

Der Open-Access-Publikationsserver der ZBW – Leibniz-Informationzentrum Wirtschaft  
*The Open Access Publication Server of the ZBW – Leibniz Information Centre for Economics*

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

## Working Paper

# Berichtsmodul 'Landwirtschaft und Umwelt' in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen: Konzept und beispielhafte Darstellung erster Ergebnisse

Arbeitsberichte des Bereichs Agrarökonomie, No. 01/2004

## Provided in cooperation with:

Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) - Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei

Suggested citation: Schmidt, Thomas G.; Osterburg, Bernhard; Hoffmann-Müller, Regina; Seibel, Steffen (2004) : Berichtsmodul 'Landwirtschaft und Umwelt' in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen: Konzept und beispielhafte Darstellung erster Ergebnisse, Arbeitsberichte des Bereichs Agrarökonomie, No. 01/2004, urn:nbn:de:gbv:253-200909-zi034434-0 , <http://hdl.handle.net/10419/39393>

## Nutzungsbedingungen:

Die ZBW räumt Ihnen als Nutzerin/Nutzer das unentgeltliche, räumlich unbeschränkte und zeitlich auf die Dauer des Schutzrechts beschränkte einfache Recht ein, das ausgewählte Werk im Rahmen der unter

→ <http://www.econstor.eu/dspace/Nutzungsbedingungen> nachzulesenden vollständigen Nutzungsbedingungen zu vervielfältigen, mit denen die Nutzerin/der Nutzer sich durch die erste Nutzung einverstanden erklärt.

## Terms of use:

*The ZBW grants you, the user, the non-exclusive right to use the selected work free of charge, territorially unrestricted and within the time limit of the term of the property rights according to the terms specified at*

→ <http://www.econstor.eu/dspace/Nutzungsbedingungen>  
*By the first use of the selected work the user agrees and declares to comply with these terms of use.*

**Aus dem Institut für ländliche Räume**

**Thomas Schmidt  
Bernhard Osterburg**

**Berichtsmodul "Landwirtschaft und Umwelt" in den  
umweltökonomischen Gesamtrechnungen :  
Konzept und beispielhafte Darstellung erster Ergebnisse**

Manuskript, zu finden in [www.fal.de](http://www.fal.de)

**Braunschweig  
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)  
2004**

Institut für ländliche Räume



Statistisches Bundesamt



**Berichtsmodul „Landwirtschaft und Umwelt“  
in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen**  
- Konzept und beispielhafte Darstellung erster Ergebnisse -

**Thomas Schmidt, Bernhard Osterburg (FAL)**  
mit Textbeiträgen von Regina Hoffmann-Müller, Steffen Seibel (Statistisches  
Bundesamt)

**Arbeitsberichte des Bereichs Agrarökonomie**

**01/2004**

Braunschweig und Wiesbaden, im Mai 2004

Thomas Schmidt, Institut für ländliche Räume, FAL, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig,  
e-mail: [th.schmidt@fal.de](mailto:th.schmidt@fal.de)

Bernhard Osterburg, Institut für ländliche Räume, FAL, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig,  
e-mail: [bernhard.osterburg@fal.de](mailto:bernhard.osterburg@fal.de)

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

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

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Zum agrarpolitischen Hintergrund: Nachhaltige Entwicklung und die Integration von Umweltbelangen in die Agrarpolitik	1
1.2 Informationsbedarf und Informationslage über die Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft	3
<b>2 Einbettung eines Berichtsmoduls für Landwirtschaft und Umwelt in die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen und in die Indikatorendiskussion</b>	<b>9</b>
2.1 Ziele und Aufbau der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen	9
2.2 Zum Verhältnis von Gesamtrechnungsansätzen und Indikatorenansätzen	13
2.3 Ziele eines Berichtsmoduls zu Landwirtschaft und Umwelt in den UGR	14
<b>3 Beschreibung des Agrarsektormodells RAUMIS und seine Nutzung für die UGR</b>	<b>16</b>
<b>4 Die Bodennutzung nach Anbaufrüchten als zentrales Bezugselement und die verbundenen Klassifikationen</b>	<b>19</b>
<b>5 Aufbau des Berichtsmoduls und Inhalte des Forschungsprojekts</b>	<b>27</b>
<b>6 Ausgewählte Ergebnisse</b>	<b>32</b>
6.1 Ökonomische Daten nach Produktionsverfahren der Landwirtschaft (Modulbaustein 1)	32
6.2 Material und Energieflüsse nach landwirtschaftlichen Produktionsverfahren (Modulbaustein 2)	43
6.3 Bodennutzung (Modulbaustein 3)	53
<b>7 Weiteres Vorgehen im zweiten Projektabschnitt</b>	<b>69</b>
<b>8 Literaturverzeichnis</b>	<b>70</b>
<b>9 Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>74</b>
<b>10 Anhangsverzeichnis</b>	<b>75</b>

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
Abbildung 1: Themenbereiche der UGR	11
Abbildung 2: Struktur des Berichtsmoduls Landwirtschaft und Umwelt	27
Abbildung 3: Vorleistungseinsatz der Landwirtschaft (monetär) 1991-2001	33
Abbildung 4: Monetäre Vorleistungen für Getreide (PSM, Düngemittel, Energie) der Jahre 91/95/99	38
Abbildung 5: Vorleistungsausgaben für pflanzliche Verfahren	39
Abbildung 6: Zeitliche Entwicklung der Vorleistungsausgaben in der Tierproduktion	40
Abbildung 7: Zeitliche Entwicklung der Tierbestände (logarithmische Darstellung)	41
Abbildung 8: Intralandwirtschaftliche Vorleistungen für die Pflanzenproduktion 1999 (logarithmische Darstellung)	41
Abbildung 9: Intralandwirtschaftliche Vorleistungen für die Tierproduktion (logarithmische Darstellung)	42
Abbildung 10: Erntemengen, 1991-2001 (Frischmasse)	44
Abbildung 11: Ackerfläche zum Anbau nachwachsender Rohstoffe (1993-2002)	45
Abbildung 12: Biotische Rohstoffe insgesamt (1999)	49
Abbildung 13: Biotische Rohstoffe von Getreide in den Jahren 91/95/99	50
Abbildung 14: Nahrungs- und Futtermittel 1991, 1995, 1999 nach Fruchtarten	51
Abbildung 15: Erntemengen von nachwachsenden Rohstoffen	52
Abbildung 16: Ernterückstände 1991, 1995, 1999 nach Fruchtarten	52
Abbildung 17: Änderung der Intensität der Flächennutzung durch Neueinstufung einer häufigen Anbaufrucht (Weizen, von hoch → mittel)	56
Abbildung 18: Pflanzenschutzmitteleinsatz nach Behandlungsindizes je Fruchtart in den Jahren 91/95/99	60
Abbildung 19: Düngemittelausgaben pro Hektar nach Fruchtarten 91/95/99	60
Abbildung 20: Änderung der Flächennutzungsintensität nach vier Indikatoren zwischen 1991, 1995 und 1999	63
Abbildung 21: Intensitätsniveau der Fruchtarten 1991/95/99	64
Abbildung 22: Entwicklung der Flächennutzungsintensität landwirtschaftlicher Flächen in Deutschland insgesamt (1991/95/99)	66
Abbildung 23: Sensitivitätsanalyse für 1999	67

---

<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
Tabelle 1: Überleitungstabelle für die Klassifikationen von LGR, RAUMIS-Code, Agrarstrukturerhebung und Ökologische Flächenstichprobe (ÖFS)	21
Tabelle 2: Intralandwirtschaftliche Vorleistungsverflechtungen	36
Tabelle 3: Intralandwirtschaftlicher Vorleistungseinsatz 1999 aus der Pflanzenproduktion in die Tierproduktion [in 1.000 EURO]	43
Tabelle 4: Entwicklung von Intensitätsindikatoren	55
Tabelle 5: Berechnung des Intensitätsniveaus eines Pflanzenproduktionsverfahrens	57

## 1 Einleitung

### 1.1 Zum agrarpolitischen Hintergrund: Nachhaltige Entwicklung und die Integration von Umweltbelangen in die Agrarpolitik

Seit der Konferenz für Umwelt und Entwicklung (1992) in Rio de Janeiro und der Verabschiedung der Agenda 21 ist die „nachhaltige Entwicklung“ (sustainable development) zu einem zentralen Begriff nicht nur der internationalen, sondern auch der nationalen Umweltpolitik geworden. Mit der Erkenntnis, dass die Ressourcen in der Natur endlich sind, entstand „Nachhaltigkeit“ als eine Idee, um für Gerechtigkeit zwischen den Generationen von heute und morgen zu sorgen. Damit wird Umweltschutz in einen Bezugsrahmen gestellt, der ihn vom Begrenzungsfaktor zum Zielfaktor gesellschaftlicher Entwicklung werden lässt (SRU, 1996). Nachhaltige Entwicklung erfordert es, schonend mit der Umwelt umzugehen, so dass das Naturkapital über die Zeiten hinweg konstant erhalten bleibt, damit es auch in der Zukunft dauerhaft genutzt werden kann. Bezogen auf die Belange der Landwirtschaft wurde die internationale Staatengemeinschaft in der Agenda 21<sup>1</sup> zur „Förderung einer nachhaltigen Landwirtschaft und ländlichen Entwicklung“ aufgefordert.

Von der Idee des abstrakten und komplexen Begriffes der Nachhaltigkeit bis zur praktischen Umsetzung in der Politik ist es ein weiter Weg. Auf diesem Weg muss die Integration des Ansatzes in jeden einzelnen Politikbereich und die Abstimmung zwischen den Politikbereichen vorgenommen werden. Das Vorhaben wird umso schwieriger und konfliktreicher, als nach dem Drei-Säulen-Konzept der Nachhaltigkeit die ökonomische, ökologische und soziale Entwicklung gleichrangig zu berücksichtigen ist. Parallel zur Abstimmung zwischen diesen Säulen bedarf es konkreter Normen, Strategien und Maßnahmen, um die Idee der Nachhaltigkeit in den verschiedenen Sektoren in die Tat umsetzen zu können.

In der Folge von Rio wurden verstärkt Aktivitäten zur Integration von Umwelt und Nachhaltigkeitsstrategien in Sektorpolitiken entfaltet. Initiiert durch die Verträge von Maastricht (1992) und Amsterdam wurde insbesondere durch die Tagung des Europäischen Rats in Cardiff (1998) ein Prozess angestoßen, der eine verbesserte Berücksichtigung von Umweltbelangen in allen Politikbereichen der EU fordert (sog. Cardiff-Prozess). Während im Jahr 2002 mit der Lissabonner Strategie der EU das Hauptaugenmerk auf die wirtschaftliche und soziale Erneuerung gelegt worden war, wurde durch die „EU Strategie für eine Nachhaltige Entwicklung“ (Ratstagung in Göteborg 2001) explizit die Umwelt-

---

<sup>1</sup> Artikel 14



dimension als dritte Säule der Nachhaltigkeit ergänzt<sup>2</sup>. Weitere Impulse für die Integration von Umweltbelangen in die Agrarpolitik gehen von den Reformen der Agenda 2000 (Europäischer Rat 1999 in Berlin) zur Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) aus<sup>3</sup>. Ziel der Agrarpolitik ist generell eine stärkere Marktorientierung und eine Entkoppelung der öffentlichen Transfers an die Landwirtschaft von der Produktion. Heute beschäftigen sich auf der internationalen Ebene einerseits die OECD und andererseits die Gremien der Europäischen Union (Europäische Kommission, der Agrarrat, die Generaldirektionen für Landwirtschaft und für Umwelt, die Europäische Statistikbehörde Eurostat und die Europäische Umweltagentur) intensiv mit dem Thema Nachhaltigkeit und Landwirtschaft.

Die internationalen Aktivitäten, insbesondere die bei der EU, haben Konsequenzen für die nationale Agrarpolitik in Deutschland und deren Neuausrichtung. Das Landwirtschaftsministerium stellte im Jahr 2000 eine „Nachhaltigkeitsstrategie für die Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft“ mit der Formulierung von allgemeinen Zielen<sup>4</sup> zur Diskussion. Die Bundesregierung strebte darüber hinaus bei Gelegenheit der Zwischenbewertung zur Agenda 2000 (BMVEL, 2002) in Deutschland eine grundlegende Neuausrichtung und Reform auch der EU-Agrarpolitik (Agrarwende) in Richtung auf eine Integration von Umweltbelangen an: weg von der Finanzierung von Produktionsmengen hin zur Honorierung von verschiedenen Leistungen der Landwirtschaft (Multifunktionalität) hinsichtlich umweltschonender und nachhaltiger landwirtschaftlicher Produktionsweisen, der Erzeugung unbelasteter und gesunder Produkte und der Erhaltung der agrarischen Kulturlandschaft für Erholung, Tourismus und als Lebensraum von Fauna und Flora. Das jüngste Ergebnis dieser politischen Neuorientierung ist ein nationaler Gesetzentwurf zur Umsetzung der sog. Luxemburger Beschlüsse der EU von 2003, der bis August 2004 in deutsches Recht überführt werden soll<sup>5</sup> und im Januar 2005 in Kraft tritt.

---

<sup>2</sup> Hier verstanden als Förderung von Wirtschaftswachstum und sozialem Zusammenhalt ohne Schädigung der Umweltqualität.

<sup>3</sup> Sie sieht einen Abbau der produktbezogenen Preisstützung zugunsten von Direktzahlungen und Ausgleichszahlungen im Marktbereich vor, die an Umweltauflagen gebunden sind (1. Säule der GAP: Markt- und Preispolitik) sowie Maßnahmen der ländlichen Entwicklung und Förderung der Umwelt (2. Säule der GAP: Politik für ländliche Räume). Das Agrarabkommen (Luxemburger Beschlüsse, 2003) im Rahmen der WTO macht weitere Reformen der EU-Agrarpolitik erforderlich, da im Freihandel Subventionen der europäischen Landwirtschaft nur dann akzeptabel sind, wenn sie nachweislich zur Einhaltung von Umweltbelangen verwendet werden.

<sup>4</sup> U.a. Erhalt und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit, Schonung der endlichen Produktionsressourcen bzw. Ersatz durch Regenerative Ressourcen, Verbesserung der Effizienz des Ressourceneinsatzes, Vermeidung umweltbelastender Stoffverluste, Erhaltung biologischer Vielfalt.

<sup>5</sup> Die Kernelemente des EU-Agrarrats in den Luxemburger Beschlüssen von 2003 sind eine endgültige Entkopplung der Direktzahlungen von der Produktion (vom Erzeugnis auf den Erzeuger), die Bindung der Direktzahlungen an Standards im Umweltschutz, Tierschutz und Lebensmittelsicherheit (Cross Compliance) und die verbesserte Förderung des ländlichen Raumes durch Mittel aus gekürzten Direktzahlungen (obligatorische Modulation). Das EU-Recht gibt einen flexiblen Rahmen für die natio-

## 1.2 Informationsbedarf und Informationslage über die Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft

Um überprüfen zu können, inwieweit die agrar- und umweltpolitischen Ziele erreicht werden, sind ausreichende Informationen notwendig<sup>6</sup>. Mit der politischen Neuausrichtung der Agrarpolitik auf internationaler und nationaler Ebene geht also ein erhöhter Informationsbedarf nach entsprechenden Daten zum Gleichgewicht der sozialen, wirtschaftlichen und insbesondere auch der ökologischen Dimension der Nachhaltigkeitsstrategie einher.

Derartiger Informationsbedarf besteht hinsichtlich der Realisierung der gesamten Nachhaltigkeitsstrategie der EU. Anfang 2004 wurde erstmals ein entsprechender Prüfbericht vorgelegt, der sich mit den drei Schwerpunkten Integration der Umweltbelange in andere Politikbereiche, Implementation und Information befasst (KOM, 2003). Hier wird die Landwirtschaft als einer von vielen Bereichen (hinsichtlich ihres Beitrags zum Klimawandel oder zur Veränderung der Biologischen Vielfalt) gestreift. Über die allgemeine Überprüfung der Nachhaltigkeitsstrategie hinaus besteht Bedarf für differenzierte Prüfberichte zur Nachhaltigkeit in den einzelnen Politikbereichen wie z. B. der Landwirtschaft.

Ansätze zur Deckung des Informationsbedarfs zur internationalen und nationalen Agrarumweltpolitik konzentrieren sich bisher in der Regel auf die Konzeption von Indikatorensystemen. **Agrarumweltindikatorensysteme** befinden sich z. Zt. noch in der Entwicklungsphase. Langjährige Aktivitäten bei der OECD haben zu einem ersten Satz von Agrarumweltindikatoren geführt (KOM, 2002; OECD, 2001) und sollen bis Ende 2004 in einen umfassenden Bericht münden. Zunächst parallel und inzwischen in verstärkter gegenseitiger Abstimmung wird auch bei der EU eine Liste von Agrarumweltindikatoren erstellt (KOM, 2000b; KOM, 2001), deren Informationsbasis nach Möglichkeit die bereits bestehenden statistischen Daten der Mitgliedsländer bilden sollen; bis Ende 2004 ist auch hier ein Bericht über den Arbeitsstand der Indikatorenfindung und die Datenlage geplant. Die derzeit diskutierten 35 Agrarumweltindikatoren der EU (tatsächlich sind es mehr, da z.T. in mehrere Einzelindikatoren zerfallend) werden dem DPSR-Schema (Driving Forces, Pressure, State und Response) zugeordnet. Bis auf Ausnahmen wird erst nach Abschluss der internationalen Indikatorenentwicklung klar sein, welche Datenanforderungen und Berichtspflichten sich für die statistischen Ämter und Behörden der Länder ergeben. Auch nach einer ersten Festlegung sind dann weitere Anpassungen zu erwarten, so dass der Datenbedarf im Fluss bleiben wird.

---

nale Ausgestaltung. Ein deutscher Gesetzentwurf sieht u.a. eine Entkoppelung bei allen landwirtschaftlichen Produkten ab 2005 und einheitliche regionale Flächenprämien vor.

<sup>6</sup> Dazu muss die Art der erforderlichen Daten festliegen und es sollten möglichst gesellschaftlich abgestimmte Zielvorstellungen über das angestrebte Niveau der zu beobachtenden Parameter bestehen.

Aufgrund internationaler Vereinbarungen gibt es eine Reihe umweltrelevanter Auflagen, deren Nichteinhaltung mit Sanktionen oder Strafen belegt ist und über deren Einhaltung die Vertragspartner zu berichten haben. Nur für diese internationalen Berichtspflichten liegen Datenanforderungen bereits heute fest. Die Bundesregierung hat diverse Berichtspflichten an internationale Organisationen zu erfüllen, die sowohl ökonomische als auch ökologische Wirkungen wirtschaftlicher Aktivitäten zum Inhalt haben. Unter landwirtschaftlichen Gesichtspunkten gehören dazu die Landwirtschaftliche Gesamtrechnung (LGR), das Kyoto-Protokoll (bzw. Vorgaben der EU zu jährlichen Berichten über Treibhausgasemissionen), die NEC<sup>7</sup>-Richtlinie (RL 2001/81/EC, 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)<sup>8</sup>.

Als Folge der internationalen Entwicklung gibt es heute für die Mehrheit der EU-Mitgliedsstaaten auch nationale Strategien für eine nachhaltige Entwicklung, die mit Indikatoren und teilweise mit Zielwerten für diese Indikatoren arbeiten. Teilweise gehen die Indikatoren der internationalen Berichtspflichten in die nationalen Strategien ein. Die nationale **Nachhaltigkeitsstrategie für Deutschland** (Bundesregierung, 2002) nennt als einen von vier Schwerpunkten einer nachhaltigen Entwicklung die Strategie „Gesund produzieren – gesund ernähren“. Als Kern eines neuen Leitbildes der Land- und Ernährungswirtschaft wird eine qualitätsorientierte und umweltverträgliche Produktion entsprechend den Grundsätzen der nachhaltigen Entwicklung genannt, wobei der vorsorgende gesundheitliche Verbraucherschutz vorrangig ist. Im Blickpunkt stehen die Sicherheit und Qualität der Lebensmittel, die landwirtschaftlichen Produktionsprozesse (z. B. Intensivlandwirtschaft, Intensivtierhaltung versus Ökolandbau) und deren Auswirkungen auf Umwelt, Natur und Tiere sowie Fragen gesunder Ernährungsweisen und des Konsums. In diesem Kontext werden auch die Situation der ländlichen Räume - deren Probleme u.a. der Rückgang von Arbeitsplätzen oder die Nutzungskonkurrenz der Siedlungs- und Verkehrsfläche zu den landwirtschaftlichen Anbauflächen sind - und der Abbau handelsverzerrender und ökologisch kontraproduktiver Subventionen thematisiert. Transfers öffentlicher Gelder werden nur dann als akzeptabel betrachtet, wenn sie im gesamtgesellschaftlichen Interesse liegen.

---

<sup>7</sup> Richtlinie 2001/81/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2001 über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe.

<sup>8</sup> 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.

Die nationale Nachhaltigkeitsstrategie, die 2004 fortgeschrieben wird, nennt derzeit einen Indikator zu Ernährung, der zwei mit Zielwerten belegte **nationale Parameter mit direktem Bezug zur Landwirtschaft** umfasst, nämlich zum Stickstoffbilanzüberschuss und zum Anteil des Ökologischen Landbaus. Zu weiteren Indikatoren der Nachhaltigkeitsstrategie hat die Landwirtschaft einen **indirekten Bezug** als Verursacher oder Betroffener (zum Indikator Klimaschutz hinsichtlich der Emission von Treibhausgasen, zum Indikator Erneuerbare Energien hinsichtlich der Produktion energetisch nutzbarer Biomasse, zum Indikator Flächeninanspruchnahme hinsichtlich der Nutzungskonkurrenz mit anderen Nutzern, zum Indikator Artenvielfalt hinsichtlich der Arten des Agrarraumes oder zum Indikator Luftqualität hinsichtlich Emissionen von  $\text{NO}_x$  oder  $\text{NH}_3$ ). Für diese Indikatoren besteht eine nationale Berichtspflicht.

Die amtliche Statistik ist bei der Diskussion der Beziehung zwischen Landwirtschaft und Umwelt derzeit noch wenig präsent. In der nationalen Agrarstatistik ebenso wie im Rahmen des EU-Projektes LUCAS zeigen sich hierzu lediglich erste, aber noch unbefriedigende Ansätze. In der Agrarstatistik werden beispielsweise in der Bodennutzungserhebung seit 1999 Ökolandbaubetriebe erfasst, seit 2003 wenige weitere Merkmale hinsichtlich Flächenstilllegung, nicht bewirtschafteten Feldabgrenzungen und Prämien für Umwelleistungen. Im Projekt LUCAS werden in sehr beschränktem Umfang leicht zu erkennende landschaftsstrukturelle Umweltmerkmale mit beobachtet.

Ein Teilgebiet der amtlichen Statistik behandelt explizit die Interaktionen zwischen Ökonomie und Umwelt: die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) (zu Zielen und Aufbau s. Kapitel 2.1). Ihr zentrales Anliegen ist die Darstellung der Zusammenhänge zwischen der Wirtschaft (bzw. den Akteuren von Umweltbelastungen) und der Umwelt (als Akzeptor von Umweltbelastungen) für alle Bereiche der Wirtschaft und für alle betroffenen Umweltmedien und Ökosysteme. Von daher bietet sie auch einen geeigneten Rahmen, um die Zusammenhänge, die im Besonderen zwischen der Landwirtschaft und der Umwelt bestehen, aufzuzeigen und damit die Informationsbasis für die anstehenden Probleme im Agrarbereich zu erweitern.

Die Landwirtschaft ist deutlicher als andere Sektoren gleichermaßen **Verursacher (Akteur) und Betroffener (Akzeptor)** von Umweltbelastungen: die verschiedenen Aktivitäten der landwirtschaftlichen Produktionsbereiche in Pflanzenbau und Tierzucht haben Umweltbelastungen zur Folge, die nicht nur die Umwelt insgesamt (z. B. Grundwasser, Gewässer, Meere) beeinflussen können, sondern durch indirekte Belastungen (z. B. durch Emissionen auf das Klima) oder direkte Einwirkungen (z. B. auf den Boden) auf die eigenen Produktionsbedingungen zurückwirken und die Agrarlandschaft und die Agrarökosysteme beeinträchtigen. Daneben ist die Landwirtschaft natürlich auch von Belastungen betroffen, die sie nicht selbst verursacht hat, z. B. durch Depositionen aus Verkehrsabgasen.

In den UGR wurde die Landwirtschaft inhaltlich bisher vor allem im Hinblick auf die Umweltwirkungen und den Umweltzustand vertieft betrachtet, also unter der Perspektive des von Umweltbelastungen betroffenen **Akzeptors** und nicht als wirtschaftlicher Akteur. Eine Erklärung hierfür liefert die Tatsache, dass allein 52 % der Fläche Deutschlands Agrarlandschaften sind (bzw. 80 – 90 % auf die Land- und Forstwirtschaft insgesamt entfallen), die Landwirtschaft also den größten Flächenanspruch aller Wirtschaftsbereiche hat. Der Umweltzustand des Agrarraums wurde dabei methodisch sehr differenziert betrachtet, indem eine feine Untergliederung nach Agrarökosystemtypen vorgenommen wurde.

Im Hinblick auf ihre Rolle als Verursacher, d.h. als wirtschaftlicher **Akteur**, wird der Sektor Land- und Forstwirtschaft im System der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (zu dem die UGR kompatibel sind) bisher nur in zwei Bereiche untergliedert („Landwirtschaft, gewerbliche Jagd“ und „Forstwirtschaft“), verglichen mit einer Differenzierung nach 70 Produktionsbereichen für die Gesamtwirtschaft. Diese geringe Binnendifferenzierung der Landwirtschaft erklärt sich ökonomisch aus der Tatsache, dass der Wirtschaftszweig bezogen auf seinen Anteil an der Wertschöpfung oder an den Arbeitskräften gegenüber anderen Bereichen nur eine marginale Bedeutung hat<sup>9</sup>.

Zusammenfassend ist also ein zweifaches Darstellungsungleichgewicht zur Landwirtschaft in den UGR festzustellen, das sich einerseits auf den inhaltlichen Schwerpunkt (Umweltseite) und andererseits auf die methodische Differenzierung (stark auf der Akzeptor-/Umweltseite) bezieht. Die bisherigen Arbeiten zu Landwirtschaft und Umwelt in den UGR konzentrierten sich auf folgende Projekte:

Im Rahmen eines 1997 abgeschlossenen Forschungsprojekts (i.A. des Bundesforschungsministeriums) wurde ein Indikatorensystem für den Zustand der Umwelt in der Bundesrepublik Deutschland konzipiert (Radermacher et al., 1998). Ein umfassendes ökosystembezogenes Indikatorenset zur Beschreibung des Umweltzustands und ein Konzept zur Erhebung der erforderlichen Daten („Ökologische Flächenstichprobe“) wurden entwickelt und getestet. Die Methoden und Indikatoren wurden insbesondere für den landwirtschaftlich genutzten Raum ausgearbeitet. In einem bis Mitte 2001 reichenden Folgeprojekt des BMBF zu „Makroindikatoren des Umweltzustands“ (Statistisches Bundesamt, 2002e) wurden die Konzepte in Bereichen mit offenen Forschungsfragen weiter-

---

<sup>9</sup> Das angesprochene Missverhältnis wird in den UGR derzeit auch auf der internationalen Ebene noch nicht angegangen: während zu Bereichen wie Forst im Entwurf des neuen SEEA-Handbuchs der Vereinten Nationen (System for Integrated Environmental Economic Accounts) wenigstens einige weiterführende Kapitel (Vermögenskonten) bestehen, sind Zusammenhänge zwischen Landwirtschaft und Umwelt nur vereinzelt zu finden und nicht systematisch aufgearbeitet. Da die SEEA-Revision den bisherigen Fortschritt in den Ländern widerspiegelt, zeigt dies, dass auch auf internationaler Ebene hier ein erheblicher Forschungsbedarf besteht (z. B. auch bei Eurostat).

entwickelt und am Beispiel der Agrarökosysteme insbesondere um wenige zusätzlich aggregierte, zuverlässige und leicht verständliche Kenngrößen (Makroindikatoren) ergänzt. Derartige Makroindikatoren sind für die Kommunikation von Umweltzustandsinformationen in andere Politikbereiche und die Öffentlichkeit sowie für politische Entscheidungsprozesse erforderlich<sup>10</sup>. Die Konzepte der aufeinander aufbauenden Projekte zur Darstellung des Umweltzustands konnten bislang aufgrund fehlender Ressourcen nicht realisiert werden.

Neben den Arbeiten zur Beschreibung des Umweltzustands wurde das Thema Landwirtschaft in den UGR im Rahmen eines Projekts zur Bodengesamtrechnung behandelt (Statistisches Bundesamt, 2002d). Ziel des Projektes war es, differenzierte Aussagen über die Nachhaltigkeit der Bodennutzung zu erhalten. Differenziert meint im UGR-Kontext dabei die Untergliederung der betrachteten Umweltgröße - im Projekt die Bodennutzung - nach wirtschaftlichen Aktivitäten. Welches die geeignete Differenzierung nach wirtschaftlichen Aktivitäten ist, hängt von der jeweiligen Bodennutzungskategorie ab. Für die am intensivsten genutzte Kategorie - die „Siedlungs- und Verkehrsfläche“ - ist eine Untergliederung der Bodennutzung nach wirtschaftlichen Akteuren sinnvoll, d.h. eine anteilige Zurechnung zu den nutzenden Produktionsbereichen bzw. den privaten Haushalten. 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 Bodennutzungskategorie "Landwirtschaftsfläche" wäre dieses Vorgehen dagegen nicht hilfreich, da eine ausschließliche Zuordnung zum Produktionsbereich Landwirtschaft resultieren würde. Das Ziel einer Differenzierung nach wirtschaftlichen Aktivitäten wäre verfehlt. 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. Im Projekt wurde für die landwirtschaftlichen Flächen eine Methode zur qualitativen Einstufung der Flächennutzung nach ihrer Nutzungsintensität entwickelt und es wurden entsprechende Indikatoren vorgeschlagen<sup>11</sup>. Derartige Indikatoren stehen im Grundsatz für Umweltbelastungen (pressure), befinden sich aber auch im Übergangsbereich zur Umweltzustandsbeschreibung, da sie indirekt Rückschlüsse über den Zustand der betroffenen Ökosysteme zulassen.

---

<sup>10</sup> Eine Besonderheit des Projekts war, dass das generelle Vorgehen sowie die mit der Aggregation verbundenen Bewertungsfragen im Rahmen von Konsensfindungsrunden mit gesellschaftlichen Gruppen geklärt wurde.

<sup>11</sup> Diese Arbeiten sind Ausgangspunkt für eine Weiterentwicklung im Rahmen des vorliegenden Projekts.

Mit den eher am Umweltzustand orientierten Arbeiten wird das hohe Potenzial der Landwirtschaft als wirtschaftlicher Akteur noch nicht ausreichend reflektiert. Mit dem vorliegenden Forschungsprojekt wird der Anfang gemacht, im Rahmen der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen das bisher bestehende zweifache Darstellungsungleichgewicht zu beseitigen und ein differenziertes sektorales Berichtsmodul zum Thema Landwirtschaft und Umwelt aufzubauen (zu den Zielen des Berichtsmoduls siehe Kapitel 2.1, zum Aufbau Kapitel 5).

## 2 Einbettung eines Berichtsmoduls für Landwirtschaft und Umwelt in die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen und in die Indikatordiskussion

Das in den UGR aufzubauende Berichtsmodul zu Landwirtschaft und Umwelt wird dadurch gekennzeichnet sein, dass einer bereits bestehenden tiefen Gliederung der Umweltseite als Akzeptor eine ausreichend tiefe Differenzierung der Wirtschaftsseite als Akteur gegenübergestellt wird. Bezogen auf diese Differenzierung können die Zusammenhänge für umweltrelevante Größen dargestellt werden.

Ein Berichtsmodul zu 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 Indikatordiskussion anzureißen. Zuletzt werden die Ziele des geplanten Berichtsmoduls zu Landwirtschaft und Umwelt vorgestellt.

### 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 VGR 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**: „Driving Forces“ sind die wirtschaftlichen Aktivitäten als Auslöser von Umweltbelastungen; „Pressures“ sind die verschiedenartigen Umweltbelastungen, die ökonomisch u.a. als „Ströme“ von Material- und Energie dargestellt werden (wobei die Belastung der Umwelt sowohl in einer Entnahme aus der Umwelt in die Wirtschaft – z. B. von Rohstoffen -, aber auch in einer Abgabe aus der Wirtschaft in die Umwelt – z. B. als Emissionen - bestehen kann<sup>12</sup>), „State“ ist der aktuelle, ggf. aus den

---

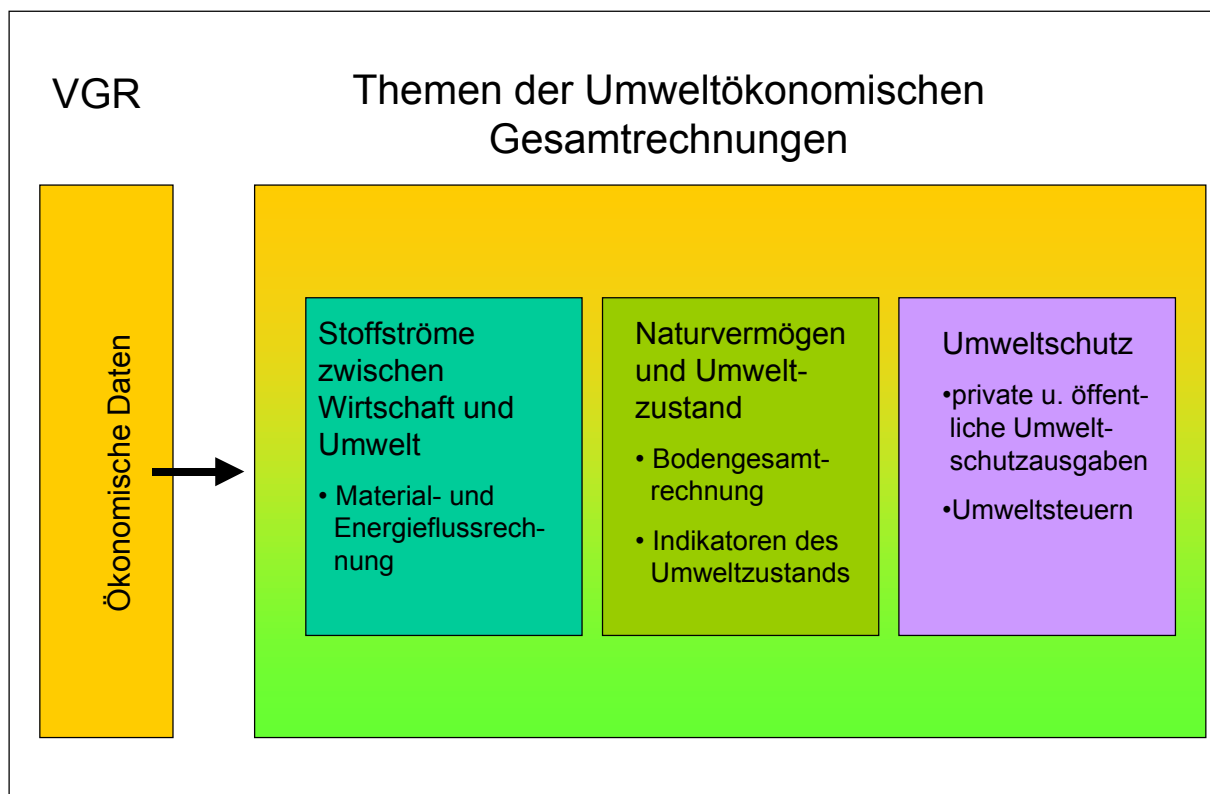
<sup>12</sup> Dabei werden nicht nur stoffliche (Schadstoffe), sondern auch strukturelle Belastungen (z. B. Boden-erosion, Vorkommen von Pflanzenarten, Tierarten und Biotoptypen).



Belastungen resultierende Umweltzustand (ökonomisch dargestellt als Bestände des Naturvermögens), und „Responses“ sind die gesellschaftlichen Antworten auf die Belastungen und den Zustand (z. B. Umweltschutzmaßnahmen). Dieser Erklärungszusammenhang steht hinter der Verwendung entsprechender Indikatoren für Driving Forces, Pressure, State oder Response.

Das Modell kann zum allgemeinen Verständnis als Hintergrund 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 (s.u.).

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 2 zeigt die Themenbereiche der UGR:

**Abbildung 1:** Themenbereiche der UGR

Statistisches Bundesamt  
Umweltökonomische Gesamtrechnungen 2004

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:

- Stoffströme zwischen Wirtschaft und Umwelt (ökonomisch eine „physische Stromrechnung“)

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 homo-

genen 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 ist die **Bodengesamtrechnung** der UGR. Hier werden Landflächen nach der Art ihrer Nutzung ausgewiesen (im Sinne von struktureller Belastung/ pressure) und nach ökonomischen Aktivitäten (Produktionsbereichen) differenziert. Aus der Nutzungsart kann auf Belastungen des Zustands geschlossen werden (Übergang von pressure zu state). Die Konten der Bodengesamtrechnung untergliedern die Flächennutzung nach rund 70 Produktionsbereichen (und die Landwirtschaftsfläche nach Nutzungsintensitäten).

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.

- Umweltschutz

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.

## 2.2 Zum Verhältnis von Gesamtrechnungsansätzen und Indikatorenansätzen

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 ("Interlinkages") 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.

- Gesamtrechnungsdatensätze 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 Gesamrechnungssysteme 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 Ziele eines Berichtsmoduls zu Landwirtschaft und Umwelt in den UGR

Der oben beschriebene Aufbau der UGR mit seiner Ausrichtung am DPSR-Schema und seiner Ausdifferenzierung in Strom- und Bestandskonten sowie in physische und in monetäre Konten orientiert sich stark an konzeptionellen bzw. methodischen Gesichtspunkten. Unter praktischen Nutzergesichtspunkten interessiert dagegen i.d.R. weniger die Frage, ob es sich um eine Stromgröße oder einen Bestand oder ob es sich um eine Belastungs- oder eine Zustandsinformation handelt. Vielmehr steht ein bestimmtes politisches Thema oder ein spezieller Sektor im Mittelpunkt des Interesses. Beispiele wären der Umweltbezug des Verkehrs, der privaten Haushalte oder eben der Landwirtschaft. Die UGR begegnen diesen Anforderungen durch den Aufbau sog. **sektoraler Berichtsmodule**, die einen bestimmten wirtschaftlichen Sektor und dessen Bezug zur Umwelt in den Mittelpunkt stellen (also Umwelt und Verkehr<sup>13</sup>, Umwelt und private Haushalte, Landwirtschaft und Umwelt) und für den jeweiligen Sektor die möglichst vollständige Bandbreite der UGR- sowie relevanten VGR-Konten abbilden. Die hierzu in den UGR ausgewählten Bereiche sind solche, die von der Politik als besonders bedeutsam angesehen werden. Sektorale Berichtsmodule sind konsistent in das Gesamtsystem eingebunden und geben die Möglichkeit, die Vorzüge einer integrierten Analyse auch bei der Betrachtung speziellerer Fragestellungen zu nutzen. Derartige Daten können vor allem für Analysen eingesetzt werden, die sich auf die aus dem Nachhaltigkeitsleitbild abgeleiteten Zielsetzungen beziehen und die auf der europäischen und der nationalen Ebene geforderte Integration von Umweltbelangen in die jeweiligen Sektorpolitiken unterstützen. Hier können die UGR – aufgrund des Systemcharakters und der konsistenten Verknüpfbarkeit ihrer

---

<sup>13</sup> Dieses Modul wurde bereits fertig gestellt und wird in den regelmäßigen UGR-Routinebetrieb übernommen.

Teile – einen wichtigen Beitrag leisten, der spezifische Vorteile gegenüber ad hoc aufgestellten Indikatorsystemen aufweist.

Ebenso wie das Thema Umwelt und Verkehr ist das **Thema Landwirtschaft und Umwelt** von herausgehobenem politischem Interesse im Zusammenhang mit Umwelt- und Nachhaltigkeitsfragen. Es wurde deshalb für eine vertiefende Bearbeitung in Form eines UGR-Berichtsmoduls ausgewählt. Wie bereits erläutert, wurde Landwirtschaft in den UGR bisher unter einseitigem Blickwinkel betrachtet. Das isolierte Hervorheben eines Aspektes im DPSR-Schema, hier der Umweltzustandsseite, reicht jedoch für die UGR nicht aus. Vielmehr muss die Verknüpfung zu den anderen Faktoren gesucht werden, die „Driving Forces“, „Pressures“ und „Responses“ abbilden. Dies erfolgt derzeit nur unvollständig und auf wenig befriedigende Weise nicht nur in den UGR, sondern auch in ökologisch orientierten Darstellungen<sup>14</sup>.

**Ziel des Berichtsmoduls** Landwirtschaft und Umwelt ist es, diese Defizite zu beheben. Im Einzelnen umfasst diese Aufgabe Folgendes:

1. Die bisherigen UGR-Darstellungen zur Landwirtschaft mit ihrer Akzeptorperspektive, d.h. mit ihrem Fokus auf den Umweltzustand bzw. physische Bestandskonten, muss ergänzt werden durch **Konten aus der Akteursperspektive** mit ökonomischen Daten der Landwirtschaft, Material- und Energieflüssen und Umweltschutzmaßnahmen; dadurch wird das inhaltliche Darstellungsungleichgewicht behoben.
2. Dabei muss der bereits vorliegenden tief gegliederten ökologischen Klassifikation eine adäquate **Klassifikation aus Verursacherperspektive** gegenüber gestellt werden, indem der Produktionsbereich Landwirtschaft weiter unterteilt wird, um das Darstellungsungleichgewicht bzgl. des Differenzierungsniveaus der Landwirtschaftsdaten zu beheben.
3. Schließlich sollten idealerweise die beiden Differenzierungen aus Verursachersicht und aus Akzeptorperspektive ineinander "überführbar" sein, um eine "echte" **Integration** über die gesamte Bandbreite des DPSR-Schemas zu erreichen.

Den ersten beiden Aspekten wird mit der Nutzung des Regionalisierten Agrar- und Umweltinformationssystems RAUMIS begegnet (s. Kapitel 3); bzgl. des dritten Aspekts bietet sich eine Differenzierung nach Anbaufrüchten als zentrales Integrationselement zwischen Verursacher- und Betroffenenperspektive an (s. Kapitel 4).

---

<sup>14</sup> Mit vereinzelt Angaben bzw. Studien zu den Pressures des Bereichs Landwirtschaft oder am Beispiel von Konsummustern im Ernährungsbereich und ihren Folgen für die Umwelt.

### 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 erscheint 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)<sup>15</sup> beteiligt waren (Henrichsmeyer et al., 1996a). 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 unterschiedlicher 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. intralandschaftliche 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.

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

---

<sup>15</sup> Die FAA wurde im Januar 2004 in die FAL, Institut für ländliche Räume, eingegliedert.

möglich ist, da die Produktionsverfahren geografisch und inhaltlich in direkter Abhängigkeit zueinander stehen.

Es gibt mithin eine Reihe von **Gründen**, die RAUMIS für einen Einsatz im Projekt als gut geeignet erscheinen lassen:

- 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, 1999a). 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 1991/95/99. Als Agrar-Umweltindikatoren sind Nährstoffbilanzierungen, Schadgasemissionen, Arten- und Biotopschutzindikator sowie Kennzahlen zum Viehbesatz und zur Struktur der Flächennutzung bereits implementiert. Mit diesem Rechnungssystem lassen sich zurückliegende Entwicklungen im Agrarsektor in hoher regionaler Auflösung analysieren.



Bisher wurden 'SPEL'<sup>16</sup>-Daten von EUROSTAT/Uni 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.

---

<sup>16</sup> Sektorales Produktions- und Einkommensmodell der Landwirtschaft (Henrichsmeyer et al., 1996b).

## 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 determiniert<sup>17</sup>. 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 den 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)<sup>18</sup> festgelegt. Die Tatsache, dass auch in der Biotoptypengliederung der Ökologischen Flächenstichprobe (ÖFS) Ackerland beispielsweise nach Anbaufrüchten untergliedert ist, verdeutlicht dies trefflich. Auch der Versuch, im Rahmen der Bodengesamtrechnung Intensitätsstufen der Landwirtschaft wesentlich an der Anbaufrucht bzw. Art der Bodennutzung festzumachen, weist in diese Richtung.

---

<sup>17</sup> „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.

<sup>18</sup> Zumindest auf einer hohen Aggregationsebene (Hauptökosystemtypen der ÖFS).

Nimmt man als Referenz für eine ökologische Betrachtung die Ergebnisse aus der Umweltzustandsdarstellung in den bisherigen Projekten der UGR zu Umweltzustandsindikatoren (s. Kapitel 1.2), so verstärkt sich die hohe Bedeutung der Art der Bodennutzung/Ökosystemtypen aus ökologischer Sicht: an den Ökosystemtypen kann zunächst die reine Zustandsbetrachtung festgemacht werden (im Sinne von Indikatoren zu Struktur, Stoffen und Funktionalität). Gleichzeitig zeigt die dort vorgenommene Untergliederung in direkte<sup>19</sup> und mediale Belastungsindikatoren<sup>20</sup>, 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). Bei den medialen Belastungen ist dagegen zu differenzieren: diese sind zu einem (in der Regel kleineren) Teil von der Landwirtschaft verursacht (z. B. NO<sub>x</sub>-, 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: Die direkten Belastungsindikatoren lassen sich direkt an der Anbaufrucht/Art der Bodennutzung festmachen (Emission = Deposition). Hier besteht auch aus Umweltsicht die direkte Verknüpfung zwischen Betriebs- und Belegenheitsprinzip in der Landwirtschaftsstatistik (s. z. B. LUCAS). Bei den medialen Belastungsindikatoren muss die Verknüpfung mit dem Umweltzustand letztlich zu allen Produktionsbereichen, d.h. zur Material- und Energieflussrechnung insgesamt gesucht werden.

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 DPSR-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 und andererseits in Richtung Umwelt zu den Agrarökosystemen bzw. Biotoptypen der Agrarlandschaft. Tabelle 21 liefert die entsprechende Gegenüberstellung der Klassifikationen und zeigt, wie die Merkmale ineinander übergeleitet werden können.

---

<sup>19</sup> Direkte Belastungsindikatoren beziehen sich auf Eingriffe, die gezielt und direkt in einem Ökosystem vorgenommen werden (z. B. Düngung durch Handels- oder Wirtschaftsdünger).

<sup>20</sup> 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).

**Tabelle 1:** Überleitungstabelle für die Klassifikationen von LGR, RAUMIS-Code, Agrarstrukturerhebung und Ökologische Flächenstichprobe (ÖFS)**(PFLANZENPRODUKTION)**

LGR	RAUMIS	Agrarstatistik	ÖFS	
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 Rübensamen	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 KARTOFFEL N (einschl. Pflanzkartoffeln)	FKAR Frühkartoffeln	218 Kartoffel frühe	41210 Kartoffeln	
		SKAR Spätkartoffeln (mittel, spät)		219 Kartoffel mittelfrühe u. späte
				217 Industrie-, Futter- und Pflanzkartoffeln
02400 Zuckerrüben	ZRUE Zuckerrüben	220 Zuckerrüben	41220 Zuckerrüben	

## Fortsetzung Tabelle 1 (PFLANZENPRODUKTION)

LGR		RAUMIS		Agrarstatistik		ÖFS		
04100 Frischgemüse	GEMU	Gemüse, Erdbeeren u. Gartengewächse	223	Gemüse, Spargel, Erdbeeren im Wechselanbau mit landw. Kulturen	41440	Kohlarten		
						41450	Spinat/ Blattgemüse	
						41460	Wurzelgemüse	
						41470	Zwiebeln	
						41640	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	Intensivgehölzkulturen		
					74000	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 21 (PFLANZENPRODUKTION)

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

Fortsetzung Tabelle 21  
(TIERPRODUKTION)

LGR	RAUMIS		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 $\leq 6$ Monate)	107	Kälber ( <i>anteilig</i> )
	KMAS	Kälbermast (weibl. und männl. Käl- ber zur Mast bis zur Schlachtung)	107	Kälber ( <i>anteilig</i> )
	FAUF	Färsenaufzucht (aufgezogene Färsen; weibliche Zuchtrinder $> 6$ Monate)	109	Jungrinder weiblich 6 Monate - $\leq 1$ Jahr ( <i>ant.</i> )
			112	weibliche Nutz- und Zuchttiere 1-2 Jahre
			115	Nutz- und Zuchtfärsen 2 Jahre und älter
	FMAS	Färsenmast (aufgezogene Färsen; weibliche Mastrinder $> 6$ Monate)	109	Jungrinder weiblich 6 Monate - $\leq 1$ Jahr ( <i>an- teilig</i> )
			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 - $\leq 1$ 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 berück- sichtigt]
	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. Kü- ken)	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 21 (TIERPRODUKTION)

LGR	RAUMIS	Agrarstatistik
11400 Schafe und Ziegen	SCHA Schafhaltung (Zucht und Mast)	121 weibl. Schafe zur Zucht 122 Schafböcke 123 Hammel und übrige Schafe [120] [Lämmer – bei Mutter-schaften angerechnet]
12910 Rohwolle	WOLL Wolle	
11300 Einhufer 11900 Sonstige Tiere	SOTI Sonstige Tierproduktion (Pferde)	106 Pferde insg. (Pferde, Kleinpferde, Ponys)
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 Seidenraupenkons		
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 2 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 un-

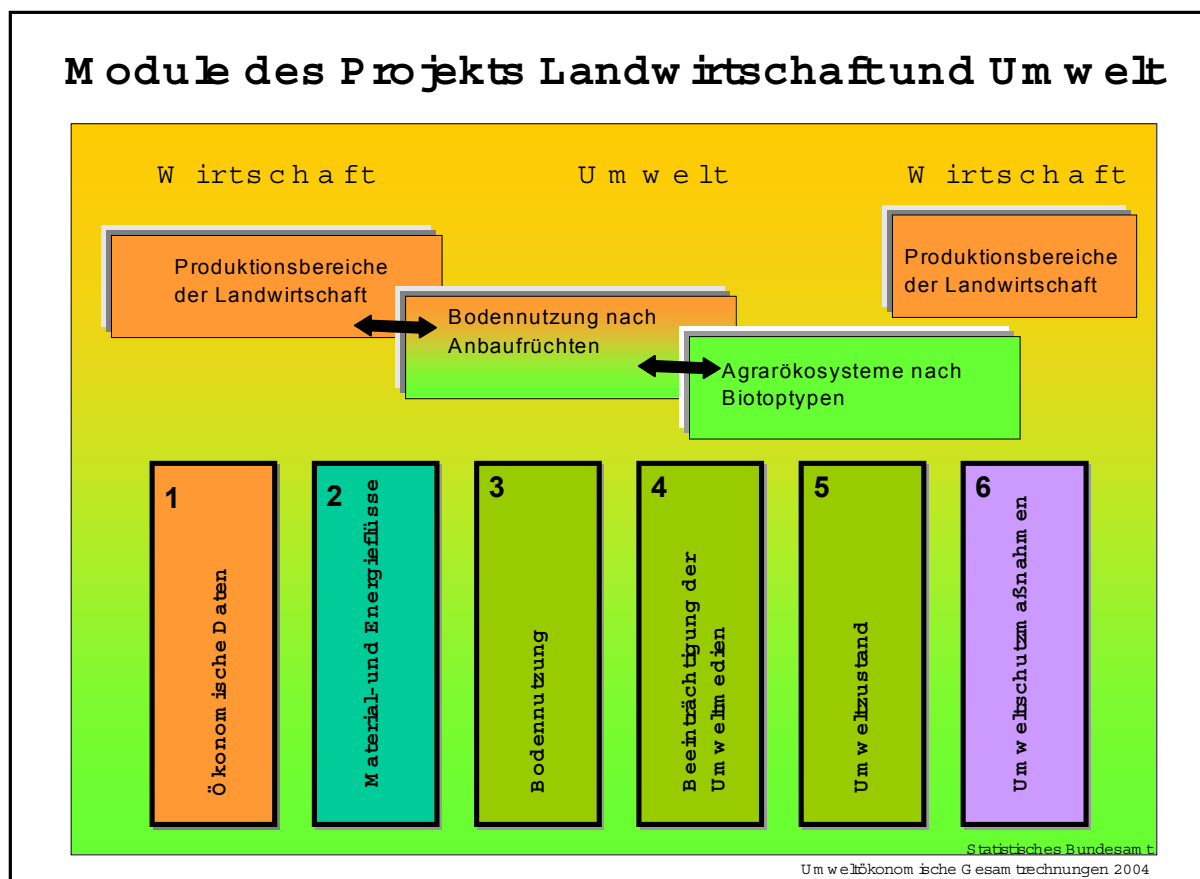


mittelbar einer Anbaufrucht zuzuordnen. Allerdings treten im Gegensatz zu den Pflanzenproduktionsverfahren die Tierproduktionsverfahren auch nicht gleichzeitig als Verursacher von Umweltbelastungen und als *direkt* Betroffene von Umweltbeeinträchtigungen auf; vielmehr wirkt sich ein veränderter Umweltzustand lediglich *mittelbar* über die von den Pflanzenproduktionsverfahren bezogenen Vorleistungen (z. B. Futter) auf die Tierproduktionsverfahren aus. Um dennoch auch die Tierproduktionsverfahren aus Akzeptorsicht, also als Betroffene, 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 auf den indirekt Betroffenen "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 Biotoptypen. 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 zur Deckung.

**Abbildung 2:** Struktur des Berichtsmoduls Landwirtschaft und Umwelt



Das Berichtsmodul besteht aus sechs verschiedenen Bausteinen. Sie umfassen (1) Ökonomischen 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 und die Anbindungsmöglichkeit und Nutzbarkeit für die VGR. Durch die neu zu schaffende ökonomische Differenzierung nach Produktionsverfahren 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:

- Produktionswerte,
- physische und, so weit vorhanden, monetäre Vorleistungen,
- produktionsbezogene Subventionen,
- Produktionssteuern,
- 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:

- Energieverbrauch (abgeleitet aus dem monetären Energieaufwand laut LGR und anderen Daten),
- Biotische Rohstoffe (d.h. geerntete Biomasse für Nahrungs- und Futtermittel, nachwachsende Rohstoffe und Ernterückstände),
- Luftemission Ammoniak,
- Ausbringung von Nährstoffen (Stickstoff, Phosphor, Kalium, Kalk) aus Mineraldünger (in Tonnen Nährstoff),
- Nährstoffbilanzen für Stickstoff, Phosphor und Kalium,
- Klärschlammasbringung,
- Wirtschaftsdünger.

Die Bausteine 3 bis 5 sind dem UGR – Themenbereich Naturvermögen und Umweltzustand zugeordnet (vgl. Abbildung 2). 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 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, in 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.

Im Grundsatz wird angestrebt, die Bausteine für jeden einzelnen Produktionsbereich 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.

Nur Teile des geplanten Berichtsmoduls werden durch das vorliegende **Forschungsprojekt** abgedeckt. Dieses Projekt, das von Dezember 2002 bis November 2004 im Institut für ländliche Räume bei der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (Braunschweig) bearbeitet wird, dient einerseits der Festlegung der geeigneten Differenzierungstiefe der Landwirtschaft nach Produktionsbereichen (basierend auf RAUMIS) und liefert andererseits die Daten für die Berichtsbausteine (1) Ökonomie, (2) Material- und Energieflüsse sowie (3) Bodennutzung. Im ersten Projektabschnitt (im Jahr 2003) wurden erste vorläufige Daten für die Berichtsjahre 1991, 1995 und 1999 ermittelt; im zweiten Projektabschnitt, unter Erweiterung der Konzepte, werden die Berechnungen für die Beispieljahre 2001 und 2003 ergänzt. Hinzu kommen ausgearbeitete Dokumentationen der Methoden und andere Projektaufgaben wie die Klärung des Nutzerbedarfs. Andere Teilmodule wie die zu Umweltschutzmassnahmen und Belastungen aus den Umweltmedien bleiben zunächst ausgespart, ebenso wie das konzeptionell bereits bearbeitete Teilmodul Umweltzustand, das wegen der ausstehenden Umsetzung der Ökologischen Flächenstichprobe noch nicht mit Daten befüllt werden kann.

Mit Abschluss des Projekts soll auch ein Konzept für die **routinemäßige Weiterführung** der Arbeiten vorliegen. 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.

Die hier **vorgelegte Veröffentlichung** ist, obwohl sie etwa nach der Halbzeit des Projekts erstellt wurde, kein üblicher Zwischenbericht. Die bis zum jetzigen Zeitpunkt errechneten Daten sind noch vorläufiger Natur; Anpassungen von Berechnungsroutinen und konzepti-

onelle Verfeinerungen werden noch zu Änderungen führen. Daher erscheint eine ausführliche Darstellung oder gar Interpretation als verfrüht. Stattdessen wurde aus jedem Baustein ein Thema ausgewählt, dessen Darstellungsform als Beispiel für die Darstellung aller anderen Themen gelten soll. Die Form der Darstellung ist als Prototyp für spätere umfassendere Berichte zu verstehen. Ausgewählt wurden die Themen Vorleistungsverflechtungen (aus dem Baustein Ökonomie), Biotische Rohstoffe (aus dem Baustein Material- und Energieflussrechnungen) und Nutzungsintensität der Landwirtschaft (aus dem Baustein Bodennutzung).

Die folgenden Kapitel (6.1 und 6.2) sind so aufgebaut, dass eingangs allgemeine Angaben zu Sachverhalt, Hintergründen und Definitionen geliefert und der Trend für den gesamten Sektor für die letzten Jahre grafisch dargestellt wird. 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.

Ein umfassender Endbericht mit allen Ergebnissen des Projekts soll in der ersten Jahreshälfte 2005 veröffentlicht werden.

## 6 Ausgewählte Ergebnisse

Die Ergebnisdarstellung erfolgt in diesem Arbeitsbericht für ausgewählte Themen der Modul-Bausteine 1 (Ökonomische Daten nach Produktionsverfahren) und 2 (Material- und Energieflüsse) sowie für Baustein 3 (Intensität der Flächennutzung). Für die Bausteine 1 und 2 wird jeweils ein Themenblock vorgestellt, der exemplarisch zeigt, welche Ergebnisdarstellung von dem UGR-Berichtsmodul 'Landwirtschaft und Umwelt' zu erwarten ist. Baustein 3 wird insgesamt dargestellt. Die angegebenen Zahlenwerte resultieren aus ersten Berechnungen einer noch nicht konsolidierten Version des RAUMIS-Modells und müssen daher als vorläufige Rechenergebnisse interpretiert werden, die in der zweiten Projektphase verifiziert und ggf. korrigiert werden.

### 6.1 Ökonomische Daten nach Produktionsverfahren der Landwirtschaft (Modulbaustein 1)

#### **Beispiel: 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 in seinen einzelnen Bestandteilen Vorleistungen, Subventionen, Steuern und Abgaben sowie Brutto- und Nettowertschöpfung gezeigt. Als zusätzliche ökonomische Größe thematisiert Modulbaustein 1 das Merkmal Beschäftigung. Alle Zahlen werden analog zur Landwirtschaftlichen Gesamtrechnung (LGR) nach Produktionsverfahren getrennt. Das folgende Kapitel beschreibt die **Vorleistungen** als ausgewählten Themenkomplex aus Baustein 1.

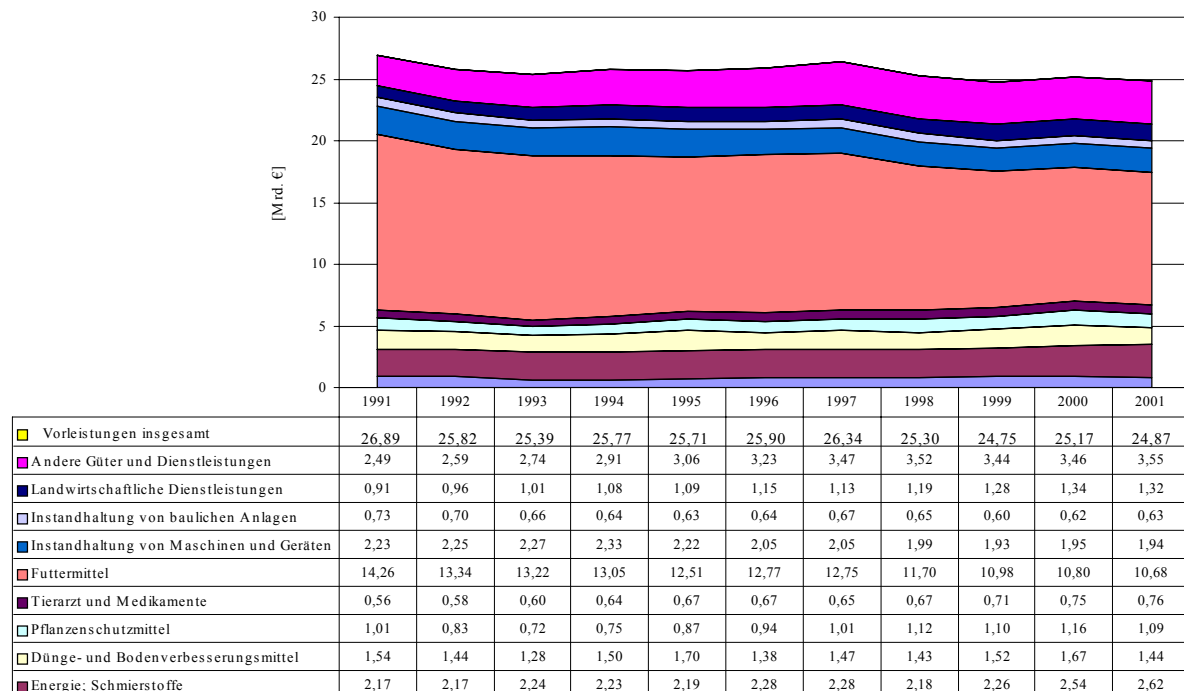
#### **Allgemeines, Definitionen, sektoraler Entwicklungstrend**

Vorleistungen sind physische Energie- und Materialflüsse bzw. monetäre Transfers zwischen den Sektoren oder intrasektoral-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, Bsp: 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 in den letzten zehn Jahren. Aus der LGR kann die

Entwicklung aller Vorleistungen, sowohl aus dem Agrarsektor (d.h. intralandschaftlich, 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 betragen 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 Futtermittelkäufe sind auf insgesamt zurückgehende Viehbestände zurückzuführen, während sich höhere Aufwendungen für Energie direkt von höheren Preisen für Strom und Treibstoffe ableiten lassen.

### Datenquellen und methodisches Vorgehen

Die Vorleistungen werden auf Grundlage der Produktionsumfänge, die sich aus den agrarstatistischen Erhebungsdaten ergeben, von Eingangsdaten der KTBL-Standarddeckungsbeitragstabellen (KTBL, 2002) und zusätzlichen Expertenschätzungen



geschätzt, beispielsweise zu typischen Futterrationalen in der Tierhaltung, Bedarfswerten für Inhaltstoffe wie Energie oder Protein in der Tierernährung oder standardisierte Düngedarfswerte im Pflanzenbau. Für die Schätzung plausibler Futterrationalen werden typische Futterrationalen in den verschiedenen Tierproduktionsverfahren, Bedarfswerte an Inhaltsstoffen, statistische Angaben zu Erträgen von Futterpflanzen (insbesondere Grünfütter 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 abgeschlossen<sup>21</sup>. Eine genaue Ausführung wichtiger Bereiche wie Dünge- und Futtermittel findet sich in (Henrichsmeyer et al., 1996a). Diese und weitere Bereiche werden als Teil der Methodendokumentation zusammengefasst (vorgesehen für 2. Projektabschnitt).

Für bestimmte Vorleistungen wie Energie und Düngemittel können Analysen auf der Grundlage von LANDDATA<sup>22</sup>-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 Inputbedarfsmethoden 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 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

---

<sup>21</sup> 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.

<sup>22</sup> Gesellschaft für Verarbeitung landwirtschaftlicher Daten mbH.

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 zu 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 sowie Realdaten aus dem Testbetriebsnetz 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 **intra-landwirtschaftlichen Vorleistungsverflechtungen** zwischen den Produktionsverfahren Pflanzenbau und Tierproduktion (physisch und monetär) innerhalb des Sektors erfassten Einzelpositionen zeigt Tabelle 3. Dabei müssen teilweise Aggregate aufgelöst werden, die faktisch keine direkte Zuweisung zulassen, jedoch näherungsweise geschätzt werden. So ist z. B. nicht nachweisbar, welches 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

<b>Aus der Pflanzenproduktion in die Tierproduktion:</b>		
<b>Produkt</b>	<b>Aggregat aus</b>	<b>Vorleistung für</b>
Futtergetreide (inkl. Stroh)	Winter- und Sommerweizen, Roggen, Wintergerste, Hafer, Körnermais, sons- tiges Getreide, Hülsenfrüchte	alle Tierarten
Hackfrüchte	Silomais, sonstige Hackfrüchte	Milchkühe, Altkühe, Ammen- und Mutterkühe, Kälber- und Färsenaufzucht, Kälber-, Färsen- und Bullenmast, Schafhaltung, sonstige Tierproduktion (Pferde)
Gras	Weiden (Weiden/Mähweiden)	
Heu / Grassilage	Wiesen Klee, Luzerne, Feldgras	
Rübenblatt	Zuckerrüben	
<b>Aus der Tierproduktion in die Pflanzenproduktion:</b>		
<b>Produkt</b>	<b>Aggregat aus</b>	<b>Vorleistung für</b>
organischer Dünger (Gülle, Jauche, Festmist)	a. Rind, Pferd, Schaf  b. Schwein, Geflügel	alle Pflanzenproduktionsverfah- ren, außer Obst und Gemüse, Rebland, sonstige Handelsge- wächse, sonstiger Pflanzenbau, Hutungen, Brache und Flächen- stilllegung
<b>Jungtieraustausch in der Tierproduktion:</b>		
<b>Produkt</b>	<b>Aggregat aus</b>	<b>Vorleistung für</b>
Ferkel und Kälber	keine Aggregate	Zucht- und Masttiere, Milchkühe
<b>Saatgutlieferung innerhalb der Pflanzenproduktion:</b>		
<b>Produkt</b>	<b>Aggregat aus</b>	<b>Vorleistung für</b>
Saatgut	keine Aggregate	dasselbe Produktionsverfahren

*Produkte*, die aus verschiedenen Produktionsverfahren aggregiert sind (*Aggregat aus*), dienen als **Transferverfahren**. D.h. sie können nicht 1:1 aus einem Produktionsverfahren einem anderen zugeordnet werden, sondern werden zunächst über verschiedene Verfahren aggregiert, um anschließend auf andere Verfahren zu disaggregieren. Ein typisches Beispiel hierfür ist das Transferverfahren 'organische 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 werden und der Konsistenzrahmen der LGR berücksichtigt wird.

In RAUMIS wird ein Bruttokonzept realisiert, das hinsichtlich der Herkunft der eingesetzten Vorleistungen sowohl den intralandschaftlichen und regionalen Wiedereinsatz von Zwischenprodukten innerhalb einzelner landwirtschaftlicher Betriebe (in RAUMIS werden 'Regionshöfe' auf Ebene der Landkreise abgebildet) als auch den intralandschaftlichen, 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 intralandschaftliche Transfer von Zwischenprodukten erfasst und abgebildet werden kann (= Bruttokonzept). Im Gegensatz dazu werden in der LGR (BMVEL, 2003c) 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. Die monetären Angaben für Vorleistungen erfolgen im Projekt nach jeweiligen Preise, 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.

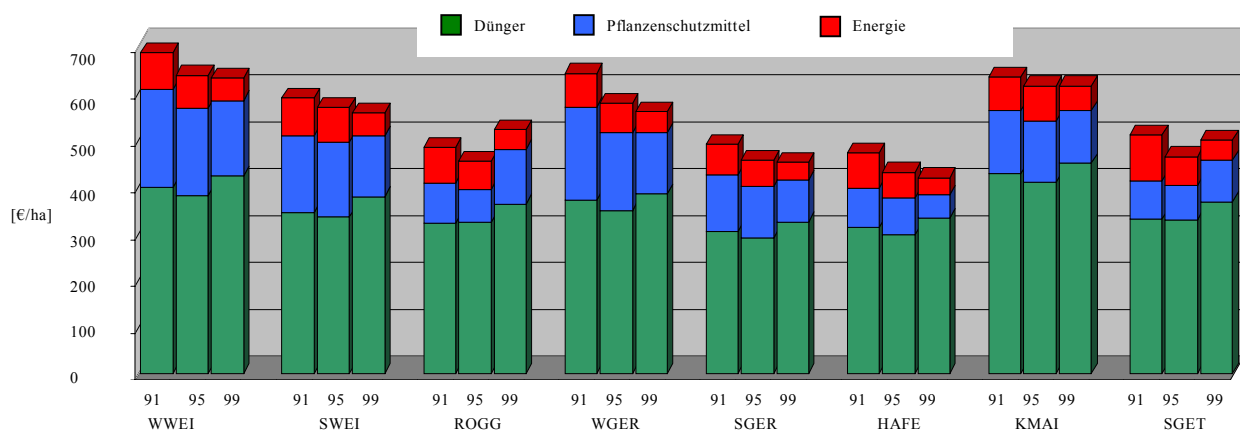
## Ergebnisse für die Berichtsjahre 1991, 1995, 1999

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 bleibt relativ konstant, bei jedoch steigenden Erträgen<sup>23</sup>. Dies bedeutet, dass die Vorleistungen insgesamt effektiver eingesetzt werden.

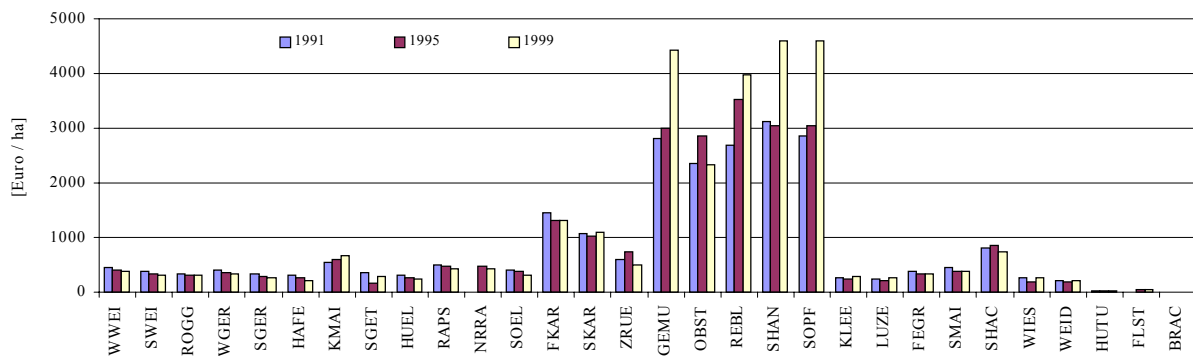
**Abbildung 4:** Monetäre Vorleistungen für Getreide (PSM, Düngemittel, Energie) der Jahre 91/95/99



<sup>23</sup> Die Getreiderträge stiegen von 1991 bis 1999 um ca. 12 %.

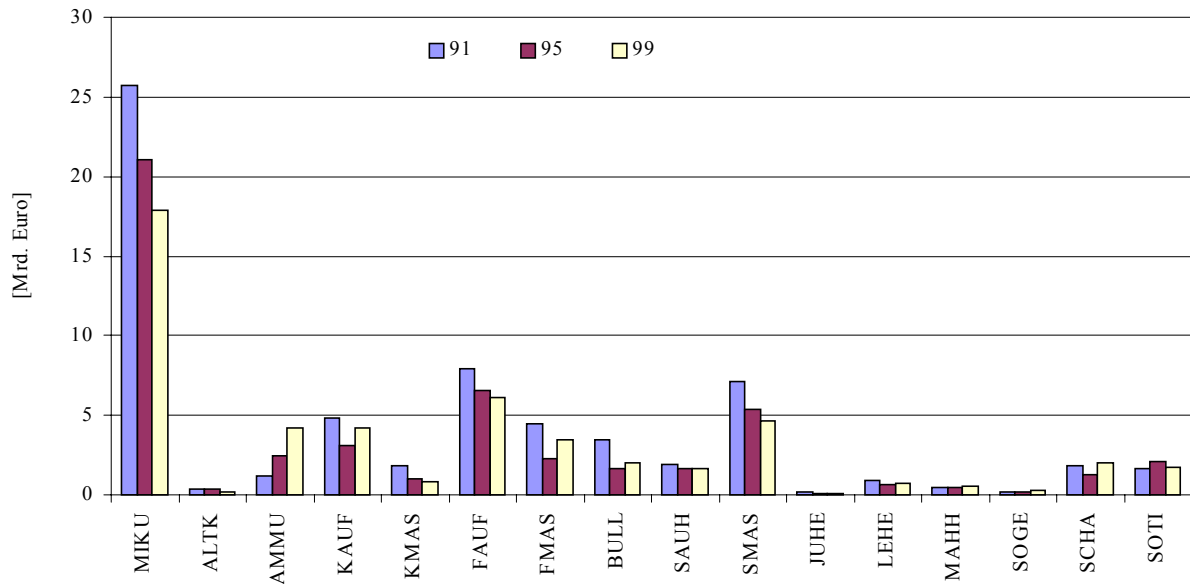
Bei dem **Gesamtergebnis für alle Vorleistungen** je Hektar bewirtschaftete Fläche (Abbildung 5) zeigt sich für die Mehrheit der Verfahren ein leichter Rückgang des monetären Vorleistungseinsatzes. Gemüse, Rebland, sonstige Handelsgewächse und sonstige Pflanzenproduktion weisen besonders hohe Vorleistungen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

**Abbildung 5:** Vorleistungsausgaben für pflanzliche Verfahren



Beschreibung der Abkürzungen im Anhang 1

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 19). Die Vorleistungsausgaben für **Pflanzenschutzmittel** korrelieren nur indirekt mit der Intensitätsberechnung in Kapitel 6.3 (Abbildung 18), 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.

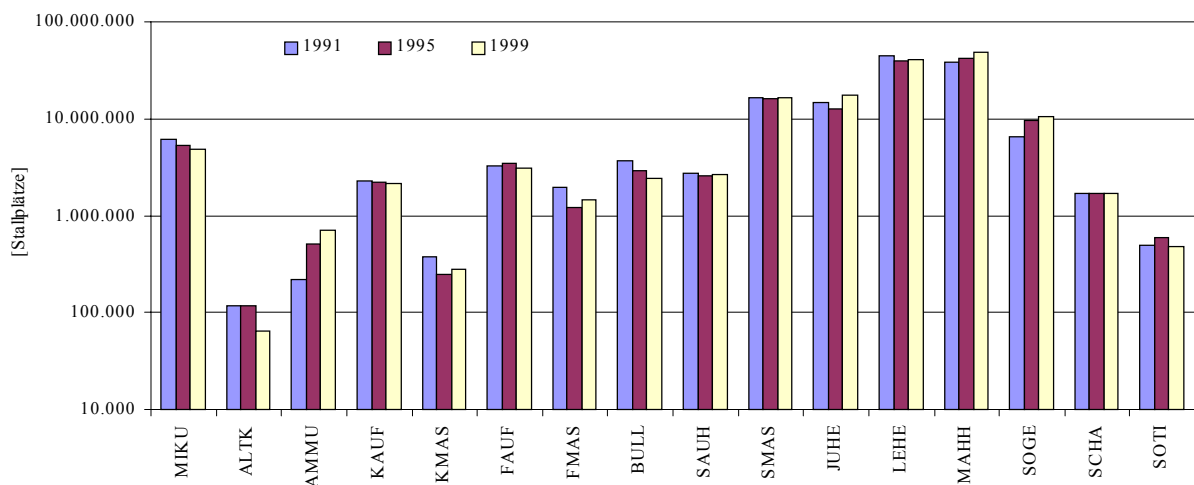
**Abbildung 6:** Zeitliche Entwicklung der Vorleistungsausgaben in der Tierproduktion

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.

Bei den Tierverfahren ist aufgrund zurückgehender Tierzahlen eine Abnahme des Vorleistungseinsatzes zu beobachten. Den weitaus größten Anteil am Vorleistungseinsatz bedingt die Milchproduktion, 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).

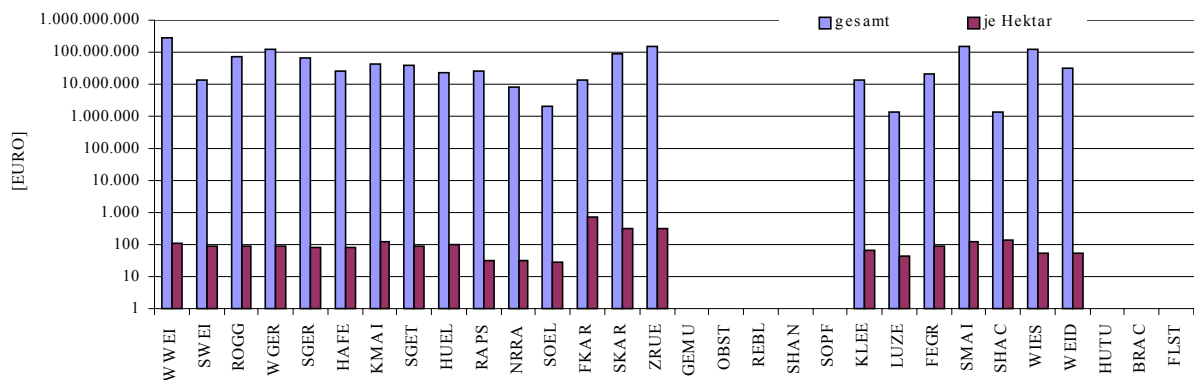
**Abbildung 7:** Zeitliche Entwicklung der Tierbestände (logarithmische Darstellung)



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 monetarisierten 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)

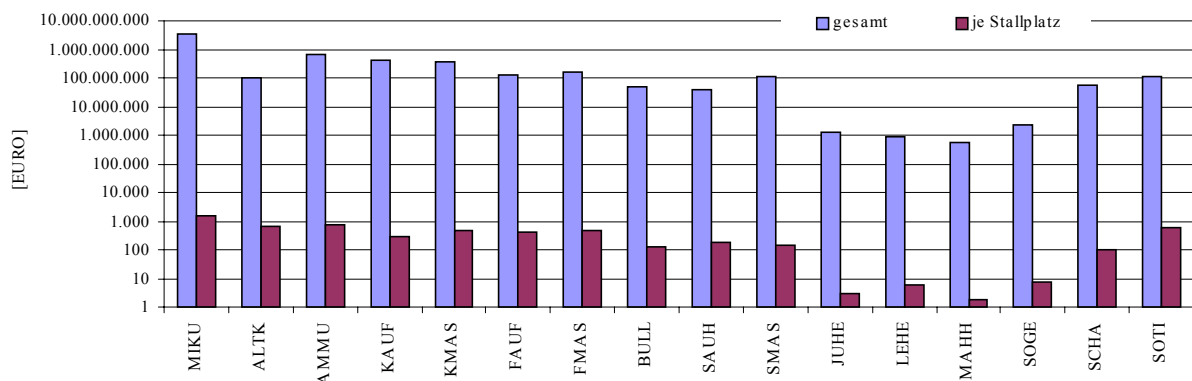


Die Hackfrüchte Kartoffeln und Zuckerrüben sowie Mais beanspruchen viel Nährstoffein-  
satz aus organischem Dünger und erhalten somit den höchsten Vorleistungseinsatz je  
Einheit, während Gemüse, Obst, Rebland, sonstige Handelsfrüchte, sonstige Pflanzenpro-  
duktion und Hutungen keine Vorleistungen 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 'Milchkuh' 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. Milchkuhen und deren spezifischer Vorleistungseinsatz von 1430 € 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:** Intralandschaftlicher 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	SOGE	SCHA	SOTI
<b>WWEI</b>	86.198	694	4.969	16.840	1.912	8.161	8.954	26.214	181.429	241.163	37.870	129.867	67.775	45.376	3.855	7.076
<b>SWEI</b>	4.273	34	284	921	106	439	451	1.288	8.866	11.791	1.853	6.348	3.314	2.216	195	424
<b>ROGG</b>	25.741	185	1.362	4.008	377	2.331	1.734	12.686	18.447	95.622	130	747	562	440	195	2.135
<b>WGER</b>	124.445	180	2.299	7.026	591	2.409	2.259	12.940	93.309	199.456	398	22.378	567	9.583	2.747	4.055
<b>SGER</b>	73.589	107	1.399	4.247	362	1.463	1.348	7.653	55.135	117.859	238	13.227	338	5.662	1.629	2.472
<b>HAFE</b>	30.647	50	996	4.721	142	912	1.734	751	6.192	71.051	77	348	239	882	6.564	1.323
<b>KMAI</b>	23.142	189	2.408	4.677	77	1.302	1.834	7.186	28.965	201.560	32	3.431	196	2.542	378	1.300
<b>SGET</b>	39.858	131	816	2.253	205	2.355	1.222	7.817	27.708	141.513	534	5.354	703	476	101	1.476
<b>HUEL</b>	80.176	1	2	355	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>ZRUE</b>	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0
<b>FEGR</b>	147.561	0	0	0	0	202	0	0	0	0	0	0	0	0	108	0
<b>SMAI</b>	71.641	1.921	2.507	56	0	22.373	6.169	99.688	0	0	0	0	0	0	92	1.633
<b>SHAC</b>	14.229	354	1.193	17	0	146	671	723	0	0	0	0	0	0	891	76
<b>WIES</b>	23.572	934	10.400	3.192	241	7.460	2.524	2.720	0	0	0	0	0	0	4.491	14.273
<b>WEID</b>	425.634	3.229	99.846	1.854	0	152.976	81.908	25.122	0	0	0	0	0	0	45.510	37.751
<b>EXGR</b>	17.507	694	7.724	2.371	179	5.540	1.874	2.020	0	0	0	0	0	0	3.336	10.601

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

### Beispiel: Biotische Rohstoffe

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. Dieser Arbeitsbericht enthält den ersten thematischen Bereich der Materialflussrechnungen, die 'biotischen Rohstoffe'. Alle weiteren Ergebnisse folgen im Projektendbericht.

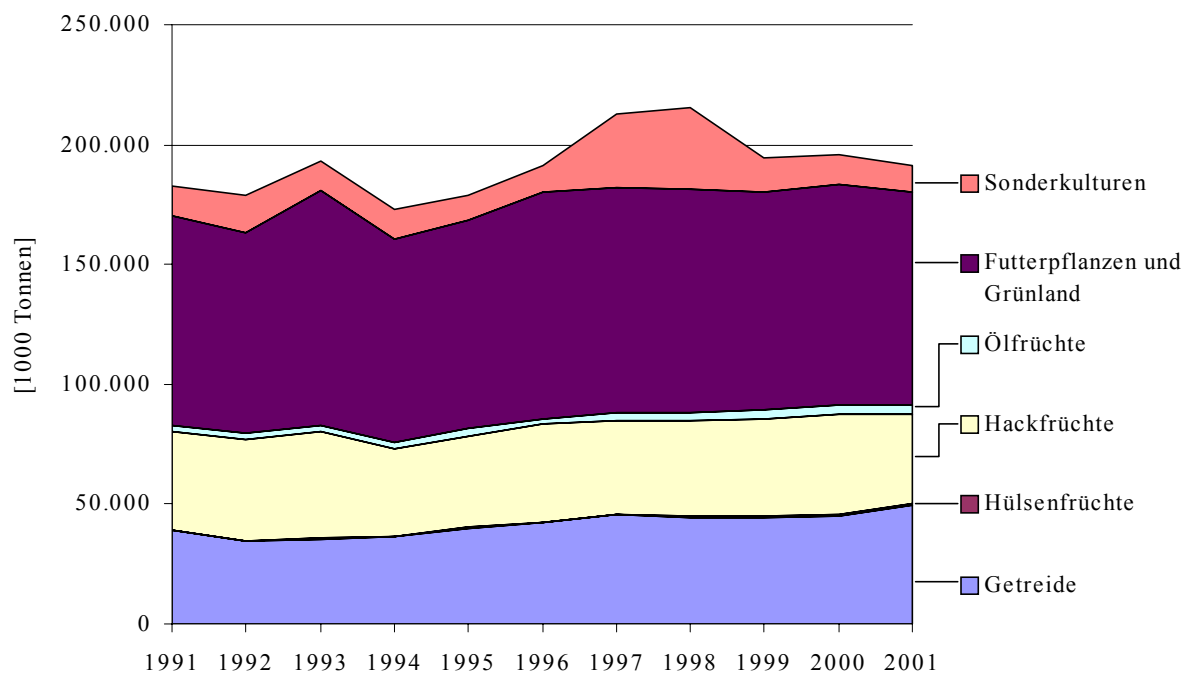
Als **biotische Rohstoffe** werden hier alle auf den Anbauflächen produzierten Pflanzen definiert, d.h. die gesamte oberirdische Biomasse und bei Wurzelfrüchten ebenso Knollen und Rüben. Es werden drei Kategorien hinsichtlich der Produktverwendung unterschieden:

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

### ***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. Beide Verwendungsmöglichkeiten werden zu etwa gleichen Teilen verbraucht. In den letzten Jahren ist die Produktion von Getreide kontinuierlich angestiegen (Abbildung 10) ebenso wie die Produktion von Hülsen- und Ölfrüchten, die jedoch nur einen sehr geringen Anteil an den gesamten Erntemengen ausmachen. Die Raufutterproduktion (Futterpflanzen und Grünland) bleibt trotz zurückgehender Tierbestände relativ stabil, was auf einen statischen Ansatz zur Berechnung dieser Mengen zurückzuführen ist.

**Abbildung 10:** Erntemengen, 1991-2001 (Frischmasse)



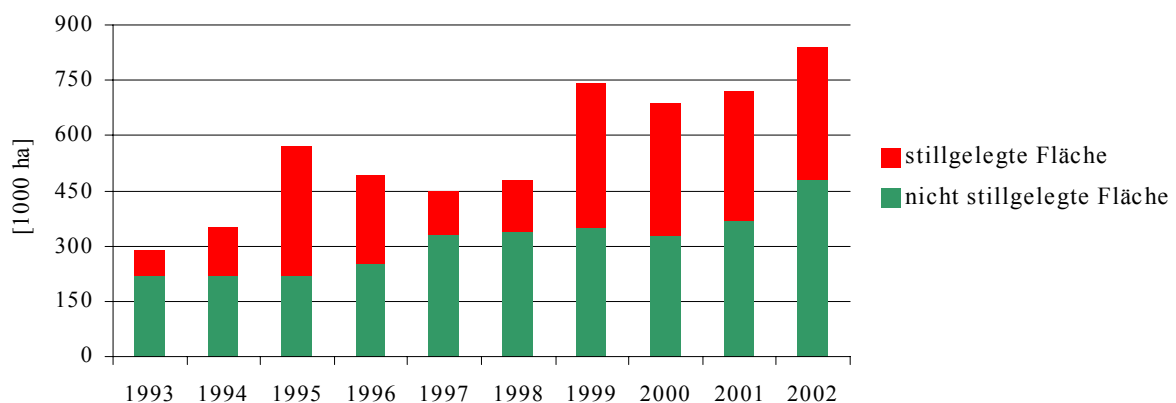
Quelle: BMVEL, Statistisches Jahrbuch (div. Jgg.)

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.

### *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 % 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 11):

**Abbildung 11:** 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. Der Anbau nachweislich zum überwiegenden Anteil industriell genutzter Pflanzen auf Stilllegungsflächen wurde nach der EU-Agrarreform 1992 erstmals in größerem Umfang etabliert. Eine Stilllegungsverpflichtung wurde im Rahmen der EU-Agrarreform 1993 (MacSharry-Reform) eingeführt und ist eine Bedingung zum Erhalt von Direktzahlungen. (In einem zukünftigen Abschnitt zum Thema Subventionen wird auf die Gestaltung der EU-Agrarpolitik näher eingegangen).

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 nach der Agenda 2000 (BMVEL, 2002b) beträgt 10 % der beihilfefähigen Ackerflächen und ist Voraussetzung für den Erhalt von Direktzahlungen im Ackerbau. Der Mindestsatz kann jährlich angepasst werden, um den von der EU vorgeschriebenen Gesamtumfang (zwischen 5 und 15 %) zu gewährleisten. 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 obligatorischen 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.

Im Rahmen der nationalen **Nachhaltigkeitsstrategie** der Bundesregierung wurde das Ziel definiert, den Anteil der erneuerbaren Energien auszubauen, um einerseits unabhängiger von den begrenzten 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, Fortschreibung der Nachhaltigkeitsstrategie, in Vorbereitung). 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.

## **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 Futtrationsschätzungen berechnet (Henrichsmeyer et al., 1996a).

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., 1996a), 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:  $[\text{Wert}(94/95)+\text{Wert}(95/96)]/2=\text{Wert}(95)$ . 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 belegt ist.

### ***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 jedoch nur auf Bundeslandebene vorliegen. Die weitest wichtige 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 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 4). Nach Abzug der verwerteten Menge Stroh und Rübenblatt resultieren die Ernterückstände, die auf dem Feld verbleiben.

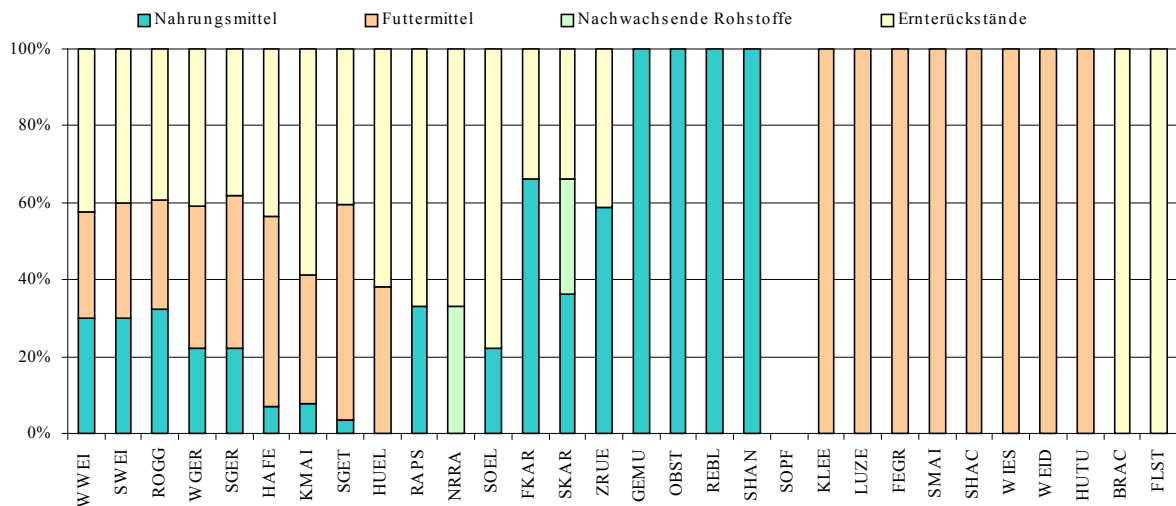
Die Ernterückstände werden als Residualgröße aus der produzierten und der verwerteten Menge berechnet. Somit wird die gesamte, nicht verwertete Biomasse dieser Kategorie zugeschrieben, also auch z. B. Grünmasse, die auf Feldern der Flächenstilllegung aufwächst und nicht abgeerntet wird.

## **Ergebnisse für die Berichtsjahre**

Die Übersicht in Abbildung 12 zeigt die physischen Mengen für das Jahr 1999 und verdeutlicht den Massenfluss innerhalb des Landwirtschaftssektors (Futtermittel) und in an-

dere Sektoren. Wegen hoher Ertragsmengen im Grünfutterbereich und bei Silomais wurde eine logarithmische Skalierung gewählt.

**Abbildung 12:** Biotische Rohstoffe insgesamt (1999)



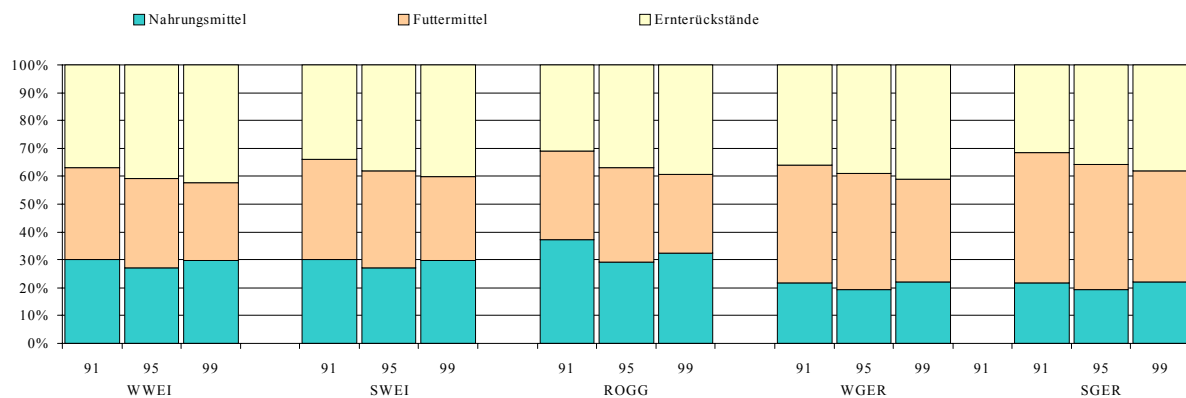
Beschreibung der Abkürzungen im Anhang 1

Der überwiegende Teil der Biomasse, die auf landwirtschaftlichen Flächen erzeugt wird, geht als intralandwirtschaftliche Vorleistung in die Tierproduktion, verbleibt also innerhalb des deutschen Agrarsektors (55 %). 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 Zuckerrübenenernte 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 12).



**Abbildung 13:** Biotische Rohstoffe von Getreide in den Jahren 91/95/99

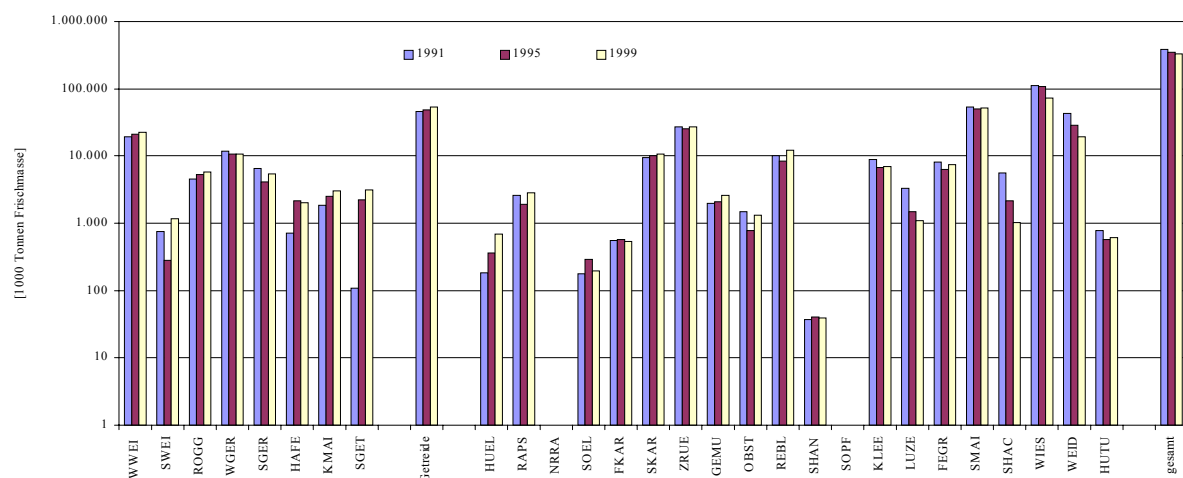


Die Anteile biotischer Rohstoffe von Getreide entwickelten sich in den 90er Jahren zugunsten von Ernterückständen (Abbildung 13), während der Gebrauch von Futtermitteln sowie Einstreustroh tendenziell zurück ging und die Lebensmittelproduktion in etwa gleiche Anteile behielt. Einen besonderen Einfluss hatte dabei der geringere Futtermittelbedarf im Jahr 1999, der zugunsten von Getreide für Lebensmittel ein schrumpfendes Segment darstellt. Gleichzeitig gingen die Getreideimporte von 4,4 Mio. t (1995) auf 3,6 Mio. t (1999) zurück.

**Nahrungs- und Futtermittel**

Die Abbildung 14 zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion zeigt ein sehr heterogenes Bild mit sehr großen und teilweise auch kleinen Mengen, weshalb eine logarithmierte Darstellungsweise gewählt wurde:

**Abbildung 14:** Nahrungs- und Futtermittel 1991, 1995, 1999 nach Fruchtarten



Beschreibung der Abkürzungen im Anhang 1

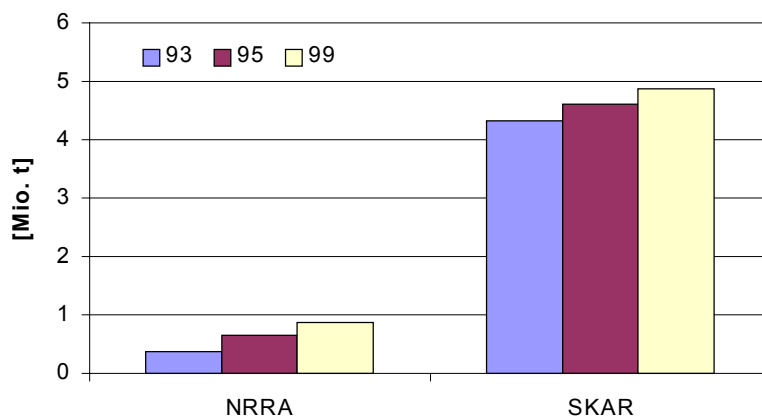
Während die Getreideproduktion einen leicht positiven Trend ausweist, ist die gesamte Nahrungs- und Futtermittelerzeugung um jeweils ca. 10 % rückläufig, was auf den Rückgang der Viehbestände und somit auf die reduzierte Grünfutterproduktion zurückzuführen ist. In Bezug auf die gesamten Erntemengen besteht eine Diskrepanz zwischen der Berechnung des BMVEL (Statistisches Jahrbuch div. Jgg., vgl. Abbildung 10) 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). 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 Erntemengen von NR-Raps und Kartoffeln zur Stärkeherstellung 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 15).

**Abbildung 15:** Erntemengen von nachwachsenden Rohstoffen

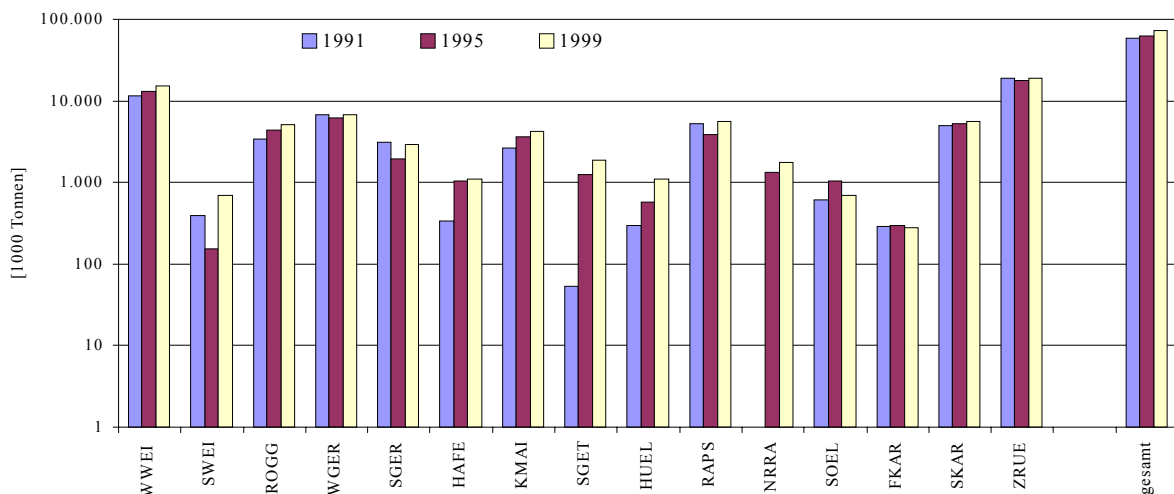


Obwohl der Rapsanbau mit ca. 370.000 ha (Wert '99) mehr Fläche beansprucht, als die Kartoffeln (ca. 125.000 ha), umfasst die Erntemenge von Raps nur rund ein Fünftel der Kartoffelernte, was auf die Ausweisung der Frischmasse zurückzuführen ist. Unter Berücksichtigung des weiterhin steigenden Trends (vgl. Abbildung 11) wird die Produktion nachwachsender Rohstoffe zunehmend an Bedeutung gewinnen.

### ***Ernterückstände***

Die Menge der Ernterückstände nach Fruchtarten (s. Abbildung 16) verändert sich proportional zum Ernteertrag und zur Nutzung der Nebenprodukte (Stroh und Rübenblatt).

**Abbildung 16:** Ernterückstände 1991, 1995, 1999 nach Fruchtarten



Beschreibung der Abkürzungen im Anhang 1

\*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.

## **6.3 Bodennutzung (Modulbaustein 3)**

### **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 /Themenbereiche der UGR, Kapitel 6.3). Im Berichtsmodul Landwirtschaft und Umwelt ist die Bestimmung der Intensität der landwirtschaftlichen Flächen-

nutzung das zentrale Thema des Bausteins (3) Bodennutzung (siehe Abbildung 2, Kapitel 5).

Wie in Kapitel 1.2 bereits angedeutet, werden in der Bodengesamtrechnung nach wirtschaftlichen Aktivitäten differenzierte Aussagen über die Bodennutzung und deren Nachhaltigkeit 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 km<sup>2</sup> aus. Die ressortspezifische Agrarstatistik (**Bodennutzungshaupterhebung**) weist die Landwirtschaftsfläche mit nur rund 173 000 km<sup>2</sup> 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 StBA (Statistisches Bundesamt, 2002d) 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 (2000) 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 4).

**Tabelle 4:** Entwicklung von Intensitätsindikatoren

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

\*Beim Pflanzenschutzmittelaufwand ist neben den monetären und physischen Einheiten besonders die Wirkstoffzusammensetzung relevant. Die absoluten Mengen sind Hilfsgrößen, die einer ersten Abschätzung dienen und bei genauerer Betrachtung interpretiert werden müssen.

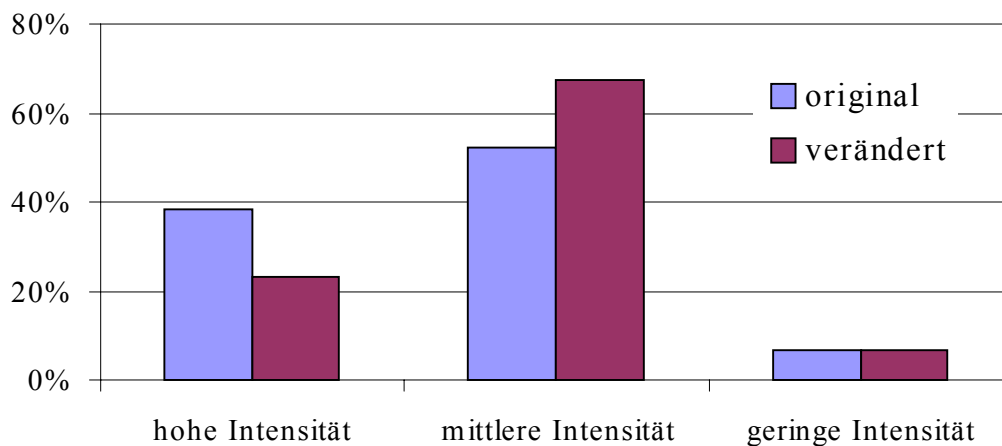
Quelle: Eigene Berechnungen nach Schäfer, Krack-Roberg u. Hoffmann-Müller (Statistisches Bundesamt, 2002d) hins. Intensitätsindex des StBA und eigene Berechnungen mit RAUMIS.

Während sich die Intensität nach der vorgeschlagenen dreistufigen Einteilung des StBA 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 Nut-

zungsintensität erfolgen, würde sich der Flächenanteil intensiver Fruchtarten von 38 auf 23 % verringern. Entsprechend würde die Flächennutzung mittlerer Intensität ansteigen (Abbildung 17). Die starken Effekte einer Neueinstufung von Verfahren mit größeren Flächenumfängen zeigen folglich die Grenzen dieses Bewertungsverfahrens auf.

**Abbildung 17:** Änderung der Intensität der Flächennutzung durch Neueinstufung einer häufigen Anbaufrucht (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 StBA

Die Beschreibung der Intensitätsentwicklung sollte zwischen der Veränderung der Flächennutzungskategorien (Anbaufrüchte), 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.

In Tabelle 5 sind die bereits von StBA (2002a) 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 5:** Berechnung des Intensitätsniveaus eines Pflanzenproduktionsverfahrens

Merkmal	Informationsquelle	Korrekturfaktor
Erosion	C-Faktor nach Schwertmann et al. (1987)	A
Bodenverdichtung	Feldarbeiten nach KTBL-Datensammlung (2001)	B
Pflanzenschutzmitteleinsatz	Behandlungsindex nach Roßmann et al. (2002)	C
Düngereinsatz	monetäre RAUMIS-Berechnungen	

Korrekturfaktoren aus Statistikangaben hergeleitet:

- A Zwischenfruchtanbau beeinflusst die Erosionsanfälligkeit der Ackerfläche.
- B Die Bodenverdichtung steigt analog zum Tierbesatz, weil die Ausbringung von Gülle und Festmist vermehrte Überfahrten bedingen.
- C Der Inlandsabsatz an Wirkstoffen in PSM spiegelt die Entwicklung in den 90er Jahren wider.

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-Faktor<sup>24</sup> 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 5. Das Mulchsaatverfahren und der **Zwischenfruchtanbau** vermindern die Erosionsgefahr durch Bodenbedeckung in der Phase zwischen den 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:

<sup>24</sup> Alle C-Faktoren wurden mit 100 multipliziert.



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

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 Kartoffelanbau<sup>25</sup> 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 (KTBL, 2001) 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 6 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.

---

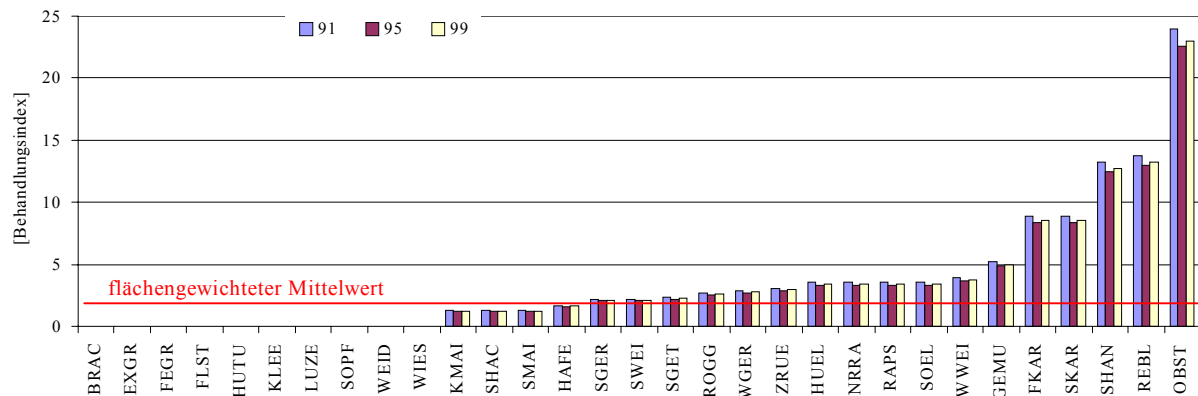
<sup>25</sup> Der C-Faktor für Zuckerrüben- und Maisanbau (4,8) wird in Schwertmann et al, (1987) ausgewiesen. Dieser Wert wird auf den Kartoffelanbau übertragen, da hierfür keine speziellen Untersuchungen vorliegen.

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 Experten überprüft werden. Eine **Neubewertung** wird dann vorgenommen, wenn sich einzelne Arbeitsgänge oder ein gesamtes Anbauverfahren grundlegend auf über 50 % der Anbaufläche ändert und daher eine Korrektur gerechtfertigt erscheint.

Der **Einsatz 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 et al., 2002; Roßberg, 2003)). 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 liegt zwischen 1,24 (Mais) und 28,01 (Apfel), (Liste der Behandlungsindizes siehe Anhang 7). Da die Erhebungen im Jahr 1999 zum ersten Mal 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 1999 erhalten den Faktor 1, entsprechend der Tabelle 3060700 im Statistischen Jahrbuch des BMVEL zum Inlandsabsatz liegen die Faktoren für '91 und '95 bei 1,04 bzw. 0,98. Dieser Bewertungsansatz ist vorläufig und sollte künftig noch durch eine Toxizitätsangabe ersetzt werden (siehe auch Kapitel 7: Weiteres Vorgehen im zweiten Projektabschnitt).

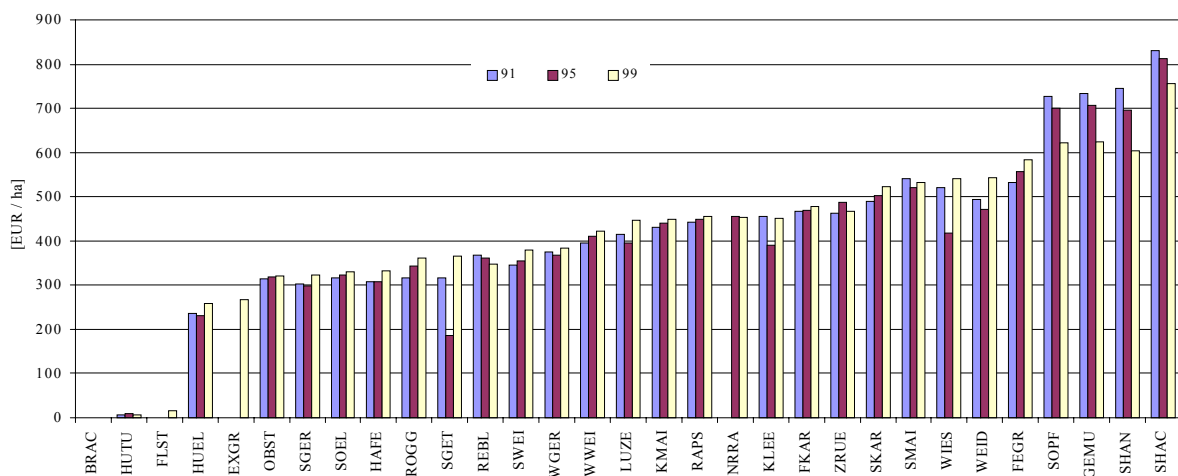
**Abbildung 18:** Pflanzenschutzmitteleinsatz nach Behandlungsindizes je Fruchtart in den Jahren 91/95/99



Das flächengewichtete Mittel der Behandlungsindizes liegt bei 2, d.h. alle Fruchtarten von Sommergerste (SGER) bis Obst bewirken eine Intensivierung der Landnutzung hinsichtlich des PSM-Einsatzes.

Die Bewertung des **Düngereinsatzes** erfolgt derzeit noch nach den monetären Werten der RAUMIS-Berechnungen für den gesamten Düngemittelausatz. Eine Bewertung nach dem fruchtartsspezifischen N-Einsatz wird derzeit noch geprüft. Die Düngemittelausgaben, inklusive des monetarisierten organischen Düngers in Mineraldüngeräquivalenten, weisen die in Abbildung 19 aufgeführten Mittelwerte auf:

**Abbildung 19:** Düngemittelausgaben 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. Während der Trend bei Gemüse und Sonderkulturen (Sonst. Handelsgewächse, Sonst. Pflanzenproduktion) und sonstigen Hackfrüchten rückläufig ist, steigen die Ausgaben (und damit auch der Mengeneinsatz) für die meisten Fruchtarten, was sich auf die Entwicklung der Erträge ausgewirkt hat; z. B. ist der Ertrag von Winterweizen von 1991 bis 1999 um 18 % gestiegen bei gleichzeitigem Anstieg der Ausgaben für Dünger um 7 % (nominale Preise). Insgesamt sind die Düngerausgaben von 1991 (1,54 Mrd. €) bis 1999 (1,52 Mrd. €) relativ stabil geblieben, während die Erntemengen<sup>26</sup> im selben Zeitraum um 33 % gestiegen sind. Dies deutet auf eine effizientere Ausnutzung des Düngereinsatzes (organisch und mineralisch) hin.

### 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 Düngemiteleinsatzes (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:

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

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.

<sup>26</sup> Alle Erntemengen in Getreideeinheiten umgerechnet.

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

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:

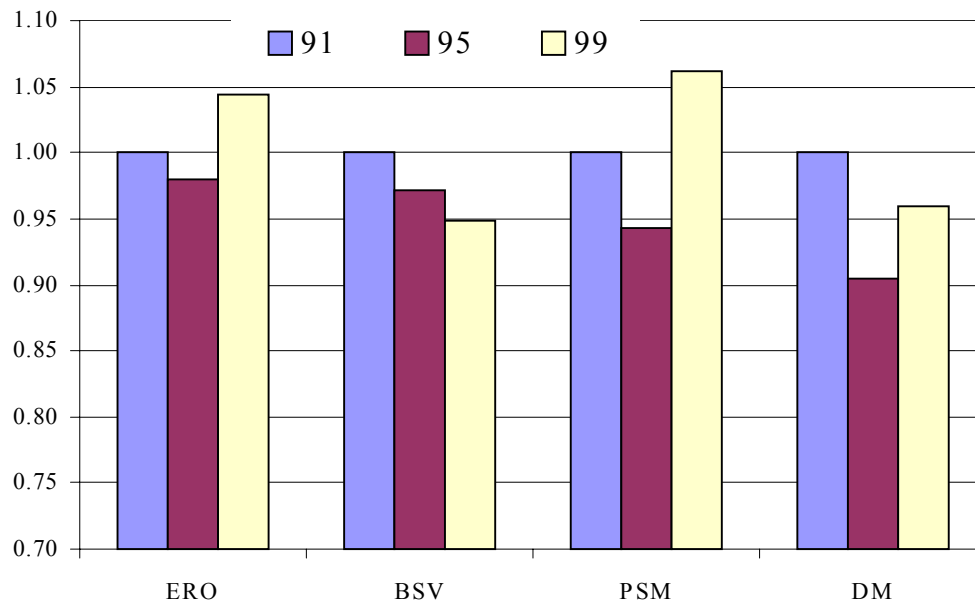
$$Z_i = \frac{\sum_{j=1}^m (N_{ij} \cdot f_j)}{\sum_{j=1}^m f_j} \quad (4)$$

wobei:

- $Z_i$  Intensität des Indikators (i) eines Jahres  
 $N_{ij}$  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 20):

**Abbildung 20:** Änderung der Flächennutzungsintensität nach vier Indikatoren zwischen 1991, 1995 und 1999



Das Erosionspotenzial (ERO) hat durch die Ausdehnung empfindlicherer Kulturarten und die Einschränkung des Zwischenfruchtanbaus zwischen 1991 und 1999 zugenommen. Die Bodenbelastung durch Bodenschadversichtung (BSV) hat vor allem durch den Rückgang der Tierbestände und dem damit einhergehenden Rückgang der Überfahrten zum Ausbringen von Flüssigmist abgenommen. Bei den (vorläufigen) Werten zu Pflanzenschutzmitteln (PSM) und Düngemitteln (DM) zeigt sich eine Extensivierungstendenz Mitte der 90er Jahre, die bis 1999 insgesamt ein Anstieg bei den Pflanzenschutzmitteln und ein Rückgang bei den Düngemitteln.

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:

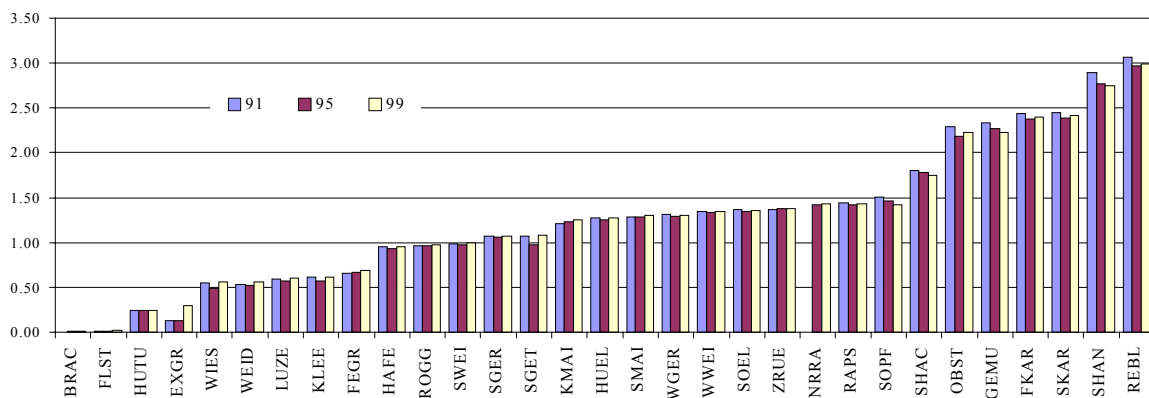
$M_j$  Intensitätsniveau einer Fruchtart (j)

$N_{ij}$  normierte Größe der Kulturart (j) für den Indikator (i)

n Anzahl der Indikatoren

Daraus ergibt sich die in Abbildung 21 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 21:** 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 1991 bei 1 liegt. Diese Normierung ermöglicht eine objektive Einschätzung bezüglich potenzieller Intensitätsveränderungen. Anhang 8 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<sub>j</sub> Intensitätsniveau einer Fruchtart (j)  
f<sub>j</sub> 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:

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

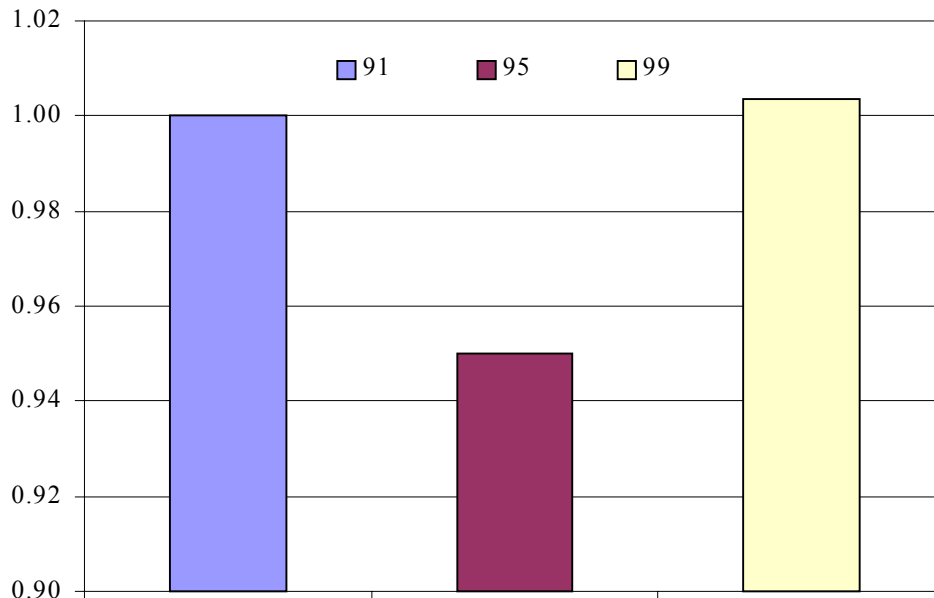
wobei:

- S Flächennutzungsintensität in Deutschland des Bezugsjahres  
Z<sub>i</sub> Intensität des Indikators (i) eines Jahres  
n Anzahl der Indikatoren

Die grafische Darstellung (Abbildung 22) verdeutlicht die relative Entwicklung der 90er Jahre:



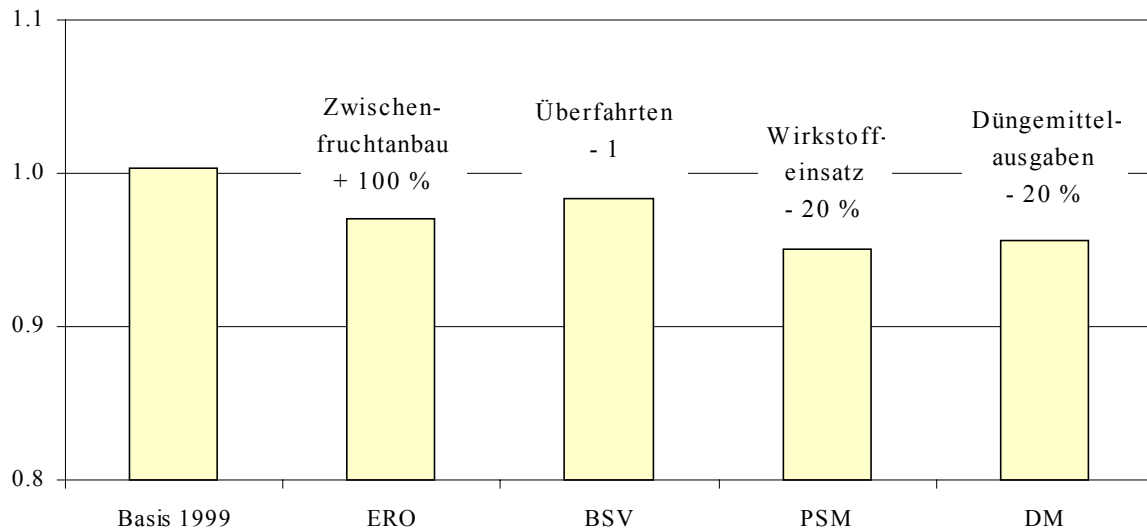
**Abbildung 22:** Entwicklung der Flächennutzungsintensität landwirtschaftlicher Flächen in Deutschland insgesamt (1991/95/99)



Dieser Ansatz bedingt für das Jahr 1991 einen flächengewichteten Mittelwert von 1. Aufgrund zurückgehender Intensitäten der 4 Indikatoren ist die Flächennutzung im Jahr 1995 extensiver (0,95). Der Gesamtindikator für 1999 zeigt wegen des Rückgangs des Zwischenfruchtanbaus und des erhöhten Einsatzes von Düngemitteln sowie Pflanzenschutzmitteln einen erneuten Anstieg der Landnutzungsintensität, der über das Niveau von 1991 hinausgeht (1,04).

### Sensitivitätsanalyse

Zur Abbildung der Sensitivität der Einflussgrößen und deren Potenziale zur Extensivierung der Flächennutzung wurden die Indikatoren einzeln variiert. Abbildung 23 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 23:** Sensitivitätsanalyse für 1999

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. Düngemittelausgaben 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 als eine Einheit 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.

## 7 Weiteres Vorgehen im zweiten Projektabschnitt

Im weiteren Projektverlauf soll die Ausarbeitung weiterer Teilbereiche der hier vorgestellten Bausteine erfolgen (s.a. Kapitel 5). Im Baustein 'Ökonomische Daten' wird die LGR mit Produktionswerten, Wertschöpfung, Steuern und Subventionen abgebildet. Neben der Entwicklung der Subventionszahlungen wird auch deren Wirkung auf den Agrarsektor untersucht. Zusätzlich werden Aussagen über den Arbeitseinsatz in den Produktionsverfahren der Landwirtschaft abgeleitet, die sich auf repräsentative Betriebsdaten (Buchführung der Testbetriebe; BMVEL, div. Jgg.) stützen.

Im Bereich 'Material- und Energieflüsse' folgen Aussagen zu Energieverbrauch, Nährstofftransfers inkl. Nährstoffbilanzen und Gasemissionen. Der zu bearbeitende Komplex 'Anwendung von Pflanzenschutzmitteln' wird die Arbeiten zur Verbesserung des Intensitätskonzepts (Baustein 3) unterstützt und vervollständigen.

Die Bausteine 4 bis 6 (Beeinträchtigung der Umweltmedien, Umweltzustand, Umweltschutzmaßnahmen) bauen z. T. auf den Ergebnissen der ersten drei Bausteine auf. Im Bereich Umweltzustand werden Möglichkeiten einer verbesserten Abbildung diesbezüglicher Umweltindikatoren (z. B. Wasser- und Bodenbelastung) überprüft. Hierfür spielt der Aufbau von Monitoringsystemen eine entscheidende Rolle, um die notwendigen Daten über den tatsächlichen Umweltzustand bereitzustellen.

Die im Arbeitsbericht enthaltenen vorläufigen Ergebnisse sollen verifiziert, um im Einzelnen noch fehlende Berichtsjahre und um die Berichtsjahre 2001 (hierfür liegt allerdings keine landwirtschaftliche Totalerhebung vor) und soweit möglich 2003 ergänzt werden.

Der hohe Anteil der Landwirtschaft an der Flächennutzung macht eine Disaggregation des Sektors notwendig, insbesondere in Bezug auf die Umweltwirkung. Mit Hilfe des Berichtsmoduls 'Landwirtschaft und Umwelt' in den UGR wird die Landwirtschaft in ihrer sektoralen Abgrenzung umfassend dokumentiert. Damit bietet sich erstmals die Möglichkeit, alle Produktionsverfahren innerhalb des Agrarsektors konsistent abzubilden. Die LGR bietet dabei ebenso einen Konsistenzrahmen wie die nationale Stickstoff-Nachhaltigkeitsstrategie und der nationale Inventarbericht für die Gasemissionen. Ein Novum ist auch die konsistente Darstellung der Stoffflüsse zwischen den Produktionsverfahren und in die Umwelt, wodurch die Interaktion der landwirtschaftlichen Aktivitäten mit der Umwelt transparenter wird.

## 8 Literaturverzeichnis

- 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.
- 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.
- BMVEL - Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (1999a): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1999.
- BMVEL - Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2002b): Agenda 2000, Pflanzlicher Bereich Agrarumweltmaßnahmen. 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 (2002): Position der Bundesregierung zur Zwischenbewertung der Agenda 2000 (Mid-Term-Review) vom 27. Februar 2002. [www.verbraucherministerium.de/ak...da-2000-zwischenbewertung-27-2-2002.htm](http://www.verbraucherministerium.de/ak...da-2000-zwischenbewertung-27-2-2002.htm). Bonn.
- BMVEL - Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2003c): 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).
- Brunotte, J., Sommer, C. & 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 (2002): Perspektiven für Deutschland - Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung.
- EUROSTAT (2000): Working Group 'Statistics of the Environment', Sub-Group 'Environmental Pressure Indicators'. Joint EUROSTAT/ESTAT Group. Meeting of 30./31.03.2000, LB-3 Agriculture Intensity. Doc. EPI/00/3.3.9. Luxemburg.

- FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (2004): Internetseite <[www.fnr.de](http://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.
- Henrichsmeyer, W., Greuel, H. J., Weber, G., Wolf, W. & Zintl, A. (1996b): Entwicklung des Politikinformationssystems SPEL. *Agrarwirtschaft* 45,
- Henrichsmeyer, W., Isermeyer, F., Cypris, C., Löhe, W., Meudt, M., Sander, R., v. Sothen, F., Schefski, A. & Schleef, K.-H. (1996a): Entwicklung des Gesamtdeutschen Agrarsektormodells RAUMIS96. Bonn und Braunschweig-Völkenrode.
- Huth, A. (1993): Anwendung von Geo-Informationssystemen zur Abschätzung des Bodenabtrags unter Verwendung von multitemporalen Satellitendaten und digitalen Zusatzdaten. Diplomarbeit. Trier.
- KOM - Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2000b): 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, Brüssel. ([http://europa.eu.int/eur-lex/de/com/cnc/2001/com2001\\_0144de01.pdf](http://europa.eu.int/eur-lex/de/com/cnc/2001/com2001_0144de01.pdf))
- KOM - Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2002): Information on activities at OECD. Meeting of Working Party on Agri-environmental Indicators on 11.-12.03.2002 in Luxembourg. Working document AEI/08, Brüssel.
- KOM - Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2003): Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament – Überprüfung der Umweltpolitik 2003 vom 2.2.2004. 745 endgültig/2, 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 (2001a): Betriebsplanung Landwirtschaft 2001/2002. Darmstadt.
- KTBL - Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (2002): Standarddeckungsbeiträge 2001/2002. 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 (2001): Environmental Indicators for Agriculture - Volume 3: Methods and Results. [3], Paris. (<http://www1.oecd.org/publications/e-book/5101011E.PDF>)

- Radermacher, W., Zieschank, R., Hoffmann-Kroll, R., v.Nouhuys, J., Schäfer, D. & 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.
- 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. & Wick, M. (2002): NEPTUN 2000 - Erhebung von Daten zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel im Ackerbau Deutschlands. 98, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig.
- Schwertmann, U., Vogl, W. & Kainz, M. (1987): Bodenerosion durch Wasser. 2, Ulmer, Stuttgart.
- Sommer, C. (1998): Konservierende Bodenbearbeitung - ein Konzept zur Lösung agrarrelevanter Bodenschutzprobleme. 191, Landbauforschung Völkenrode, Braunschweig.
- SRU - Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1996): Zur Umsetzung einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung.
- Statistisches Bundesamt (2002d): Bodennutzung durch wirtschaftliche Aktivitäten - Ein Beitrag zur Ökoeffizienzdiskussion. Band 11 der Schriftenreihe zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2002e): 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.
- uismedia (1999): CropData, Kennwerte und ökologische Ansprüche der Ackerkulturen (CD-ROM). Freising.

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



## 9 Abkürzungsverzeichnis

AUI	Agrar-Umweltindikatoren (Agri-Environmental Indicators, AEI)
BBA	Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
BGR	Bodengesamtrechnung
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMVEL	Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BWS	Bruttowertschöpfung
CH <sub>4</sub>	Methan
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
CSD	Commission on Sustainable Development
DPSR	Driving Forces, Pressure, State und Response
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
GV	Großvieheinheit
IOT	Input-Output-Tabelle
K	Kalium
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
LANDDATA	Gesellschaft für Verarbeitung landwirtschaftlicher Daten mbH
LF	Landwirtschaftliche Nutzfläche
LGR	Landwirtschaftliche Gesamtrechnung
N	Stickstoff
N <sub>2</sub> O	Lachgas
NR	Nachwachsende Rohstoffe
NWS	Nettowertschöpfung
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
ÖFS	Ökologische Flächenstichprobe
P	Phosphor
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

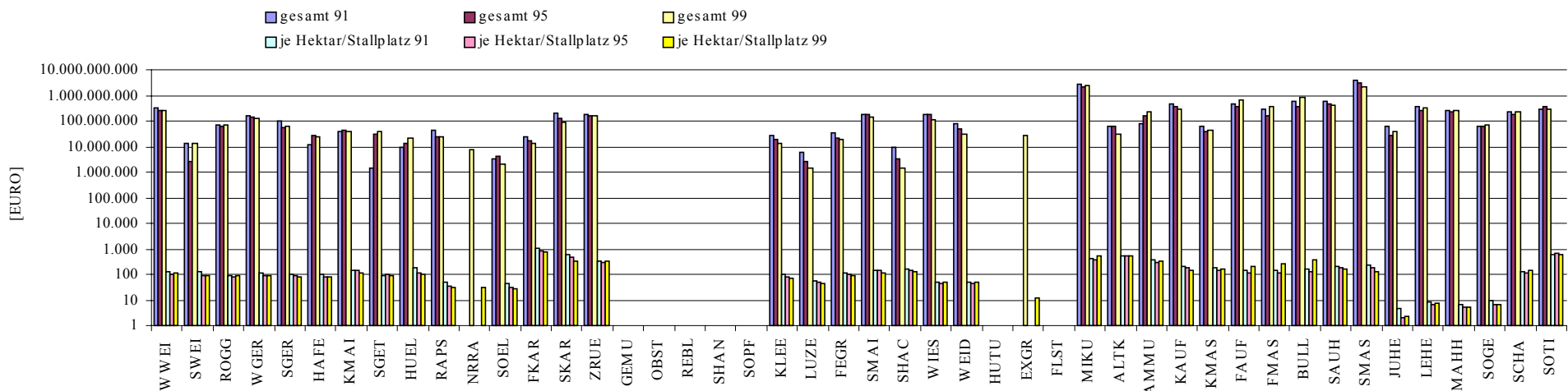
<b>10 Anhangsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
Anhang 1: Vorleistungsverflechtungen und Lieferung an andere Sektoren [in 1000 €].....	76
Anhang 2: Intralandwirtschaftlicher Vorleistungseinsatz .....	78
Anhang 3: Monetärer Vorleistungseinsatz in der Tierproduktion.....	79
Anhang 5: Mengenverhältnis zwischen Haupt- und Nebenprodukt.....	80
Anhang 7: C-Faktoren der Bodenerosion.....	811
Anhang 8: Risiko der Bodenverdichtung .....	822
Anhang 9: Behandlungsindizes und Überleitungstabelle in RAUMIS-Code .....	833
Anhang 10: Basisdaten zur Berechnung der Landnutzungsintensität .....	84



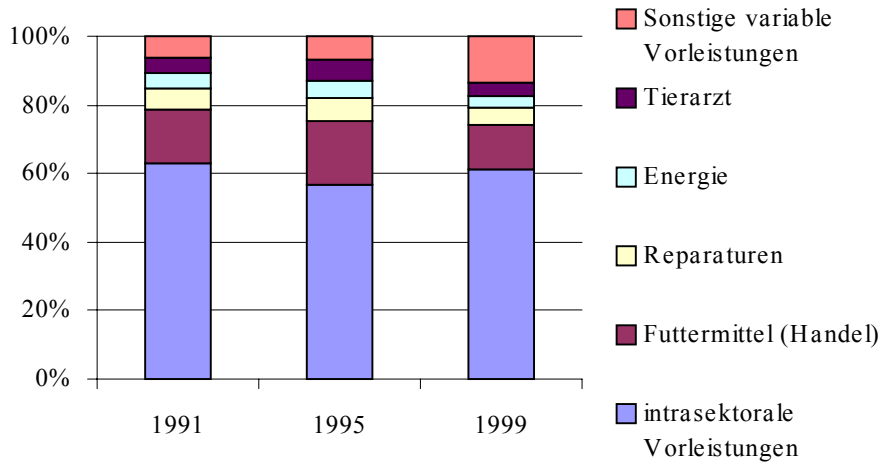
---

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
SOGE	Sonstiges Geflügel
SOPF	Sonstige Pflanzenproduktion
SOTI	Sonstige Tierproduktion
SWEI	Sommerweizen
WEID	Weiden
WGER	Wintergerste
WIES	Wiesen
WWEI	Winterweizen
ZRUE	Zuckerrüben

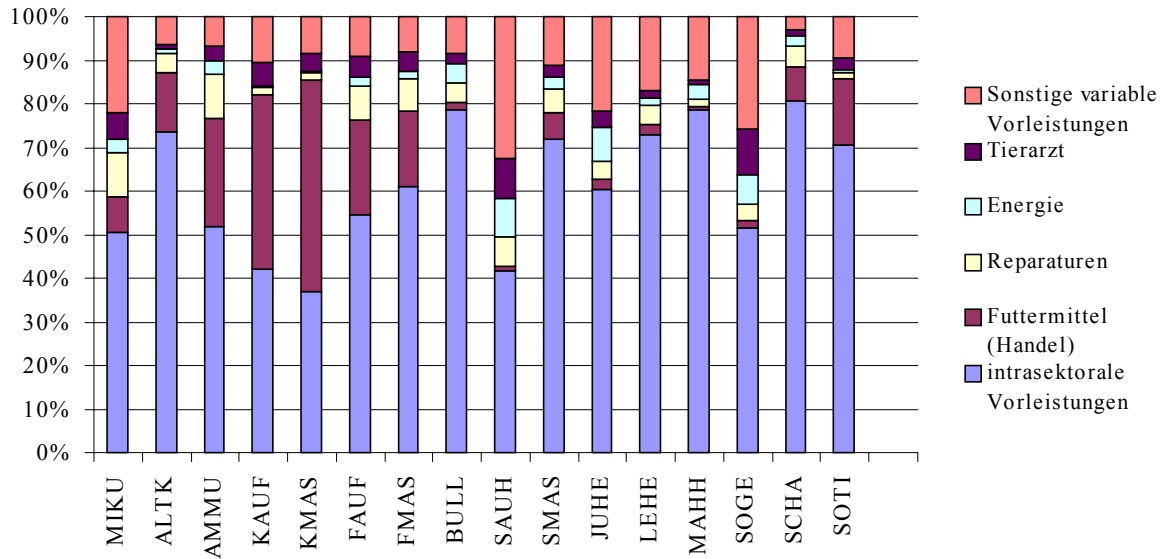
Anhang 2: Intralandwirtschaftlicher Vorleistungseinsatz



**Anhang 3: Monetärer Vorleistungseinsatz in der Tierproduktion**



1999



**Anhang 4:** Mengenverhältnis zwischen Haupt- und Nebenprodukt

<b>Verfahren</b>	<b>Produkte</b>	<b>Verhältnis</b>
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; uismedia, 1999)

### Anhang 5: C-Faktoren der Bodenerosion

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	
Sommerweizen	8,8	
Wintergerste	14,7	
Sommergerste	12,4	
Winterroggen	6,6	
Hafer	10,4	
Raps	14,7	
Kartoffeln	22,9	
Zuckerrüben	21,0	4,8
Mais	26,7	4,8

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



## Anhang 6: Risiko der Bodenverdichtung

Diese Aufstellung der Produktionsverfahren 'Winterweizen' und 'Ackerbohnen' zeigen 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
<b>Summe:</b>	<b>19</b>

### 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
<b>Summe:</b>	<b>15</b>

Quelle: (KTBL, 2001a)

Zusätzlich wird ein Arbeitsgang je Großvieheinheit für die Überfahrten bei der Gülle- bzw. Festmistausbringung angesetzt. 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 8, Spalte 2 (ERO).

**Anhang 7:** Behandlungsindizes und Überleitungstabelle in RAUMIS-Code

<b>Fruchtart</b>	<b>Behandlungsindizes nach (Roßberg et al., 2002); (Roßberg, 2003)</b>	<b>RAUMIS-Code</b>	<b>Abgeleiteter Wert</b>
<b>Winterweizen</b>	3,74	WWEI	3,74
<b>Winterroggen</b>	2,61	ROGG	2,61
<b>Wintergerste</b>	2,76	WGER	2,76
<b>Sommergerste</b>	2,13	SGER	2,13
		SWEI	
<b>Hafer</b>	1,63	HAFE	1,63
<b>Mais</b>	1,24	KMAI	1,24
		SMAI	
		SHAC	
<b>Triticale</b>	2,26	SGET	2,26
<b>Raps</b>	3,41	RAPS	3,41
		NRRA	
		SOEL	
		HUEL	
<b>Kartoffeln</b>	8,56	FKAR	8,56
		SKAR	
<b>Zuckerrüben</b>	2,93	ZRUE	2,93
<b>Gemüse*</b>	5,0	GEMU	5,0
<b>Obst*</b>	23,0	OBST	23,0
<b>Erdbeeren</b>	6,90		
<b>Süßkirschen</b>	6,04		
<b>Apfel</b>	28,01		
<b>Birnen</b>	15,69		
<b>Pflaumen</b>	11,50		
<b>Sauerkirschen</b>	5,27		
<b>Hopfen</b>	12,75		
<b>Wein*</b>	13,2	REBL	13,2
<b>Andere*</b>	0	SOPF	0
		KLEE	
		LUZE	
		FEGR	
		WIES	
		WEID	
		HUTU	
		EXGR	
		FLST	
BRAC			

\*mündliche Mitteilung Herr Roßberg, BBA, Kleinmachnow, 15.04.04

**Anhang 8:** Basisdaten zur Berechnung der Landnutzungsintensität

<b>Abk.</b>	<b>Indikator</b>	<b>Einh.</b>	<b>Indikatorwert</b>
ERO	Erosion	[-]	C-Faktor
BSV	Bodenschadverdichtung	[-]	Überfahrten
PSM	Pflanzenschutzmitteleinsatz	[-]	Behandlungsindex
DM	Düngemittleinsatz	[Euro]	RAUMIS-Berechnungen
UMFG	Umfang	[ha]	Anbaufläche

**1991**

	<b>ERO</b>	<b>BSV</b>	<b>PSM</b>	<b>DM</b>	<b>UMFG</b>
<b>WWEI</b>	10,00	14,90	3,89	394,41	2359640
<b>SWEI</b>	8,80	10,90	2,22	346,05	108212
<b>ROGG</b>	6,60	10,90	2,71	316,91	716566
<b>WGER</b>	14,70	12,90	2,87	374,19	1519209
<b>SGER</b>	12,40	10,90	2,22	302,46	1015673
<b>HAFE</b>	10,40	10,90	1,70	306,79	547039
<b>KMAI</b>	17,62	13,90	1,29	430,39	274817
<b>SGET</b>	10,00	12,90	2,35	315,79	17635
<b>HUEL</b>	14,70	10,90	3,55	235,01	58683
<b>RAPS</b>	14,70	12,90	3,55	442,46	885545
<b>NRRA</b>	0,00	12,90	3,55	0,00	0
<b>SOEL</b>	14,70	12,90	3,55	316,05	77232
<b>FKAR</b>	23,40	14,90	8,90	466,89	25085
<b>SKAR</b>	23,40	14,90	8,90	489,87	321325
<b>ZRUE</b>	14,28	13,90	3,05	463,25	558365
<b>GEMU</b>	21,00	15,90	5,20	733,89	77978
<b>OBST</b>	0,40	15,90	23,92	313,71	88544
<b>REBL</b>	26,70	15,90	13,73	367,22	102302
<b>SHAN</b>	14,70	14,90	13,26	745,34	33971
<b>SOPF</b>	10,00	12,90	0,00	728,08	163525
<b>KLEE</b>	0,40	8,40	0,00	456,04	267736
<b>LUZE</b>	0,40	8,40	0,00	414,56	109281
<b>FEGR</b>	0,40	15,90	0,00	531,99	318013
<b>SMAI</b>	17,62	13,90	1,29	540,72	1308208
<b>SHAC</b>	26,70	14,90	1,29	831,47	60531
<b>WIES</b>	0,40	8,40	0,00	520,41	3616457
<b>WEID</b>	0,40	8,40	0,00	494,02	1536784
<b>HUTU</b>	0,40	4,65	0,00	7,33	175924
<b>EXGR</b>	0,00	4,65	0,00	0,00	0
<b>FLST</b>	0,40	0,00	0,00	0,00	791926
<b>BRAC</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0

	1995					1999				
	ERO	BSV	PSM	DM	UMFG	ERO	BSV	PSM	DM	UMFG
<b>WWEI</b>	10,00	14,88	3,67	411,72	2472783	10,00	14,85	3,74	420,93	2549711
<b>SWEI</b>	8,80	10,88	2,09	353,60	40096	8,80	10,85	2,13	377,26	156288
<b>ROGG</b>	6,60	10,88	2,56	344,24	800981	6,60	10,85	2,61	360,93	851000
<b>WGER</b>	14,70	12,88	2,70	368,72	1447287	14,70	12,85	2,76	382,07	1360898
<b>SGER</b>	12,40	10,88	2,09	297,67	662263	12,40	10,85	2,13	322,82	835102
<b>HAFE</b>	10,40	10,88	1,60	306,83	350388	10,40	10,85	1,63	330,45	320130
<b>KMAI</b>	18,24	13,88	1,22	439,36	344421	18,48	13,85	1,24	447,63	352500
<b>SGET</b>	10,00	12,88	2,21	186,33	312403	10,00	12,85	2,26	365,45	414370
<b>HUEL</b>	14,70	10,88	3,34	230,83	121284	14,70	10,85	3,41	257,17	218500
<b>RAPS</b>	14,70	12,88	3,34	448,83	684886	14,70	12,85	3,41	452,69	806647
<b>NRRA</b>	14,70	12,88	3,34	454,94	230066	14,70	12,85	3,41	452,36	255221
<b>SOEL</b>	14,70	12,88	3,34	323,14	132792	14,70	12,85	3,41	329,70	75132
<b>FKAR</b>	23,36	14,88	8,39	468,00	20414	23,35	14,85	8,56	475,18	17656
<b>SKAR</b>	23,36	14,88	8,39	503,24	291490	23,35	14,85	8,56	520,36	279845
<b>ZRUE</b>	14,74	13,88	2,87	486,27	504820	14,92	13,85	2,93	464,41	495500
<b>GEMU</b>	21,00	15,88	4,90	706,02	78072	21,00	15,85	5,00	619,50	122000
<b>OBST</b>	0,40	15,88	22,54	319,10	118575	0,40	15,85	23,00	319,95	72000
<b>REBL</b>	26,70	15,88	12,94	360,92	103839	26,70	15,85	13,20	346,24	101000
<b>SHAN</b>	14,70	14,88	12,50	695,00	44319	14,70	14,85	12,75	599,66	222000
<b>SOPF</b>	10,00	12,88	0,00	701,18	36254	10,00	12,85	0,00	617,88	39000
<b>KLEE</b>	0,40	8,38	0,00	389,57	235248	0,40	8,35	0,00	456,06	201225
<b>LUZE</b>	0,40	8,38	0,00	396,09	49076	0,40	8,35	0,00	448,13	31816
<b>FEGR</b>	0,40	15,88	0,00	556,21	211169	0,40	15,85	0,00	589,76	225396
<b>SMAI</b>	18,24	13,88	1,22	520,81	1251391	18,48	13,85	1,24	528,89	1202856
<b>SHAC</b>	26,70	14,88	1,22	813,24	22921	26,70	14,85	1,24	750,78	10559
<b>WIES</b>	0,40	8,38	0,00	416,87	4101393	0,40	8,35	0,00	543,71	2291941
<b>WEID</b>	0,40	8,38	0,00	470,47	1028103	0,40	8,35	0,00	546,02	604158
<b>HUTU</b>	0,40	4,63	0,00	7,92	151770	0,40	4,60	0,00	5,91	139355
<b>EXGR</b>	0,00	4,63	0,00	0,00	0	0,40	4,60	0,00	272,89	2080841
<b>FLST</b>	0,40	0,00	0,00	0,00	1221350	0,40	0,00	0,00	16,43	720416
<b>BRAC</b>	0,40	0,00	0,00	0,00	37919	0,40	0,00	0,00	0,00	50588