL, 2003b). Beide Verfahren werden mit hoher Intensität erzeugt. Dem gegenüber stehen eher extensive Verfahren wie die Roggenproduktion und die Mutterkuhhaltung. Die Intensitätsunterschiede speziell bei der Bodennutzung der Pflanzenproduktionsverfahren wurden bereits in Kapitel 6.3 dargelegt. Die Tierproduktionsverfahren wurden wegen sehr unterschiedlicher Arbeitsintensitäten ausgewählt. Die Auswahl, sowohl der Produktionsverfahren als auch der berichteten Parameter, hat exemplarischen Charakter und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

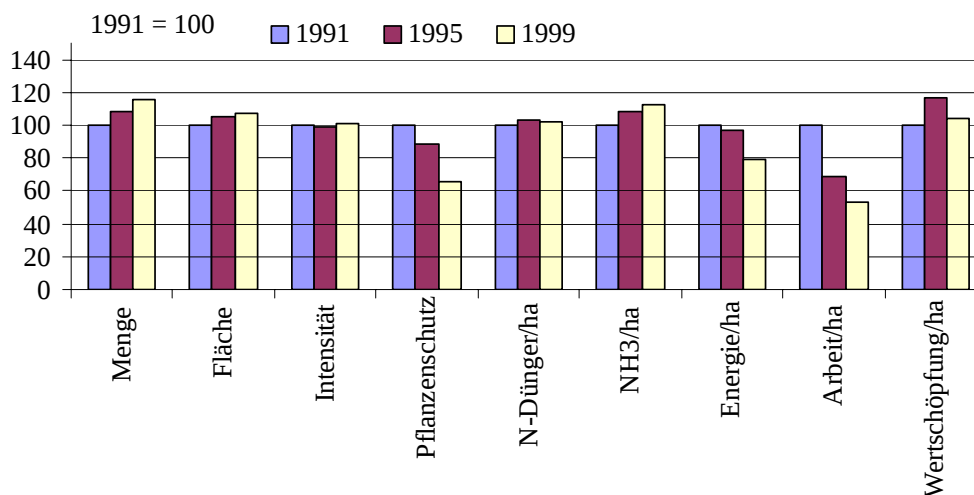
⁵⁶

An dieser Stelle sei noch einmal darauf hingewiesen, dass Produktionsverfahren nie als isolierte Einheit betrachtet werden dürfen, sondern nur Teil eines Produktionssystems darstellen. Trotzdem werden in den folgenden Abschnitten vier Produktionsverfahren herausgegriffen und einzeln dargestellt, um Trends zu isolieren, die in einer Systembetrachtung eventuell nivelliert werden.

6.4.1 Winterweizen- und Roggenproduktion in Deutschland

Die Erntemenge von **Winterweizen** war im Jahr 1999 um 22 % über dem Niveau von 1991, während der Flächenanspruch nur um ca. 8 % zunahm (s. Abbildung 72, Menge-Fläche).

Abbildung 72: Entwicklung der Winterweizenproduktion

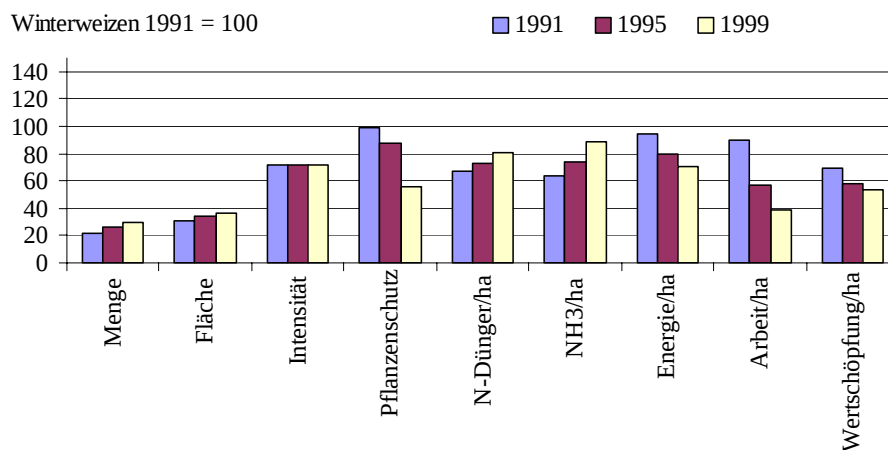


Die ‚Intensität der Bodennutzung‘ bei der Winterweizenproduktion (als aggregierter Indikator über das Risiko der Pflanzenschutzmittelanwendung, N-Düngung, Erosionsrisiko und Bodenverdichtung, vgl. Kapitel 6.3) hat sich nach der vorliegenden Analyse nur marginal erhöht. Die Ammoniak-(NH₃)–Emissionen stiegen proportional zum vermehrten Düngereinsatz an. Der sinkende Energieeinsatz von 1991 bis 1999 um 13 % ist auf neue Anbaumethoden in Technik und Management zurückzuführen. Insbesondere handelt es sich hierbei um größere, effektivere Einheiten, sowohl in Bezug auf die Schlaggrößen als auch beim Maschineneinsatz. Der Arbeitskräfteeinsatz im Weizenanbau ging aufgrund veränderter Anbaustrukturen in größeren Betriebseinheiten und aufgrund von Rationalisierungsmaßnahmen um fast die Hälfte zurück. Der starke Rückgang zwischen 1991 und 1995 ist auf den Strukturbruch in den neuen Bundesländern zurückzuführen. Die Wertschöpfung stieg nach der Einführung von Direktzahlungen (produktionsbezogene Subventionen) zwischen 1991 und 1995 trotz sinkender Weizenpreise in der ersten Hälfte der 90er Jahre um ca. 17 % an. Der Produktpreis sank in den Jahren 1995 bis 1999 um ca. 13 %, wodurch die Wertschöpfung auf ein Niveau von +4 % gegenüber 1991 fiel.

Für einen direkten Vergleich der Roggenproduktion mit dem Weizenanbau wird das relative Verhältnis zum Basisjahr 1991 (Winterweizen 1991 = 100) herangezogen. In der **Roggen**produktion ist ein stärkerer relativer Zuwachs der Flächen und Erntemengen sowie des Düngereinsatzes zu verzeichnen. Jedoch sinkt das Risiko des Pflanzenschutzmittel-

Einsatzes ebenfalls sehr stark, so dass die Intensität der Bodennutzung konstant blieb. Die Intensität der Bodennutzung liegt gegenüber dem Winterweizenanbau absolut nur bei ca. 67 %. Der berechnete Arbeits- und Energieeinsatz sinkt entsprechend des allgemeinen Trends. Die Wertschöpfung liegt bei diesem extensiven Verfahren bei etwa 2/3 des Wertes von Winterweizen und nimmt wegen des Preisverfalls in den 90er Jahren stetig ab.

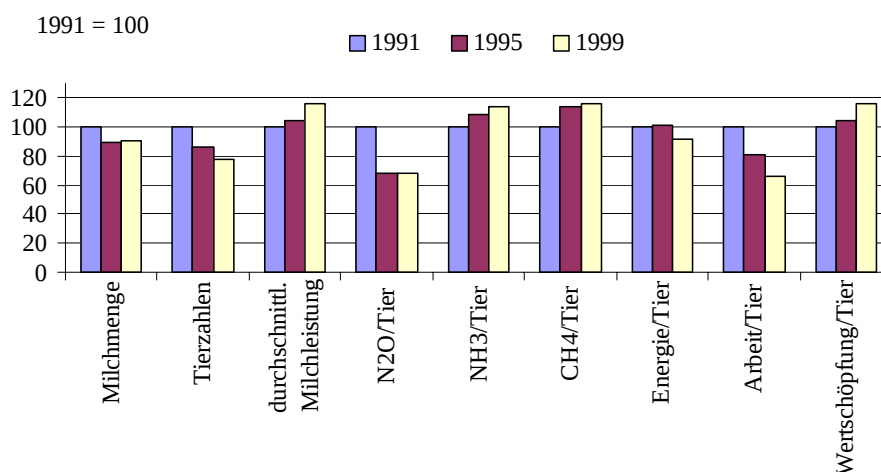
Abbildung 73: Entwicklung der Roggenproduktion



Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Erntemengen stärkere Zuwachsraten verzeichneten als der Flächenanspruch. Somit ist nicht nur die Intensität der Pflanzenproduktion (d.h. höhere Erträge) innerhalb der 90er Jahre angestiegen, es wurde auch eine höhere Effizienz erreicht, so dass je produzierte Einheit 1999 weniger Input erforderlich war als noch im Jahr 91. Die Produktivität der Arbeit, gemessen am wirtschaftlichen Erfolg, steigt trotz fallender Preise für Agrarprodukte und steigender Preise für landwirtschaftliche Betriebsmittel um 62 % von 1991 bis 1995 und um weitere 26 % von 1995 bis 1999. In der Weizenproduktion stieg die Arbeitsproduktivität um 51 % bzw. 22 %.

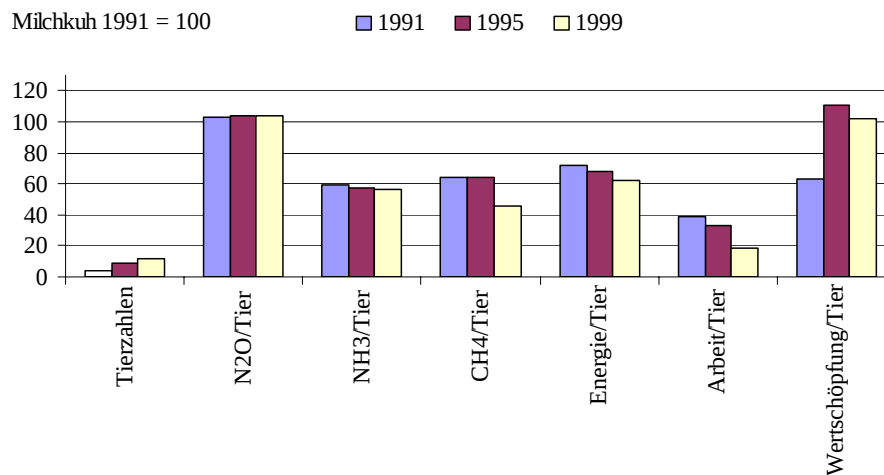
6.4.2 Milchkühe und Mutterkuhhaltung in Deutschland

Die Zahl der Milchkühe sank in Deutschland von 1991 bis 1999 um 20 %, während im selben Zeitraum die durchschnittliche Milchleistung um 22 % anstieg. Insgesamt blieb die Produktion von Kuhmilch relativ konstant (- 3 %). Somit konnte eine hohe Effizienzsteigerung verzeichnet werden, die sich auch in einer Steigerung der Wertschöpfung je Tier auswirkte. Ein Quervergleich der Leistungsmerkmale und der Umwelteffekte zeigt Abbildung 74:

Abbildung 74: Leistung der Milchkühe

Der direkte Vergleich zwischen produzierter Menge und Schadgasen aus dem Produktionsverfahren 'Milchkuh' zeigt generell positive Veränderungen, d.h. weniger Schadgase pro Liter Milch. Die Ammoniak- und Methanbelastung je Tier nehmen zwar zu, jedoch lieferten die Tiere proportional mehr Milch. Analog dazu konnte der Energieeinsatz um 17 % gesenkt werden. Der Arbeitskräfteeinsatz sank sogar um mehr als die Hälfte wegen erhöhter Arbeitsproduktivität, die durch größere, modernere Ställe und Melkanlagen erreicht werden konnte. Die Veränderungen zwischen 1991 und 1995 können zudem auf den Strukturbruch in den neuen Ländern zurückgeführt werden. Zu berücksichtigen ist, dass die Zahlen zum Arbeitskräfteeinsatz nur einen Trend wiedergeben und in ihrer absoluten Höhe nicht exakt berechnet werden können, da Rahmendaten nur für den gesamten Agrarsektor statistisch erhoben werden und nicht für einzelne Produktionsverfahren.

Das Produktionsverfahren 'Mutterkühe' hat mit einer Bestandserweiterung von ca. 220.000 Tieren im Jahr 1991 auf über 700.000 Tieren im Jahr 1999 sehr stark an Bedeutung gewonnen. Dies ist nicht zuletzt auf die Subventionspolitik zurückzuführen, die eine extensive Mutterkuhhaltung durch tierbezogene Prämien unterstützt. Die Leistung je Tier (Bereitstellung von Färsen) ging im Jahr 99 leicht zurück, jedoch kann daraus noch kein Trend abgeleitet werden.

Abbildung 75: Kennwerte der Mutterkuhhaltung je Tier

Wie bei allen anderen Verfahren ist auch hier der Arbeitskräfteeinsatz je Einheit stark rückläufig, was in diesem Fall vor allem mit der starken Ausweitung der Mutterkuhhaltung in großen Betrieben der neuen Länder mit niedrigem Arbeitsbedarf je Tier begründet werden kann. Allerdings ist bei diesem extensiven Verfahren der Arbeitseinsatz per se besonders niedrig, woraus nur ein geringer Effekt auf den landwirtschaftlichen Arbeitsmarkt abgeleitet werden kann. Je Tier sank der Arbeitskräfteeinsatz von 1991 bis 1999 um 56 %. Da jedoch die Zahl der Mutterkühe um 217 % stieg, werden rechnerisch ca. 1.500 Arbeitskrafteinheiten in diesem Produktionsverfahren mehr eingesetzt als noch 1991.

Die Produktionspraktiken im Nutztierbereich nehmen einen unterschiedlichen Verlauf. Während einerseits die Milchproduktion intensiviert wird, ist andererseits aufgrund der Subventionspolitik eine Extensivierung der Mutterkuhhaltung zu verzeichnen. Der Trend zur Energieeinsparung und Rationalisierung erstreckt sich auf beide Verfahren gleichermaßen.

7 Fazit und Ausblick[H38]

Das Berichtsmodul 'Landwirtschaft und Umwelt' liefert eine **differenzierte Betrachtung des Agrarsektors** in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Es ist ein **gesamtwirtschaftlicher Ansatz auf Basis nationaler Eckzahlen**, die kompatibel sind mit VGR, UGR und LGR. Über die bisherigen Darstellungen in den UGR hinausgehend wird eine detailliertere Sicht auf ökonomische Daten, Stoff- und Energieströme sowie die Intensität der Bodennutzung innerhalb des Sektors geliefert. Eine Input-Output-Matrix identifiziert sowohl die Lieferungen in und aus dem Sektor, differenziert nach Produktionsverfahren, als auch alle intralandwirtschaftlichen Vorleistungsverflechtungen. Durch die nach Produktionsverfahren der Landwirtschaft differenzierte Darstellung wird insgesamt **mehr Transparenz bei umweltökonomischen Daten innerhalb des Sektors Landwirtschaft** geschaffen und es werden **sowohl positive als auch negative Trends im Agrarsektor dokumentiert**. Bestehende Berichtspflichten werden im Gesamtrechenwerk so weit möglich berücksichtigt, um Konsistenz zu diesen Berichten herstellen zu können. Die UGR und damit auch das Berichtsmodul 'Landwirtschaft und Umwelt' in den UGR sind eine langfristig angelegte kontinuierliche Berichterstattung mit festem Datensatz. Damit bietet sich langfristig eine **kontinuierliche Basis für die Politikinformation**.

Allerdings sind noch nicht alle Teile eines vollständigen Berichtsmoduls in den UGR gefüllt. Teilmodule wie die zu Umweltschutzmassnahmen und Belastungen aus den Umweltmedien blieben zunächst ausgespart, ebenso wie das konzeptionell bereits bearbeitete Teilmodul Umweltzustand, das wegen der ausstehenden Umsetzung der Ökologischen Flächenstichprobe noch nicht mit Daten gefüllt werden kann. Aufgrund sehr später Veröffentlichung der Ergebnisse der Agrarstrukturerhebung 2003 und der fehlenden Verfügbarkeit der Ergebnisse auf Kreisebene als Basis für die Berechnungen im Modell RAUMIS konnten bisher keine Berechnungen für das Jahr 2003 vorgelegt werden. Dies wird in einem aktualisierten Bericht zu gegebener Zeit nachgeholt.

Die weiteren Arbeiten am Berichtsmodul finden sowohl innerhalb eines Folgeprojekts als auch parallel dazu statt. Im seit Beginn des Jahres 2005 laufenden **Folgeprojekt** (Laufzeit 2005–2007) geht es sowohl um das **Schließen von Lücken** und um konzeptionelle **Erweiterungen** als auch um die **Anwendung** der bisher erarbeiteten Methoden. Zu den Erweiterungen zählt u.a. eine **Anbindung der intralandwirtschaftlichen Vorleistungsverflechtungen an außerlandwirtschaftliche Produktionsbereiche**. Damit soll ein Übergang vom Berichtssystem zu den entsprechenden Tabellen der VGR ermöglicht werden. Zu den Anwendungen der erarbeiteten Methoden gehört, dass am Beispiel ausgewählter Produktionsverfahren und Produkte (Weizen, Mais, Gemüse, Kartoffeln, ... bzw. Milch, Rindfleisch, ...) die **Ressourcenansprüche und Belastungen durch landwirtschaftliche Endprodukte** als eine Art „Ökobilanz“ dargestellt werden können. Darüber hinaus werden Agrarumweltindikatoren der deutschen

Nachhaltigkeitsstrategie und internationale Agrarumweltindikatoren der EU - nach Prüfung ihrer Eignung und Datenverfügbarkeit - nach Produktionsverfahren differenziert berechnet. Dazu gehört explizit ein **Vergleich der Ressourcenansprüche des konventionellen Landbaus im Vergleich zum ökologischen Landbau**. Langfristig ist eine regionalisierte Darstellung denkbar, z. B. auf Ebene der Bundesländer. Dies ist z.Zt. aber noch nicht konkret geplant.

Die FAL und das Statistische Bundesamt planen, für eine Berichterstattung zu Landwirtschaft und Umwelt langfristig miteinander zu kooperieren. Inhaltlich gehören zu einer Kooperation neben regelmäßigen Berichten ggf. auch weiter führende Analysen zu bestimmten Themen oder Simulationen.

8 Abkürzungen

AbfKlärV	Klärschlammverordnung
AK	Arbeitskräfte
ATV-DVWK	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
AUI	Agrar-Umweltindikatoren (Agri-Environmental Indicators, AEI)
BBA	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
BGK	Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.
BGR	Bodengesamtrechnung
BioAbfV	Bioabfallverordnung
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMVEL	Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BWS	Bruttowertschöpfung
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlendioxid
CSD	Commission on Sustainable Development
DM	Deutsche Mark
DMI	Düngemittel
DPSR	Driving Forces, Pressure, State und Response
EEA	European Environment Agency (Europäische Umweltagentur)
EAK	Europäischer Abfallkatalog (European Waste Catalog, EWC)
EC	European Commission
EU	Europäische Union
EUROSTAT	Statistical Office of the European Communities
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
FAA	Forschungsgesellschaft für Agrarsoziologie und Agrarpolitik e. V
FAL	Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
FARMIS	Betriebsgruppenmodell für den deutschen Agrarsektor
GAK	Agrarstruktur und Küstenschutz
Gg	Gigagramm = 1000 Tonnen
GV	Großvieheinheit
HEA	Fachverband für Energie-Marketing und -Anwendung e.V.
HELCOM	Helsinki Kommission (zum Schutz der marinen Umwelt der Ostsee)
IMF	International Monetary Fund
IOT	Input-Output-Tabelle
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IRENA	Indicator reporting on the integration of environmental concerns into agricultural policy
K	Kalium
KJ	Kalenderjahr
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
l	Liter
LANDDATA	Gesellschaft für Verarbeitung landwirtschaftlicher Daten mbH
LF	Landwirtschaftliche Nutzfläche
LGR	Landwirtschaftliche Gesamtrechnung

MJ	Mega-Joule
N	Stickstoff
N ₂ O	Lachgas
NMVOC	non Methane Volatile Organic Compounds
NR	Nachwachsende Rohstoffe
NIR	National Emission Inventory Report (Nationaler Inventarbericht)
NEC	National Emission Ceilings (nationale Emissionshöchstmengen)
NWS	Nettowertschöpfung
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
ÖFS	Ökologische Flächenstichprobe
P	Phosphor
PB	Produktionsbereich (z. B. Landwirtschaftliche Erzeugnisse, Produzierendes Gewerbe)
PARCOM	Paris Kommission (zur Verhütung der Meeresverschmutzung)
PJ	Peta-Joule
PV	Produktionsverfahren (z. B. Winterweizen, Milchkühe)
PSM	Pflanzenschutzmittel
RL	Richtlinie
RAUMIS	Regionalisiertes Agrar- und Umweltinformationssystem für die Bundesrepublik Deutschland
SEEA	System of Integrated Environmental and Economic Accounting
StBA	Statistisches Bundesamt
UBA	Umweltbundesamt
UGR	Umweltökonomische Gesamtrechnungen
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung
WB	World Bank
WJ	Wirtschaftsjahr

9 Literaturverzeichnis

- ATV-DVWK (2002): Stickstoffbilanz in Deutschland, Landwirtschaft - Futtermittel- und Ernährungsindustrie - Abwasser- und Abfallentsorgung. Hennef.
- Bach, M., Frede, H.-G. und Lang, G. (1997): Nährstoffbilanzen der Landwirtschaft in Deutschland. 1404/1999, Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten e.V., Bonn.
- BBA - Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (2003): Jahresbericht 2003 - Institut für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz. Braunschweig.
- BFN - Bundesamt für Naturschutz (2000): Konzept zur Erfassung von Biotoptypen im Rahmen der Ökologischen Flächenstichprobe, überarbeitete Fassung (Kartieranleitung – Biotoptypenschlüssel – Erfassungsbögen). Arbeitsunterlage, überarbeitet von A. Dörpingaus u. R. Dröschmeister.
- bioSicherheit - Projektverbund 'Kommunikationsmanagement in der Biologischen Sicherheitsforschung' (2005): Die Stärke der Kartoffel. <http://www.biosicherheit.de/kartoffeln/30.doku.html>, (Zugriff: 09.02.2005).
- BMF - Bundesministerium der Finanzen (2003): Neunzehnter Subventionsbericht - Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Finanzhilfen des Bundes und der Steuervergünstigungen 2002-2004. Berlin.
- BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (1992): Klärschlammverordnung (AbfKlärV). Bonn.
- BMVEL - Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (1996): Muster-Verwaltungsvorschrift für den Vollzug der Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung) vom 26.01.1996 (BGBl. I S. 118), unveröffentlicht. Bonn. I.
- BMVEL - Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (1999): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1999.
- BMVEL - Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2002a): Agenda 2000, Pflanzlicher Bereich Agrarumweltmaßnahmen. Bonn.
- BMVEL - Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2002b): Agenda 2000, Tierprämien. Bonn.
- BMVEL - Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2002c): Buchführungsergebnisse der Testbetriebe 2000/01. Bonn.
- BMVEL - Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2002d): Ernährungs- und agrarpolitischem Bericht 2002 der Bundesregierung (Agrarberichte 1997-2002). Bonn.

- BMVEL - Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2002e): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2002. 45, Landwirtschaftsverl., Münster-Hiltrup.
- BMVEL - Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2003a): Handbuch zur landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Gesamtrechnung LGR/FGR97 (Rev. 1.1, unveröffentlichte vorläufige Version). Bonn.
- BMVEL - Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2003b): Landwirtschaftliche Gesamtrechnung (Datenlieferung des BMVEL, Referat 426 an EUROSTAT).
- BMVEL - Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2004): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2004. 45, Landwirtschaftsverl., Münster-Hiltrup.
- Boeckx, P. und Van Cleemput, O. (2001): Estimates of N₂O and CH₄ fluxes from agricultural lands in various regions in Europe. Nutrient Cycling in Agroecosystems 60, [1-3], S. 35-47. (ISI:000172073600005)
- Brunotte, J., Sommer, C. und Lebert, M. (2001): Ein praxisorientiertes Konzept mit Lösungsansätzen und Ergebnissen zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen. 2, S. 136-149. Schadverdichtungen in Ackerböden. Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn, Bonn.
- Bundesregierung (2000): 2. Bericht gemäß Artikel 10 der Richtlinie 91/676/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen. Berlin.
- Bundesregierung (2002): Perspektiven für Deutschland - Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung.
- Bundesregierung (2004): Perspektiven für Deutschland - Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung (Fortschrittsbericht 2004). (<http://www.bundesregierung.de/Politikthemen/Nachhaltige-Entwicklung-11419/Fortschrittsbericht-2004.htm>)
- Burdick, B. und Lange, U. (2003): Berücksichtigung von Umweltgesichtspunkten bei Subventionen - Sektorstudie Agrarwirtschaft. In: Umweltbundesamt [Hrsg.]: 32/03, UBA-Texte. Berlin.
- CSD - Commission on Sustainable Development (2001): Indicators of sustainable development: Guidelines and Methodologies. (<http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/isdms2001/isdms2001isd.htm>)
- 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)

- Döhler, H., Eurich-Menden, B., Dämmgen, U., Osterburg, B., Lüttich, M., Bergschmidt, A., Berg, W. und Brunsch, R. (2002): BMVEL/UBA-Ammoniak-Emissionsinventar der deutschen Landwirtschaft und Minderungsszenarien bis zum Jahre 2010. Texte Bundesumweltamt 05/02, Berlin.
- EEA - European Environment Agency (2005): Agriculture and environment in EU-15: the IRENA indicator report. Copenhagen.
- EU (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 - Europäische Union (2001): Richtlinie 2001/81/EG über nationale Emissionshöchst-mengen für bestimmte Luftschadstoffe. Amtsblatt der Europäischen Gemein-schaften.
- EUROSTAT - Europäisches Amt für Statistik (2000a): Handbuch zur landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Gesamtrechnung LGR/FGR 97 (Rev. 1.1). Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften, Luxemburg.
- EUROSTAT - Europäisches Amt für Statistik (2000b): Working Group 'Statistics of the Environment', Sub-Group 'Environmental Pressure Indicators'. Joint EURO-STAT/ESTAT Group. Meeting of 30./31.03.2000, LB-3 Agriculture Intensity. Doc. EPI/00/3.3.9. Luxemburg.
- Fachverband der Stärke-Industrie (2004): Zahlen & Fakten zur Stärke-Industrie.
- Fleischer, G. und Waibel, H. (1999): Externe Kosten des Pflanzenschutzmitteleinsatzes in der Landwirtschaft - Handlungsbedarf für die Agrarumweltpolitik. Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht 3/99, S. 433-448.
- FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (2004): Internetseite <www.fnr.de> Nachwachsende Rohstoffe: Anbauflächen in Deutschland (ha), zitiert von Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung, Landwirtschaft, Ref. 535, Stand: 20.06.2003. (Zugriff: 26.02.2004). Gülzow.
- Gamer, W. und Zeddies, J. (2002): Bilanzen von potentiell umweltbelastenden Nährstoffen (N, P, K und S) der Landwirtschaft in Baden-Württemberg. Institut für Land-wirtschaftliche Betriebslehre der Universität Hohenheim, Stuttgart.
- Gauger, T., Köble, R. und Anshelm, F. (2000): Kritische Schadstoff-Konzentration und Eintragsraten sowie ihre Überschreitung für Wald und Agrarökosysteme sowie naturnahe waldfreie Ökosysteme. UBA-FB 297 85 079, Institut für Navigation der Universität Stuttgart, Stuttgart.
- Gutsche, V. (2004): Abschätzung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes und des damit ver-bundenen Belastungsrisikos und Kulturarten. Abschlussbericht (unveröf-fentlicht), Kleinmachnow.
- Gutsche, V. und Rossberg, D. (1997): SYNOPS 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>)
- 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.
- Henrichsmeyer, W., Weingarten, P. und Strothmann, B. (1992): Quantitative Analyse von Vorsorgestrategien zum Schurz des Grundwassers im Verursacherbereich Landwirtschaft. Endbericht des Forschungsvorhabens. Bonn.
- Henze, A. (2002): Entwicklung des Produktionsmitteleinsatzes, der Produktion, der Bruttoproduktivität und der Faktorentlohnung in der Landwirtschaft Deutschlands von 1991 bis 2000. Agrarwirtschaft 51, [7],
- Hoffmann-Kroll, R., Schäfer, D. und Seibel, S. (1998): Biodiversität und Statistik - Ergebnisse des Pilotprojekts zur Ökologischen Flächenstichprobe. 1/1998, S. 60-75. Wirtschaft und Statistik.
- Huth, A. (1993): Anwendung von Geo-Informationssystemen zur Abschätzung des Bodenabtrags unter Verwendung von multitemporalen Satellitendaten und digitalen Zusatzdaten. Diplomarbeit. Trier.
- Isermann, K. und Isermann, R. (1998): Food Production and Consumption in Germany: N flows and N emissions. Nutrient Cycling in Agroecosystems 52, S. 289-301.
- KBA - Kraftfahrt-Bundesamt (2005): CO₂-Ausstoß sinkt weiter. Internet: http://www.kba.de/Stabsstelle/Presseservice/Pressemitteilungen/pressemitteilungen2004/allgemein/CO2_Emissionen_pkw.htm (Zugriff: 16.03.05). Flensburg.
- Knickel, K., Ploeg, J.D.v.d. und Renting, H. (2003): Multifunktionalität der Landschaft und des ländlichen Raumes: Welche Funktionen sind eigentlich gemeint und wie sind deren Einkommens- und Beschäftigungspotentiale einzuschätzen? GEWISOLA 2003. Stuttgart.
- KOM - Kommission der Europäischen Union (1993): Farm household adjustment in Western Europe 1987-1991. Final Report of the research programme on farm structures and pluriactivity. Brussels.
- 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.

- KOM - Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2002): Information on activities at OECD. Meeting of Working Party on Agri-environmental Indicators om 11.-12.03.2002 in Luxembourg. Working document AEI/08, Brüssel.
- Kretzschmar, R. (1990): Wassererosion. In: Blume, H.-P. [Hrsg.]: Handbuch des Bodenschutzes. ECOMED, Landsberg/Lech.
- KTBL - Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (2001): Betriebsplanung Landwirtschaft 2001/2002. Darmstadt.
- KTBL - Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (2002a): Betriebsplanung Landwirtschaft 2002/2003. Darmstadt.
- KTBL - Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (2002b): Standarddeckungsbeiträge 2001/2002. Darmstadt.
- KTBL - Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (2003): Wirtschaftsdüngeranfall. (http://www.ktbl.de/umwelt/reststoff/du_anfal.htm) Darmstadt.
- KTBL - Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (2004): Betriebsplanung Landwirtschaft 2004/2005. Darmstadt.
- Merkes, R. (1996): Produktionstechnik im Zuckerrübenbau. Bericht über eine Umfrage. Zuckerrübe 45, [6], S. 282-285.
- OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development (1997): Environmental Indicators for Agriculture - Volume 1: Concepts and Framework. 1, (<http://www1.oecd.org/publications/e-book/5199071E.PDF>) Paris.
- OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development (2001a): Environmental Indicators for Agriculture - Volume 3: Methods and Results. [3], (<http://www1.oecd.org/publications/e-book/5101011E.PDF>) Paris.
- OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development (2001b): Nitrogen balance database. Paris.
- Öko-Institut e.V. - Institut für angewandte Ökologie (2004): Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse. Darmstadt.
- PARCOM - Paris Kommission zur Verhütung der Meeresverschmutzung (1995): Dritte Sitzung der Ad-hoc-Arbeitsgruppe zur Reduzierung der Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft – Anlage 1: PARCOM Guidelines for Calculating Mineral Balances, OVIEDO: 20-24 Februar 1995.
- Ploeg, J.D.v.d., Long, A. und Banks, J. (2002): Living countrysides: The state of the art. Elsevier, Doetinchem.
- Pretty, J., Brett, C., Gee, D., Hine, R.E., Mason, C.F., Morison, J.I.L., Raven, H., Rayment, M.D. und Van Der Bijl, G. (2000): An assessment of the total external cost of UK agriculture. Agricultural Systems 65, S. 113-136.

- Radermacher, W., Zieschank, R., Hoffmann-Kroll, R., v.Nouhuys, J., Schäfer, D. und Seibel, S. (1998): Entwicklung eines Indikatorensystems für den Zustand der Umwelt in der Bundesrepublik Deutschland mit Praxistest für ausgewählte Indikatoren und Bezugsräume. In: Statistisches Bundesamt [Hrsg.]: Bd. 5, Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnung. Wiesbaden.
- RAUMIS (2003): Eigene Berechnungen.
- Roedenbeck, I.A.E. (2004): Bewertungskonzepte für eine nachhaltige und umweltverträgliche Landwirtschaft - Fünf Verfahren im Vergleich. [8], BIOGUM-Forschungsbericht/BIOGUM-Research Paper. FG Landwirtschaft, Universität Hamburg, (http://www.biogum.uni-hamburg.de/lawi/pdf/biogum_fb_2004_08.pdf) Hamburg.
- Roßberg, D. (2003): NEPTUN 2001 - Erhebung von Daten zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel im Obstbau, im Hopfen und in Erdbeeren. 122, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 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, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig.
- Roth, D. und Paschold, P.-J. (1998): Berechnungsplanung und Berechnungssteuerung. In: Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft [Hrsg.] [Hrsg.]: Feldberechnung III. S. 441-459. Rendsburg-Osterrönnfeld.
- Schmidt, T. und Osterburg, B. (2004): Berichtsmodul 'Landwirtschaft und Umwelt' in den umweltökonomischen Gesamtrechnungen : Konzept und beispielhafte Darstellung erster Ergebnisse. [04/01], S. III, 85. Arbeitsber. Bereich Agrarökonomie. FAL, Braunschweig ; Wiesbaden. 04XX
- Schmitz, P.M. und Missling, M. (1999): Diskussionsbeiträge - Nutzen-Kosten-Analyse des Pflanzenschutzmitteleinsatzes. Agrarwirtschaft 48, [7], S. 269-274.
- Schweigert, P. und van der Ploeg, R.R. (2002): N-Effizienz der landwirtschaftlichen Produktion in der Bundesrepublik Deutschland nach 1950: Fakten und Bewertung. Berichte über Landwirtschaft 80, [2],
- Schwertmann, U., Vogl, W. und Kainz, M. (1987): Bodenerosion durch Wasser. 2, Ulmer, Stuttgart.
- Sommer, C. (1998): Konservierende Bodenbearbeitung - ein Konzept zur Lösung agrarrelevanter Bodenschutzprobleme. 191, Landbauforschung Völkenrode, Braunschweig.
- StBA - Statistisches Bundesamt (2000): Preise - Fachserie 17, Reihe 1 (Preisindizes für die Land- und Forstwirtschaft). Wiesbaden.

- StBA - Statistisches Bundesamt (2002a): Bodennutzung durch wirtschaftliche Aktivitäten - Ein Beitrag zur Ökoeffizienzdiskussion. Band 11 der Schriftenreihe zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Wiesbaden.
- StBA - Statistisches Bundesamt (2002b): Makroindikatoren des Umweltzustandes. Endbericht des BMBF-Forschungsprojektes Hochaggregierte Umweltzustandsindikatoren auf Basis naturwissenschaftlicher Modelle, statistischer Aggregationsverfahren und gesellschaftlicher Entscheidungsprozesse. 10, Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Bearbeiter: Schäfer, D., Schoer, K., Seibel, S. (Statistisches Bundesamt), Zieschank, R. (Forschungsstelle für Umweltpolitik der FU Berlin), Barkmann, J., Baumann, R., Meyer, U., Müller, F., Lehniger, K., Steiner, M. Wiggering, H. (Ökologiezentrum der Christian-Albrechts-Universität Kiel), Wiesbaden.
- StBA - Statistisches Bundesamt (2002c): Projekt 'Gesamtrechnungen für Wasser und Abwasser'. Umweltökonomische Gesamtrechnungen (Material- und Energieflussrechnungen). Wiesbaden.
- StBA - Statistisches Bundesamt (2002d): Statistische Berichte: Fachserie 3: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Wiesbaden.
- StBA - Statistisches Bundesamt (2003a): Statistisches Jahrbuch 2003. Wiesbaden.
- StBA - Statistisches Bundesamt (2003b): Umweltnutzung und Wirtschaft - Bericht und Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Wiesbaden.
- StBA - Statistisches Bundesamt (2004a): Statistik der Wasserversorgung in der Landwirtschaft 2002. Wiesbaden.
- StBA - Statistisches Bundesamt (2004b): Umweltnutzung und Wirtschaft - Bericht und Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Wiesbaden.
- UBA - Umweltbundesamt (1999): Nährstoffbilanzierung der Flussgebiete Deutschlands. UBA-Texte 75/99, 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 (2004): Umweltdaten Deutschland Online. Internet: <http://www.env-it.de/umweltdaten/jsp/index.jsp> (Zugriff: 25.09.04). Berlin.
- UN - United Nations (1992): Kyoto-Protokoll to the United Nations Framework Convention on Climate Change. New York.
- Weingarten, P. (1995): Das "Regionalisierte Agrar- und Umweltinformationssystem für die Bundesrepublik Deutschland" (RAUMIS). Berichte über Landwirtschaft 73, S. 272-303.

Zapf, R. (1997): Mechanische Bodenbelastung durch Landwirtschaftliche Produktion in Bayern. 7/97, Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau. Freising-München.

10 Anhangsverzeichnis

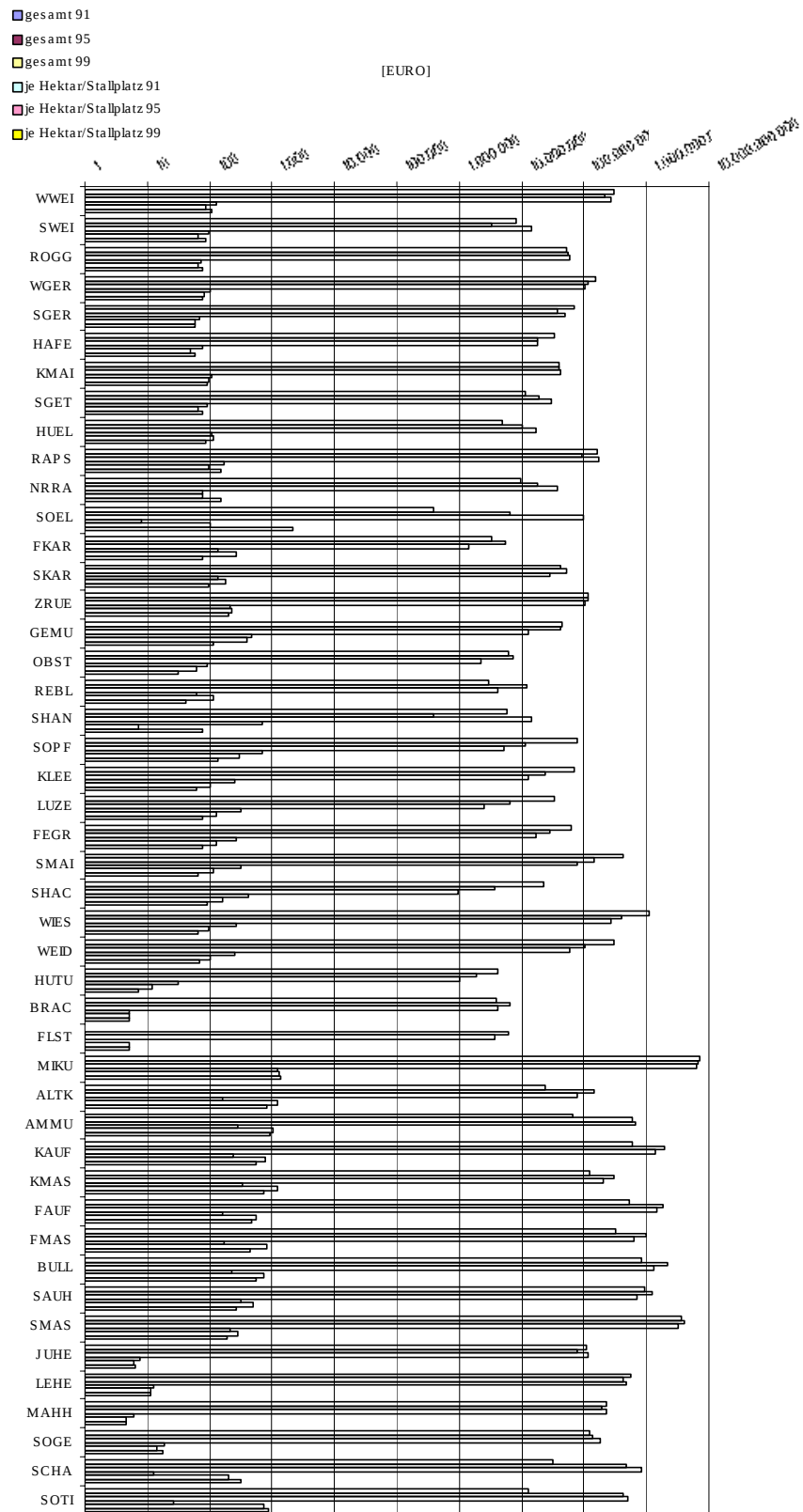
Anhang 1:	Vorleistungsverflechtungen und Lieferung an andere Sektoren [in 1000 €].....	155
Anhang 2:	Intralandwirtschaftlicher Vorleistungseinsatz.....	157
Anhang 3:	Datengrundlagen und -herkünfte.....	159
Anhang 4:	Liste aller berücksichtigten Vorleistungsarten.....	161
Anhang 5:	Liste aller Transferverfahren.....	163
Anhang 6:	Monetärer Vorleistungseinsatz in der Tierproduktion	165
Anhang 7:	Mengenverhältnis zwischen Haupt- und Nebenprodukt	167
Anhang 8:	Flächen-, Stall- und Hoftor- (Sektor-) Bilanzen:	169
Anhang 9:	Energieverbrauch in physischen Einheiten	175
Anhang 10:	Normdaten Wasserverbrauch	179
Anhang 11:	C-Faktoren der Bodenerosion	181
Anhang 12:	Risiko der Bodenschadverdichtung.....	183
Anhang 13:	Behandlungsindizes und Überleitungstabelle in RAUMIS-Code.....	185
Anhang 14:	Abschätzung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes und des damit verbundenen Belastungsrisikos und Kulturarten	187
Anhang 15:	Basisdaten zur Berechnung der Landnutzungsintensität und technische Beschreibung der Excel-Arbeitsmappe.....	201
Anhang 16:	Berichtspflichten	205
Anhang 17:	Übersichtstabelle über die Excel-Arbeitsmappe zur Beschreibung der Vorleistungsverflechtungen	207
Anhang 18:	Ergebnisse nach Produktionsverfahren	211

Anhang 1: Vorleistungsverflechtungen und Lieferung an andere Sektoren [in 1000 €]

[illegible]

ALTK	Altkühe
AMMU	Ammen- und Mutterkühe
BRAC	Brache
BULL	Bullenmast
FAUF	Färsenaufzucht
FEGR	Feldgras
FKAR	Frühkartoffeln
FLST	Flächenstilllegung
FMAS	Färsenmast
GEMU	Gemüse
HAFE	Hafer
HUEL	Hülsenfrüchte
HUTU	Hutungen
JUHE	Junghennen
KAUF	Kälberaufzucht
KLEE	Klee
KMAI	Körnermais
KMAS	Kälbermast
LEHE	Legehennen
LUZE	Luzerne
MAHH	Hähnchenmast
MIKU	Milchkühe
MRKT	Markt
NRRA	NR-Raps
OBST	Obst
RAPS	Raps
REBL	Rebland
ROGG	Roggen
SAUH	Sauenhaltung
SCHA	Schafe
SGER	Sommergerste
SGET	Sonstiges Getreide
SHAC	Sonstige Hackfrüchte
SHAN	Sonstige Handelsfrüchte
SKAR	Spätkartoffeln
SMAI	Silomais
SMAS	Schweinemast
SOEL	Sonstige Ölfrüchte
SOG	Sonstiges Geflügel
SOPF	Sonstige Pflanzenproduktion
SOTI	Sonstige Tierproduktion
SWEI	Sommerweizen
WEID	Weiden
WGER	Wintergerste
WIES	Wiesen
WWEI	Winterweizen
ZRUE	Zuckerrüben

Anhang 2: Intralandwirtschaftlicher Vorleistungseinsatz



Anhang 3: Datengrundlagen und -herkünfte

Bereich	Information	Initial*-(I) oder Vergleichs- (V) Daten	Quelle: Institution und Veröffentlichung	Einheit	Aggre- gations- ebene
Struktur- daten	Boden- nutzung	I	StBA, Fachserie 3, Reihe 3	ha	LK
	Viehbestand	I	StBA, Fachserie 3, Reihe 4	St.	LK
	Bodennutz- ung, Ertrag	V	BMVEL, Stat. JB, Tab.: Anbau, Ertrag und Ernte der Feldfrüchte	ha dt ha ⁻¹ t	D
LGR	Produktions- wert	V	BMVEL, Stat. JB, Tab.: Entstehung des Produktionswertes	€	D
	Wertschöpf- ung	V	BMVEL, Stat. JB, Tab.: Wertschöpfung	€	D
	Vorleistungen	V	BMVEL, Stat. JB, Tab.: Vorleistungen	€	D
	Treibstoffe, Schmier- stoffe, Brennstoffe, elektr. Strom, Erdgas	V	BMVEL, Stat. JB, Tabelle: Ausgaben für trieb-, Schmier- und Brennstoffe und elektrischen Strom	l kWh €	D
	Investitionen und Abschreib- ungen	V	BMVEL, Stat. JB, Tab.: Investitionen und Abschreibungen	€	D
	Löhne und Versicherung	V	BMVEL, Stat. JB, Tab.: Löhne und Unfallversicherung	€	D
Futter- mittel	Futtermittel aus inländischer Erzeugung		BMVEL, Stat. JB, Tab.: Futterraufkommen aus Inlandserzeugung	t	D
	Futtermittel aus Importen		BMVEL, St. JB, Tab.: Futterraufkommen aus Einführen	t	D
Emission	CO ₂	V	IPCC		D
	N ₂ O	V	IPCC		D
	CH ₄	V	IPCC		D
	NH ₃	V	EEA/CORINAIR GAS_EM		

*Initialdaten = Eckwerte

Bereich	Information	Initial*- (I) oder Vergleichs- (V) Daten	Quelle: Institution und Veröffentlichung	Einheit	Aggregations-ebene
Dünger-einsatz	Mineral-dünger	V	StBA, Fachserie 4, Reihe	t	D
		V	BMVEL, Stat. JB, Tabelle: Ausgaben für Handelsdünger	t €	D
	Klärschlamm ausbringung	I	Bericht der Bundesregierung zur EU-Klärschlammrichtlinie	t	D
	Kompost-ausbringung	I	UBA, DZU, 6.12 Verwertung von Bioabfällen	t	D
	Wirtschafts-dünger	V	UBA, DZU, Nährstoffaufkommen durch Wirtschaftsdünger	t	D
	Importe von organischen Abfällen (Bsp. Tierfäkalien)	I	UBA, Fachbereich: grenzüberschreitende Abfallverbringung	t	D
	Legume N-Bindung	I	Musterverwaltungsvorschrift zur Düngeverordnung	kg ha ⁻¹	-
	Atmosphärische N-Deposition	V	UBA, Forschungsprojekt: Kartierung der Gesamtdeposition	kg ha ⁻¹	-
Schwer-metalle	Eintrag aus Klärschlamm einsatz	I	UBA, Daten zur Umwelt (DZU), 15.2 Einträge von Schwermetallen durch Klärschlämme auf landwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzten Flächen	g kg ⁻¹	D
	Eintrag aus Deposition	I	UBA, DZU, 15.1.5 Schwermetalldepositionen	g ha ⁻¹	D
Über-schuss aus der Pflan-zenpro-duktion	N	V	OECD Database (nur N) EUROSTAT, Thema 8, Bereich Umweltstatistik, Kollektion Landwirtschaft, Tab.: Stickstoffbilanz (nur N) Report on the implementation of OSPAR Recommendation 92/7 (N und P)	t kg ha ⁻¹	D D
	P	V		kg ha ⁻¹	D
	K	V		kg ha ⁻¹	D

Anhang 4: Liste aller berücksichtigten Vorleistungsarten

- Korn
- Kartoffel
- Rübe
- Gemüse
- Obst
- Trauben (Most)
- sonstige Handelsfrüchte
- sonstige pflanzliche Hauptprodukte
- Grünmasse
- Maissilage
- sonstige Hackfrüchte
- Grünmasse
- Milch
- Altkuh
- Milchkuh
- Fresser
- Mastrind
- Färse
- Rind
- Bulle
- Ferkel
- Mastschwein
- Legehenne
- Eier
- Masthähnchen
- sonstiges Geflügel
- Schaf
- sonstige Tiere
- Futtermittel
- Reparaturen
- Energie
- Tierarzt
- Sonstige variable Vorleistungen
- Brunnenwasser
- Stroh
- Ernteverluste
- Kraut
- Rübenblatt
- Ernteverluste

- Kalb
- Mineral-N-Dünger
- N-Deposition
- N-Emissionen
- organische Düngung
- Klärschlamm und importierte Tierfäkalien
- Legume N-Bindung
- Altkuh
- Trinkwasser

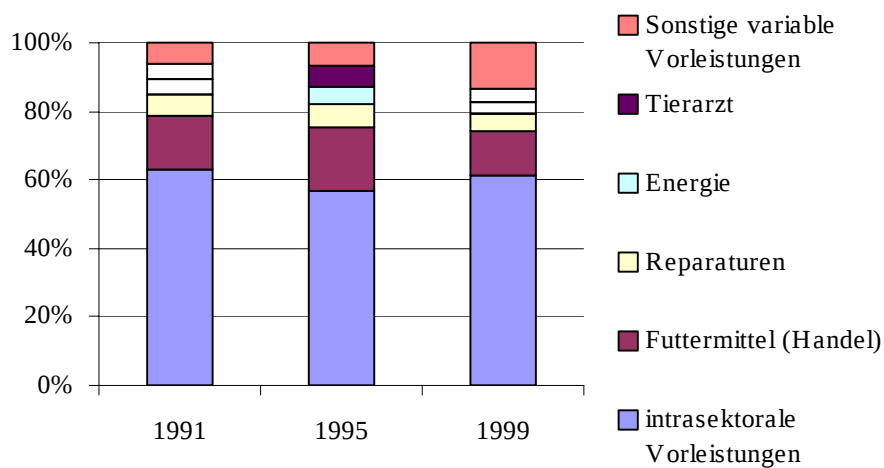
(s. auch Tabellenblatt ´para´ der Excel-Arbeitsmappe ´vorleistung_[Datum].xls´)

Anhang 5: Liste aller Transferverfahren

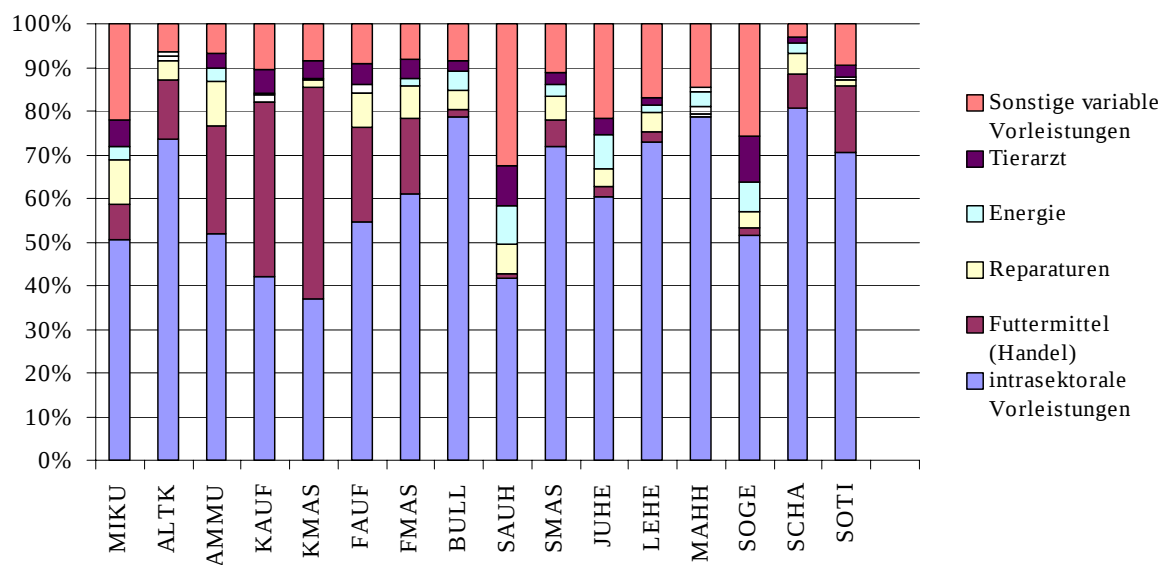
Liefernde Verfahren	Transferverfahren	Belieferte Verfahren
WWEI SWEI ROGG WGER SGER HAFE KMAI SGET	Einstreustroh (ESTR) / Futterstroh (FUSO)	MIKU ALTK AMMU KAUF KMAS FAUF FMAS BULL SAUH SMAS JUHE LEHE MAHH SOG SCHA SOTI
MIKU ALTK AMMU KAUF KMAS FAUF FMAS BULL SAUH SMAS JUHE LEHE MAHH SOG SCHA SOTI	Organischer Dünger (ORDU)	WWEI SWEI ROGG WGER SGER HAFE KMAI SGET HUEL RAPS NRRA SOEL FKAR SKAR ZRUE GEMU OBST REBL SHAN SOPF KLEE LUZE FEGR SMAI SHAC WIES WEID

WWEI SWEI	Futterweizen (FUWZ)	MIKU ALTK AMMU KAUF KMAS FAUF FMAS BULL SAUH SMAS JUHE LEHE MAHH SOGE SCHA SOTI
WGER SGER	Futtergerste (FUGS)	
ROGG	Futterroggen (FURO)	
HAFE	Futterhafer (FUHA)	
KMAI	Futterkörnermais (FUKS)	
SGET	Sonstiges Futtergetreide (FUAG)	
AMMU KAUF	Fresser männlich (FREM)	FAUF
	Fresser weiblich (FREW)	FMAS
SAUH	Ferkel (FERK)	SMAS
ZRUE	FURS	MIKU ALTK AMMU KAUF KMAS FAUF FMAS BULL
MIKU	Kälber (KALB)	KAUF KMAS

Anhang 6: Monetärer Vorleistungseinsatz in der Tierproduktion



1999



Anhang 7: Mengenverhältnis zwischen Haupt- und Nebenprodukt

Verfahren	Produkte	Verhältnis
WWEI	Korn : Stroh	1 : 1
SWEI	Korn : Stroh	1 : 1
ROGG	Korn : Stroh	1 : 1,4
WGER	Korn : Stroh	1 : 1
SGER	Korn : Stroh	1 : 1
HAFE	Korn : Stroh	1 : 1
KMAI	Korn : Stroh	1 : 1,4
SGET	Korn : Stroh	1 : 1
HUEL	Bohne : Stroh	1 : 1,6
RAPS	Korn : Stroh	1 : 2
NRRA	Korn : Stroh	1 : 2
SOEL	Korn : Stroh	1 : 3,5
FKAR	Knolle : Kraut	1 : 0,5
SKAR	Knolle : Kraut	1 : 0,5
ZRUE	Rübe : Blatt	1 : 0,7

Quelle: BMVEL, 1996.

Anhang 8: Flächen-, Stall- und Hoftor- (Sektor-) Bilanzen:

Zur Beschreibung der Stoffströme innerhalb der Landwirtschaft gehören konsistente Bilanzierungen, sowohl über den In- und Output des Agrarsektors als auch die Stoffströme zwischen Stall und Ackerfläche.

Die Flächenbilanz stellt den Nährstoffeintrag auf landwirtschaftliche genutzten Flächen (Dünger, Deposition, symbiotische und asymbiotische Bindung) und dem Nährstoffentzug durch die Ernteprodukte gegenüber. Die Systemgrenze ist dabei die Bodenoberfläche. Die Stallbilanz weist die Differenz zwischen dem Nährstoffgehalt der Futtermittel und der tierischen Produkte aus. Im Gegensatz dazu umfasst die Hoftorbilanz alle Stoffströme, die durch mineralische Düngemittel, Futtermittelimporte, Deposition und pflanzliche Bindungsformen in den Sektor 'Landwirtschaft' eingetragen werden sowie alle Nährstoffe, die den Sektor durch Pflanzen- und Tierprodukte verlassen.

Tabelle A 8.1: N-Bilanz der landwirtschaftlichen Nutzfläche für 1995

[kg ha ⁻¹]	RAUMIS , 2003 ⁵⁷	Bach et al., 1997			OECD, 2001b	UBA, 1999
Bilanzrahmen	Fläche	Sektor	Fläche ⁵⁸	Stall	Fläche	Fläche
N-Input						
Mineraldünger	101,8	105	105		102,1	103,4
Organischer Dünger	82,9		54		54,4	67,4
Importfuttermittel		24		24		
Tier-Import						
Legume N-Bindung	4,2	11	11			15,1
Asymbiontische N-Fixierung	31,4				9,3	
Atmosphärischer Eintrag		10	23 ⁵⁹		32,2	20,3
Klärschlamm		2	2			
Kompost						
Netto-Mineralisation						
Saatgut					1,1	
Ernterückstände						
Ernteschwund						
Futter aus inländischer Verarbeitung		14		14		
Innerbetriebliche Futtermittel				73		
Summe Input	220,3	166	195	111	199,1	206,2
N-Output						
Pflanzenentzug	114,9	36	110		134,7	119,5
Ernterückstände						
Entzüge der Tierproduktion		19		86		
Summe Output	114,9	55	110	86	134,7	119,5
N-Überschuss	105,4	111	86	25	64,4	86,6
Verwertung [%]	48	67	44	77	32	42

⁵⁷ eigene Berechnungen, unveröffentlicht

⁵⁸ Werte entsprechen 2. Nitratbericht der Bundesregierung an die Europäische Kommission

⁵⁹ aus landwirtschaftlichen Quellen

Fortsetzung Tabelle A 8.1

	Schweigert und van der Ploeg, 2002 ⁶⁰	ATV-DVWK, 2002		Isermann und Isermann, 1998	Gamer und Zeddies, 2002 ⁶¹
Bilanzrahmen	Sektor	Fl.	St.	Sektor	Sektor ⁶²
N-Input	[kg ha ⁻¹]				
Mineraldünger	112,9	91,6		113	82
Organischer Dünger		47,4			
Importfuttermittel	32,1		21,5	26	
Tier-Import					4
Legume N-Bindung	15	12,9		15	32
Asymbiontische N- Fixierung					
Atmosphärischer Eintrag	30	23		30	
Klärschlamm	4	3,2		4	
Kompost		0,5			
Netto-Mineralisation	10			10	
Saatgut					
Ernterückstände		13			
Ernteschwund		1,3			
Futter aus inländischer Verarbeitung	-			-	35
Innerbetriebliche Futtermittel			90,3		
Summe Input	204	192,9	111,8	198	153
Pflanzenentzug	26,9	111,4		28	35
Ernterückstände		13			
Entzüge der Tierproduktion	23,5		24,4	16	24
Summe Output	50,5	124,4	24,4	44	59
<i>N-Überschuss</i>	<i>153,5</i>	<i>68,5</i>	<i>87,4</i>	<i>154</i>	<i>76</i>
Verwertung	75 %	36 %	78 %	78 %	50 %

⁶⁰ ohne Bracheflächen⁶¹ ohne N-Deposition⁶² nur Baden-Württemberg

Diese Literatúrauswahl zeigt, dass trotz eindeutiger Definition der Bilanzansätze eine Differenz in den jeweiligen Endergebnissen auftreten kann. Die Unterschiede sind durch unterschiedliche Annahmen zu Inhaltsstoffen, Depositionsraten usw. zu erklären. Aus diesem Grund hat das BMVEL eine Arbeitsgruppe initiiert, die einen Vorschlag für das weitere Vorgehen bei der Erstellung der Sektorbilanz einheitlich für alle Berichtspflichten erarbeitet. Darin geht es im Wesentlichen um die Festlegung von mittleren Nährstoffgehalten der Bilanzgrößen und um die Depositionsrate. Das Ergebnis wird auch in den UGR umgesetzt.

Legume N-Bindung:

Mikroorganismen, die nur Symbiose mit Leguminosen existieren, sind befähigt molekularen Stickstoff aus der Bodenluft zu binden. Die Intensität der N-Bindung ist fruchtartspezifisch und wird nach Standardwerten der Musterverwaltungsvorschrift (BMVEL, 1996) kalkuliert.

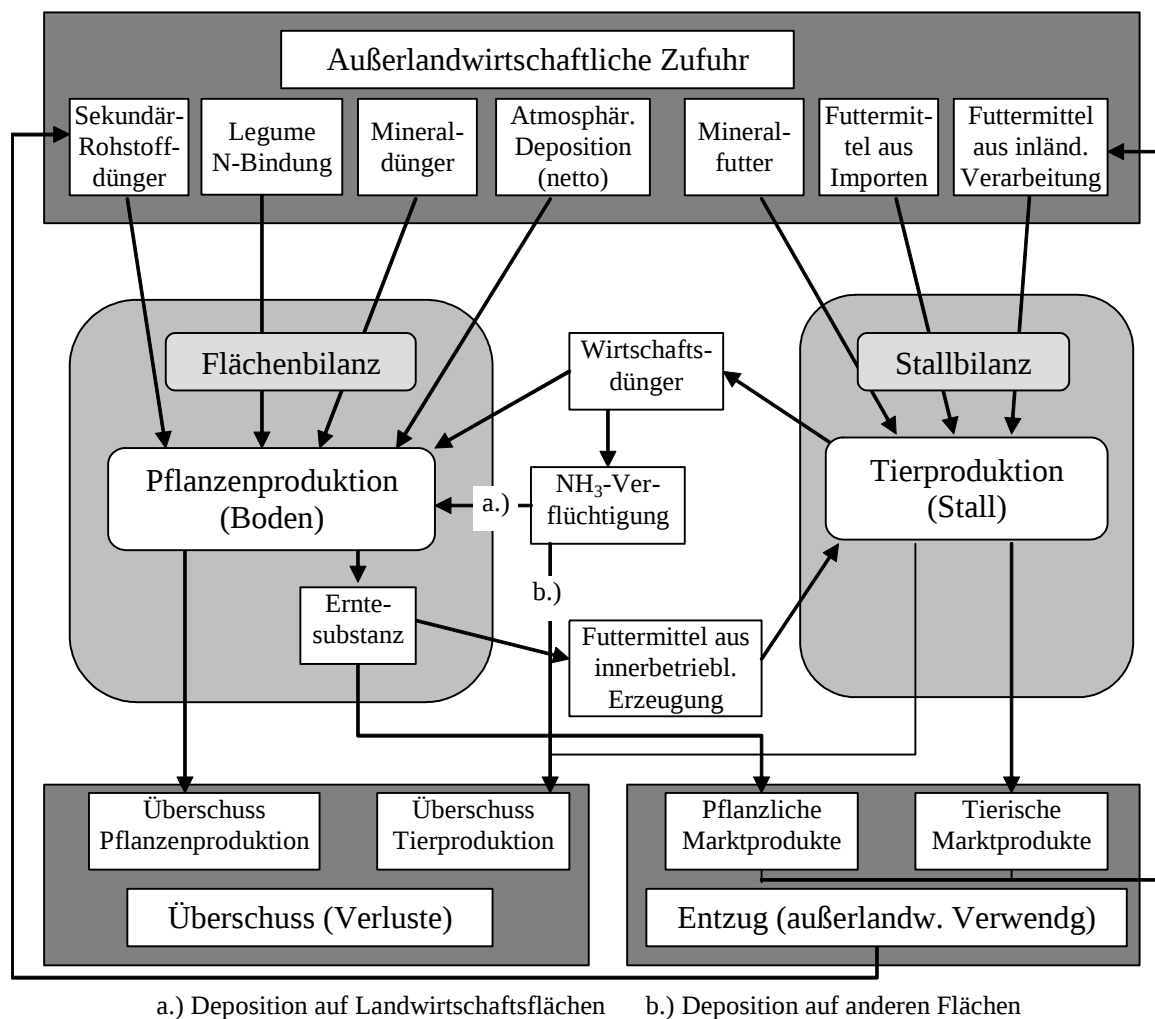
Deposition:

In Deutschland ist ein hoher Eintrag insbesondere an Stickstoff aus der Atmosphäre zu beobachten. Stickoxide aus industriellen Quellen und Verkehr sowie die Freisetzung von Ammoniak durch die Landwirtschaft verursacht eine atmosphärische Deposition des Gesamtstickstoffs von 17,4 bis 20,3 kg ha⁻¹ a⁻¹ (Gauger et al., 2000). Die vorliegenden Modellergebnisse und Messdaten der Länder sind derzeit nur eingeschränkt zugänglich und lassen keinen Rückschluss auf den Anteil landwirtschaftlicher Quellen zu. Diese Größe ist jedoch wichtig für die Berechnung der Gesamtbilanz. Näherungsweise wird deshalb ein Betrag von 10 kg ha⁻¹ a⁻¹ aus außerlandwirtschaftlichen Quellen geschätzt.

Effizienz des Nährstoffeinsatzes (Verwertung):

Neben dem Bilanzsaldo ist die Verwertung (in %) eines Nährstoffs eine interessante Vergleichsgröße. Sie errechnet sich aus dem Anteil des eingesetzten Nährstoffs in tierischen und pflanzlichen Produkten [Output/Input*100]. Die Literaturübersicht der Flächenbilanz (s. Tabelle A8.1) weist eine N-Effizienz zwischen 52 und 68 % aus. Aufgrund von innerbetrieblichen Verlustgrößen wie z. B. Ammoniak-Verflüchtigung oder Schlachtabfälle liegt die sektorale N-Verwertung nur zwischen 22 und 33 %. Aktuelle Vergleichswerte aus Baden-Württemberg (Gamer und Zeddies, 2002) belegen eine höhere Effizienz von 50 % der eingesetzten N-Mengen.

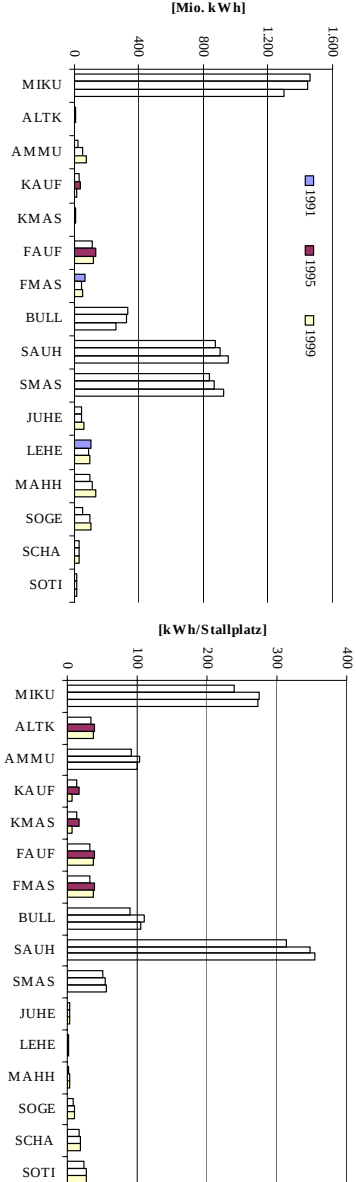
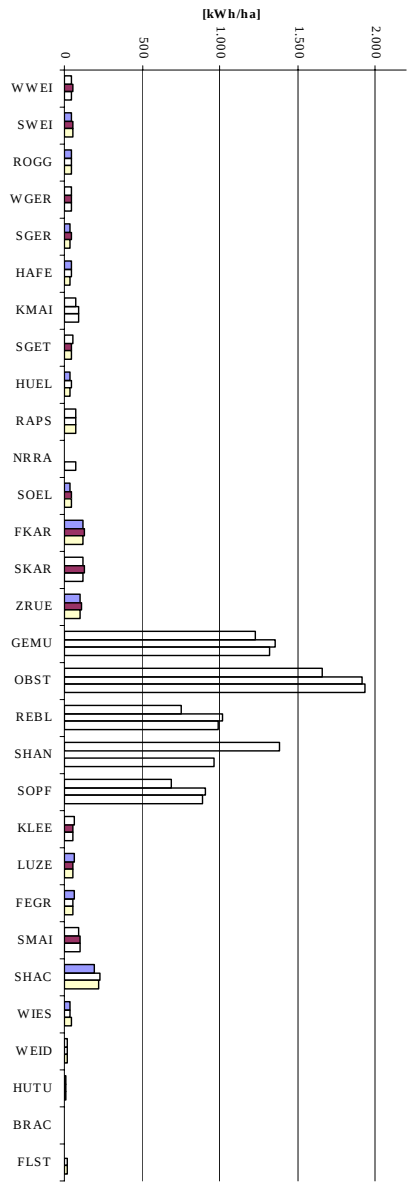
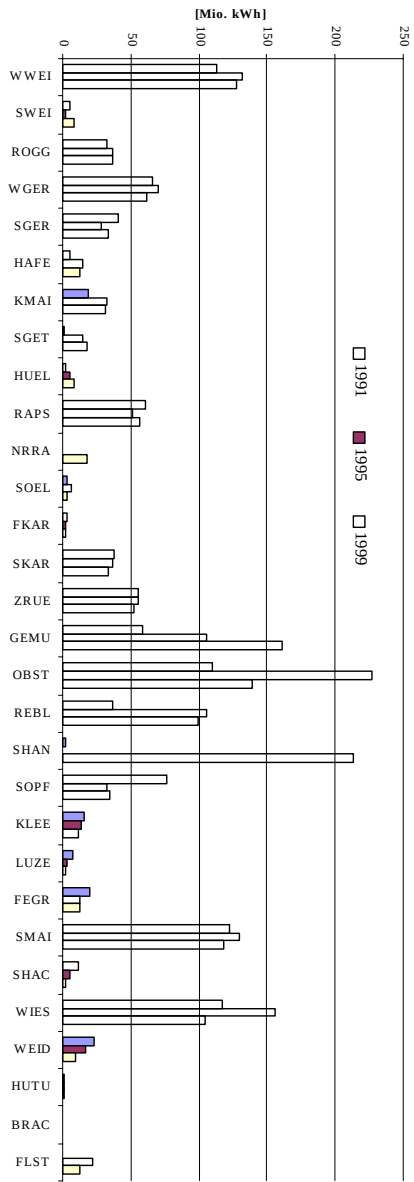
Flächen- und Stallbilanz - vollständige nationale Mineralbilanz nach PARCOM



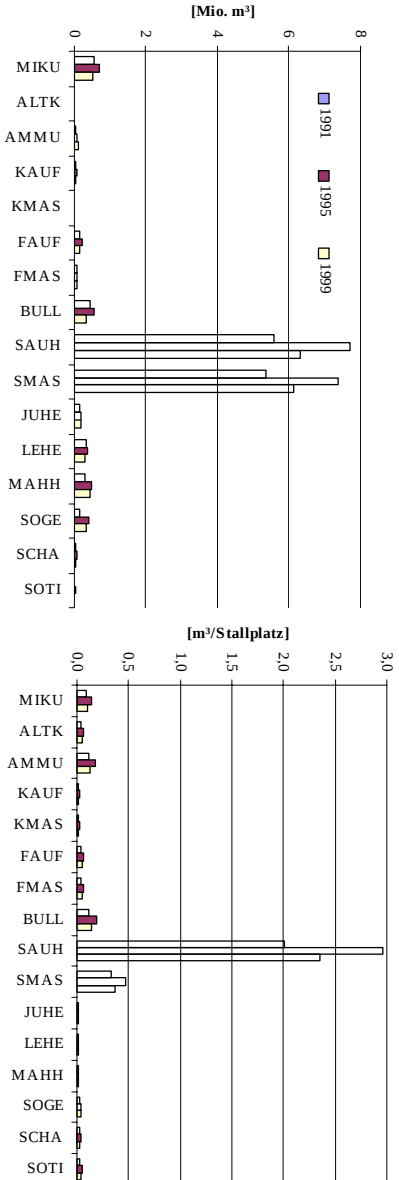
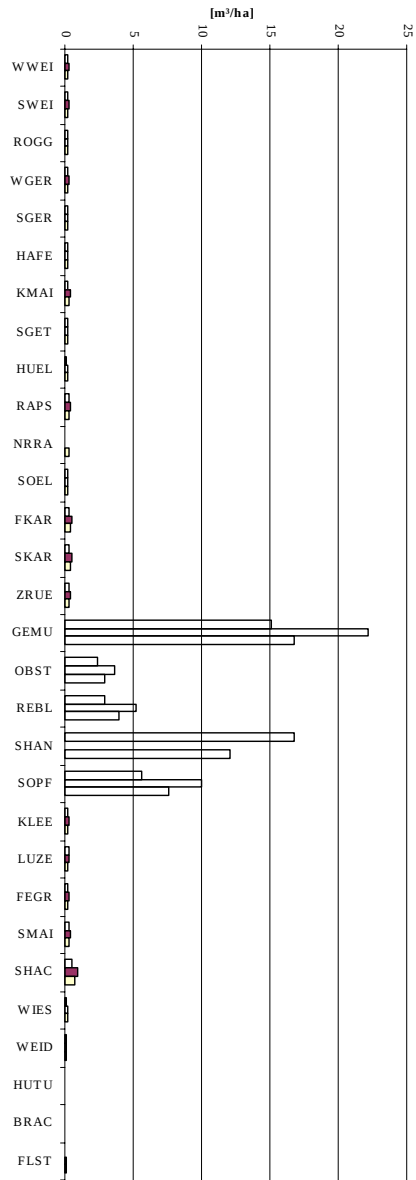
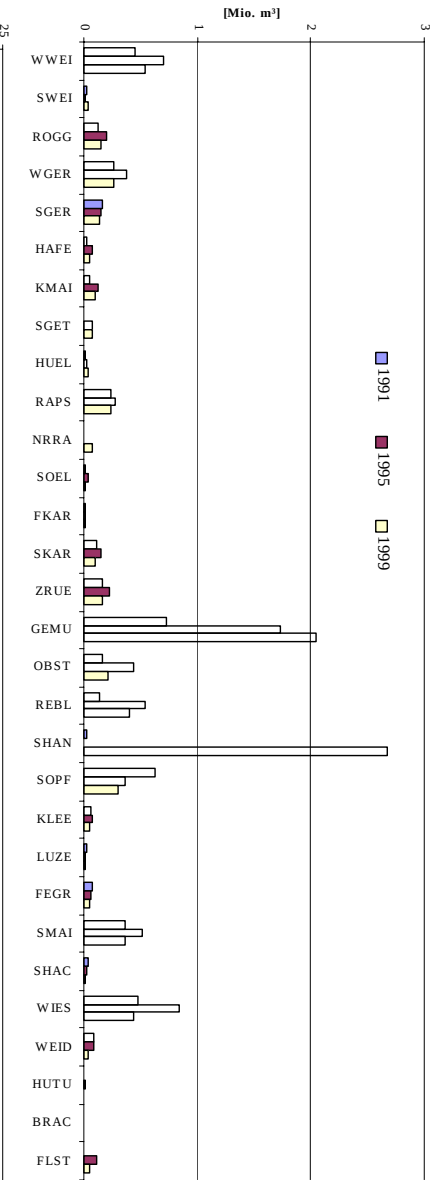
Quelle: PARCOM, 1995

Anhang 9: Energieverbrauch in physischen Einheiten

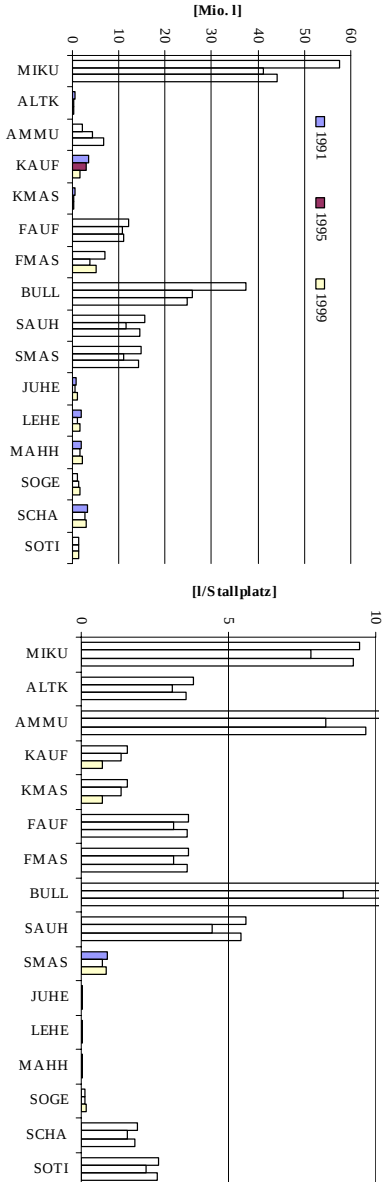
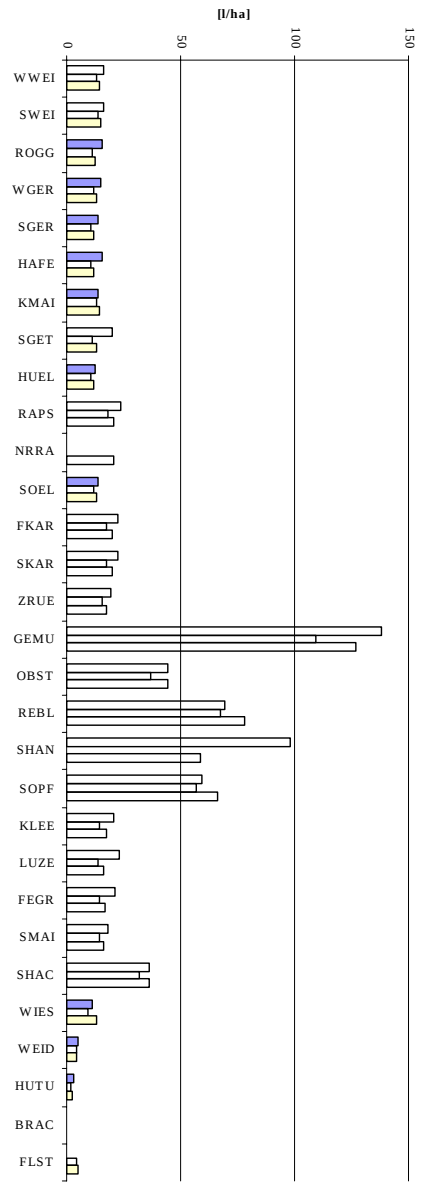
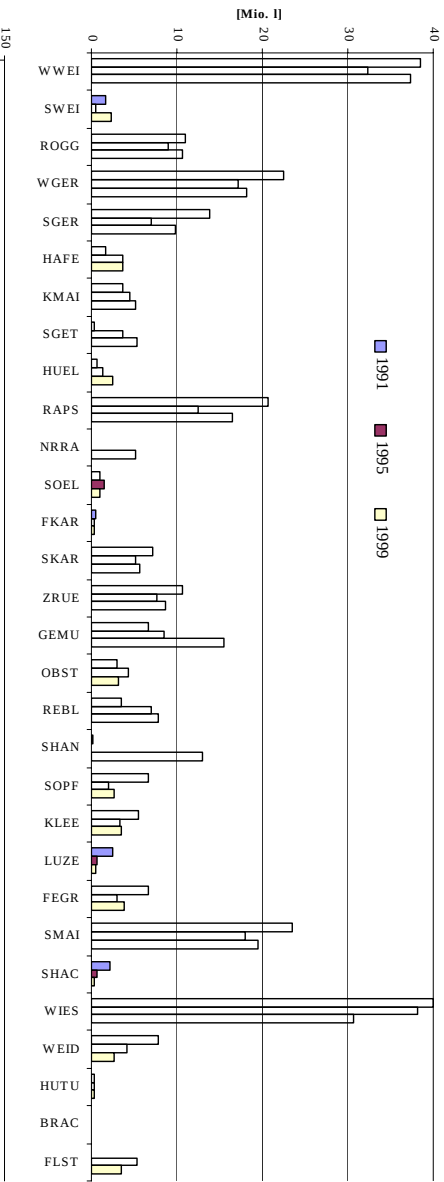
Stromverbrauch



Heizstoffe



Sonstige



Anhang 10: Normdaten Wasserverbrauch**1 Pflanzenproduktionsverfahren**

	Bewässerung [mm]	bewässerte Fläche [%]	Anzahl der Pflanzenschutz- Maßnahmen pro Anbaujahr ⁶³
WWEI	60	1	4
SWEI	60	1	2
ROGG	50	1	3
WGER	50	1	3
SGER	50	1	2
HAFE	50	1	3
KMAI	80	12	3
SGET	50	1	3
HUEL	30	1	2
RAPS	30	1	3
NRRA	30	1	3
SOEL	30	1	2
FKAR	70	25	2
SKAR	80	25	3
ZRUE	90	25	3
GEMU	120	25	6
OBST	55	5	6
REBL	55	5	6
SHAN	50	5	3
SOPF	120	25	3
KLEE	120	1	1
LUZE	120	1	1
FEGR	120	1	1
SMAI	80	12	3
SHAC	80	12	3
WIES	110	1	0
WEID	110	1	0
HUTU	0	0	0
BRAC	0	0	0
FLST	0	0	0

⁶³ Durchschnittlich werden ca. 300 Liter Wasser pro Pflanzenschutzmassnahme aufgewendet (KTBL, 2004).

2 *Tierproduktionsverfahren*

	Tränkewasser	Stallreinigung	Milchanlagereinigung
	Spezifischer Wasserbedarf [m³/Stallplatz*a]		
MIKU	28,7	0,7	3
ALTK	11	0,7	-
AMMU	26,83	1	-
KAUF	3,65	0,73	-
KMAS	3,65	0,73	-
FAUF	11	0,7	-
FMAS	11	0,7	-
BULL	11	0,7	-
SAUH	6,3	1,7	-
SMAS	2,04	0,12	-
JUHE	0,03	0	-
LEHE	0,08	0	-
MAHH	0,04	0	-
SOG	0,139	0	-
SCHA	0,46	0,29	-
SOTI	17	0	-

Anhang 11: C-Faktoren der Bodenerosion

(s.a. Anhang 15)

Die C-Faktoren sind dimensionslos und werden für 'offenen' Boden und Mulchsaaten nach Schwertmann et al., 1987, ausgewiesen. Dies berücksichtigt den Bodenzustand zwischen Ernte und Wiederaussaat. Ein 'offener Boden' wird nach der Ernte entweder sofort gepflügt oder zunächst geschält (Stoppelbearbeitung) und später gepflügt. Der C-Faktor für das Anbausystem 'Mulchsaaten' wird auch für den Zwischenfruchtanbau angewendet.

Frucht	C-Faktor (multipliziert mit 100)	
	offener Boden	Mulchsaaten
Winterweizen	10,0	k. A.*
Sommerweizen	8,8	k. A.
Wintergerste	14,7	k. A.
Sommergerste	12,4	k. A.
Winterroggen	6,6	k. A.
Hafer	10,4	k. A.
Raps	14,7	k. A.
Kartoffeln	22,9	k. A.
Zuckerrüben	21,0	4,8
Mais	26,7	4,8

Dauergrünlandflächen erhalten den Wert 0,4 (Huth, 1993; Kretzschmar, 1990).

*k. A. – keine Angaben = wird nicht berücksichtigt

Anhang 12: Risiko der Bodenschadverdichtung

Diese Aufstellung der Produktionsverfahren 'Winterweizen' und 'Ackerbohnen' zeigt exemplarisch die KTBL-Tabelleninhalte und die gewählten Faktoren für leichte (1) und schwere (2) Arbeiten.

Produktionsverfahren Winterweizen:

Arbeitsgang	Faktor
Anhängeschleuderstreuer, 83 kW	1
Tiefgrubbern, 4,0 m, 120 kW	2
Säen mit Kreiselegge und Sämaschine, 4,0 m, 120 kW	2
Pflanzenschutz ab Feld, Anhängepflanzenschutzspritze, 24/27 m, 3000 l, 67 kW	1
Mineraldünger ab Feld streuen, loser Dünger, 1,5t, Anbauschleuderstreuer, 83kW	1
Pflanzenschutz ab Feld, Anhängepflanzenschutzspritze, 24/27 m, 3000 l, 67 kW	1
Mineraldünger ab Feld streuen, loser Dünger, 1,5t, Anbauschleuderstreuer, 83kW	1
Pflanzenschutz ab Feld, Anhängepflanzenschutzspritze, 24/27 m, 3000 l, 67 kW	1
Mineraldünger ab Feld streuen, loser Dünger, 1,5t, Anbauschleuderstreuer, 83kW	1
Pflanzenschutz ab Feld, Anhängepflanzenschutzspritze, 24/27 m, 3000 l, 67 kW	1
Mähdrusch von Getreide, 6 m, 175 kW	2
Anhängeschleuderstreuer, 67 kW	1
Stoppelgrubbern, 4,0 m, 120 kW	2
Stoppelgrubbern, 4,0 m, 120 kW	2
Summe:	19

Produktionsverfahren Ackerbohnen:

Arbeitsgang	Faktor
Anhängeschleuderstreuer, 67 kW	1
Tiefgrubbern, 3,0 m, 83 kW	2
Säen mit Kreiselegge und Sämaschine, 3,0 m, 67 kW	2
Mineraldünger ab Hof streuen, loser Dünger, 0,8t, Anbauschleuderstreuer, 54 kW	1
Pflanzenschutz ab Hof, Anbaupflanzenschutzspritze, 18/24 m, 1500 l, 67 kW	1
Pflanzenschutz ab Hof, Anbaupflanzenschutzspritze, 18/24 m, 1500 l, 67 kW	1
Mähdrusch von Raps/Ackerbohnen, 5 m, 150 kW	2
Anhängeschleuderstreuer, 67 kW	1
Stoppelgrubbern, 3,0 m, 83 kW	2
Stoppelgrubbern, 3,0 m, 83 kW	2
Summe:	15

Quelle: KTBL, 2001.

Zusätzlich wird ein Arbeitsgang je Großvieheinheit für die Überfahrten bei der Gülle- bzw. Festmistausbringung angesetzt (für alle PV). Auf Grünlandflächen werden alle Überfahrten nur mit 50 % angerechnet, da wegen ständig geschlossenem Pflanzenbestand das Risiko einer Bodenschadverdichtung geringer ist als auf Ackerland.

Einzelwerte aller Fruchtarten: s. Anhang 15, Spalte 2 (ERO).

Anhang 13: Behandlungsindizes und Überleitungstabelle in RAUMIS-Code

		Faktor:					
		1,24	1,00	1,16	0,99	1,00	
SYNOPS	RAUMIS	1991	1994	1995	1999	2000	2002
Winterweizen	<i>WWEI</i>	7,4	6,0	7,0	5,7	5,7	4,4
Sommergerste	<i>SWEI</i>	4,6	3,7	4,3	3,1	3,2	2,3
Winterroggen	<i>ROGG</i>	4,2	3,4	3,9	2,9	2,9	2,2
Wintergerste	<i>WGER</i>	4,5	3,6	4,2	2,6	2,7	2,6
Sommergerste	<i>SGER</i>	4,6	3,7	4,3	3,1	3,2	2,3
Hafer	<i>HAFE</i>	5,0	4,1	4,7	3,5	3,6	1,5
Mais	<i>KMAI</i>	3,4	2,8	3,2	1,5	1,5	1,3
Triticale	<i>SGET</i>	6,2	5,0	5,8	0,9	0,9	0,9
Futtererbsen	<i>HUEL</i>	10,4	8,4	9,8	10,1	10,2	5,9
Raps	<i>RAPS</i>	14,1	11,4	13,2	5,5	5,6	5,8
Raps	<i>NRRA</i>	14,1	11,4	13,2	5,5	5,6	5,8
Raps	<i>SOEL</i>	14,1	11,4	13,2	5,5	5,6	5,8
Kartoffeln	<i>FKAR</i>	38,9	31,4	36,4	42,9	43,3	16,2
Kartoffeln	<i>SKAR</i>	38,9	31,4	36,4	42,9	43,3	16,2
Rübe	<i>ZRUE</i>	5,9	4,8	5,5	5,2	5,3	4,0
Gemüse	<i>GEMU</i>	59,0	47,6	55,2	84,4	85,2	34,7
Obst	<i>OBST</i>	389,2	313,9	364,1	594,4	600,4	529,1
Wein	<i>REBL</i>	112,8	91,0	105,6	56,1	56,7	39,3
Hopfen	<i>SHAN</i>	1621,2	1307,4	1516,6	659,1	665,7	504,9
Wein	<i>SOPF</i>	112,8	91,0	105,6	56,1	56,7	39,3
Klee	<i>KLEE</i>	2,5	2,0	2,3	1,5	1,6	2,0
Klee	<i>LUZE</i>	2,5	2,0	2,3	1,5	1,6	2,0
Klee	<i>FEGR</i>	2,5	2,0	2,3	1,5	1,6	2,0
Mais	<i>SMAI</i>	3,4	2,8	3,2	1,5	1,5	1,3
Mais	<i>SHAC</i>	3,4	2,8	3,2	1,5	1,5	1,3
Wiesen und Weiden	<i>WIES</i>	14,4	11,6	13,5	2,0	2,0	11,6
Wiesen und Weiden	<i>WEID</i>	14,4	11,6	13,5	2,0	2,0	11,6
k. A.	<i>HUTU*</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
k. A.	<i>BRAC*</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
k. A.	<i>FLST*</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

*bei diesen Verfahren findet keine Behandlung statt

Anhang 14: 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.

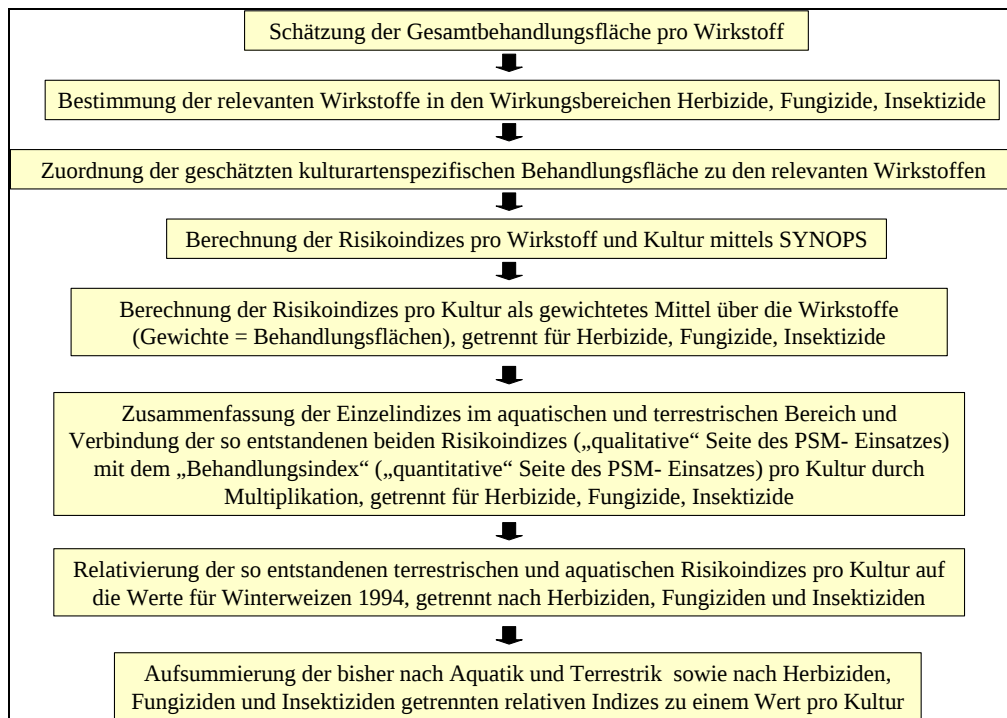
Einleitung

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 wurden bereits als Excel-Tabelle in elektronischer Form zur entsprechenden Verarbeitung im Berichtsmodul übergeben. 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:

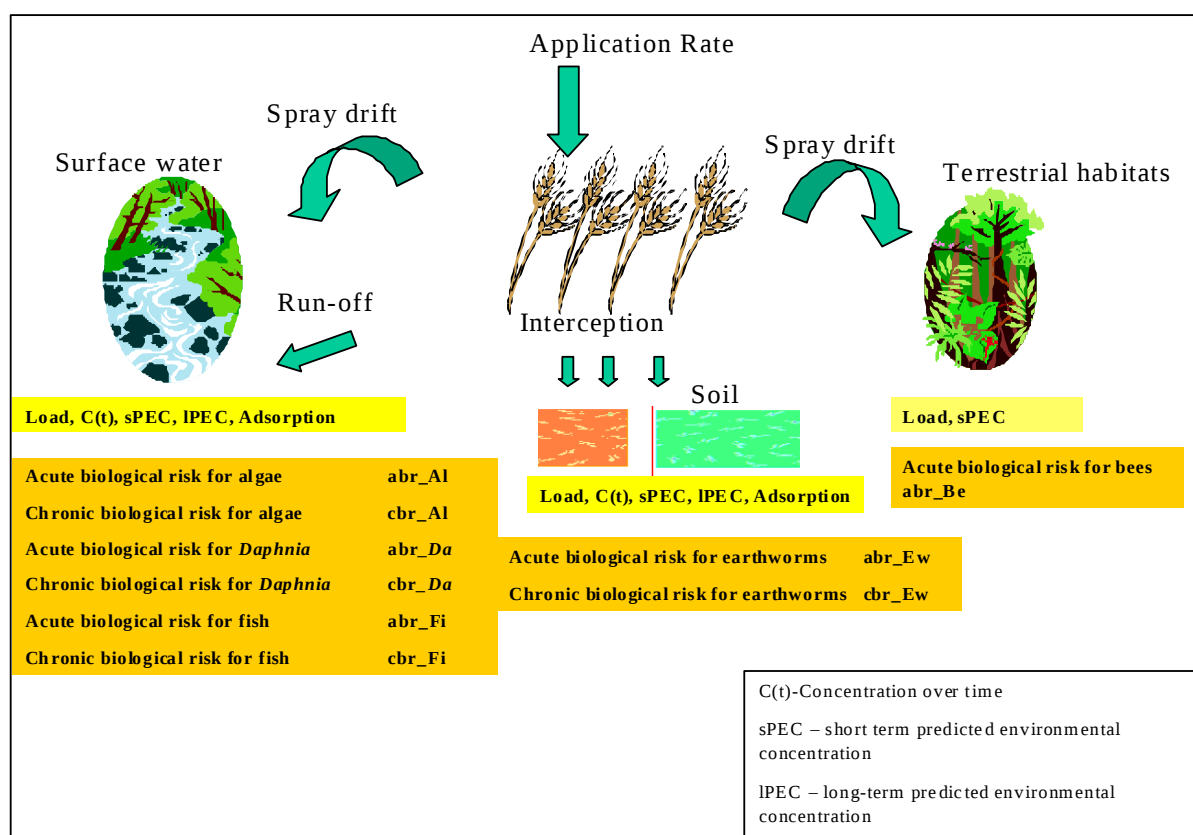
- die Pflanzenschutzmittelverzeichnisse Teil 1, Teil 2 und Teil 3 der entsprechenden Jahre, in denen alle Indikationen für die Zweige Ackerbau, Wiesen und Weiden, Hopfenbau, Nichtkurland, Gemüsebau, Obstbau, Zierpflanzenanbau und Weinbau verzeichnet sind und das von der BBA herausgegeben wird,
- die 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 SYNOPS für das Umwelt-Risikopotenzial von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen

Die aktuelle Version des Bewertungsmodells SYNOPS 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 SYNOPS



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 SYNOPS 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 verschieden 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 SYNOPS 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 Einzelindizes 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 Indizes 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.

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

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

$$\text{mit } g(\text{Wirkstoff } i) = \text{Behandlungsfläche Wirkstoff } i / \sum_{i=1} \text{Behandlungsfläche Wirkstoff } i$$

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

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

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

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

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

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

$$\begin{aligned} Zabr_aqu(\text{Jahr}, \text{Kultur}, \text{Wirkbereich}) &= MWabr_Al (\text{Jahr}, \text{Kultur}, \text{Wirkbereich}) \\ &+ MWabr_Da (\text{Jahr}, \text{Kultur}, \text{Wirkbereich}) \\ &+ MWabr_Fi(\text{Jahr}, \text{Kultur}, \text{Wirkbereich}) \end{aligned}$$

Die Division durch 100 im Fall des Indexes für Bienen im Wirkbereich 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 Wirkbereich 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.

$$\begin{aligned} \text{MZabr_terr (Jahr, Kultur, Wirkungsbereich)} &= \text{Zabr_terr (Jahr, Kultur, Wirkungsbereich)} * \\ &\quad \text{BI (Kultur, Wirkungsbereich)} \\ \text{MZabr_aqu (Jahr, Kultur, Wirkungsbereich)} &= \text{Zabr_aqu (Jahr, Kultur, Wirkungsbereich)} * \\ &\quad \text{BI (Kultur, Wirkungsbereich)} \end{aligned}$$

- (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

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

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

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

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

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 geschätzte 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 Behandlungs- fläche [ha]	Fungizide Wirkstoff	geschätzte Behandlungs- fläche [ha]	Insektizide Wirkstoff	geschätzte Behandlungs- fläche [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
Ioxynil	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
Chlorthaluron	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				
Methabenzthiazuron	36143				

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

1994

Herbizide Wirkstoff	geschätzte Behandlungs- fläche [ha]	Fungizide Wirkstoff	geschätzte Behandlungs- fläche [ha]	Insektizide Wirkstoff	geschätzte Behandlungs- fläche [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 Behandlungs- fläche [ha]	Fungizide Wirkstoff	geschätzte Behandlungs- fläche [ha]	Insektizide Wirkstoff	geschätzte Behandlungs- fläche [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	Tebufoenozid	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				
Flupyrasulfuron-methyl	172188				
Triflursulfuron	157534				
Dimethachlor	153216				

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

2000

Herbizide Wirkstoff	geschätzte Behandlungs- fläche [ha]	Fungizide Wirkstoff	geschätzte Behandlungs- fläche [ha]	Insektizide Wirkstoff	geschätzte Behandlungs- fläche [ha]
Prosulfocarb	139149				
Chloridazon	133492				
Aclonifen	82295				
Prosulfuron	29933				

Tabelle 1c: Relevante Wirkstoffe 2002

2002

Herbizide Wirkstoff	geschätzte Behandlungs- fläche [ha]	Fungizide Wirkstoff	geschätzte Behandlungs- fläche [ha]	Insektizide Wirkstoff	geschätzte Behandlungs- fläche [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	Fenpropidin	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
Flupyr-sulfuron-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		
Triflursulfuron	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 15: Basisdaten zur Berechnung der Landnutzungsintensität und technische Beschreibung der Excel-Arbeitsmappe

Abk.	Merkmal	Einh.	Messgröße (Indikator)
ERO	Erosion	[-]	C-Faktor
BSV	Bodenschadverdichtung	[-]	Überfahrten
PSM	Pflanzenschutzmittelanwendung	[-]	Behandlungsindex
DMI	Düngemiteleininsatz	[t]	Reinnährstoffe
UMFG	Umfang der PV	[ha]	Anbaufläche

	1991				
	ERO	BSV	PSM	DMI	UMFG
WWEI	10,00	19,90	7,44	249	2372968
SWEI	8,80	15,90	4,56	198	80365
ROGG	6,60	15,90	4,16	174	719544
WGER	14,70	17,90	4,51	224	1519214
SGER	12,40	15,90	4,56	156	1016172
HAFE	10,40	15,90	5,03	165	438357
KMAI	17,93	18,90	3,44	279	371819
SGET	10,00	17,90	6,21	183	130159
HUEL	14,70	15,90	10,43	91	46826
RAPS	14,70	17,90	14,10	286	932931
NRRA	14,70	17,90	14,10	0	125000
SOEL	14,70	17,90	14,10	175	49955
FKAR	23,38	19,90	38,92	310	24739
SKAR	23,38	19,90	38,92	364	317042
ZRUE	14,51	18,90	5,92	311	554143
GEMU	21,00	20,90	58,99	571	96663
OBST	0,40	20,90	389,22	170	66229
REBL	26,70	20,90	112,83	219	103000
SHAN	14,70	19,90	1621,2	512	8040
SOPF	10,00	16,90	112,83	573	111439
KLEE	0,40	8,40	2,49	57	268777
LUZE	0,40	8,40	2,49	49	109523
FEGR	0,40	20,90	2,49	357	239459
SMAI	17,93	18,90	3,44	407	1308556
SHAC	26,70	19,90	3,44	665	52801
WIES	0,40	8,40	14,39	403	3952416
WEID	0,40	8,40	14,39	370	1214762
HUTU	0,40	4,65	0,00	8	132914
BRAC	0,40	0,00	0,00	0	781328
FLST	0,00	0,00	0,00	0	0

(Ergebnisse aus der
EXCEL-Arbeitsmappe
`intensitaet\_[Datum].xls`)

	1995					1999				
	ERO	BSV	PSM	DMI	UMFG	ERO	BSV	PSM	DMI	UMFG
WWEI	10,00	19,88	6,96	230	2485109	10,00	19,85	5,69	231	2549711
SWEI	8,80	15,88	4,26	184	27765	8,80	15,85	3,12	188	156288
ROGG	6,60	15,88	3,89	173	800978	6,60	15,85	2,85	171	851000
WGER	14,70	17,88	4,22	199	1447285	14,70	17,85	2,63	192	1360899
SGER	12,40	15,88	4,26	140	662260	12,40	15,85	3,12	133	835101
HAFE	10,40	15,88	4,71	146	343892	10,40	15,85	3,52	141	320129
KMAI	18,24	18,88	3,22	259	344418	18,48	18,85	1,51	258	352500
SGET	10,00	17,88	5,81	179	318897	10,00	17,85	0,89	176	414370
HUEL	14,70	15,88	9,75	68	121281	14,70	15,85	10,10	68	218500
RAPS	14,70	17,88	13,19	263	684882	14,70	17,85	5,53	263	806646
NRRA	14,70	17,88	13,19	0	230063	14,70	17,85	5,53	263	255221
SOEL	14,70	17,88	13,19	149	132790	14,70	17,85	5,53	140	75131
FKAR	23,36	19,88	36,41	300	20411	23,35	19,85	42,86	286	17655
SKAR	23,36	19,88	36,41	341	291487	23,35	19,85	42,86	331	279844
ZRUE	14,74	18,88	5,54	297	504820	14,92	18,85	5,20	275	495500
GEMU	21,00	20,88	55,19	550	78069	21,00	20,85	84,38	430	122000
OBST	0,40	20,88	364,11	176	118572	0,40	20,85	594,44	130	71999
REBL	26,70	20,88	105,55	194	102000	26,70	20,85	56,11	157	100000
SHAN	14,70	19,88	1516,6	0	44316	14,70	19,85	659,06	410	222000
SOPF	10,00	16,88	105,55	470	36251	10,00	16,85	56,11	428	39000
KLEE	0,40	8,38	2,33	61	235254	0,40	8,35	1,54	62	201224
LUZE	0,40	8,38	2,33	58	49089	0,40	8,35	1,54	57	31815
FEGR	0,40	20,88	2,33	431	212040	0,40	20,85	1,54	400	225395
SMAI	18,24	18,88	3,22	352	1251411	18,48	18,85	1,51	339	1202856
SHAC	26,70	19,88	3,22	615	22922	26,70	19,85	1,51	561	10558
WIES	0,40	8,38	13,46	333	4102159	0,40	8,35	2,03	354	4118410
WEID	0,40	8,38	13,46	346	1028100	0,40	8,35	2,03	356	858531
HUTU	0,40	4,63	0,00	7	151769	0,40	4,60	0,00	6	139355
BRAC	0,40	0,00	0,00	0	36297	0,40	0,00	0,00	0	50583
FLST	0,40	0,00	0,00	0	1221350	0,40	0,00	0,00	0	720416

Technische Beschreibung der Excel-Arbeitsmappe

In den Tabellenblättern 'werte91', 'werte95' und 'werte99' sind die Basisdaten hinterlegt. Durch Veränderung der Faktoren und Gewichte (Spalten Q bis U) lassen sich diese Werte manipulieren.

Die Tabellenblätter 'ber91', 'ber95' und 'ber99' dienen zur Berechnung der Indikatorwerte. In den Spalten G, J, M und P werden die Basisdaten übernommen. Die jeweils dahinterliegenden Spalten H, K, N und Q stellen den Bezug zum Durchschnitt der 91er Werte her. Der flächengewichtete Mittelwert (Summenprodukt aus Werte * Umfang geteilt durch Summe aller Werte) weist den Indikatorwert eines Berichtsjahres aus (Zeile 34).

Alle weiteren Tabellenblätter dienen der graphischen Darstellung der Ergebnisse.

Anhang 16: Berichtspflichten

Internationale Berichtspflichten:	in ökologischen Bereich liegen beim Bundesministerium für Umwelt (BMU), das das UBA als Kontaktstelle beauftragt. Die Arbeiten führen Bund/Länder-Arbeitskreise durch.
Landwirtschaftliche Gesamtrechnung	Die LGR wird ab 1990 jährlich vom BMVEL, Referat 426 'Ertragslage und Betriebserhebungen, Sondereinkommen' neu berechnet und in der europäischen Referenz-Datenbank 'NEW CRONOS' veröffentlicht.
Kyoto-Protokoll	Vorgaben der EU zu diesbezüglichen, jährlichen Berichten über Treibhausgasemissionen
Nitrat-Richtlinie	RL 91/676/EEC, Berichte u.a. zu State-Indikatoren des Grundwassers in vierjähriger Periodizität
Klärschlammrichtlinie	RL 86/278/EEC, Berichte zu Klärschlamm- und Bodenbelastung in vierjähriger Periodizität
NEC-Richtlinie	Richtlinie 2001/81/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2001 über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe
OECD	u.a. Stickstoffflächenbilanz, Stickstoffeffizienz
EG-Abfallverbringungsverordnung	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.
Nationale Berichtspflichten:	
Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung	Indikator 12: Anteil des ökologischen Landbaus und Gesamtbilanz Stickstoff-Überschuss

Anhang 17: Übersichtstabelle über die Excel-Arbeitsmappe zur Beschreibung der Vorleistungsverflechtungen

Arbeitsblätter der EXCEL-Arbeitsmappe 'vorleistung_[Datum].xls' mit Kurzbeschreibung (eine Technische Beschreibung befindet sich in der Arbeitsmappe auf dem ersten Tabellenblatt (Spalte F):

Nr.	Daten-eingabe*	Blatt	Inhalt		Beschreibung
1	-	Beschr.	Beschreibung		der Arbeitsblätter in dieser Excel-Mappe
2	-	Bsp.	Beispieltabelle		Definitionen der Farbgebung innerhalb der Arbeitsblätter und eine graphische Darstellung der Tabellenverknüpfungen
3	-	text	Langtext		übersetzt den RAUMIS-Code in Texte und Definitionen.
4	-	pivot	Pivot-Tabelle		Dieses Arbeitsblatt ermöglicht eine Überlagerung aller Tabellen und somit ein direkter Vergleich der Tabelleneinträge. (hier werden keine Berechnungen vorgenommen, dieses Blatt dient ausschließlich einer übersichtlichen Darstellung der Tabelleneinträge zur Plausibilitätskontrolle)
5	-	mon	Vorleistungsverflechtungen in monetären Einheiten für die Hauptverfahren von RAUMIS. [in 1000 EURO], ohne Transferverfahren		Alle Transferverfahren werden den Hauptverfahren zugeordnet. Bsp. Stroheinsatz: Das Transferverfahren Einstreustroh (ESTR) wird für jede Tierart über die Umfänge berechnet, ebenso das Futterstroh (FUSO). Die Summe (ESTR+FUSO) wird anteilig von dem Strohaufkommen je Getreideart abgezogen und -wiederum anteilig- den Tierarten zugeschrieben. Der Rest wird den Getreideverfahren zugeordnet, so dass jedes Getreideverfahren einmal Stroh 'an sich selbst' liefert (dieses Stroh verbleibt auf dem Acker) und gleichzeitig an alle Tierarten, die Stroh konsumieren. Die zweite bisher realisierte Zuordnung wurde für Kälber (KALB) vorgenommen: Die Milchkühe (MIKU) liefern an das Transferverfahren KALB und KALB wiederum liefert an AMMU und FREM bzw. FREW. Somit liefert MIKU nicht mehr an ein Transferverfahren, sondern an die Hauptverfahren.
6	-	n	Stickstoff [in Tonnen Reinnährstoff]		Zusammenfassung aus n1, n2, n3 und n4
7	-	mas	Masse [in Tonnen]		Zusammenfassung aus mas1, mas2, mas3 und mas4
8	-	mon1	Hauptprodukt	monetäre Werte	Hier wird der Wert aus Tab. phys1 mit dem Preis pro Einheit (aus dem Tabellenblatt 'para') multipliziert.
9	-	n1		Stickstoff-flüsse	Aus der Mengenangabe phys1 und dem spezifischen N-Gehaltes (aus 'para') des gelieferten Produktes wird hier die Menge Reinnährstoff eingetragen.
10	-	mas1		Massenfluss	Alle Masseangaben in Tonnen
11	-	phys1		physische Mengen der Vorleistungsverflechtungen mit Transferverfahren und die Lieferung an den Markt	Physische Rohdaten in kg, Tonnen, hl, Stück, ... (Basistabelle der intralandwirtschaftlichen Vorleistungsverflechtungen)

Nr.	Dateneingabe*	Blatt	Inhalt		Beschreibung
12	-	mon2	erstes Nebenprodukt	monetäre Einheiten	wie 1
13	-	n2		Stickstoffflüsse	wie 1
14	-	mas2		Massenfluss	wie 1
15	-	phys2		physische Mengen	wie 1
16	-	mon3	zweites Nebenprodukt	monetäre Einheiten	wie 1
17	-	n3		Stickstoffflüsse	wie 1
18	-	mas3		Massenfluss	wie 1
19	-	phys3		physische Mengen	wie 1
20	-	mon4	drittes Nebenprodukt	monetäre Einheiten	wie 1
21	-	n4		Stickstoffflüsse	wie 1
22	-	mas4		Massenfluss	wie 1
23	-	phys4		physische Mengen	wie 1
24	>>>	para	Produktdefinitionen, Preise und Inhaltsstoffe		Beschreibung und Preise der Produkte in jeweiligen Einheiten. Das Produkt des liefernden Verfahrens wird hier für die Arbeitsblätter (...1 bis ...n) definiert. Spalte 'Beschreibung': geliefertes Produkt. Spalte 'Einheit': Einheiten der phys-Matrize. Spalte 'EUR/Einheit': Preis. Spalte 'Faktor>Tonnen': Umrechnungsfaktor der ursprünglichen Einheiten aus der phys-Matrize in Tonnen. Spalte 'N-Gehalt': Stickstoffgehalt in %. Die Dateneingabe erfolgt (wie in allen nachfolgenden Arbeitsblättern) in den rot umrandeten Feldern für allgemeingültige Werte und in grün umrandeten Feldern für jahresspezifische Informationen.
25	>>>	LGR	Landwirtschaftliche Gesamtrechnung		Produktionswerte in nominalen und zu konstanten Preisen
26	>>>	basis	RAUMIS-Ergebnismatrizen	RAUMIS-Basisjahrmatrize	Diese RAUMIS-Simulationsergebnisse gehören nicht zur UGR-Darstellung. Sie dienen nur als Datengrundlage für die UGR-Tabellen.
27	>>>	kalk		RAUMIS-KALK-Matrize	
28	-	jungtier		Jungtier austausch	Jungtier austausch zwischen Produktionsverfahren
29	>>>	stroh		Einstreustroh	Zuteilungstabelle des Einstreustrohs
30	>>>	futter		Futtermittel	Futtermittelproduktion und Zuweisung nach Tierproduktionsverfahren
31	-	wasser	Wasserbedarf		Berechnungswasser: prozentuale Aufteilung nach normativen Vorgaben und absoluter Einsatz nach UGR bzw. Statistikangaben. Trinkwasserverbrauch nach Testbetriebsdaten.
32	>>>	orgDg	organischer Dünger		Zuteilung der organischen Dünger auf die Pflanzenbauverfahren [in %]

Nr.	Daten-eingabe*	Blatt	Inhalt	Beschreibung
33	-	matrix	Matrizenrechnung	In diesem Tabellenblatt werden Lieferungen der intralandwirtschaftlichen Vorleistungsverflechtungen auf die marktlieferne Verfahren anteilig umgerechnet. D.h. dass z. B. das CO ₂ , das im Weizenanbau entstand, teilweise den Milchkühen angerechnet wird, da an die Kühe ein Teil des Weizens verfüttert wurde. Somit werden Transferverfahren wie Kälberaufzucht (KAUF) eliminiert, bzw. aus der Betrachtung ausgeschlossen, da sie keine Produkte an den Markt liefern.
34	-	end	Endprodukte	Die Ergebnisse der Matrizenrechnung werden auf die einzelnen Endprodukte wie Milch, Fleisch, usw. umgerechnet, z. B. [kg CO ₂ /t Rindfleisch]
35	>>>	invers	Leontief-Inverse	Die Leontief-Inverse berechnet den Produktionsvektor in Abhängigkeit des Konsumvektors. Die Inputmatrix (z. B. Verflechtung monetärer Leistungen 'mon') weist die Vorleistungsverflechtungen aus. Durch Abzug der Ausgangsmatrix (x11/x1, ...) von der Einheitsmatrix und anschließendes Invertieren erhält man eine inverse Matrix, die durch Multiplikation mit dem Endverbrauch zum Ergebnis 'Gesamtproduktion' führt.
36	-	gase	Treibhausgase	Berechnung aus dem NIR (National Emission Inventory Report). Angaben aus NIR zu Treibhaus- und Schadgasen werden den Produktionsverfahren zugeordnet.
37	>>>	NIR	Nationaler Inventarbericht	sektorale Ergebnisse zu Gasemissionen in der Landwirtschaft
38	-	energie	Energieinput	Einsatz von Energie in monetären und physischen Einheiten. Die monetären RAUMIS-Ergebnisse werden hier in die 4 Kategorien Strom, Heizstoffe, Sonstige Treib- und Schmierstoffe und Sonstige (Diesel) unterteilt und in physische Einheiten umgerechnet. Dabei findet ein Abgleich mit LGR-Daten statt.
39	-	arbeit	Arbeitszeiten	Die Arbeitseinsätze aus RAUMIS-Berechnungen [je Hektar bzw. Stallplatz] werden über die Flächenumfänge und Tierzahlen hochgerechnet, mit Statistikangaben verglichen und korrigiert.
40	-	N_Bil	Stickstoffbilanz	Vergleich der N-Bilanzen nach FAL-Methode (Frau Rogasik) und UGR
41	>>>	fix	fixe Parameter	... für Stroh:Korn-Verhältnis und legume N-Bindung
42	>>>	vari	variable Werte	Weitere jahresspezifische Daten aus unterschiedlichen Quellen
43	-	erg	Ergebnistabellen	Sämtliche Einzelergebnisse, Summenwerte und Vergleichsgrößen der UGR, LGR (zur Dokumentation in Berichten) sind hier zusammengefasst.
43	-	v_UGR	UGR-Vergleich	Gegenüberstellung der bisherigen UGR-Zahlen mit den Ergebnissen im Berichtsmodul 'Landwirtschaft & Umwelt'.
44	-	v_LGR	LGR-Vergleich	Gegenüberstellung der LGR-Zahlen aus der EU-Datenbank 'New Cronos' mit den Ergebnissen im Berichtsmodul 'Landwirtschaft & Umwelt'.
45	-	v_N	Vergleich-Stickstoffbilanz	Vergleich der N-Bilanzen nach FAL-Methode (Frau Rogasik) mit den Ergebnissen im Berichtsmodul 'Landwirtschaft & Umwelt'.
46	-	makro	VB-Makro	Zur Erstellung der Ergebnismatrizen für Einzeljahre (91/95/99) werden Makros eingesetzt, die textlich und mit Button auf diesem Tabellenblatt dokumentiert sind.

Nr.	Dateneingabe*	Blatt	Inhalt	Beschreibung
47	-	uns	Unsicherheiten	Hinweise auf noch ungelöste Probleme bei der Matrizenerstellung und Unsicherheiten
48	>>>	basis91	Werte von 1991/95/99, die bei der Kalkulation der jahresspezifischen Ergebnisse mittels eines Makros in die jeweiligen Tabellen kopiert werden.	
49	>>>	basis 95		
50	>>>	basis99		
51	>>>	kalk91		
52	>>>	kalk95		
53	>>>	kalk99		
54	>>>	stroh91		
55	>>>	stroh95		
56	>>>	stroh99		
57	>>>	futter91		
58	>>>	futter95		
59	>>>	futter99		
60	>>>	NIR91		
61	>>>	NIR95		
62	>>>	NIR99		
63	>>>	NIR03		
64	>>>	vari91		
65	>>>	vari95		
66	>>>	vari99		
67	>>>	LGR91		
68	>>>	LGR95		
69	>>>	LGR03		
70	>>>	LGR99		
71	>>>	para91		
72	>>>	para95		
73	>>>	para99		

*Dateneingabe: (>>>) **feste** oder **jahresspezifische (variable)** Werte sind in diese Tabellenblätter einzutragen,
 (-) keine Eingabe erforderlich.

Anhang 18: Ergebnisse nach Produktionsverfahren**LGR [Mio. €]**

PRODUKTI ONSWERT	1991	1995	1999
WWEI	2.967	2.397	2.275
SWEI	107	30	111
ROGG	539	543	463
WGER	1.596	1.180	968
SGER	884	462	560
HAFE	319	195	159
KMAI	351	357	388
SGET	114	216	265
HUEL	39	56	90
RAPS	926	457	561
NRRA	57	120	137
SOEL	4	6	59
FKAR	64	151	72
SKAR	795	1.301	1.087
ZRUE	1.549	1.522	1.527
GEMU	2.418	3.074	3.424
OBST	961	578	747
REBL	1.028	1.121	1.169
SHAN	135	127	97
SOPF	1.647	2.170	2.285
KLEE	227	268	277
LUZE	92	56	44
FEGR	805	466	695
SMAI	1.127	1.301	1.079
SHAC	309	165	62
WIES	2.210	3.371	2.273
WEID	790	546	520
HUTU	13	44	18
BRAC	0	0	0
FLST	0	1	1
MIKU	9.758	9.817	9.223
ALTK	108	129	62
AMMU	117	311	338
KAUF	996	806	664
KMAS	251	171	167
FAUF	1.090	1.173	887
FMAS	870	772	738
BULL	948	956	617
SAUH	1.751	1.456	928
SMAS	3.889	3.557	3.327
JUHE	201	153	242
LEHE	969	882	774
MAHH	555	571	715
SOG	288	379	439
SCHA	77	131	187
SOTI	38	48	51

VORLEIST- UNGEN	1991	1995	1999
WWEI	-368	-269	-232
SWEI	-13	-9	-8
ROGG	-62	-51	-38
WGER	-194	-158	-125
SGER	-88	-73	-64
HAFE	-50	-10	-8
KMAI	-42	-30	-28
SGET	-22	-2	-2
HUEL	-4	-3	-3
RAPS	-152	-103	-86
NRRA	-9	-11	-9
SOEL	0	0	-6
FKAR	-3	-7	-4
SKAR	-44	-67	-53
ZRUE	-263	-277	-260
GEMU	-26	-42	-37
OBST	-6	-6	-5
REBL	-3	-5	-3
SHAN	-1	-1	-1
SOPF	-9	-12	-13
KLEE	-68	-89	-70
LUZE	-34	-44	-35
FEGR	-80	-106	-84
SMAI	-416	-547	-432
SHAC	-26	-34	-26
WIES	-970	-1.277	-1.007
WEID	-375	-494	-389
HUTU	-2	-3	-2
BRAC	0	0	0
FLST	0	0	0
MIKU	-6.415	-7.250	-6.877
ALTK	-31	-39	-34
AMMU	-58	-70	-62
KAUF	-560	-687	-602
KMAS	-120	-148	-129
FAUF	-422	-512	-452
FMAS	-251	-433	-326
BULL	-590	-785	-628
SAUH	-906	-811	-494
SMAS	-3.178	-3.068	-2.707
JUHE	-117	-105	-147
LEHE	-622	-480	-416
MAHH	-237	-229	-237
SOG	-131	-119	-123
SCHA	-60	-92	-191
SOTI	-26	-27	-37

LGR [Mio. €]

STEUERN	1991	1995	1999
WWEI	-77	0	0
SWEI	-3	0	0
ROGG	-15	0	0
WGER	-39	0	0
SGER	-26	0	0
HAFE	-9	0	0
KMAI	-9	0	0
SGET	-3	0	0
HUEL	0	0	0
RAPS	0	0	0
NRRA	0	0	0
SOEL	0	0	0
FKAR	0	0	0
SKAR	0	0	0
ZRUE	-127	-132	-162
GEMU	0	0	0
OBST	0	0	0
REBL	0	0	0
SHAN	0	0	0
SOPF	0	0	0
KLEE	0	0	0
LUZE	0	0	0
FEGR	0	0	0
SMAI	0	0	0
SHAC	0	0	0
WIES	0	0	0
WEID	0	0	0
HUTU	0	0	0
BRAC	0	0	0
FLST	0	0	0
MIKU	-65	0	-66
ALTK	0	0	0
AMMU	0	0	0
KAUF	0	0	0
KMAS	0	0	0
FAUF	0	0	0
FMAS	0	0	0
BULL	0	0	0
SAUH	0	0	0
SMAS	0	0	0
JUHE	0	0	0
LEHE	0	0	0
MAHH	0	0	0
SOG	0	0	0
SCHA	0	0	0
SOTI	0	0	0

SUBVENT- IONEN	1991	1995	1999
WWEI	0	1.018	954
SWEI	0	17	58
ROGG	0	271	223
WGER	0	480	427
SGER	0	220	262
HAFE	0	93	78
KMAI	0	146	172
SGET	0	98	122
HUEL	0	54	91
RAPS	0	403	508
NRRA	0	0	0
SOEL	0	0	40
FKAR	0	0	0
SKAR	0	0	0
ZRUE	0	0	0
GEMU	0	0	0
OBST	0	0	0
REBL	0	0	0
SHAN	0	10	10
SOPF	0	0	0
KLEE	0	0	0
LUZE	0	0	0
FEGR	0	0	0
SMAI	0	0	0
SHAC	0	0	0
WIES	0	0	0
WEID	0	0	0
HUTU	0	0	0
BRAC	0	0	0
FLST	0	0	0
MIKU	61	119	94
ALTK	1	3	1
AMMU	2	12	14
KAUF	23	50	42
KMAS	4	6	5
FAUF	33	78	61
FMAS	19	27	29
BULL	37	66	48
SAUH	0	0	0
SMAS	0	0	0
JUHE	0	0	0
LEHE	0	0	0
MAHH	0	0	0
SOG	0	0	0
SCHA	70	48	43
SOTI	0	0	0

LGR [Mio. €]

NWS	1991	1995	1999
WWEI	2.522	3.145	2.998
SWEI	91	37	161
ROGG	462	763	648
WGER	1.363	1.503	1.270
SGER	770	609	758
HAFE	260	278	229
KMAI	300	473	531
SGET	89	312	385
HUEL	35	107	178
RAPS	774	758	983
NRRA	48	110	128
SOEL	3	6	92
FKAR	60	144	69
SKAR	752	1.234	1.034
ZRUE	1.158	1.113	1.105
GEMU	2.392	3.033	3.386
OBST	954	572	742
REBL	1.025	1.116	1.165
SHAN	134	136	106
SOPF	1.638	2.158	2.273
KLEE	159	179	206
LUZE	58	12	9
FEGR	724	360	612
SMAI	711	754	648
SHAC	283	131	35
WIES	1.240	2.094	1.266
WEID	415	52	131
HUTU	11	42	16
BRAC	0	0	0
FLST	0	1	1
MIKU	3.339	2.686	2.374
ALTK	78	93	29
AMMU	61	252	289
KAUF	459	170	103
KMAS	135	29	43
FAUF	701	739	496
FMAS	638	366	441
BULL	394	236	37
SAUH	844	645	433
SMAS	711	489	621
JUHE	84	49	95
LEHE	348	401	358
MAHH	318	342	478
SOG	157	260	316
SCHA	86	87	39
SOTI	12	20	14

BWS	1991	1995	1999
WWEI	2.599	2.127	2.044
SWEI	95	21	103
ROGG	477	492	425
WGER	1.402	1.022	842
SGER	796	389	496
HAFE	270	185	151
KMAI	309	327	359
SGET	92	214	263
HUEL	35	53	87
RAPS	774	355	475
NRRA	48	110	128
SOEL	3	6	52
FKAR	60	144	69
SKAR	752	1.234	1.034
ZRUE	1.285	1.244	1.267
GEMU	2.392	3.033	3.386
OBST	954	572	742
REBL	1.025	1.116	1.165
SHAN	134	126	96
SOPF	1.638	2.158	2.273
KLEE	159	179	206
LUZE	58	12	9
FEGR	724	360	612
SMAI	711	754	648
SHAC	283	131	35
WIES	1.240	2.094	1.266
WEID	415	52	131
HUTU	11	42	16
BRAC	0	0	0
FLST	0	1	1
MIKU	3.343	2.567	2.346
ALTK	77	91	28
AMMU	59	241	275
KAUF	436	119	61
KMAS	131	23	37
FAUF	668	661	435
FMAS	619	339	412
BULL	358	171	-11
SAUH	844	645	433
SMAS	711	489	621
JUHE	84	49	95
LEHE	348	401	358
MAHH	318	342	478
SOG	157	260	316
SCHA	16	39	-4
SOTI	12	20	14

Gase [t]

N₂O	1991	1995	1999
WWEI	16.136	15.123	18.041
SWEI	638	217	986
ROGG	4.032	4.161	5.090
WGER	9.661	8.076	8.622
SGER	5.243	3.007	4.303
HAFE	564	1.590	1.656
KMAI	2.192	2.595	3.079
SGET	94	1.653	2.516
HUEL	453	941	1.813
RAPS	6.887	4.759	6.435
NRRA	422	704	2.031
SOEL	382	622	399
FKAR	162	130	128
SKAR	2.187	1.817	1.998
ZRUE	4.141	3.440	3.788
GEMU	389	594	889
OBST	305	502	312
REBL	274	501	504
SHAN	12	111	1.573
SOPF	895	242	286
KLEE	2.479	2.028	1.859
LUZE	982	423	292
FEGR	2.400	1.705	2.043
SMAI	10.383	8.888	9.863
SHAC	544	190	97
WIES	27.194	27.185	18.454
WEID	11.023	6.924	4.879
HUTU	392	381	403
BRAC	0	91	146
FLST	0	3.066	2.082
MIKU	5.300	3.128	2.787
ALTK	101	70	38
AMMU	198	464	637
KAUF	1.234	1.200	1.148
KMAS	201	133	149
FAUF	1.084	1.097	988
FMAS	636	386	461
BULL	585	431	335
SAUH	1.497	939	941
SMAS	699	504	526
JUHE	93	80	113
LEHE	803	585	821
MAHH	320	358	420
SOG	152	227	249
SCHA	373	378	377
SOTI	864	1.036	830

NH₃	1991	1995	1999
WWEI	15.710	17.264	21.501
SWEI	536	216	1.028
ROGG	3.048	3.908	4.926
WGER	8.659	8.333	9.043
SGER	3.362	2.242	3.162
HAFE	355	1.184	1.228
KMAI	1.665	2.282	2.687
SGET	73	1.594	2.489
HUEL	144	322	574
RAPS	7.593	6.085	8.559
NRRA	0	0	2.697
SOEL	273	493	314
FKAR	106	103	96
SKAR	1.405	1.372	1.448
ZRUE	3.108	3.045	3.169
GEMU	495	909	1.297
OBST	218	467	250
REBL	256	549	512
SHAN	14	0	2.251
SOPF	1.130	345	418
KLEE	1.160	1.086	986
LUZE	426	225	151
FEGR	1.583	1.650	1.896
SMAI	7.433	7.061	7.612
SHAC	527	216	107
WIES	17.535	18.690	13.683
WEID	6.384	4.938	3.642
HUTU	0	0	0
BRAC	0	0	0
FLST	0	0	0
MIKU	196.676	187.375	176.673
ALTK	3.756	4.206	2.399
AMMU	4.256	9.619	13.037
KAUF	11.127	10.580	10.039
KMAS	1.812	1.176	1.306
FAUF	32.770	33.221	29.662
FMAS	19.244	11.672	13.851
BULL	57.590	42.404	35.178
SAUH	42.317	36.525	37.370
SMAS	95.776	77.049	79.722
JUHE	2.205	1.926	2.685
LEHE	15.454	16.916	13.099
MAHH	42.402	48.334	56.136
SOG	2.871	4.355	4.744
SCHA	1.886	1.942	1.922
SOTI	6.661	8.121	6.452

Gase [t]

N₂O	1991	1995	1999
WWEI	16.136	15.123	18.041
SWEI	638	217	986
ROGG	4.032	4.161	5.090
WGER	9.661	8.076	8.622
SGER	5.243	3.007	4.303
HAFE	564	1.590	1.656
KMAI	2.192	2.595	3.079
SGET	94	1.653	2.516
HUEL	453	941	1.813
RAPS	6.887	4.759	6.435
NRRA	422	704	2.031
SOEL	382	622	399
FKAR	162	130	128
SKAR	2.187	1.817	1.998
ZRUE	4.141	3.440	3.788
GEMU	389	594	889
OBST	305	502	312
REBL	274	501	504
SHAN	12	111	1.573
SOPF	895	242	286
KLEE	2.479	2.028	1.859
LUZE	982	423	292
FEGR	2.400	1.705	2.043
SMAI	10.383	8.888	9.863
SHAC	544	190	97
WIES	27.194	27.185	18.454
WEID	11.023	6.924	4.879
HUTU	392	381	403
BRAC	0	91	146
FLST	0	3.066	2.082
MIKU	5.300	3.128	2.787
ALTK	101	70	38
AMMU	198	464	637
KAUF	1.234	1.200	1.148
KMAS	201	133	149
FAUF	1.084	1.097	988
FMAS	636	386	461
BULL	585	431	335
SAUH	1.497	939	941
SMAS	699	504	526
JUHE	93	80	113
LEHE	803	585	821
MAHH	320	358	420
SOG	152	227	249
SCHA	373	378	377
SOTI	864	1.036	830

NH₃	1991	1995	1999
WWEI	15.710	17.264	21.501
SWEI	536	216	1.028
ROGG	3.048	3.908	4.926
WGER	8.659	8.333	9.043
SGER	3.362	2.242	3.162
HAFE	355	1.184	1.228
KMAI	1.665	2.282	2.687
SGET	73	1.594	2.489
HUEL	144	322	574
RAPS	7.593	6.085	8.559
NRRA	0	0	2.697
SOEL	273	493	314
FKAR	106	103	96
SKAR	1.405	1.372	1.448
ZRUE	3.108	3.045	3.169
GEMU	495	909	1.297
OBST	218	467	250
REBL	256	549	512
SHAN	14	0	2.251
SOPF	1.130	345	418
KLEE	1.160	1.086	986
LUZE	426	225	151
FEGR	1.583	1.650	1.896
SMAI	7.433	7.061	7.612
SHAC	527	216	107
WIES	17.535	18.690	13.683
WEID	6.384	4.938	3.642
HUTU	0	0	0
BRAC	0	0	0
FLST	0	0	0
MIKU	196.676	187.375	176.673
ALTK	3.756	4.206	2.399
AMMU	4.256	9.619	13.037
KAUF	11.127	10.580	10.039
KMAS	1.812	1.176	1.306
FAUF	32.770	33.221	29.662
FMAS	19.244	11.672	13.851
BULL	57.590	42.404	35.178
SAUH	42.317	36.525	37.370
SMAS	95.776	77.049	79.722
JUHE	2.205	1.926	2.685
LEHE	15.454	16.916	13.099
MAHH	42.402	48.334	56.136
SOG	2.871	4.355	4.744
SCHA	1.886	1.942	1.922
SOTI	6.661	8.121	6.452

Wassereinsatz [Mio. m³]

H2O	1991	1995	1999
WWEI	24	15	5
SWEI	1	0	0
ROGG	6	4	2
WGER	13	8	3
SGER	8	3	1
HAFE	4	2	1
KMAI	55	29	7
SGET	1	2	1
HUEL	0	0	0
RAPS	5	2	1
NRRA	1	1	0
SOEL	0	0	0
FKAR	7	3	1
SKAR	97	52	12
ZRUE	191	101	24
GEMU	155	123	32
OBST	27	14	3
REBL	20	12	4
SHAN	0	1	1
SOPF	178	57	10
KLEE	5	3	1
LUZE	2	1	0
FEGR	4	2	1
SMAI	193	107	25
SHAC	8	2	0
WIES	66	40	9
WEID	20	10	2
HUTU	0	0	0
BRAC	0	0	0
FLST	0	0	0
MIKU	182	171	154
ALTK	2	1	1
AMMU	6	14	20
KAUF	11	10	10
KMAS	2	1	1
FAUF	39	38	36
FMAS	23	17	17
BULL	43	34	28
SAUH	23	21	21
SMAS	35	34	36
JUHE	0	0	1
LEHE	4	3	3
MAHH	2	2	2
SOG	1	1	1
SCHA	2	1	2
SOTI	8	10	9

Arbeitskrafteinheiten [AKE]

AKE	1991	1995	1999
WWEI	27.224	17.929	14.933
SWEI	1.088	272	793
ROGG	6.514	4.793	4.039
WGER	16.336	10.034	7.723
SGER	8.607	3.667	3.758
HAFE	786	1.912	1.415
KMAI	2.716	2.203	1.862
SGET	132	2.058	2.204
HUEL	428	540	786
RAPS	9.500	4.624	4.495
NRRA	0	0	1.353
SOEL	642	678	350
FKAR	570	336	240
SKAR	7.839	4.696	3.695
ZRUE	6.824	3.875	3.143
GEMU	41.698	47.589	60.809
OBST	72.591	90.972	45.168
REBL	27.835	41.248	36.222
SHAN	1.328	24.558	106.875
SOPF	93.733	21.343	18.775
KLEE	3.068	1.635	1.269
LUZE	950	298	165
FEGR	2.840	1.380	1.258
SMAI	21.639	13.159	10.343
SHAC	1.949	496	187
WIES	44.397	28.579	23.400
WEID	14.084	6.756	3.176
HUTU	419	293	241
BRAC	0	0	0
FLST	0	4.281	2.076
MIKU	280.130	163.493	115.486
ALTK	2.260	1.604	678
AMMU	3.770	6.384	5.240
KAUF	26.928	17.250	4.862
KMAS	4.384	1.917	632
FAUF	73.593	52.480	36.073
FMAS	43.218	18.439	16.845
BULL	70.721	37.396	23.249
SAUH	48.913	29.951	23.778
SMAS	28.426	16.386	13.434
JUHE	3.455	1.712	1.782
LEHE	9.671	5.720	4.550
MAHH	3.028	2.314	2.517
SOG	845	810	783
SCHA	2.164	1.455	1.056
SOTI	1.058	887	579

Nährstoffe**Stickstoff [tsd. t] gesamt**

N gesamt	1991	1995	1999
WWEI	474.347	499.984	578.314
SWEI	16.720	6.412	28.360
ROGG	96.819	117.656	138.462
WGER	267.920	245.996	252.210
SGER	115.970	74.494	100.331
HAFE	12.397	39.396	38.656
KMAI	70.504	92.286	104.456
SGET	2.313	48.260	70.672
HUEL	15.421	32.198	57.548
RAPS	269.493	201.244	272.372
NRRA	12.998	23.846	85.686
SOEL	12.862	21.941	13.678
FKAR	3.626	3.268	2.949
SKAR	49.128	45.143	45.890
ZRUE	153.778	142.483	148.032
GEMU	11.960	20.382	27.379
OBST	5.710	11.223	5.774
REBL	6.406	12.818	11.338
SHAN	332	453	47.570
SOPF	27.334	7.808	8.825
KLEE	73.658	65.544	57.769
LUZE	38.275	18.001	11.846
FEGR	55.244	48.610	54.155
SMAI	256.080	234.995	242.991
SHAC	16.544	6.309	2.995
WIES	741.711	776.324	560.165
WEID	313.256	218.226	160.980
HUTU	1.355	1.547	1.424
BRAC	0	363	3.986
FLST	0	12.213	56.776
MIKU			
ALTK			
AMMU			
KAUF			
KMAS			
FAUF			
FMAS			
BULL			
SAUH			
SMAS			
JUHE			
LEHE			
MAHH			
SOG			
SCHA			
SOTI			

N aus Mineraldünger [tsd. t]

N min	1991	1995	1999
WWEI	347.597	371.090	371.602
SWEI	8.996	3.199	17.844
ROGG	67.575	83.597	85.745
WGER	190.537	178.252	156.946
SGER	74.181	47.957	55.700
HAFE	31.170	24.871	21.621
KMAI	51.464	48.857	48.817
SGET	12.775	34.798	43.296
HUEL	0	0	0
RAPS	176.925	130.143	147.450
NRRA	0	0	46.465
SOEL	4.305	10.538	5.514
FKAR	2.460	2.209	1.762
SKAR	30.844	29.378	26.567
ZRUE	68.291	65.165	57.329
GEMU	21.937	19.442	22.060
OBST	4.786	9.990	4.256
REBL	11.736	11.527	8.621
SHAN	1.537	0	38.288
SOPF	24.812	7.373	7.114
KLEE	9.851	9.872	8.251
LUZE	3.040	2.036	1.217
FEGR	26.694	35.325	34.244
SMAI	164.972	151.172	140.111
SHAC	10.149	4.618	1.900
WIES	425.974	400.281	454.633
WEID	112.394	105.748	95.615
HUTU	0	0	0
BRAC	0	0	0
FLST	0	0	0
MIKU			
ALTK			
AMMU			
KAUF			
KMAS			
FAUF			
FMAS			
BULL			
SAUH			
SMAS			
JUHE			
LEHE			
MAHH			
SOG			
SCHA			
SOTI			

N aus Wirtschaftsdünger [tsd. t]

N wDg	1991	1995	1999
WWEI	21.918	22.869	22.200
SWEI	742	256	1.361
ROGG	6.646	7.371	7.409
WGER	14.033	13.319	11.849
SGER	9.386	6.095	7.271
HAFE	4.049	3.165	2.787
KMAI	13.294	12.269	11.881
SGET	1.202	2.935	3.608
HUEL	433	1.116	1.902
RAPS	8.617	6.303	7.023
NRRA	1.155	2.117	2.222
SOEL	461	1.222	654
FKAR	693	570	466
SKAR	8.880	8.134	7.388
ZRUE	15.520	14.087	13.082
GEMU	0	0	0
OBST	0	0	0
REBL	0	0	0
SHAN	0	0	0
SOPF	0	0	0
KLEE	2.483	2.165	1.752
LUZE	1.012	452	277
FEGR	8.562	7.553	7.597
SMAI	46.787	44.579	40.541
SHAC	1.479	640	279
WIES	141.319	146.131	138.806
WEID	43.434	36.624	28.936
HUTU	1.228	1.397	1.213
BRAC	0	0	0
FLST	0	0	0
MIKU			
ALTK			
AMMU			
KAUF			
KMAS			
FAUF			
FMAS			
BULL			
SAUH			
SMAS			
JUHE			
LEHE			
MAHH			
SOG			
SCHA			
SOTI			

N aus sonstiger organischer Düngung [tsd. t]

N sOrgDg	1991	1995	1999
WWEI	8.245	10.314	8.198
SWEI	279	115	503
ROGG	2.500	3.324	2.736
WGER	5.278	6.007	4.376
SGER	3.531	2.749	2.685
HAFE	1.523	1.427	1.029
KMAI	1.292	1.429	1.133
SGET	452	1.324	1.332
HUEL	163	503	703
RAPS	3.241	2.843	2.594
NRRA	434	955	821
SOEL	174	551	242
FKAR	86	85	57
SKAR	1.102	1.210	900
ZRUE	1.925	2.095	1.593
GEMU	19	16	25
OBST	13	24	14
REBL	21	21	20
SHAN	2	9	45
SOPF	22	7	8
KLEE	0	0	0
LUZE	0	0	0
FEGR	48	44	45
SMAI	261	258	242
SHAC	183	95	34
WIES	787	846	828
WEID	242	212	173
HUTU	26	31	28
BRAC	0	0	0
FLST	0	0	0
MIKU			
ALTK			
AMMU			
KAUF			
KMAS			
FAUF			
FMAS			
BULL			
SAUH			
SMAS			
JUHE			
LEHE			
MAHH			
SOG			
SCHA			
SOTI			

Nährstoffe**Legume N-Bindung [tsd. t]**

N Leg	1991	1995	1999
WWEI	0	0	0
SWEI	0	0	0
ROGG	0	0	0
WGER	0	0	0
SGER	0	0	0
HAFE	0	0	0
KMAI	0	0	0
SGET	0	0	0
HUEL	10.212	21.648	37.348
RAPS	0	0	0
NRRA	0	0	0
SOEL	0	0	0
FKAR	0	0	0
SKAR	0	0	0
ZRUE	0	0	0
GEMU	0	0	0
OBST	0	0	0
REBL	0	0	0
SHAN	0	0	0
SOPF	0	0	0
KLEE	53.218	46.641	39.798
LUZE	31.213	14.042	9.120
FEGR	0	0	0
SMAI	0	0	0
SHAC	0	0	0
WIES	122.299	126.705	126.950
WEID	37.588	31.755	26.464
HUTU	0	0	0
BRAC	0	0	0
FLST	0	0	0
MIKU	.	.	.
ALTK	.	.	.
AMMU	.	.	.
KAUF	.	.	.
KMAS	.	.	.
FAUF	.	.	.
FMAS	.	.	.
BULL	.	.	.
SAUH	.	.	.
SMAS	.	.	.
JUHE	.	.	.
LEHE	.	.	.
MAHH	.	.	.
SOG	.	.	.
SCHA	.	.	.
SOTI	.	.	.

N aus Deposition [tsd. t]

N Dep	1991	1995	1999
WWEI	23.676	25.170	25.557
SWEI	802	281	1.567
ROGG	7.179	8.113	8.530
WGER	15.158	14.659	13.641
SGER	10.139	6.708	8.371
HAFE	4.374	3.483	3.209
KMAI	3.710	3.488	3.533
SGET	1.299	3.230	4.153
HUEL	467	1.228	2.190
RAPS	9.308	6.937	8.085
NRRA	1.247	2.330	2.558
SOEL	498	1.345	753
FKAR	247	207	177
SKAR	3.163	2.952	2.805
ZRUE	5.529	5.113	4.967
GEMU	964	791	1.223
OBST	661	1.201	722
REBL	1.028	1.033	1.002
SHAN	80	449	2.225
SOPF	1.112	367	391
KLEE	2.682	2.383	2.017
LUZE	1.093	497	319
FEGR	2.389	2.148	2.259
SMAI	13.056	12.675	12.057
SHAC	527	232	106
WIES	39.435	41.548	41.281
WEID	12.120	10.413	8.606
HUTU	1.326	1.537	1.397
BRAC	7.796	368	507
FLST	0	12.370	7.221
MIKU	.	.	.
ALTK	.	.	.
AMMU	.	.	.
KAUF	.	.	.
KMAS	.	.	.
FAUF	.	.	.
FMAS	.	.	.
BULL	.	.	.
SAUH	.	.	.
SMAS	.	.	.
JUHE	.	.	.
LEHE	.	.	.
MAHH	.	.	.
SOG	.	.	.
SCHA	.	.	.
SOTI	.	.	.

Nährstoffe**Stickstoff [tsd. t] sonst⁶⁴**

N sonst	1991	1995	1999
WWEI	64.037	74.663	80.444
SWEI	1.529	1.110	3.966
ROGG	11.239	18.134	16.911
WGER	35.456	36.970	37.656
SGER	17.746	10.194	16.495
HAFE	4.522	5.910	5.758
KMAI	19.671	24.343	33.053
SGET	2.582	6.306	9.485
HUEL	3.446	6.483	15.108
RAPS	74.129	65.830	92.418
NRRA	9.932	22.114	28.930
SOEL	0	3.149	2.376
FKAR	204	193	188
SKAR	3.263	3.186	3.690
ZRUE	55.531	57.395	61.702
GEMU	155	123	32
OBST	18	14	3
REBL	29	12	4
SHAN	0	1	1
SOPF	178	57	10
KLEE	5.622	4.975	5.004
LUZE	2.059	1.081	779
FEGR	2.095	2.446	2.836
SMAI	26.440	29.383	29.343
SHAC	1.625	724	338
WIES	68.654	68.075	84.989
WEID	41.195	37.407	37.732
HUTU	0	0	0
BRAC	0	0	3.885
FLST	0	0	55.330
MIKU	.	.	.
ALTK	.	.	.
AMMU	.	.	.
KAUF	.	.	.
KMAS	.	.	.
FAUF	.	.	.
FMAS	.	.	.
BULL	.	.	.
SAUH	.	.	.
SMAS	.	.	.
JUHE	.	.	.
LEHE	.	.	.
MAHH	.	.	.
SOG	.	.	.
SCHA	.	.	.
SOTI	.	.	.

Phosphor [tsd. t]

P	1991	1995	1999
WWEI	121.806	93.739	91.239
SWEI	4.269	1.197	4.469
ROGG	25.272	22.845	22.903
WGER	72.974	49.230	42.249
SGER	38.294	17.877	20.671
HAFE	4.036	9.377	8.003
KMAI	15.209	14.649	14.529
SGET	600	9.195	11.453
HUEL	2.091	3.049	5.649
RAPS	48.108	27.213	30.295
NRRA	0	0	9.553
SOEL	3.272	4.182	2.134
FKAR	828	576	459
SKAR	14.789	10.443	9.453
ZRUE	25.801	18.518	16.023
GEMU	3.856	4.387	7.437
OBST	845	1.272	545
REBL	2.165	3.236	2.515
SHAN	158	0	13.412
SOPF	10.334	2.579	2.412
KLEE	0	0	7.158
LUZE	0	0	1.110
FEGR	16.001	10.704	10.004
SMAI	85.154	56.957	50.310
SHAC	4.328	1.230	494
WIES	236.435	181.939	102.136
WEID	92.357	47.247	27.096
HUTU	0	0	0
BRAC	0	0	0
FLST	0	0	0
MIKU			
ALTK			
AMMU			
KAUF			
KMAS			
FAUF			
FMAS			
BULL			
SAUH			
SMAS			
JUHE			
LEHE			
MAHH			
SOG			
SCHA			
SOTI			

⁶⁴

N aus Marktprodukten (außer Mineraldünger)

Nährstoffe – Kalium [tsd. t]

K	1991	1995	1999
WWEI	109.894	105.888	103.332
SWEI	4.159	1.470	5.582
ROGG	27.682	29.428	29.390
WGER	68.036	58.236	50.254
SGER	39.321	23.399	27.359
HAFE	5.582	14.745	12.585
KMAI	13.927	16.173	15.535
SGET	683	11.730	14.332
HUEL	3.072	5.770	10.439
RAPS	33.855	24.346	26.889
NRRA	0	0	8.644
SOEL	2.471	4.487	2.200
FKAR	3.557	2.897	2.348
SKAR	62.553	53.182	49.042
ZRUE	65.286	55.970	49.502
GEMU	12.957	20.284	22.867
OBST	5.750	10.175	4.565
REBL	3.200	5.916	4.562
SHAN	359	0	39.185
SOPF	29.415	7.526	7.151
KLEE	3.370	2.948	36.415
LUZE	1.378	498	5.615
FEGR	51.329	39.969	38.217
SMAI	240.855	196.572	176.591
SHAC	22.974	7.889	3.245
WIES	712.320	662.540	378.184
WEID	282.989	172.013	100.316
HUTU	1.082	1.111	824
BRAC	0	0	0
FLST	0	0	0
MIKU			
ALTK			
AMMU			
KAUF			
KMAS			
FAUF			
FMAS			
BULL			
SAUH			
SMAS			
JUHE			
LEHE			
MAHH			
SOG			
SCHA			
SOTI			

Wirtschaftsdünger [tsd. t]

org. Dünger	1991	1995	1999
WWEI	13.486.058	14.303.185	14.330.994
SWEI	456.731	159.804	878.438
ROGG	4.089.314	4.610.074	4.783.160
WGER	8.634.001	8.329.930	7.649.116
SGER	5.775.111	3.811.675	4.693.798
HAFE	2.491.272	1.979.290	1.799.328
KMAI	8.179.830	7.673.486	7.669.447
SGET	739.720	1.835.430	2.329.022
HUEL	266.122	698.040	1.228.109
RAPS	5.302.036	3.941.877	4.533.862
NRRA	710.400	1.324.141	1.434.504
SOEL	283.904	764.280	422.284
FKAR	426.326	356.223	300.898
SKAR	5.463.565	5.087.128	4.769.441
ZRUE	9.549.511	8.810.286	8.444.913
GEMU	0	0	0
OBST	0	0	0
REBL	0	0	0
SHAN	0	0	0
SOPF	0	0	0
KLEE	1.527.514	1.354.018	1.131.007
LUZE	622.441	282.535	178.820
FEGR	5.267.977	4.724.161	4.903.986
SMAI	28.787.570	27.880.903	26.170.893
SHAC	909.916	400.042	179.942
WIES	86.951.153	91.394.351	89.605.462
WEID	26.724.150	22.905.629	18.679.312
HUTU	755.377	873.515	783.264
BRAC	0	0	0
FLST	0	0	0
MIKU			
ALTK			
AMMU			
KAUF			
KMAS			
FAUF			
FMAS			
BULL			
SAUH			
SMAS			
JUHE			
LEHE			
MAHH			
SOG			
SCHA			
SOTI			

Kompost [t]

Kompost	1991	1995	1999
WWEI	382	534	652
SWEI	13	6	40
ROGG	116	172	218
WGER	245	311	348
SGER	164	142	214
HAFE	71	74	82
KMAI	60	74	90
SGET	21	69	106
HUEL	8	26	56
RAPS	150	147	206
NRRA	20	49	65
SOEL	8	29	19
FKAR	4	4	5
SKAR	51	63	72
ZRUE	89	109	127
GEMU	16	17	31
OBST	11	25	18
REBL	17	22	26
SHAN	1	10	57
SOPF	18	8	10
KLEE	0	0	0
LUZE	0	0	0
FEGR	39	46	58
SMAI	211	269	308
SHAC	9	5	3
WIES	636	882	1.054
WEID	196	221	220
HUTU	21	33	36
BRAC	0	0	0
FLST	0	0	0
MIKU			
ALTK			
AMMU			
KAUF			
KMAS			
FAUF			
FMAS			
BULL			
SAUH			
SMAS			
JUHE			
LEHE			
MAHH			
SOG			
SCHA			
SOTI			

Klärschlamm [t]

K-Schlamm	1991	1995	1999
WWEI	222.058	280.041	219.582
SWEI	7.520	3.129	13.460
ROGG	67.334	90.260	73.288
WGER	142.165	163.091	117.201
SGER	95.092	74.628	71.919
HAFE	41.021	38.752	27.570
KMAI	34.794	38.812	30.357
SGET	12.180	35.936	35.686
HUEL	4.382	13.667	18.817
RAPS	87.302	77.178	69.468
NRRA	11.697	25.925	21.980
SOEL	4.675	14.964	6.470
FKAR	2.315	2.300	1.520
SKAR	29.668	32.847	24.100
ZRUE	51.856	56.887	42.673
GEMU	0	0	0
OBST	0	0	0
REBL	0	0	0
SHAN	0	0	0
SOPF	0	0	0
KLEE	0	0	0
LUZE	0	0	0
FEGR	0	0	0
SMAI	0	0	0
SHAC	4.941	2.583	909
WIES	0	0	0
WEID	0	0	0
HUTU	0	0	0
BRAC	0	0	0
FLST	0	0	0
MIKU			
ALTK			
AMMU			
KAUF			
KMAS			
FAUF			
FMAS			
BULL			
SAUH			
SMAS			
JUHE			
LEHE			
MAHH			
SOG			
SCHA			
SOTI			

Grenzüberschreitende Abfallverbringung [t]

Tierfäkalien	1991	1995	1999
WWEI	13.122	14.114	14.000
SWEI	444	158	858
ROGG	3.979	4.549	4.673
WGER	8.401	8.220	7.473
SGER	5.619	3.761	4.585
HAFE	2.424	1.953	1.758
KMAI	2.056	1.956	1.936
SGET	720	1.811	2.275
HUEL	259	689	1.200
RAPS	5.159	3.890	4.429
NRRA	691	1.307	1.401
SOEL	276	754	413
FKAR	137	116	97
SKAR	1.753	1.656	1.537
ZRUE	3.064	2.867	2.721
GEMU	535	443	670
OBST	366	673	395
REBL	570	579	549
SHAN	44	252	1.219
SOPF	616	206	214
KLEE	0	0	0
LUZE	0	0	0
FEGR	1.324	1.204	1.238
SMAI	7.236	7.107	6.605
SHAC	292	130	58
WIES	21.856	23.298	22.614
WEID	6.717	5.839	4.714
HUTU	735	862	765
BRAC	0	0	0
FLST	0	0	0
MIKU			
ALTK			
AMMU			
KAUF			
KMAS			
FAUF			
FMAS			
BULL			
SAUH			
SMAS			
JUHE			
LEHE			
MAHH			
SOG			
SCHA			
SOTI			

Erntemengen [Mio. t]

Menge	1991	1995	1999
WWEI	15.677.322	17.291.985	18.972.909
SWEI	434.130	150.929	928.082
ROGG	3.313.040	4.037.458	4.602.497
WGER	9.321.016	8.466.646	8.758.692
SGER	4.807.378	3.026.734	4.147.813
HAFE	2.101.001	1.574.454	1.566.087
KMAI	2.587.500	2.586.930	3.019.000
SGET	639.830	1.783.419	2.518.408
HUEL	162.612	361.111	694.500
RAPS	2.809.307	1.943.360	2.837.813
NRRA	376.409	652.806	888.338
SOEL	125.967	293.187	194.843
FKAR	593.897	592.674	543.483
SKAR	9.613.443	10.359.710	10.909.494
ZRUE	27.077.311	25.441.363	27.254.482
GEMU	2.635.650	2.125.550	2.635.650
OBST	1.330.700	791.300	1.330.700
REBL	12.286.000	8.510.000	12.286.000
SHAN	39.074	40.965	39.074
SOPF	1.000.000	1.000.000	1.000.000
KLEE	5.418.180	4.996.882	4.119.345
LUZE	2.207.835	1.042.668	651.299
FEGR	17.109.047	7.931.432	15.156.268
SMAI	19.060.674	16.967.479	17.928.478
SHAC	5.285.700	2.192.625	1.061.665
WIES	79.675.352	87.131.369	84.309.787
WEID	20.809.904	14.031.699	15.186.900
HUTU	402.437	1.152.258	387.691
BRAC	0	0	1.285.779
FLST	0	0	18.312.398
MIKU	27.765.521	26.831.894	27.121.978
ALTK	413.080	435.538	237.655
AMMU	219.220	480.115	582.928
KAUF	5.794.081	3.792.350	3.557.074
KMAS	911.177	503.398	560.825
FAUF	2.102.122	1.744.090	1.571.876
FMAS	1.219.019	620.740	790.564
BULL	1.124.295	848.934	683.467
SAUH	48.236.132	42.780.126	44.740.741
SMAS	3.698.216	3.539.163	3.754.113
JUHE	39.476.774	33.714.481	37.670.447
LEHE	691.191	816.980	828.000
MAHH	365.187	389.227	470.987
SOG	176.668	255.545	286.418
SCHA	87.064	67.013	70.946
SOTI	399.393	478.482	445.259

