

TEXTE

17/2014

Nachhaltiger Konsum: Entwicklung eines deutschen Indikatoren- satzes als Beitrag zu einer thematischen Erweiterung der deutschen Nachhaltig- keitsstrategie

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungskennzahl 3711 12 103
UBA-FB 001898

Nachhaltiger Konsum: Entwicklung eines deutschen Indikatorensatzes als Beitrag zu einer thematischen Erweiterung der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie

von

Helmut Mayer
Christine Flachmann
Marta Wachowiak
Petra Fehrentz

Statistisches Bundesamt
Umwelt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen,
Wiesbaden

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

UMWELTBUNDESAMT

Diese Publikation (inklusive des Tabellenbandes) ist ausschließlich als Download unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/nachhaltiger-konsum-entwicklung-eines-deutschen> verfügbar.

Die in der Studie geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

ISSN 1862-4804

Durchführung
der Studie Statistisches Bundesamt,
 Gustav-Stresemann-Ring 11
 65189 Wiesbaden

Abschlussdatum: April 2013

Herausgeber: Umweltbundesamt
 Wörlitzer Platz 1
 06844 Dessau-Roßlau
 Tel.: 0340/2103-0
 Telefax: 0340/2103 2285
 E-Mail: info@umweltbundesamt.de
 Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>
 <http://fuer-mensch-und-umwelt.de/>

Redaktion: Fachgebiet I 1.5
 Nationale und internationale Umweltberichterstattung

Dessau-Roßlau, Februar 2014

Kurzbeschreibung

Die privaten Haushalte sind durch ihren Konsum von Gütern Verursacher von erheblichen Umweltbelastungen. Diese Belastungen entstehen bei der Herstellung dieser Güter – im In- und Ausland – sowie auch unmittelbar bei den Haushalten - beim Verbrauch von bestimmten Gütern, insbesondere von Energieträgern. Die nationale Umweltpolitik ist auf die Einflussnahme auf die direkte Verursachung von Umweltbelastungen im Inland (Produzentensicht) ausgerichtet. In der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie werden die Auswirkungen dieser Politik regelmäßig in einem Monitoring von ausgewählten Nachhaltigkeitsindikatoren beschrieben. Spezifische Indikatoren zum privaten Konsum und dessen Umweltbelastungen sind bisher nicht enthalten. In dieser Studie werden Umweltbelastungen in Verbindung mit dem privaten Konsum von Gütern in ausgewählten Umweltbereichen (Energieverbrauch, Treibhausgase, Wasserverbrauch und Flächenbelegung) – aus der Verbrauchersicht – dargestellt. Dabei werden insbesondere die Belastungen in den Bedarfsfeldern „Wohnen“, „Mobilität“, „Ernährung“ und „Bekleidung“ näher untersucht und Indikatoren für ein Monitoring dieser Belastungen vorgeschlagen.

Abstract

Private households cause significant environmental pressures in relation to their consumption of goods. These pressures arise from the production of goods – domestically and abroad – as well as directly when consuming certain goods, especially energy carriers. National environmental policy aims to influence the domestic sources of environmental pressures directly (taking a view on the producers). In the national strategy on sustainable development, the effects of this policy are regularly monitored by means of selected sustainability indicators. Specific indicators for private consumption and its environmental impacts have not been included. In this study, environmental pressures associated with private consumption in selected environmental areas (energy consumption, greenhouse gas emissions, water consumption and land use) are analyzed from the consumers point of view. In particular pressures in the areas of “housing”, “mobility”, “food” and “clothing” are examined more closely and indicators for the monitoring of these pressures have been developed.

Nachhaltiger Konsum: Entwicklung eines deutschen Indikatorensatzes als Beitrag zu einer thematischen Erweiterung der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	10
Tabellenverzeichnis.....	14
Datentabellenverzeichnis.....	18
Tabellenverzeichnis Tabellenband (gesonderter Teil).....	19
Abkürzungen.....	22
1 Zusammenfassung.....	25
1.1 Zielsetzung.....	25
1.2 Methoden.....	28
1.3 Ergebnisse.....	31
1.4 Ausblick.....	37
2 Mögliche Nachhaltigkeitsindikatoren.....	39
2.1 Energieverbrauch.....	40
2.1.1 Direkter Energieverbrauch im Bereich „Wohnen“.....	40
2.1.2 Energieverbrauch für Mobilität.....	43
2.1.3 Indirekter Energieverbrauch im In- und Ausland.....	47
2.2 Treibhausgase.....	50
2.2.1 Direkte und indirekte CO ₂ -Emissionen des Privaten Konsums nach Bedarfsfeldern.....	50
2.2.2 Treibhausgase durch Privaten Konsum für „Ernährung“.....	54
2.3 Flächenbelegung für Erzeugung und Verbrauch von Ernährungsgütern.....	58
2.3.1 Erzeugnisse tierischen Ursprungs.....	58
2.3.2 Ernährungsgüter pflanzlichen Ursprungs.....	60
2.4 Wasserverbrauch bei der Herstellung von Textilien und Bekleidung aus Baumwolle.....	63
3 Ergebnisse.....	65
3.1 Direkte Energie und direkte CO ₂ -Emissionen.....	65
3.1.1 Direkter Energieverbrauch der privaten Haushalte im Bereich „Wohnen“.....	65
3.1.2 Direkter Energieverbrauch für „Mobilität“ (Kraftstoffverbrauch).....	74
3.1.3 Direkte CO ₂ -Emissionen in den Bereichen „Wohnen“ und „Mobilität“.....	77
3.2 Indirekter Energieverbrauch und indirekte CO ₂ -Emissionen.....	84
3.3 Methan- und Lachgasemissionen der Ernährungsgüter.....	92
3.3.1 Methanemissionen.....	93
3.3.2 Lachgasemissionen.....	95
3.4 Wasserverbrauch.....	99
3.4.1 Wasserverbrauch von Ernährungsgütern,.....	99

3.4.2	Indirekter Wasserverbrauch in Zusammenhang mit dem Konsum von Textilien und Bekleidung	110
3.4.3	Umweltimplikationen des Baumwollanbaus und der Textilherstellung allgemein.....	113
3.5	Flächenbelegung von Erzeugnissen pflanzlichen und tierischen Ursprungs für Ernährungszwecke	117
3.5.1	Flächenbelegung von Erzeugnissen tierischen Ursprungs.....	119
3.5.2	Flächennutzung von Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs für Ernährungszwecke	131
4	Berechnungsmethoden	141
4.1	Direkter Energieverbrauch und direkte CO ₂ -Emissionen	141
4.1.1	Direkter Energieverbrauch der privaten Haushalte im Bereich „Wohnen“	141
4.1.1.1	Anwendungsbereich Raumwärme	143
4.1.1.2	Anwendungsbereich Warmwasser.....	148
4.1.1.3	Anwendungsbereiche mechanische Energie, sonstige Prozesswärme und Beleuchtung.....	149
4.1.1.4	Stromverbrauch für mechanische Energie, sonstige Prozesswärme und Warmwasserbereitung nach Haushaltsgrößenklassen.....	149
4.1.2	Energieverbrauch der privaten Haushalte im Straßenverkehr.....	151
4.1.2.1	Berechnungsmodell	151
4.1.2.2	Statistische Ausgangsdaten	152
4.1.2.3	Vom Inländer- zum Inlandskonzept (Tanktourismus)	154
4.2	Das erweiterte Input-Output-Analysemodell für Energie und Kohlendioxidemissionen	157
4.2.1	Das Input-Output-Analysemodell.....	157
4.2.1.1	Das Rechenmodell.....	158
4.2.1.2	Das hybride Input-Output-Modell.....	159
4.2.2	Berechnungskonzept.....	161
4.2.2.1	Regionalisierung der Importe.....	161
4.2.2.2	Berücksichtigung von länderspezifischen Produktionsverhältnissen	162
4.2.2.3	Gliederung der Produktionsbereiche im Energie – Input – Output - Analysemodell	163
4.2.3	Erstellung der hybriden Input-Output-Tabellen	164
4.2.3.1	Berechnung der Verwendung von Energie und Einbau in die Input – Output - Tabelle	164
4.2.3.2	Berechnung für ausländische Energiebereiche.....	165
4.3	Methan- und Lachgasemissionen für tierische und pflanzliche Ernährungsgüter.....	169
4.3.1	Einführung	169
4.3.2	Ausgangsdaten	170

4.3.3	Methan- und Lachgas-Emissionen von Erzeugnissen tierischen Ursprungs.....	173
4.3.4	Lachgas-Emissionen von Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs.....	175
4.4	Wasserverbrauch	177
4.4.1	Ernährungsgüter	177
4.4.1.1	Einführung	177
4.4.1.2	Ausgangsdaten	179
4.4.2	Berechnungsmethode: Ernährungsgüter	180
4.4.2.1	Wassergehalt der inländischen Produkte – pflanzliche Erzeugnisse.....	182
4.4.2.2	Wasserverbrauch der inländischen Produktion – Tierhaltung und Erzeugnisse tierischen Ursprungs.....	185
4.4.3	Wassergehalt von Baumwolltextilien	193
4.4.3.1	Einführung	193
4.4.3.2	Ausgangsdaten	193
4.4.3.3	Berechnungsmethode.....	196
4.4.4	Grenzen und Möglichkeiten des Wasserfußabdrucks	202
4.5	Flächenbelegung	204
4.5.1	Flächenbelegung von Erzeugnissen tierischen Ursprungs.....	204
4.5.1.1	Einführung	204
4.5.1.2	Ausgangsdaten	205
4.5.1.3	Berechnungsmethode.....	207
4.5.2	Flächenbelegung von Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs	209
4.5.2.1	Einführung	209
4.5.2.2	Ausgangsdaten	210
4.5.2.3	Berechnungsmethoden.....	212
4.5.2.4	Flächenbelegung von verarbeiteten Agrarrohstoffen - Beispiel „Soja“	215
4.5.2.5	Verarbeitete Agrarrohstoffe der zweiten Verarbeitungsstufe	219
4.5.2.6	Flächenbelegung der Exportgüter (Importanteile)	221
5	Quellenverzeichnis (nach Themenbereichen)	226

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	(End-) Energieverbrauch der privaten Haushalte im Bereich „Wohnen“ und Elektrizitätsverbrauch privater Haushalte 2000 bis 2011 *).....	41
Abbildung 2-2:	Endenergieverbrauch der privaten Haushalte im Bereich „Wohnen“ 2000 bis 2011 nach Anwendungsbereichen *) - Absolutgrößen -	42
Abbildung 2-3:	Fahrleistungen und Kraftstoffverbrauch der privaten Haushalte mit Pkw*)	44
Abbildung 2-4:	Verkehrsleistungen von privaten Haushalten im Flugverkehr (Milliarden Personenkilometer).....	46
Abbildung 2-5:	Energiegehalt der Konsumgüter nach Bedarfsfeldern	47
Abbildung 2-6:	Energieeinsatz bei der Herstellung der Konsumgüter im Inland und Ausland.....	49
Abbildung 2-7:	Direkte CO ₂ -Emissionen der privaten Haushalte und CO ₂ -Gehalt der Konsumgüter (pro Kopf).....	50
Abbildung 2-8:	Direkte CO ₂ -Emissionen der privaten Haushalte und CO ₂ -Gehalt der Konsumgüter nach Bedarfsfeldern in Millionen Tonnen	53
Abbildung 2-9:	Treibhausgase durch Privaten Konsum im Bereich „Ernährung“ 2000 bis 2009 - in Tonnen CO ₂ -Äquivalente (pro Kopf) –	55
Abbildung 2-10:	Treibhausgasemissionen im Bereich „Ernährung“ (Inlandserzeugung, Importe, Exporte, Inlandsverbrauch).....	57
Abbildung 2-11:	Flächenbelegung im In- und Ausland durch die inländische Erzeugung, Importe, Exporte und den Inlandsverbrauch von Erzeugnissen tierischen Ursprungs und von Futtermitteln 2000 bis 2010 (m ² pro Kopf).....	58
Abbildung 2-12:	Anteile an der Flächenbelegung durch die Inlandserzeugung und den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern tierischen Ursprungs 2010	60
Abbildung 2-13:	Flächenbelegung im In- und Ausland durch die inländische Erzeugung, Importe, Exporte und den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern pflanzlichen Ursprungs (m ² pro Kopf) *).....	61
Abbildung 2-14:	Flächenbelegung im In- und Ausland durch die inländische Erzeugung, Importe, Exporte und den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern pflanzlichen Ursprungs (in 1.000 ha) *).....	62
Abbildung 2-15:	Wassergehalt von Baumwoll-Textilien und Bekleidung aus Baumwolle (Inlandsverbrauch, m ³ pro Kopf)	63
Abbildung 3-1:	Energieverbrauch der privaten Haushalte für Wohnen 1995 bis 2011	66
Abbildung 3-2:	Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch im Bereich „Raumwärme“ – Veränderung des Energieverbrauchs 2011 zu 2000 in Prozent -	68
Abbildung 3-3:	Energieverbrauch der privaten Haushalte nach Anwendungsbereichen 2000 und 2011	69
Abbildung 3-4:	Verbrauch von Elektrizität nach Anwendungsbereichen 2000 bis 2011	70

Abbildung 3-5:	Stromverbrauch der privaten Haushalte für Elektrogeräte nach Haushaltsgrößenklassen 2000 bis 2011.....	71
Abbildung 3-6:	Stromverbrauch der privaten Haushalte für Elektrogeräte	72
Abbildung 3-7:	Stromverbrauch von Elektrogeräten in 1000 kWh - Veränderung 2008 zu 2003 nach Einflussfaktoren.....	73
Abbildung 3-8:	Kraftstoffverbrauch der privat genutzten Pkw 2000 bis 2011.....	76
Abbildung 3-9:	Einflussfaktoren auf den Kraftstoffverbrauch von privat genutzten Pkw 2011 zu 2000	77
Abbildung 3-10:	Direkte CO ₂ -Emissionen der privaten Haushalte nach Energieanwendungen	79
Abbildung 3-11:	Direkte CO ₂ -Emissionen der privaten Haushalte und CO ₂ -Emissionen bei der Bereitstellung von Energieträgern	81
Abbildung 3-12:	CO ₂ -Emissionen der Kraftfahrzeuge der privaten Haushalte 2000 bis 2011.....	82
Abbildung 3-13:	CO ₂ -Emissionen der privaten Haushalte und CO ₂ -Gehalt der Konsumgüter 2009.....	86
Abbildung 3-14:	Direkte CO ₂ -Emissionen der privaten Haushalte und CO ₂ -Gehalt des privaten Konsums 2007.....	87
Abbildung 3-15:	Direkter Energieverbrauch der privaten Haushalte und Energiegehalt der Konsumgüter nach Herkunft in Exajoule *).....	88
Abbildung 3-16:	CO ₂ -Emissionen der privaten Haushalte und Emissionen bei der Herstellung der Konsumgüter im In- und Ausland für die Jahre 2000, 2005 und 2007.....	89
Abbildung 3-17:	Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft.....	93
Abbildung 3-18:	Methan-Emissionen bei der Haltung von Nutztieren – Inlandserzeugung –	94
Abbildung 3-19:	Methan-Emissionen bei der Inlandserzeugung, der Importe, der Exporte und des Inlandsverbrauchs von Erzeugnissen tierischen Ursprungs.....	95
Abbildung 3-20:	Lachgas-Emissionen der Landwirtschaft - Inlandserzeugung	96
Abbildung 3-21:	Lachgas-Emissionen bei der Inlandserzeugung von pflanzlichen Agrarrohstoffen *)	97
Abbildung 3-22:	Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft für den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern (pro Kopf)	98
Abbildung 3-23:	Wasserfußabdruck der pflanzlichen und tierischen Erzeugnisse der Landwirtschaft und des Ernährungsgewerbes 2010.....	100
Abbildung 3-24:	Wasserfußabdruck (WFA) der deutschen Importe von Agrarprodukten und Ernährungsgütern 2000 bis 2010	102
Abbildung 3-25:	Importe von blauem Wasser für pflanzliche Erzeugnisse nach Ländern 2000 und 2010	104
Abbildung 3-26:	Wassergehalt des Futters für Nutztier nach Tierarten 2009	108
Abbildung 3-27:	Auswirkungen der Baumwollproduktion auf die natürliche Umwelt.....	113

Abbildung 3-28:	Flächenbelegung im In- und Ausland von Ernährungsgütern nach wirtschaftlichen Kategorien 2000 bis 2010	119
Abbildung 3-29:	Futteraufkommen des Nutztviehs und Flächennutzung 2010	121
Abbildung 3-30:	Flächenbelegung durch Futter aus inländischer Erzeugung und Importen 2010.....	122
Abbildung 3-31:	Tierbestände 2000 bis 2010	123
Abbildung 3-32:	Flächenbelegung durch Futter im Inland und Ausland 2000 und 2010 nach Futter- und Nutztierarten*).....	124
Abbildung 3-33:	Inlandserzeugung, Import, Export und Inlandsverbrauch von Fleisch.....	125
Abbildung 3-34:	Flächenbelegung für Inlandserzeugung, Importe, Exporte und Inlandsverbrauch von Fleisch	126
Abbildung 3-35:	Flächenbelegung durch Importe von Futtermitteln und von Importen und Exporten von Erzeugnissen tierischen Ursprungs 2000 bis 2010	128
Abbildung 3-36:	Flächenbelegung durch Exporte von Erzeugnissen tierischen Ursprungs und Importanteile an den Exporten 2000 und 2010	129
Abbildung 3-37:	Flächenbelegung pro Kopf für Erzeugnisse tierischen Ursprungs – Inlandsverbrauch -	130
Abbildung 3-38:	Importe von Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs für Ernährung 2000 bis 2010 in 1.000 Tonnen.....	132
Abbildung 3-39:	Flächenbelegung von importierten pflanzlichen Agrarerzeugnissen 2000 - 2010.....	133
Abbildung 3-40:	Importe von pflanzlichen Erzeugnissen 2010 nach Ländern (1.000 Tonnen) – Anteile in Prozent -.....	135
Abbildung 3-41:	Flächenbelegung von pflanzlichen Erzeugnissen 2010 nach Ländern (in Prozent).....	136
Abbildung 3-42:	Flächenbelegung durch Importe von pflanzlichen Erzeugnissen 2010*).....	137
Abbildung 3-43:	Exporte von pflanzlichen Erzeugnissen für Ernährungszwecke 2000 bis 2010 (1.000 Tonnen)	138
Abbildung 3-44:	Flächenbelegung von exportierten Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs für Ernährungszwecke 2000 bis 2010 (1.000 Hektar).....	139
Abbildung 4-1:	Übersicht zum erweiterten Input-Output -Analysemodell	157
Abbildung 4-2:	Berechnungsschema für den Hybridansatz	160
Abbildung 4-3:	Hybride Energie-Input-Output -Tabelle und Energiebilanz	165
Abbildung 4-4:	Berechnung des WFA von pflanzlichen Agrarerzeugnissen	179
Abbildung 4-5:	Schematischer Aufbau der Versorgungsbilanzen	182
Abbildung 4-6:	Verarbeitungsstufen der inländischen Produktion.....	183
Abbildung 4-7:	Importanteile pflanzlicher Erzeugnisse der 1. Verarbeitungsstufe 2010	184
Abbildung 4-8:	Berechnung des WFA für Nutztvieh und tierische Erzeugnisse (Beispiel Masttiere).....	190

Abbildung 4-9:	Produktbaum für Baumwolle mit Mengen- und Wertanteilen nach einzelnen Verarbeitungsstufen	196
Abbildung 4-10:	Berechnung des Inlandsverbrauchs von Textilien (Fertigerzeugnisse) und deren Wassergehalt	198
Abbildung 4-11:	Berechnung der Flächennutzung von Erzeugnissen tierischen Ursprungs	204
Abbildung 4-12:	Berechnung der Flächennutzung für Erzeugnisse tierischen Ursprungs	208
Abbildung 4-13:	Produktbaum für Kakao mit Mengenanteilen nach einzelnen Verarbeitungsstufen	212
Abbildung 4-14:	Produktbaum für Zartbitterschokolade.....	220
Abbildung 4-15:	Importanteile von pflanzlichen Erzeugnissen der 1. Verarbeitungsstufe 2010	222

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1:	Konsumausgaben der privaten Haushalte nach Verwendungszwecken der Güter	33
Tabelle 2-1:	Nachhaltigkeitsindikatoren – Übersicht -.....	39
Tabelle 2-2:	CO ₂ -Emissionen im In- und Ausland bei der Herstellung der Konsumgüter	53
Tabelle 3-1:	Endenergieverbrauch nach Sektoren 2000, 2005, 2011	65
Tabelle 3-2:	Bevölkerung, Haushalte, Wohnfläche und Heizenergie 2000 und 2011	67
Tabelle 3-3:	Bestand an ausgewählten Elektrogeräten.....	71
Tabelle 3-4:	Energieverbrauch der privaten Haushalte für Wohnen und Kraftfahrzeuge.....	74
Tabelle 3-5:	Bestände, Fahrleistungen und Kraftstoffverbrauch von PKW der privaten Haushalte *).....	74
Tabelle 3-6:	Energieverbrauch und CO ₂ -Emissionen der privaten Haushalte im Bereich „Wohnen“.....	78
Tabelle 3-7:	CO ₂ -Emissionen der privaten Haushalte in den Bereichen „Wohnen“ und „Mobilität“.....	79
Tabelle 3-8:	Direkte CO ₂ -Emissionen und Emissionen bei der Energiebereitstellung*).....	80
Tabelle 3-9:	Fahrleistungen und CO ₂ -Emissionen der Pkw privater Haushalte 2000 und 2011.....	83
Tabelle 3-10:	Konsumausgaben, Energieverbrauch/ CO ₂ -Emissionen der privaten Haushalte und Energie-/ CO ₂ -Gehalt des privaten Konsums 2009.....	85
Tabelle 3-11:	Energieverbrauch und CO ₂ -Emissionen der Importe von Konsumgütern nach Herkunftsländern für 2007.....	90
Tabelle 3-12:	Energie- und CO ₂ -Intensität des Privaten Konsums	91
Tabelle 3-13:	Methan- und Lachgasemissionen der Produktionsbereiche und privaten Haushalte 2010	92
Tabelle 3-14:	Lachgas-Emissionen im Inland mit expliziter Betrachtung der Futtermittel 2010	97
Tabelle 3-15:	Wasserfußabdruck von pflanzlichen und tierischen Erzeugnissen der Landwirtschaft und des Ernährungsgewerbes 2010.....	99
Tabelle 3-16:	Produktion und Wasserfußabdruck für pflanzliche Agrarrohstoffe.....	101
Tabelle 3-17:	Exporte und Wasserfußabdruck von pflanzlichen Agrarrohstoffen.....	101
Tabelle 3-18:	Blauer Wasserfußabdruck und Importe von Agrarerzeugnissen im Jahr 2010	103
Tabelle 3-19:	Wasserfußabdruck für Exporte und Importe im Jahr 2010.....	105
Tabelle 3-20:	Exporte und blauer Wasserfußabdruck von pflanzlichen Agrarerzeugnissen 2010.....	106
Tabelle 3-21:	Wassergehalt des Futters von Nutztvieh 2009 nach Futter- und Tierarten *).....	107

Tabelle 3-22:	Wasserfußabdruck des Nutztviehs und von tierischen Erzeugnissen 2009	109
Tabelle 3-23:	Wassergehalt der Exporte von roher Baumwolle und von Textilien und Bekleidung aus Baumwolle.....	110
Tabelle 3-24:	Wassergehalt der Netto-Importe von roher Baumwolle und von Textilien und Bekleidung aus Baumwolle - Nettoimporte: Importe minus Exporte -.....	111
Tabelle 3-25:	Der Wassergehalt von importierter Baumwolle, Textilien und Bekleidung aus Baumwolle 2010 nach Ursprungsländern.....	112
Tabelle 3-26:	Flächenbelegung im In- und Ausland für Ernährungsgüter pflanzlichen und tierischen Ursprungs 2000, 2005, 2010 (1.000 ha).....	118
Tabelle 3-27:	Landwirtschaftliche Nutzflächen im Inland nach Verwendungsarten	120
Tabelle 3-28:	Flächenbelegung von Ernährungsgütern im Inland, durch Exporte und Inlandsverbrauch	120
Tabelle 3-29:	Futteraufkommen nach Herkunft 2000 bis 2010 (Inland und Importe).....	123
Tabelle 3-30:	Flächenbelegung durch Erzeugnisse tierischen Ursprungs für Inlandserzeugung, Importe, Exporte und Inlandsverbrauch 2010	127
Tabelle 3-31:	Flächenbelegung in m ² pro Kopf für Erzeugnisse tierischen Ursprungs – Inlandsverbrauch	129
Tabelle 3-32:	Flächennutzung ausgewählter Erzeugnisse tierischen und pflanzlichen Ursprungs *).....	130
Tabelle 3-33:	Importe von Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs 2000 und 2010 in 1.000 Tonnen.....	132
Tabelle 3-34:	Flächenbelegung durch importierte pflanzliche Erzeugnisse für Ernährungszwecke 2000 und 2010.....	134
Tabelle 3-35:	Exporte von Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs 2000 und 2010 (1.000 Tonnen).....	138
Tabelle 3-36:	Flächenbelegung der Exporte von Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs 2000 und 2010.....	140
Tabelle 4-1:	Haushalte nach Gebäudegröße und Haushaltsgrößenklassen 2010.....	144
Tabelle 4-2:	Durchschnittliche Wohnfläche je Haushalt und Wohnung (in m ²)	145
Tabelle 4-3:	Durchschnittliche Wohnfläche nach Haushaltsgrößenklassen und Gebäudetypen im Jahr 2010	145
Tabelle 4-4:	Wohnfläche der Haushalte, die mit Heizöl heizen 2010 (in 1.000 m ²).....	146
Tabelle 4-5:	Durchschnittlicher Energieverbrauch je Wohnfläche in kWh je m ² /Jahr (2009).....	147
Tabelle 4-6:	Heizölverbrauch nach Haushaltsgrößenklassen und Gebäudetypen 2010 in Terajoule	147
Tabelle 4-7:	Energieverbrauch für Raumwärme nach Haushaltsgrößenklassen 2010 (in Terajoule).....	148
Tabelle 4-8:	Stromverbrauch je Gerät nach Haushaltsgrößenklassen im Jahr 2008 (in kWh)	150

Tabelle 4-9:	Durchschnittliche Jahresfahrleistungen von Pkw nach Hubraumklassen 2002.....	153
Tabelle 4-10:	Kraftstoffverbrauch von Dieselfahrzeugen 2006 nach dem Inländer- und dem Inlandskonzept in Milliarden Liter	154
Tabelle 4-11:	Fahrleistungen und Kraftstoffverbrauch deutscher und gebietsfremder Pkw in Deutschland – „Übergangsgrößen“ für Pkw (Benziner) –	156
Tabelle 4-12:	Warenimporte 2006 nach Herkunftsländern.....	161
Tabelle 4-13:	Verfügbarkeit von Energieeinsatz- und Emissionskoeffizienten nach Produktionsbereichen und Lieferländern	163
Tabelle 4-14:	Aufteilung von Produktionsbereichen in der Energie-Input-Output-Tabelle	163
Tabelle 4-15:	Gliederung der Produktionsbereiche in der Energie-Input-Output-Tabelle *).....	167
Tabelle 4-16:	CH ₄ - und N ₂ O-Emissionen nach landwirtschaftlichen Kategorien im CRF	170
Tabelle 4-17:	Herkunftsländer der Importe von Erzeugnissen tierischen Ursprungs.....	172
Tabelle 4-18:	Emissionskoeffizienten für Methan nach Art der Erzeugnisse und nach Herkunftsländern der Importe	173
Tabelle 4-19:	Emissionskoeffizienten für Methan für Erzeugnisse tierischen Ursprungs *)	174
Tabelle 4-20:	Eintrag von Stickstoff aus Handels- und Wirtschaftsdünger nach Feldfrüchten (Anteile in Prozent) *)	175
Tabelle 4-21:	Berechnungsablauf der Berechnung des Wasserbedarfs von Nutztvieh und für Erzeugnisse tierischen Ursprungs.....	185
Tabelle 4-22:	Futtermittel nach Untergruppen und Futterarten.....	186
Tabelle 4-23:	Futtermittelverwendung nach Tierarten 1997/1998 (in Getreideeinheiten).....	187
Tabelle 4-24:	Herkunftsländer von Futtermitteln nach Deutschland 2000, 2005 und 2009 *)	188
Tabelle 4-25:	Nutztvieh und Lebensdauer	189
Tabelle 4-26:	Detaillierungsgrad der Versorgungsbilanzen *).....	192
Tabelle 4-27:	Einfuhr und Ausfuhr von Baumwolle und Erzeugnisse daraus 2005 und 2010 - in EGW-Gliederung *).....	194
Tabelle 4-28:	Spezifischer Wassergehalt von Baumwolle und Baumwollerzeugnissen (m ³ /Tonne)	195
Tabelle 4-29:	Rohbaumwolle, Textilien und Bekleidung aus Baumwolle 2010 nach Lieferländern	197
Tabelle 4-30:	Spezifischer Wassergehalt der Importe von Rohbaumwolle, Garnen und Geweben aus Baumwolle 2000 und 2010.....	200
Tabelle 4-31:	Gliederung von Textilien und Bekleidung aus Baumwolle in der Außenhandelsstatistik.....	201
Tabelle 4-32:	Verwendung von Flächenkoeffizienten bei der Berechnung der Flächennutzung von Futtermitteln.....	206

Tabelle 4-33:	Gliederung der Futtermittel nach Futterarten *)	207
Tabelle 4-34:	Gliederung der pflanzlichen Erzeugnisse in der Außenhandelsstatistik.....	210
Tabelle 4-35:	Länderauswahl für die Berechnung der Flächennutzung	211
Tabelle 4-36:	Importe von Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs 2010 nach Verarbeitungsstufen	213
Tabelle 4-37:	Importe von pflanzlichen Ernährungsgütern und Flächenbelegung 2010	214
Tabelle 4-38:	Beispiel Produktbaum „Soja“	216
Tabelle 4-39:	Berechnungsmethoden der Flächenbelegung durch Agrarrohstoffe bei Produktionsprozessen mit Kuppelprodukten am Beispiel „Soja“	217
Tabelle 4-40:	Liste der wichtigsten Kuppelprodukte mit ökonomischem Wert.....	219
Tabelle 4-41:	Flächenabdruck von importierter Schokolade aus Polen.....	221
Tabelle 4-42:	Umrechnungskoeffizienten für verarbeitete Agrarrohstoffe.....	223

Datentabellenverzeichnis

Datentabelle zu Abbildung 2-2:	Endenergieverbrauch der privaten Haushalte im Bereich „Wohnen“ 2000 bis 2011 nach Anwendungsbereichen in Milliarden Kilowattstunden	42
Datentabelle zu Abbildung 2-3:	Fahrleistungen und Kraftstoffverbrauch der privaten Haushalte mit Pkw.....	45
Datentabelle zu Abbildung 2-4:	Verkehrsleistungen von privaten Haushalten in Milliarden Personenkilometern	46
Datentabelle zu Abbildung 2-5:	Energiegehalt der Konsumgüter nach Bedarfsfeldern in Petajoule.....	48
Datentabelle zu Abbildung 2-6:	Energieeinsatz bei der Herstellung der Konsumgüter in Petajoule.....	49
Datentabelle zu Abbildung 2-7:	Direkte CO ₂ -Emissionen der privaten Haushalte und CO ₂ -Gehalt der Konsumgüter nach Bedarfsfeldern	52
Datentabelle zu Abbildung 2-9:	Treibhausgase durch Privaten Konsum im Bereich „Ernährung“	56
Datentabelle zu Abbildung 2-10:	Treibhausgasemissionen im Bereich „Ernährung“ (Inlandserzeugung, Importe, Exporte und Inlandsverbrauch) in Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalenten	57
Datentabelle zu Abbildung 2-11:	Flächenbelegung im In- und Ausland durch die Herstellung, Importe, Exporte und den Inlandsverbrauch von Erzeugnissen tierischen Ursprungs und von Futtermitteln.....	59
Datentabelle zu Abbildung 2-13:	Flächenbelegung im In- und Ausland durch die inländische Erzeugung, Importe, Exporte und den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern pflanzlichen Ursprungs.....	62
Datentabelle zu Abbildung 2-15:	Wassergehalt von Baumwoll-Textilien und Bekleidung aus Baumwolle (Inlandsverbrauch).....	64

Tabellenverzeichnis Tabellenband (gesonderter Teil)

A Direkter Energieverbrauch der privaten Haushalte

- A1 Demographie
 - 1.1 Bevölkerung
 - 1.2 Haushalte nach Haushaltsgrößenklassen
- A2 Energieverbrauch im Bereich "Wohnen"
 - 2.1 Ausgangsdaten
 - 2.2 Raumwärme (temperaturbereinigt) nach Haushaltsgrößenklassen
 - 2.3 Warmwasser (für Hygienezwecke) nach Haushaltsgrößenklassen
 - 2.4 Stromverbrauch der Privaten Haushalte
 - 2.5 Energieverbrauch durch Wohnen nach Haushaltsgrößenklassen (temperaturbereinigt)
- A3 Energieverbrauch im Bereich "Mobilität"
 - 3.1 Motorisierter Straßenverkehr
 - 3.2 Flugverkehr
 - 3.3 Eisenbahnverkehr

B Konsumausgaben und Energiegehalt der Konsumgüter

- B1 Übersicht
 - 1.1 Konsumausgaben zu Herstellungspreisen
 - 1.2 Energiegehalt der Konsumgüter
 - 1.3 Energieintensität der Konsumgüter
- B2 Energiegehalt der Konsumgüter (Herstellungspreiskonzept)
- B3 Konsumausgaben (zu Herstellungspreisen)
- B4 Energieintensität in Bezug auf die Endnachfrage
- B5 Konsumausgaben zu Anschaffungspreisen
- B6 Energiegehalt der Konsumgüter (zu Anschaffungspreisen)
- B7 Energieintensität der Konsumausgaben
- B8 Energiegehalt des Privaten Konsums nach Bedarfsfeldern
- B9 Konsumausgaben der privaten Haushalte nach Bedarfsfeldern
- B10 Aufkommen und Verwendung von Energie - direkt / indirekt / kumuliert
- B11 Privater Konsum - Energiegehalt der Importe nach Herkunftsländern

C Konsumausgaben, CO₂-Gehalt und CO₂-Intensität der Konsumgüter

- C1 Übersicht
 - 1.1 Konsumausgaben zu Herstellungspreisen
 - 1.2 CO₂-Gehalt der Konsumgüter
 - 1.3 CO₂-Intensität der Konsumgüter
- C2 CO₂-Gehalt der Konsumgüter (Herstellungspreiskonzept)
- C3 Konsumausgaben (zu Herstellungspreisen)

- C4 CO₂-Intensität in Bezug auf die Endnachfrage
- C5 Konsumausgaben (zu Anschaffungspreisen)
- C6 CO₂-Gehalt der Konsumgüter (Anschaffungspreiskonzept)
- C7 CO₂-Intensität der Konsumgüter
- C8 CO₂-Gehalt des privaten Konsums nach Bedarfsfeldern
- C9 Konsumausgaben der privaten Haushalte nach Bedarfsfeldern
- C10 Aufkommen und Verwendung von CO₂ - direkt / indirekt / kumuliert
- C11 Privater Konsum - CO₂-Gehalt der Importe nach Herkunftsländern

D Methan- und Lachgasemissionen durch Privaten Konsum von Ernährungsgütern

- D1 Methanemissionen (CH₄) durch Privaten Konsum
 - 1.1 Übersicht zu CH₄-Emissionen und N₂O-Emissionen
 - 1.2 Übersicht zu CH₄-Emissionen
 - 1.3-1.6 CH₄-Emissionen durch "Verdauung"
 - Inlandserzeugung/Importe/Exporte/Inlandsverbrauch -
 - 1.7-1.10 CH₄-Emissionen durch "Wirtschaftsdünger"
 - Inlandserzeugung/Importe/Exporte/Inlandsverbrauch -
- D2 Lachgasemissionen (N₂O) durch Privaten Konsum
 - 2.1 Übersicht zu N₂O-Emissionen
 - 2.2-2.5 N₂O-Emissionen durch "Wirtschaftsdünger" –
Inlandserzeugung/Importe/Exporte/Inlandsverbrauch
 - 2.6 N₂O-Emissionen durch Mineraldünger - Inlandsverbrauch
 - 2.7 N₂O-Emissionen durch Eintrag von Tierexkrementen in Böden/Weidedünger -
Inlandsverbrauch
 - 2.8 N₂O-Emissionen durch Ernterückstände - Inlandsverbrauch
 - 2.9 N₂O-Emissionen durch indirekte Emissionen - Inlandsverbrauch
 - 2.10 N₂O-Emissionen mit expliziter Betrachtung der Futtermittel

E Wasserverbrauch der privaten Haushalte

- E1 Direkter und indirekter Wasserverbrauch
 - 1.1 Wasserfußabdruck (WFA) (grün und blau) von Erzeugnissen der
Landwirtschaft und des Ernährungsgewerbes (Übersicht)
 - 1.2 Direkter Wasserverbrauch der Privaten Haushalte
 - 1.3 Wasserverbrauch von pflanzlichen Rohprodukten
 - 1.4 Importe von blauem Wasser durch Erz. pflanzl. und tierischen Ursprungs
 - 1.5 Importe von grünem Wasser durch Erz. pflanzl. und tierischen Ursprungs
 - 1.6 Exporte von blauem Wasser durch Erz. pflanzl. und tierischen Ursprungs
 - 1.7 Exporte von grünem Wasser durch Erz. pflanzl. und tierischen Ursprungs
 - 1.8 WFA für pflanzl. Ernährungsgüter der 1. Verarbeitungsstufe 2010
 - 1.9 Wassergehalt (grün und blau) des Futters von Nutztvieh nach Tierarten
 - 1.10 Wassergehalt (grün und blau) von Erzeugnissen tierischen Ursprungs aus
inländischer Erzeugung in Bezug auf die Herkunft des Futters
 - 1.11 Erzeugung, Import, Export u. Inlandsverbrauch von Erz. tierischen Ursprungs
 - 1.12 Wassergehalt (grün und blau) von Erzeugnissen tierischen Ursprungs

- 1.13 WFA für Erz. tierischen Ursprungs in Bezug auf die Herkunft des Futters
- 1.14 Blauer WFA für Importe von Erz. pflanzl. Ursprungs nach Herkunftsländern
- 1.15 Blauer WFA für Importe von Erz. tierischen Ursprungs nach Herkunftsländern
- E2 Wassergehalt von Textilien und Bekleidung aus Baumwolle
- 2.1 Basisdaten zu Verbrauch und Ausgaben für Textilien und Bekleidung
- 2.2 Wassergehalt von Bw-Textilien und Bekleidung
- 2.3 Importe von Bw-Textilien und Bw-Bekleidung nach Lieferländern und Wassergehalt von importierten Bw-Textilien und Bekleidung nach Ursprungsländern der Rohbaumwolle

F Flächenbelegung von Erz. pflanzlichen und tierischen Ursprungs

- F1 Futter für Nutzvieh und Erzeugnisse tierischen Ursprungs
 - 1.1 Übersicht
 - 1.2 Flächenbelegung für Futtermittel in Deutschland
 - 1.3 Futter für Nutzvieh nach Tierarten und Herkunft
 - 1.4 Flächenbelegung für die Erzeugung von Futter nach Tierarten und Herkunft
 - 1.5 Erzeugung von Futter für Nutzvieh nach Futterarten und Herkunft
 - 1.6 Flächenbelegung für die Erzeugung von Futter nach Futterarten und Herkunft
 - 1.7 Flächenfussabdruck von Nutztieren pro Jahr
 - 1.8 Flächenbelegung für Erz. tierischen Ursprungs - Inlandserzeugung -
 - 1.9 Flächenbelegung für Erz. tierischen Ursprungs - Importe -
 - 1.10 Flächenbelegung für Erz. tierischen Ursprungs - Exporte -
 - 1.11 Flächenbelegung für Erz. tierischen Ursprungs - Inlandsverbrauch -
- F2 Flächenbelegung für pflanzliche Rohstoffe im Inland
 - 2.1 Grunddaten der Agrarstatistik
- F3 Flächenbelegung in Zusammenhang mit den Importen von Agrarrohstoffen und Ernährungsgütern
 - 3.1 Importe von pflanzlichen Ernährungsgütern
 - 3.2 Flächenbelegung und Importe von Agrarrohstoffen
 - 3.3 Flächenbelegung und Imp. von Agrarrohstoffen der 1. Verarbeitungsstufe
 - 3.4 Flächenbelegung und Imp. von Agrarrohstoffen der 2. Verarbeitungsstufe
 - 3.5 Flächenbelegung und Importe nach Ländern
 - 3.6 Flächenbelegung und Importe nach Erdteilen
- F4 Flächenbelegung in Zusammenhang mit den Exporten von Agrarrohstoffen und Ernährungsgüter
 - 4.1 Exp. von pflanzlichen Ernährungsgütern
 - 4.2 Flächenbelegung und Exp. von Agrarrohstoffen
 - 4.3 Flächenbelegung und Exp. von Agrarrohstoffen der 1. Verarbeitungsstufe
 - 4.4 Flächenbelegung und Exp. von Agrarrohstoffen der 2. Verarbeitungsstufe
 - 4.5 Exporte und Flächenbelegung für Futter (erfasste Güter)
 - 4.6 Exporte und Flächenbelegung der Zuschätzungen
 - 4.7 Exporte und Flächenbelegung insgesamt

Abkürzungen

Allgemeine Abkürzungen

AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V.
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
Bw	Baumwolle
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlendioxid
CO ₂ -Äq	CO ₂ -Äquivalente
CPA	Bereichsabgrenzung vergleichbar mit der Statistischen Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftsbereichen in der Europäischen Gemeinschaft
CRF	Common Reporting Format for the provision of inventory information
Destatis	Statistisches Bundesamt
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DS	Durchschnitt
EGW	Gliederung der Waren im Ernährungsgewerbe und der gewerblichen Wirtschaft
EUROSTAT	Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaft
EX	Exporte
FAO	Food and Agriculture Organisation der Vereinten Nationen
forsa	Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen mbH
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GP	Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken
HP	Hauptprodukt
HRK	Hubraumklassen
HS	Harmonisiertes System
IFEU	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH
IM	Importe
I/O	Input/Output
IOT	Input-Output-Tabelle
KBA	Kraftfahrtbundesamt
Kfz	Kraftfahrzeug
KiD	Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland
KN	Kombinierte Nomenklatur

KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
LKW	Lastkraftwagen
LNF	leichte Nutzfahrzeuge
MiD	Mobilität in Deutschland
MZ	Mikrozensus
NACE	Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft
NAMEA	National Accounting Matrix including Environmental Accounts
N ₂ O	Lachgas (=Distickstoffmonoxid)
NP	Nebenprodukt
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
Pkw	Personenkraftwagen
RWI	Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung
SEA	Systematik der Einnahmen und Ausgaben privater Haushalte
StJb	Statistisches Jahrbuch
TCF	Technical Conversion Factors (Verarbeitungskoeffizienten)
THG	Treibhausgase
TREMOD	Transport Emission Model
u.ä.	und Ähnliches
UBA	Umweltbundesamt
UGR	Umweltökonomische Gesamtrechnungen
UN	Vereinte Nationen
UNFCCC	United Nation Framework Convention for Climate Change
VDEW	Verband der Elektrizitätswirtschaft e.V., später BDEW
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen
VS	Verarbeitungsstufe
WA	Warenverzeichnis der Außenhandelsstatistik
WE	Wohneinheiten
WFA	Wasserfußabdruck
WWF	World Wide Fund for Nature
WZ	Systematik der Wirtschaftszweige

Maßeinheiten

a	Jahr
ccm	Kubikzentimeter
cbm	Kubikmeter
Fz-km	Fahrzeugkilometer
g	Gramm
GE	Getreideeinheiten
GHT	Gewichtsteile
GJ	Gigajoule (1 GJ= 10 ⁹ J)
GWh	Gigawattstunden
ha	Hektar
kcal	Kilokalorie
KJ	Kilojoule (1 KJ= 10 ³ J)
kg	Kilogramm
km	Kilometer
kWh	Kilowattstunde
l	Liter
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
Mill.	Millionen
MFE	Milchfetteinheiten
Mrd.	Milliarden
Pkm	Personenkilometer
PJ	Petajoule (1 PJ= 10 ¹⁵ J)
t	Tonne
TJ	Terajoule (1 Tj= 10 ¹² J)
Tsd.	Tausend
%	Prozent
€	Euro

1 Zusammenfassung

1.1 Zielsetzung

Im Fortschrittsbericht 2012 zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie verweist die Bundesregierung auf die Verantwortung der Gesellschaft in Hinblick auf einen „nachhaltigen Konsum und nachhaltige Produktion“:

„Eine nachhaltige Gesellschaft trägt Verantwortung für den Umgang und die Nutzung von Gütern und Dienstleistungen. Nachhaltiger Konsum und nachhaltige Produktion sind zwei Seiten derselben Medaille. ... Daher sind sowohl Instrumente, die dem Verbraucher Orientierung bieten, als auch solche, die die Produktion nachhaltiger Güter anregen, unerlässlich. ... Eine Diskussion um unsere Lebensstile und um unsere Verantwortung auch beim Konsum ist unerlässlich“¹.

Bereits im Fortschrittsbericht 2008 der Bundesregierung wurde auf die Bedeutung der Entwicklung eines Nachhaltigkeitsindikators im Konsumbereich hingewiesen:

„Von zentraler Bedeutung wird die Entwicklung eines Nachhaltigkeitsindikators sein, der die Entwicklung im Konsumbereich belastbar abbildet. Dies würde ein zielgerichtetes Handeln in diesem Bereich für alle Akteure erleichtern und den Konsumenten eine bessere Orientierung ermöglichen. Ein geeigneter Teilindikator hierzu könnte beispielsweise den Ausstoß von Treibhausgasen pro Kopf für private Konsumzwecke messen. Die Bundesregierung wird die Tragfähigkeit und mögliche Ausgestaltung eines solchen Indikators bis zum nächsten Fortschrittsbericht prüfen“².

Für den Fortschrittsbericht 2012 lagen verschiedene Vorschläge aus dem Dialogprozess zum Fortschrittsbericht 2008 vor. Die Prüfung durch den interministeriellen Ausschuss (IMA) „Indikatoren“ ergab jedoch, „dass kein geeigneter Indikator mit belastbaren sowie regelmäßig erhobenen Daten für den Bereich „nachhaltiger Konsum“ identifiziert werden konnte“³. Die Bundesregierung initiierte deshalb Forschungsvorhaben zur Entwicklung eines Indikators für das Thema „nachhaltiger Konsum“.

Vor diesem Hintergrund hat das vorliegende Forschungsvorhaben die folgende Zielsetzung:

„Das übergreifende Ziel des Projektes ist die Erarbeitung eines Datensatzes zur Ressourcennutzung durch private Haushalte und zu ausgewählten bedeutenden Umweltbelastungen, die von privaten Haushalten ausgehen. Dieser Datensatz soll die Grundlage für einen Indikatorenset bilden, der geeignet ist die deutsche Nachhaltigkeitsstrategie thematisch zu erweitern und eine inhaltliche Erörterung des Themas „Nachhaltiger Konsum“ zu ermöglichen.“

Die Arbeiten zielen auf einen umfassenden Nachweis der Ressourcennutzung in Verbindung mit dem Konsum hin. Dieser schließt die Ressourcennutzung im Ausland in Zusammenhang mit der Herstellung von Importerzeugnissen für den inländischen Konsum mit ein. Dadurch kann aus verbrauchsorientierter Sicht die durchschnittliche Ressourcennutzung pro Einwohner ermittelt und mit der anderer Länder verglichen werden. Diese Vergleiche bilden eine Grundlage für die Beurteilung, ob bestimmte Konsummuster nachhaltig sind: nachhaltig

¹ Bundesregierung, Fortschrittsbericht (2012), Seite 190 f.

² Bundesregierung, Fortschrittsbericht (2008), Seite 142.

³ Fortschrittsbericht (2012), Seite 62 f.

sowohl im zeitlichen Sinne als auch in dem Sinne, ob sie auf andere (Länder) übertragbar sind“⁴.

In der Zielsetzung des Projekts wird bereits auf eine „verbrauchsorientierte Sicht“ der Ressourcennutzung verwiesen. Diese Sichtweise ist ein zentrales Merkmal der Analysen und Darstellungen in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) des Statistischen Bundesamtes⁵. Dabei werden neben den direkten Umweltbelastungen durch private Haushalte auch die Belastungen untersucht, die in Zusammenhang mit dem Konsum von Gütern auftreten. Diese Belastungen entstehen bei der Produktion von Gütern für den privaten Konsum – und zwar sowohl im Inland als auch im Ausland. Diese „indirekten“ Belastungen werden bei einer verbrauchsorientierten Sichtweise den Verursachern dieser Belastungen, hier den privaten Haushalten, zugerechnet. Diese Sichtweise unterscheidet sich von der traditionellen „Produzentsicht“, bei der die Umweltbelastungen den unmittelbaren Verursachern zugeordnet werden. Dabei werden die Belastungen, die bei der Herstellung von Gütern entstehen, den Akteuren des entsprechenden Wirtschaftsgebiets zugerechnet.

Es gibt fünf Gründe dafür, dass Umweltbelastungen auch aus der Verbrauchersicht untersucht und dargestellt werden sollten:

- Die verstärkte internationale Arbeitsteilung und die dadurch erhöhte Produktion für den Weltmarkt („Globalisierung“) sind wesentliche Faktoren für Umweltbelastungen auf regionaler und nationaler Ebene.
- Umweltbelastungen sind nicht auf nationale Territorien begrenzt, sondern haben weltweite Auswirkungen, z.B. den Klimawandel.
- In internationalen Verhandlungen zur Emissionsminderung spielen Aspekte einer „gerechten“ Verteilung von Emissionen eine wichtige Rolle.
- Die Umweltpolitik beeinflusst nicht nur die Rahmenbedingungen für die Produktion von Gütern (angebotsseitige Politik). Sie kann auch über eine konsumseitig ansetzende Politik Umweltbelastungen wirkungsvoll mindern.
- Verbraucher wollen selbst Einfluss auf Umweltbelastungen nehmen und diese durch eine umweltbewusste Produktauswahl reduzieren. Dazu bedarf es produktbezogener Umweltinformationen.

Bei der Analyse von Umweltbelastungen ist eine Identifikation der Verursacher von großer Bedeutung. Bei einer verbrauchsseitigen Sichtweise werden nicht nur die direkten Verursacher von Umweltbelastungen – die Hersteller von Waren und Dienstleistungen und die privaten Haushalte – ermittelt, sondern insbesondere die Nachfragekategorien analysiert, die zu der umweltschädlichen Produktion führen. Dabei wird klar, dass Umweltbelastungen nicht nur durch die umweltspezifischen Produktionsverhältnisse der Hersteller verursacht bzw.

⁴ Aus der fachlichen Beschreibung des Forschungsvorhabens.

⁵ In den UGR wurde bereits im Jahr 2006 eine umfassende Analyse der Nutzung von Umweltressourcen durch die Konsumaktivitäten privater Haushalte durchgeführt, siehe Online Publikation:
https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/UmweltPrivaterHaushalte.pdf;jsessionid=8B8F13DA7486699591831230C13E6080.cae1?__blob=publicationFile

In einer jährlichen Veröffentlichung „Umweltnutzung und Wirtschaft“ (Bericht zu den UGR) werden in einem sektoralen Berichtsmodul „Private Haushalte und Umwelt“ regelmäßig Ergebnisse der Umweltnutzung durch private Haushalte dargestellt. Siehe:

<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/Querschnitt/UmweltnutzungundWirtschaftBericht.html>

beeinflusst werden, sondern ganz entscheidend auch nachfrageseitig, und zwar sowohl durch die Nachfrage nach bestimmten Produkten als auch durch das allgemeine Nachfrageniveau.

Die „Konsumenten“ von Gütern sind somit auch mitverantwortlich für Umweltbelastungen⁶. Mit ihrem Konsum- und Lebensstil tragen sie zu Umweltbelastungen im In- und Ausland bei. Bei der vorliegenden Untersuchung werden die (inländischen) privaten Haushalte im Hinblick auf die von ihnen ausgehenden direkten und indirekten Umweltbelastungen näher betrachtet. Dabei werden die direkten Umweltbelastungen in Zusammenhang mit dem Energieverbrauch der privaten Haushalte analysiert sowie bedeutende indirekte Umweltbelastungen, die sich aus dem privaten Konsum von Gütern ergeben.

⁶ Auf diese besondere Verantwortung wird beispielsweise in der WWF-Studie (2012) „Tonnen für die Tonne“ in Zusammenhang mit den Nahrungsmittelverlusten hingewiesen: „Grundsätzlich ist deshalb das Bewusstsein zu schärfen für die individuelle Verantwortung in Bezug auf den knappen Rohstoff Land und die darauf erzeugten Agrarprodukte – in erster Linie sind dies Lebensmittel und zu deren Herstellung benötigte Futtermittel“. Seite 45.

1.2 Methoden

Die Abgrenzung der privaten Haushalte und des Privaten Konsums folgt dabei den Klassifikationen und Definitionen in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR). In der Bruttoinlandsproduktberechnung werden dort verwendungsseitig der Inlandsverbrauch - mit den Hauptkategorien „Privater Konsum, Öffentlicher Konsum und Investitionen“ - und die Exporte unterschieden.

Der Private Konsum wird in den VGR wertmäßig in einer Unterteilung nach Gütergruppen nachgewiesen⁷. Dieser Nachweis ist in Verbindung mit den Input-Output-Tabellen (I/O-Tabelle) des Statistischen Bundesamtes eine wichtige Berechnungsgrundlage⁸. Mit Hilfe der Input-Output-Analyse (I/O-Analyse) kann die vollständige Produktionskette zur Herstellung einer bestimmten (End-) Nachfrage bestimmt werden. Dies ermöglicht – im Rahmen einer um Umweltfaktoren erweiterten Input-Output -Analyse - eine Berechnung der von dieser Produktion ausgehenden Umweltbelastungen entlang der Produktionskette. Dieses Analysemodell wurde bei den Berechnungen zum indirekten Energieverbrauch und den indirekten Kohlendioxid (CO₂)-Emissionen verwendet⁹. Die I/O-Analyse erleichtert die Analyse von vorgelagerten Prozessketten, allerdings zu dem Preis einer eingeschränkten Aussagefähigkeit hinsichtlich einzelner Produkte oder Teilmengen von Produktgruppen.

Der Private Konsum umfasst in der Abgrenzung der VGR nicht die Wohnungsinvestitionen der privaten Haushalte durch den Kauf von gebrauchten Wohnungen oder durch den Bau von Wohnbauten. Die Analyse dieser Aktivitäten im Hinblick auf die dadurch verursachten Umweltbelastungen konnte in dieser Untersuchung nicht durchgeführt werden. Grundsätzlich könnte die erweiterte I/O-Analyse jedoch auch für eine solche Untersuchung herangezogen werden. Auch die sonstigen Anlageinvestitionen, die in einem Zusammenhang mit dem Privaten Konsum bzw. mit den Aktivitäten der privaten Haushalte stehen, z.B. Investitionen in den Straßenbau, konnten hier nicht einbezogen werden. Dagegen wurde bei der Untersuchung des Energie- und des CO₂-Gehalts von Gütern von einer erweiterten Abgrenzung des Privaten Konsums ausgegangen. Dabei wurden in die Berechnungen auch die Ausgaben von privaten Organisationen und des Staates in den Bereichen Bildung, Gesundheit, Sport und Kultur einbezogen¹⁰.

Bei der Untersuchung des indirekten Energieverbrauchs und der indirekten Kohlendioxidemissionen werden Belastungen im In- und Ausland ermittelt. Bei den Belastungen im Ausland wird die Güterproduktion berücksichtigt, die unmittelbar oder mittelbar der Herstellung von Konsumgütern dient. Das erfordert neben der Betrachtung der Produktionsketten bei der Herstellung von nach Deutschland importierten Fertigerzeugnissen

⁷ Bis zur Revision der VGR im Jahr 2012 wurde der Private Konsum nach Gütergruppen vom Statistischen Bundesamt in Fachserie 18, Reihe 1.4 in den Tabellen 3.3.5 (jeweilige Preise) und 3.3.6 (preisbereinigt) nachgewiesen. Nach der Revision erfolgt der Nachweis für einzelne Berichtsjahre in der jährlichen Fachserie 18, Reihe 2 (zuletzt für 2008) in der Verwendungstabelle (Tabelle 1.2) und in den Input-Output-Tabellen (2.1 bis 2.3).

https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/VolkswirtschaftlicheGesamtrechnungen/InputOutputRechnung/VGRInputOutputRechnung2180200089005.xls?__blob=publicationFile

⁸ Veröffentlichung in Fachserie 18, Reihe 2, siehe Fußnote 7.

⁹ Eine ausführliche Beschreibung des verwendeten Input-Output Modells erfolgte in einem Projektbericht: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/InputOutputTreibhausgase.pdf?__blob=publicationFile

¹⁰ In den VGR werden die Ausgaben dieser Sektoren für den Individualkonsum getrennt berechnet. Dadurch kann der gesamte Individualkonsum nachgewiesen werden. Siehe Tabelle 3.3.1 in Fachserie 18, Reihe 1.4.

auch eine Analyse der Produktionsketten der nach Deutschland importierten Vorprodukte für die Herstellung von Konsumgütern in Deutschland. Dies wird im Rahmen des erweiterten Input-Output-Analysemodells der UGR in einer getrennten Importrechnung durchgeführt (siehe Abschnitt 4.2). Die Analyse und der Ergebnismachweis von Umweltbelastungen für diese beiden Importkategorien ermöglichen so eine vollständige Abschätzung der vom Privaten Konsum ausgehenden Umweltbelastungen im Ausland¹¹.

Neben der erweiterten I/O-Analyse wurde bei den Berechnungen zur Nutzung von Wasser im Bereich „Ernährung“ und „Bekleidung“ und zur Flächenbelegung von Ernährungsgütern ein „Footprint-Ansatz“ gewählt. Diese Methode ist durch eine sehr detaillierte Berechnung auf Produktebene und einen endproduktbezogenen Nachweis von Umweltbelastungen charakterisiert. Dabei werden die Umweltbelastungen für bestimmte Ausgangsprodukte, z.B. Agrarrohstoffe, ermittelt und die weiteren Verarbeitungsprozesse in einer Prozesskettenanalyse berücksichtigt. Bei Ernährungsgütern und bei Bekleidungserzeugnissen eignet sich diese Methode besonders gut, da hier zum einen umfangreiche detaillierte Ausgangsdaten auf Produktebene vorliegen und zum anderen die Verarbeitungstiefe der Produkte vergleichsweise gering ist. Eine komplexe Verarbeitung von Produkten erschwert diese Art der Analyse, da hier für jedes einzelne Endprodukt die einzelnen vorgelagerten Verarbeitungsstufen betrachtet werden müssen. Bei der I/O-Analyse werden dagegen ganze Produktgruppen betrachtet.

Die Herstellung von Ernährungsgütern und von Bekleidung erfolgt in einer begrenzten Anzahl von Prozessstufen. Die Ausrichtung der Analyse in diesen beiden Bereichen auf die Ressourcen „Wasser“ und „Fläche“ beschränkt die Untersuchung auf wenige Produktionsbereiche. Bei der Analyse der Wassernutzung in Verbindung mit Ernährungsgütern erfolgt eine Eingrenzung der betrachteten Bereiche auf die Landwirtschaft und das Ernährungsgewerbe. Bei der entsprechenden Untersuchung für Bekleidung wurden allein der Anbau von Rohbaumwolle und die folgenden Verarbeitungsstufen in der Textil- und Bekleidungsindustrie betrachtet. Bei der Flächenbelegung von Ernährungsgütern bleibt die Analyse auf die Landwirtschaft und das Ernährungsgewerbe begrenzt.

Bei beiden Footprint-Analysen bleiben also die Umweltbelastungen auf vor- und nachgelagerten Prozessstufen - in anderen Produktionsbereichen - und die Umweltbelastungen, die in der Nutzungsphase der Produkte entstehen, außer Betracht¹². Diese Begrenzung ist in beiden Fällen zweckmäßig, da die ganz überwiegende Form der Nutzung von Wasser und Fläche in diesen Produktionsbereichen erfolgt.

Bei der verbrauchsorientierten Betrachtung werden einkommensorientierte Aspekte außer Betracht gelassen. Die von den privaten Haushalten und den Unternehmen im Inland erzielten Einkommen beziehen sich auf die gesamte Güterproduktion. Diese umfasst neben der Konsumgüterherstellung auch die Herstellung von Investitionsgütern (für den Inlandsverbrauch) und von Exportgütern. Zu deren Herstellung werden ebenfalls Vorprodukte nach Deutschland importiert. Die Entstehung von Einkommen im Inland ist also eng mit der Einfuhr dieser Vorprodukte verknüpft. Da importierte Investitionsgüter ebenfalls im Produktionsprozess eingesetzt werden und damit ebenso Voraussetzung für die Einkommensentstehung im Inland sind, werden bei einer einkommensorientierten Sichtweise sämtliche mit den Importen zusammenhängenden Umweltbelastungen den inländischen Haushalten und Unternehmen zugerechnet. Daher ist neben der engeren Betrachtung der mit

¹¹ Mit dieser getrennten Importrechnung kann eine vollständige Bilanzierung der Herstellung von Exportgütern vorgenommen werden. Bei dieser Produktion werden in hohem Maße importierte Vorprodukte eingesetzt (siehe Abschnitt 3.2). Die damit verbundenen Umweltbelastungen sind aus der Verbrauchersicht nicht dem Inland, sondern den ausländischen Nachfragern zuzurechnen.

¹² Bei der Berechnung der indirekten Energie und der indirekten CO₂-Emissionen von Ernährungsgütern werden diese Belastungen auf vorgelagerten Stufen jedoch im Rahmen der I/O-Analyse berücksichtigt.

dem Privaten Konsum verbundenen Umweltbelastungen im Ausland auch eine ergänzende Betrachtung der gesamten - mit Importen verbundenen – Umweltbelastungen im Ausland sinnvoll. In der vorliegenden Untersuchung wurde dies bei der Analyse der Flächenbelegung durch importierte Agrarrohstoffe und Ernährungsgüter und bei der Auswahl entsprechender Indikatoren berücksichtigt (siehe Abschnitte 2.3 und 3.5).

Die Untersuchung von direkten Umweltbelastungen und von Umweltbelastungen in Zusammenhang mit dem Konsum von Gütern wurde für vier Umweltbereiche durchgeführt:

1. Wasser: Gebrauch von Wasser („Wasserfußabdruck“) in Zusammenhang mit Ernährung und Bekleidung
2. Energie: direkter Energieverbrauch und Energiegehalt von Konsumgütern
3. Treibhausgase: direkte und indirekte Kohlendioxidemissionen, Methan und Lachgasemissionen in Zusammenhang mit der Herstellung von Ernährungsgütern¹³
4. Fläche: Flächenbelegung durch die Erzeugung und den Verbrauch von Ernährungsgütern.

Die durch die privaten Haushalte verursachten Belastungen wurden bestimmten Aktivitätsbereichen bzw. Bedarfsefeldern zugerechnet. Dies ermöglicht weitergehende Analysen zu den Einflussfaktoren auf den zeitlichen Verlauf der Belastungen, z.B. durch die Anwendung der Komponentenzerlegung¹⁴. Bei den direkten Umweltbelastungen wurde für den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen eine Zuordnung zu den Bereichen „Wohnen“ und „Mobilität“ vorgenommen¹⁵. Neben diesen beiden Bereichen wurden die Bedarfsebereiche „Ernährung“ und „Bekleidung“ in Hinblick auf die Treibhausgase, die Flächenbelegung und die Wassernutzung näher betrachtet. Die genannten vier Bedarfsebereiche sind die Hauptverursacher von Umweltbelastungen in den untersuchten Umweltbereichen.

Alle Berechnungen wurden für einen längeren Zeitraum – in der Regel für die Jahre 2000 bis 2010 – durchgeführt. Die Berechnungen für indirekte Energie und CO₂ erfolgten für den Zeitraum 2000 bis 2009¹⁶, für den direkten Energieverbrauch der privaten Haushalte und die direkten CO₂-Emissionen für den Zeitraum 1995 bis 2011¹⁷.

¹³ Bei den Lachgasemissionen konnten die Emissionen im Ausland in Zusammenhang mit der Herstellung von nach Deutschland importierten Nahrungsmitteln nicht untersucht werden. Dies erwies sich als zu aufwändig, da Informationen über die Bodenbewirtschaftung der Importländer von Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs nicht ausreichend zur Verfügung standen. Siehe Abschnitt 4.3.

¹⁴ Für den direkten Energieverbrauch wurden drei Komponentenzerlegungen durchgeführt, siehe Abschnitt 3.1.

¹⁵ Diesen beiden Bedarfsefeldern werden bei der Analyse der indirekten Belastungen weitere Energieverbräuche und CO₂-Emissionen auf den vorgelagerten Stufen der Bereitstellung von Energie zugerechnet.

¹⁶ Detaillierte Berechnungen mit dem erweiterten I/O-Modell wurden für die Berichtsjahre 2000 und 2005 bis 2007 durchgeführt. Für die übrigen Berichtsjahre wurden die Ergebnisse inter- und extrapoliert. Dabei wurden die Angaben zum Privaten Konsum der jeweiligen Berichtsjahre herangezogen. Siehe Abschnitt 4.2.

¹⁷ Ergebnisse siehe detaillierte Tabellen im Tabellenanhang.

1.3 Ergebnisse

Die direkten und indirekten Umweltbelastungen der privaten Haushalte haben sich in den untersuchten Bereichen unterschiedlich entwickelt. Dabei sind sowohl entlastende Entwicklungen, wie insbesondere beim Energieverbrauch (und den CO₂-Emissionen) im Bereich „Wohnen“, als auch steigende Belastungen, wie beispielsweise bei der Flächenbelegung durch den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern, festzustellen. In allen Themenfeldern wurden Faktoren („drivers“) ermittelt, die prinzipiell zu einem Anstieg der Umweltbelastung führen. Teilweise wurden diese potentiellen Belastungen allerdings durch verhaltensbedingte und technikbedingte Faktoren ganz oder teilweise ausgeglichen. Dadurch konnte in der Summe, wie beispielsweise beim Energieverbrauch im Bereich „Wohnen“ und „Mobilität“, eine zum Teil deutliche Reduktion der Belastungen erreicht werden.

Als wichtige umweltbelastende Faktoren wurden insbesondere folgende Faktoren ermittelt:

1. im Bereich „Energie“ und „CO₂-Emissionen“: zunehmende Wohnflächen und eine steigende Zahl von Haushaltsgeräten und von Kraftfahrzeugen. Diese nachfragesteigernden Faktoren sind eng mit der demographischen Entwicklung im Untersuchungszeitraum verbunden. Die starke Zunahme von kleineren Haushalten führte zu einer Vergrößerung des gesamten Geräte- und Fahrzeugbestands und von Wohnflächen. Gleichzeitig gab es in den Haushalten noch zusätzliche Tendenzen zu einer erhöhten Ausstattung von bereits bestehenden Geräten und Fahrzeugen (Zweitgeräte, Zweit- und Drittfahrzeuge), zu einer Ausweitung des Gerätebestands mit neuen Geräten, insbesondere im Bereich der Kommunikation und Information, zu erhöhten Nutzungsintensitäten von Elektrogeräten und zu erhöhten Wohnflächenansprüchen¹⁸.
2. im Bereich „Ernährung“: hier wirkt sich die übliche „Wohlstandsernährung“ als zunehmend umweltbelastend - in Hinblick auf die Flächenbelegung und die Emission von Treibhausgasen - aus¹⁹. Diese Ernährungsweise ist zum einen geprägt durch einen vergleichsweise hohen Anteil von tierischen Fetten und Proteinen, zum anderen durch einen hohen Anteil von Genussmitteln wie „Schokoladenerzeugnisse“, „Kaffee und Tee“ und „Säfte und alkoholhaltige Getränke“.

In den untersuchten Bedarfsfeldern kann eine Tendenz zu einer Verlagerung von Umweltbelastungen ins Ausland festgestellt werden. Dies gilt insbesondere für den Bereich der „Ernährung“. Hier werden sowohl für den Inlandsverbrauch als auch – und insbesondere - für die Exportgüterproduktion in erhöhtem Maße Flächen im Ausland belegt. Gleichzeitig ist auch die benötigte Wassernutzung für die Herstellung der nach Deutschland importierten Agrarrohstoffe und Ernährungsgüter angestiegen²⁰. Zwar sind der indirekte Energieverbrauch und die indirekten Emissionen in Zusammenhang mit der Herstellung von importierten Konsumgütern in den untersuchten Berichtsjahren absolut nicht weiter angestiegen. Allerdings

¹⁸ Die Konsumausgaben für langlebige Güter sind im Zeitraum 2000 bis 2011- preisbereinigt - um 17,7 % gestiegen. Siehe Statistisches Bundesamt, Fachserie 18, Reihe 1.4, Tabelle 3.3.4.

¹⁹ Der Begriff „Wohlstandsernährung“ geht auf Koerber von, K. u.a. (2009) zurück (Seite 180). Sie ist geprägt durch einen hohen Anteil von tierischen Fetten und Proteinen, einem hohen Verzehr von Genussmitteln und von „Junk-food“.

²⁰ Bei einer umfassenden Untersuchung der Umweltsimplikationen dieser Produktion müssten noch weitere Belastungen, wie beispielsweise die Anwendung von Insektiziden und Herbiziden und die Gewässerbelastung, einbezogen werden.

erfolgte auch hier ein relativer Anstieg der Emissionen bei einem in Absolutgrößen gleichbleibenden Emissionsniveau.

Direkte Energie

Die Analyse der Ergebnisse zum direkten Energieverbrauch der privaten Haushalte im Bereich „Wohnen“ und „Mobilität“ zeigt einen Einfluss sowohl von verbrauchssteigernden Faktoren, die mit Veränderungen im Lebensstil der Haushalte zusammenhängen, als auch von verbrauchsmindernden Faktoren, wie technikspezifischen Faktoren und nachfragespezifischen Verhaltensweisen der Haushalte.

In den beiden Bedarfsbereichen wurden beim Energieverbrauch folgende verbrauchssteigernde Faktoren identifiziert:

- demographische Änderungen (eine erhöhte Anzahl von – insbesondere kleineren – Haushalten)
- erhöhte Flächenansprüche (größere Wohnflächen je Haushalt)
- eine erhöhte Ausstattung der Haushalte mit Elektrogeräten²¹
- eine erhöhte Nutzungsintensität von Elektrogeräten²²
- eine steigende Anzahl von ‚größeren‘ Kraftfahrzeuge (Fahrzeuge mit größerem Hubraum und stärkerer Motorleistung)²³
- gestiegene Fahrleistungen mit Pkw.

Alle diese Faktoren hängen mit einem konsumorientierten Lebensstil zusammen. Dieser wird durch steigende Einkommen ermöglicht. Offensichtlich sind die gestiegenen Einkommen vor allem in die Bereiche „Wohnen“ und „Mobilität“ geflossen (siehe Tabelle 1-1)²⁴.

²¹ Bei den Elektrogeräten konnte – datenbedingt – keine Effizienzsteigerung festgestellt werden. Sofern eine Effizienzsteigerung bei Neugeräten erzielt wurde, ist dies vermutlich durch ausstattungsbedingte verbrauchssteigernde Faktoren ausgeglichen worden.

²² Ein Anstieg der Nutzungsintensität bei Fernsehern kann beispielsweise auf demographische Einflüsse zurückgeführt werden. Ältere Fernsehzuschauer haben einen weit überdurchschnittlichen „Fernsehkonsument“. Die Alterung der Gesellschaft hat hier also einen verbrauchserhöhenden Einfluss.

²³ Auch hier führen ausstattungsbedingte Veränderungen, wie z.B. die Klimatisierung der Fahrzeuge, zu einem erhöhten Kraftstoffverbrauch.

²⁴ Bei Mobilität sind auch die stark gestiegenen Reiseausgaben der privaten Haushalte zu berücksichtigen. Diese führen zu einem Anstieg von Transportleistungen, insbesondere im Flugverkehr. Siehe Abschnitt 2.1.2. Im Übrigen konnte in dieser Projektarbeit keine spezielle Analyse der Reiseausgaben der Haushalte geleistet werden.

Tabelle 1-1: Konsumausgaben der privaten Haushalte nach Verwendungszwecken der Güter

SEA ¹⁾	Gegenstand der Nachweisung	2000	2005	2010	2012	2012 zu 2000
		Mrd. EUR				%
04	Wohnung, Wasser, Strom, Gas u.a. Brennstoffe	258,9	298,5	337,9	352,2	36,1
041/2	Mieten	185,3	207,5	231,3	239,8	29,4
045	Energie	39,8	54,6	66,2	70,6	77,7
07	Verkehr	157,0	174,9	180,5	202,3	28,9
071	Kauf von Fahrzeugen	58,6	67,5	63,6	71,5	22,0
0722	Kraft- und Schmierstoffe	39,3	43,8	44,9	51,3	30,5
073	Verkehrsdienstleistungen	25,2	28,1	33,8	38,4	52,5
0733	Personenbeförderung im Luftverkehr	8,5	10,5	
	Konsumausgaben der privaten Haushalte im Inland	1.130,9	1.238,2	1.359,5	1.442,5	27,6
		in % von Konsumausgaben insgesamt				%-Punkte
04	Wohnung, Wasser, Strom, Gas u.a. Brennstoffe	22,9	24,1	24,9	24,4	1,5
041/2	Mieten	16,4	16,8	17,0	16,6	0,2
045	Energie	3,5	4,4	4,9	4,9	1,4
07	Verkehr	13,9	14,1	13,3	14,0	0,1
071	Kauf von Fahrzeugen	5,2	5,5	4,7	5,0	-0,2
0722	Kraft- und Schmierstoffe	3,5	3,5	3,3	3,6	0,1
073	Verkehrsdienstleistungen	2,2	2,3	2,5	2,7	0,4
0733	Personenbeförderung im Luftverkehr	0,8	0,8	
	Konsumausgaben der privaten Haushalte im Inland	100	100	100	100	

¹⁾ SEA: Systematik der Einnahmen und Ausgaben privater Haushalte.

Folgende verbrauchsmindernde Faktoren wurden beim direkten Energieverbrauch beobachtet:

- Einsparungen der Haushalte beim Heizen (seit 2000)
- Eine Verringerung des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs von Pkw

Im Bereich der Heizenergie hat offensichtlich der hohe Preisanstieg der Brennstoffe zu Verhaltensreaktionen bei den Haushalten geführt²⁵. Die hohen mengenmäßigen Einsparungen in diesem Bereich von knapp 25 % im Zeitraum 2000 bis 2011 zeigen, welch hohes Potential zur Minderung von Umweltbelastungen im Verbrauchsverhalten der privaten Haushalte steckt²⁶.

Indirekte Energie - indirekte CO₂-Emissionen

Die Analyse des Energie- und CO₂-Gehalts der Konsumgüter zeigt die – im Vergleich zum direkten Energieverbrauch - große Bedeutung des Energieverbrauchs bei der Herstellung der

²⁵ Siehe Abschnitt 3.1.1.

²⁶ Siehe Abschnitt 3.1.1, Seite 64.

Konsumgüter. Knapp 61 % des gesamten (direkten und indirekten) Energieverbrauchs im Jahr 2009 entfielen auf den indirekten Verbrauch, nur gut 39 % auf den direkten Energieverbrauch. Bei den CO₂-Emissionen ist das Verhältnis von indirekten zu direkten Emissionen sogar noch größer: 65 % entfielen auf die indirekten, 35 % auf die direkten Emissionen.

Ein großer Teil der indirekten Belastungen – bei den CO₂-Emissionen ist dies der größte Teil – fällt bei der Bereitstellung von Energie für die privaten Haushalte an. Die Höhe dieses Energieverbrauchs – das sind hier die Umwandlungsverluste und der Eigenverbrauch der Energiebereiche - und der CO₂-Emissionen hängt hauptsächlich von der Art der Stromerzeugung im Inland und der Stromerzeugung im Ausland (bei der Herstellung der nach Deutschland importierten Produkte) ab. Diese beiden Faktoren können durch die privaten Haushalte nur begrenzt beeinflusst werden, einerseits durch die Höhe des Stromverbrauchs, andererseits durch die Höhe und die Bezugsstruktur von importierten Konsumgütern (nach Herkunftsländern).

Ein bedeutender Teil des indirekten Energieverbrauchs und der indirekten CO₂-Emissionen fällt im Ausland an. Bei Energie waren dies 2007 gut 40 % des gesamten indirekten Energieverbrauchs, bei CO₂ 34 %²⁷. Dabei sind sowohl bei Energie als auch bei CO₂ die Anteile, die auf die importierten Vorprodukte entfallen, etwas höher als der Energieaufwand bei der Herstellung der nach Deutschland importierten Fertigerzeugnisse. Während sich die Fertungsverhältnisse im Ausland einer unmittelbaren Einflussnahme durch die inländischen privaten Haushalte (und der nationalen staatlichen Politik) entziehen, beeinflussen die Haushalte durch ihre Konsumententscheidungen indirekt die Höhe des Energie- und CO₂-Gehalts. Da die Emissionsverhältnisse nach Ländern sehr unterschiedlich sind, können beispielsweise Nachfrageänderungen hinsichtlich des Herkunftslandes der Konsumgüter die Höhe der Emissionen erheblich beeinflussen²⁸.

Fläche

Wegen der steigenden Weltbevölkerung und veränderten Ernährungsstilen steigt die Nachfrage nach Nahrungsmitteln, insbesondere von tierischen Nahrungsmitteln, und die nutzbare landwirtschaftliche Fläche wird zunehmend zu einem knappen Gut²⁹. Zudem wird diese Fläche – im Inland und weltweit - vermehrt für den Anbau von Energiepflanzen belegt. Daher ist eine effiziente und „gerechte“ Nutzung von Flächen von großer Bedeutung.

Deutschland benötigt für den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern erheblich mehr Fläche als es selbst zur Verfügung hat. Im Jahr 2010 betrug die Flächenbelegung für den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern insgesamt 20,1 Mill. ha, bei einer inländischen Flächenbelegung für Ernährungszwecke von 14,7 Mill. ha³⁰. Dies entspricht einer Pro-Kopf-Flächenbelegung im Jahr 2010 von 2.460 Quadratmetern³¹. Der mit 57 % größere Teil der für

²⁷ Der Importanteil ist bei CO₂ geringer als bei Energie, da die Energieerzeugung im Jahr 2007 im Inland CO₂-intensiver war als im Ausland bei der Herstellung der Importgüter nach Deutschland.

²⁸ Siehe Tabelle 3-11 in Abschnitt 3.2.

²⁹ Beide Faktoren werden beispielsweise von von Koerber dargestellt. Dieser weist auf den veränderten Ernährungsstil in Entwicklungsländern mit einer steigenden Nachfrage nach (tierischen) Proteinen und den damit verbundenen Mehrbedarf an landwirtschaftlichen Flächen hin. (Koerber von u.a. (2009, Seite 175).

³⁰ Die landwirtschaftliche Nutzfläche betrug 16,8 Mill. Hektar. 2,1 Mill. ha an Fläche wurden für den Anbau von Energiepflanzen und von Pflanzen für eine sonstige stoffliche Nutzung belegt. Siehe Tabelle 3-26 in Abschnitt 3.5.

³¹ In der WWF-Studie 2012 wurde ein Flächenabdruck von 2.312 m² pro Person geschätzt. Seite 43. Für die Erzeugnisse tierischen Ursprungs (nur Fleisch) schätzten Witzke von u.a. (2011) in der WWF-Studie 2011 einen

den Inlandsverbrauch genutzten Fläche wurde für die Erzeugung von Ernährungsgütern tierischen Ursprungs (einschließlich Futtermittel) belegt, 43 % der Fläche für Erzeugnisse pflanzlichen Ursprungs³².

Sowohl der Inlandsverbrauch als auch die Exporte von Ernährungsgütern verursachen eine Flächenbelegung im Ausland. Importierte Ernährungsgüter werden – in Form von Fertigerzeugnissen - zu einem Teil direkt im Inland verbraucht, zum anderen werden importierte Vorprodukte zu Gütern des Inlandsverbrauchs oder von Exporten im Inland verarbeitet. Die gesamte Belegung von Flächen im Ausland für Erzeugnisse des deutschen Inlandsverbrauchs und von Vorprodukten für die Herstellung von Exportgütern ist zwischen dem Jahr 2000 und 2010 von 13,2 Mill. ha auf 18,2 Mill. ha stark angestiegen (+ 38,1 %). Der Importanteil am Inlandsverbrauch erhöhte sich von 53,7 % auf 65,3 % (2000: 10,3 Mill. ha, 2010: 13,1 Mill. ha), d.h. im Jahr 2010 wurden für die inländische Versorgung bereits 2/3 der benötigten landwirtschaftlichen Flächen im Ausland belegt.

Die stark gestiegenen Flächenimporte hängen insbesondere mit den stark gestiegenen Exporten von Ernährungsgütern und der damit verbundenen – erhöhten - Flächenbelegung im In- und Ausland zusammen. Für die Herstellung der Exportgüter wurden im Jahr 2010 insgesamt 12,8 Mill ha an Fläche belegt – 3,3 Mill. ha mehr als im Jahr 2000. Dieser gestiegene Flächenbedarf wurde zunehmend durch „importierte Flächen“ abgedeckt: Bei der Herstellung der Exportgüter erhöhte sich der Importanteil bei der Flächenbelegung auf knapp 40 % (5,1 Mill. ha) im Jahr 2010. Insbesondere aus entwicklungspolitischer Sicht wäre eine direkte Exporttätigkeit von Entwicklungsländern einer – außerdem mit vielfachen Umweltbelastungen einhergehenden - hohen Exporttätigkeit der inländischen Landwirtschaft vorzuziehen.

Die Saldierung der Flächenbelegung von Importen und Exporten ergibt eine „Netto-Flächenbelegung“ von 5,5 Mill. ha. Das bedeutet, dass Deutschland erheblich mehr Flächen im Ausland belegt, als Flächen im Inland für die deutschen Exporte genutzt werden. Dieses „Defizit“ ist seit 2000 erheblich angestiegen (+ 45 %). Im Jahr 2000 betrug der Importüberschuss erst 3,8 Mill. ha.

Wassergebrauch

Bei der Herstellung von Ernährungsgütern und von Bekleidung fallen in der Landwirtschaft große Mengen an Verdunstungs- und Bewässerungswasser und in der verarbeitenden Industrie große Mengen an Prozesswasser an. Diese Mengen – das „virtuelle Wasser“ - wurden für die Importe, Exporte und den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern und von Bekleidung aus Baumwolle mit Hilfe eines „Footprint-Ansatzes“ ermittelt (Ergebnisse siehe Abschnitt 3.4).

Die ermittelten Mengen an Verdunstungs- („grünes“ Wasser) und an Bewässerungswasser („blaues“ Wasser) übersteigen die im Inland anfallenden Mengen an grünem Wasser in der Landwirtschaft und an Prozesswasser in der verarbeitenden Industrie um ein Vielfaches³³. So wurden 2010 103,4 Mrd. m³ Wasser durch Erzeugnisse pflanzlichen und tierischen Ursprungs³⁴

Fußabdruck von rund 1.000 m². Der in dieser Projektarbeit ermittelte Wert (1.410 m²) liegt höher, da auch der Fußabdruck für Milchprodukte und Eier einbezogen wurde.

³² Weltweit werden etwa 80 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche für die Viehhaltung beansprucht. Diesem hohen Flächenanteil steht jedoch ein geringer Anteil der tierischen Lebensmittel an der weltweiten Nahrungsversorgung gegenüber (nur 17 % im Jahr 2003; FAOSTAT). Siehe Koerber von, K. u.a., Seite 178.

³³ In der inländischen Landwirtschaft werden im Übrigen nur relativ geringe Mengen an Bewässerungswasser verwendet.

³⁴ Einschließlich Rohbaumwolle.

importiert, davon entfielen fast 80 % auf Importe von Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs und 20 % auf die Erzeugnisse tierischen Ursprungs. Bei dem Export von Wasser (65,6 Mrd. m³) entfielen zwei Drittel auf Erzeugnisse pflanzlichen Ursprungs und ein Drittel auf Erzeugnisse tierischen Ursprungs. Der gesamte Wasserverbrauch für die Erzeugung von Agrarrohstoffen betrug 43,0 Mrd. m³.

Insbesondere der Einsatz von Bewässerungswasser ist oftmals mit großen Umweltbelastungen verbunden³⁵. Daher wurde hier beispielhaft der hohe Einsatz von Bewässerungswasser bei der Herstellung von Textilien und Bekleidung aus Baumwolle näher untersucht. Hier zeigt sich, dass große Mengen an blauem Wasser für die Importe von Textilien und Bekleidung benötigt werden (2010: 7,3 Mrd. m³).

³⁵ Siehe Abschnitt 3.4.2.

1.4 Ausblick

Für die fünf untersuchten Themenbereiche wurden 14 Nachhaltigkeitsindikatoren vorgeschlagen, die mit direkten oder indirekten Umweltbelastungen des Privaten Konsums zusammenhängen. Mit diesen Nachhaltigkeitsindikatoren werden wichtige, jedoch nicht alle von den privaten Haushalten und ihrem Konsum ausgehende Umweltbelastungen abgedeckt. Bereiche, die hier nicht analysiert werden konnten, sind beispielsweise das Abfallaufkommen der privaten Haushalte, der Material- bzw. Rohstoffverbrauch und die Flächenbelegung durch den Wohnungsbau.

Der umfangreiche Tabellenanhang enthält neben den Angaben zu den Umweltbelastungen auch Angaben zu den Faktoren, die mit diesen Umweltbelastungen zusammenhängen³⁶. Diese Angaben bilden eine umfassende Datengrundlage für das Themenfeld „Nachhaltiger Konsum“. Die vorgeschlagenen Indikatoren sind die Grundlage eines Monitorings der wichtigsten Belastungen. Gleichzeitig ist bei den gewählten Indikatoren eine Bestimmung von quantitativen Zielen möglich.

Die angewandten Analysemethoden – die erweiterte I/O-Analyse und die „Footprint-Methode“ – erweisen sich in den entsprechenden Themenfeldern als geeignet, die Umweltbelastungen detailliert und mit der erforderlichen Genauigkeit darzustellen. In folgenden Bereichen ergeben sich zukünftig Möglichkeiten zur Schließung von Datenlücken und zu einer Weiterentwicklung der Methodik:

- Im Bereich „Wohnen“ könnten weitergehende Untersuchungen zur Wohnungssituation und zum Energieverbrauch der privaten Haushalte erfolgen. Dabei sollte der Einfluss der Einkommen auf die Nachfrage der Haushalte näher berücksichtigt werden.
- Indirekte Umweltbelastungen durch den Konsum von Gütern: Auch hier könnte eine Auswertung des Konsums nach Einkommensgrößenklassen weitergehende Analysemöglichkeiten ermöglichen.
- Bei den Methan- und Lachgasemissionen wäre an eine Erweiterung der Berechnungen zu denken. Dies betrifft einerseits die indirekten Emissionen von Lachgas im Ausland in Zusammenhang mit der Anwendung von Wirtschafts- und Mineraldünger in der Landwirtschaft³⁷. Andererseits wäre zu prüfen, ob auch die Emissionen außerhalb der Landwirtschaft in dem erweiterten Input-Output-Modell berücksichtigt werden können.
- Der indirekte Wasserverbrauch wurde in diesem Projekt allein auf Agrarrohstoffe und Ernährungsgüter sowie auf Baumwolltextilien und -bekleidung bezogen. Bei der Analyse der Wassernutzung könnte auch der Wasserverbrauch in Zusammenhang mit dem Konsum von weiteren „wasserintensiven“ Konsumgütern, wie beispielsweise von Papiererzeugnissen und von chemischen Erzeugnissen, von Interesse sein. Möglicherweise könnte hier auf Ergebnisse aus Prozesskettenanalysen zurückgegriffen werden und diese mit dem Privaten Konsum kombiniert werden.
- Bei den Berechnungen zur Flächenbelegung konnten nicht alle importierten und exportierten Ernährungsgüter berücksichtigt werden. Bei einigen Produktgruppen, wie z.B. bei „Zucker und Zuckerwaren“ und bei „verschiedene Lebensmittelzubereitungen“ könnte durch weitere Analysen eine verbesserte Abdeckung erzielt werden³⁸.

³⁶ Siehe Tabellenanhang.

³⁷ Siehe Fußnote 13.

³⁸ Siehe Abschnitt 4.5.2.

- Bei den Berechnungen zur Flächenbelegung von Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs konnten die Flächenanteile für die in Mischprodukten enthaltenen „Fremdanteile“ nicht berücksichtigt werden. Dies betrifft hauptsächlich die Erzeugnisse tierischen Ursprungs, die in Fertiggerichten und in Erzeugnissen überwiegend pflanzlichen Ursprungs, z.B. Eier in Mehlerzeugnissen, verwendet werden.
- Bei der Analyse der Flächenbelegung in Hinblick auf Umweltbelastungen ist die Art der genutzten Flächen (Ackerland, Grünland, Dauerkulturen) von Bedeutung³⁹. Daher sollte eine erweiterte Darstellung der Flächenbelegung nach Flächenarten angestrebt werden.
- Das erweiterte I/O-Analysemodell für Energie und Treibhausgase beinhaltet eine getrennte Berechnung der Umweltbelastungen nach Herkunftsländern der Importe nach Deutschland. Dabei werden für den Energieverbrauch von energieintensiven Branchen bereits länderspezifische Angaben verwendet. Diese Angaben könnten auf weitere Branchen - entsprechend der Datenverfügbarkeit in den internationalen Energiebilanzen – ausgedehnt werden⁴⁰. Es wäre auch zu prüfen, ob durch die Nutzung von nationalen Input-Output-Tabellen die spezifischen Produktionsverhältnisse der Herkunftsländer stärker berücksichtigt werden können.

³⁹ Bedeutende Umweltbelastungen, beispielsweise durch CO₂-Emissionen, resultieren auch aus Änderungen in der Landnutzung, wie z.B. die Umwandlung von Waldflächen in Grünland oder der Aufbruch von Grünland und dessen Nutzung als Ackerfläche.

⁴⁰ Leider liegen für die EU-Mitgliedsstaaten bisher nur für Luftschadstoffe Emissionsangaben in einer Unterteilung nach Wirtschaftszweigen („NAMEA-Tabellen“) vor. In Bezug auf den Energieverbrauch wird an einem solchen Nachweis gearbeitet. Mit Angaben für alle Mitgliedsstaaten ist jedoch nicht vor 2017 zu rechnen.

2 Mögliche Nachhaltigkeitsindikatoren

Folgende Indikatoren werden vorgeschlagen:

Tabelle 2-1: Nachhaltigkeitsindikatoren – Übersicht -

Nr.	Bez.	Themenfeld / Bezeichnung
		Wohnen: Energieverbrauch
1	1a	Endenergieverbrauch der privaten Haushalte im Bereich „Wohnen“ (pro Kopf)
2	1b	Elektrizitätsverbrauch privater Haushalte (pro Kopf)
		Mobilität
3	2a	Kraftstoffverbrauch der Pkw privater Haushalte
4	2b	Fahrleistungen der privaten Haushalte mit Pkw
5	2c	Verkehrsleistungen im Flugverkehr – private Haushalte
		Konsumgüter: Indirekte Energie – Indirekte CO₂-Emissionen
6	3	Energiegehalt der Konsumgüter
7	4a	Direkte CO ₂ -Emissionen (pro Kopf)
8	4b	CO ₂ -Gehalt der Konsumgüter (pro Kopf)
		Ernährung: Treibhausgase - Flächenbelegung
9	5	Treibhausgase durch Privaten Konsum für „Ernährung“ (pro Kopf)
10	6a	Flächenbelegung im In- und Ausland durch den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern tierischen Ursprungs (pro Kopf)
11	6b	Flächenbelegung im Ausland durch den Import von Futtermitteln und von Erzeugnissen tierischen Ursprungs (pro Kopf)
12	6c	Flächenbelegung im In- und Ausland durch den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern pflanzlichen Ursprungs (pro Kopf)
13	6d	Flächenbelegung im Ausland durch Importe von Ernährungsgütern pflanzlichen Ursprungs (pro Kopf)
		Bekleidung: Virtuelles Wasser (Wassergehalt von Baumwoll-Textilien)
14	7	Wassergehalt von Textilien und Bekleidung aus Baumwolle (Inlandsverbrauch, pro Kopf) – Bewässerungs- und Prozesswasser („blaues“ Wasser) -

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

2.1 Energieverbrauch

2.1.1 Direkter Energieverbrauch im Bereich „Wohnen“

1a Endenergieverbrauch der privaten Haushalte im Bereich „Wohnen“ (pro Kopf)

1b Elektrizitätsverbrauch privater Haushalte (pro Kopf)

Definition und Berechnungsverfahren:

1a Temperaturbereinigter Energieverbrauch der privaten Haushalte im Bereich „Wohnen“ (pro Kopf): Der Indikator bezieht sich auf den gesamten temperaturbereinigten (End-) Energieverbrauch der privaten Haushalte im Bereich „Wohnen“. Er enthält den Energieverbrauch für Heizen, Kochen u.a., aber nicht den Kraftstoffverbrauch der privaten Haushalte für eigene Kraftfahrzeuge. Der Indikator wird auf die Bevölkerungszahl bezogen und in Kilowattstunde „pro Kopf“ dargestellt.

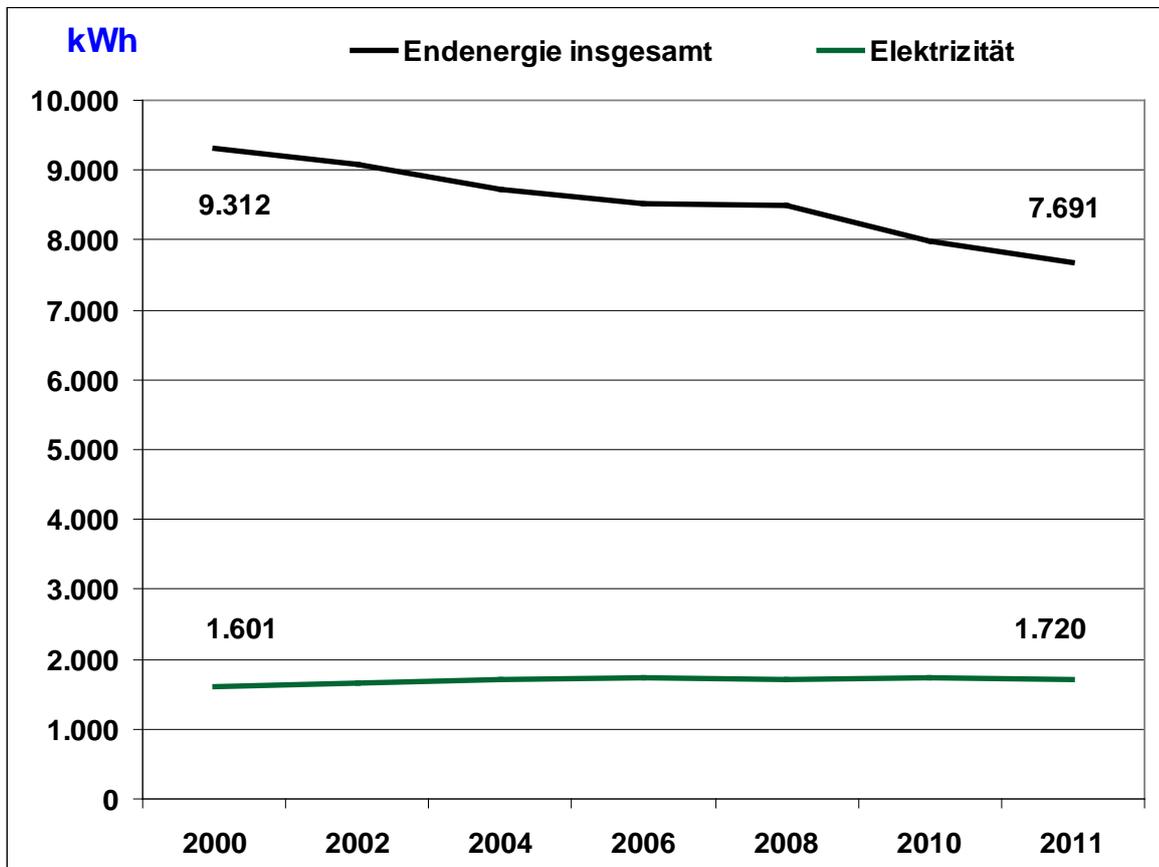
1b Elektrizitätsverbrauch privater Haushalte (pro Kopf): Der Indikator bezieht sich auf den Verbrauch von Elektrizität der privaten Haushalte laut Energiebilanz.

Der Endenergieverbrauch privater Haushalte wird von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. nach einzelnen Energieträgern nachgewiesen. Die Ausgangsgröße wird auf das Verbrauchskonzept der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) abgestimmt. Dabei werden die Angaben zu den Heizöllieferungen auf tatsächliche Verbrauchswerte umgerechnet. Die Teilgröße „Heizenergie für Raumwärme“⁴¹ wird anhand von Gradtagszahlen temperaturbereinigt⁴².

⁴¹ Die Angaben zum Energieverbrauch nach Anwendungsbereichen wurden für die Jahre 2008 bis 2010 in zwei Forschungsprojekten vom Rheinisch Westfälischen Institut ((RWI) Projektleitung) und vom Umfrageinstitut „Forsa“ im Auftrag der AG Energiebilanzen berechnet und veröffentlicht: Endberichte siehe RWI (2011a) und RWI (2011b).

⁴² Zur Berechnungsmethode siehe Abschnitt 4.1.1 Direkter Energieverbrauch.

Abbildung 2-1: (End-) Energieverbrauch der privaten Haushalte im Bereich „Wohnen“ und Elektrizitätsverbrauch privater Haushalte 2000 bis 2011 *)



*) Endenergieverbrauch: temperaturbereinigt.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen; AG Energiebilanzen; Rheinisch Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung.

Bedeutung:

Der direkte Energieverbrauch der privaten Haushalte im Bereich „Wohnen“ (Indikator 1a) hat einen hohen Anteil am gesamten Endenergieverbrauch (2011: 25,1 %). Seine Größenordnung ist vergleichbar mit dem Energieverbrauch des gesamten Industriesektors. Die privaten Haushalte verursachen damit einen erheblichen Teil der energiebedingten CO₂-Emissionen. Hier besteht ein erhebliches CO₂-Senkungspotential durch Maßnahmen zur Energieeffizienz und dem Einsatz erneuerbarer Energieträger. Die Aufgliederung des Energieverbrauchs nach Anwendungsbereichen ermöglicht eine weitergehende Analyse des Energieverbrauchs nach verbrauchsbestimmenden Einflussfaktoren und dadurch eine zielgenauere Politikgestaltung.

Der Elektrizitätsverbrauch der privaten Haushalte macht rund 27 % des gesamten Endenergieverbrauchs an Elektrizität aus. Durch die Erzeugung von Elektrizität wird in Deutschland der größte Anteil der Treibhausgase emittiert. Daher hat die Minderung von Emissionen in diesem Bereich durch eine verminderte Nachfrage nach Elektrizität und eine umweltschonendere Gewinnung eine hohe politische Priorität⁴³.

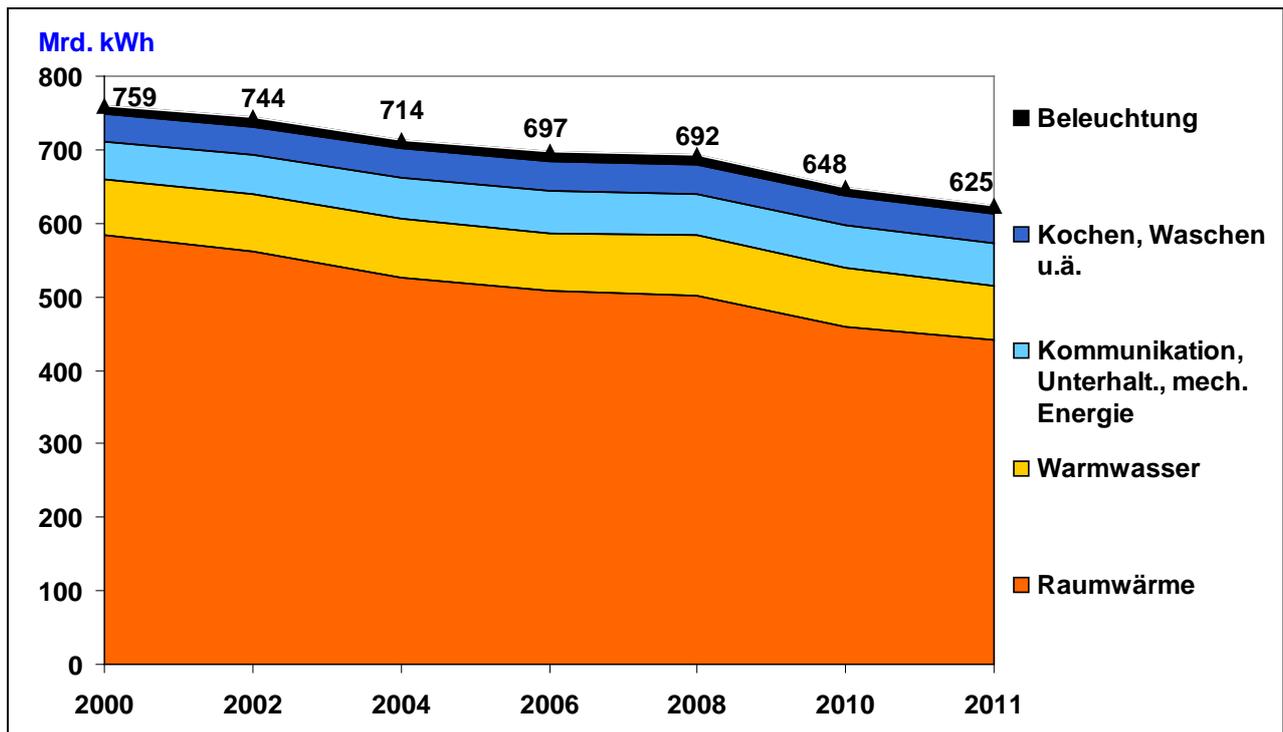
⁴³ Die Bundesregierung hat sich im Rahmen der Energiewende zum Ziel gesetzt, den Brutto-Stromverbrauch bis 2020 um 10 % und bis 2050 sogar um 25 % zu senken. Siehe Monitoring Bericht „Energie der Zukunft, Seite 16.

Zielfähigkeit - mögliche Ziele:

Sowohl für die Gesamtgröße als auch für die Teilgrößen des Energieverbrauchs nach einzelnen Energieträgern und nach Anwendungsbereichen lassen sich quantitative pro Kopf Ziele bestimmen.

Hintergrunddaten:

Abbildung 2-2: Endenergieverbrauch der privaten Haushalte im Bereich „Wohnen“ 2000 bis 2011 nach Anwendungsbereichen *) - Absolutgrößen -



*) Endenergieverbrauch: temperaturbereinigt

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Datentabelle zu Abbildung 2-2: Endenergieverbrauch der privaten Haushalte im Bereich „Wohnen“ 2000 bis 2011 nach Anwendungsbereichen in Milliarden Kilowattstunden

Anwendungsbereich	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2011
Raumwärme	583,1	562,2	526,1	507,5	502,2	458,8	440,2
Warmwasser	77,2	78,1	80,2	79,5	81,0	81,2	74,8
Kommunikation, Unterhaltung, mechanische Energie	51,6	53,8	55,5	56,5	55,9	56,5	57,4
Kochen, Waschen u.ä.	35,8	37,5	39,7	41,0	40,8	39,9	40,3
Beleuchtung	11,6	12,0	12,4	12,6	12,2	11,9	12,0
Insgesamt	759,3	743,6	713,8	697,2	692,1	648,4	624,7

2.1.2 Energieverbrauch für Mobilität

Kraftfahrzeuge der privaten Haushalte:

2a Kraftstoffverbrauch der Pkw privater Haushalte

2b Fahrleistungen der privaten Haushalte mit Pkw

Definition und Berechnungsverfahren:

2a Kraftstoffverbrauch der Pkw privater Haushalte: Der Indikator bezieht sich auf den Kraftstoffverbrauch privater Halter mit eigenem Pkw zuzüglich des Kraftstoffverbrauchs von privat genutzten Geschäftswagen und privat genutzten Mietwagen. Der Kraftstoffverbrauch ist nach dem Inländerkonzept abgegrenzt, d.h. einschließlich des Verbrauchs bei Fahrten außerhalb von Deutschland.

2b Fahrleistungen der privaten Haushalte mit Pkw: Der Indikator bezieht sich auf die Transportleistungen der privaten Haushalte mit (eigenem) Pkw nach dem Inländerkonzept. Dabei werden die Fahrleistungen (Fahrzeugkilometer) mit Benzin-Pkw und Diesel-Pkw zu Grunde gelegt.

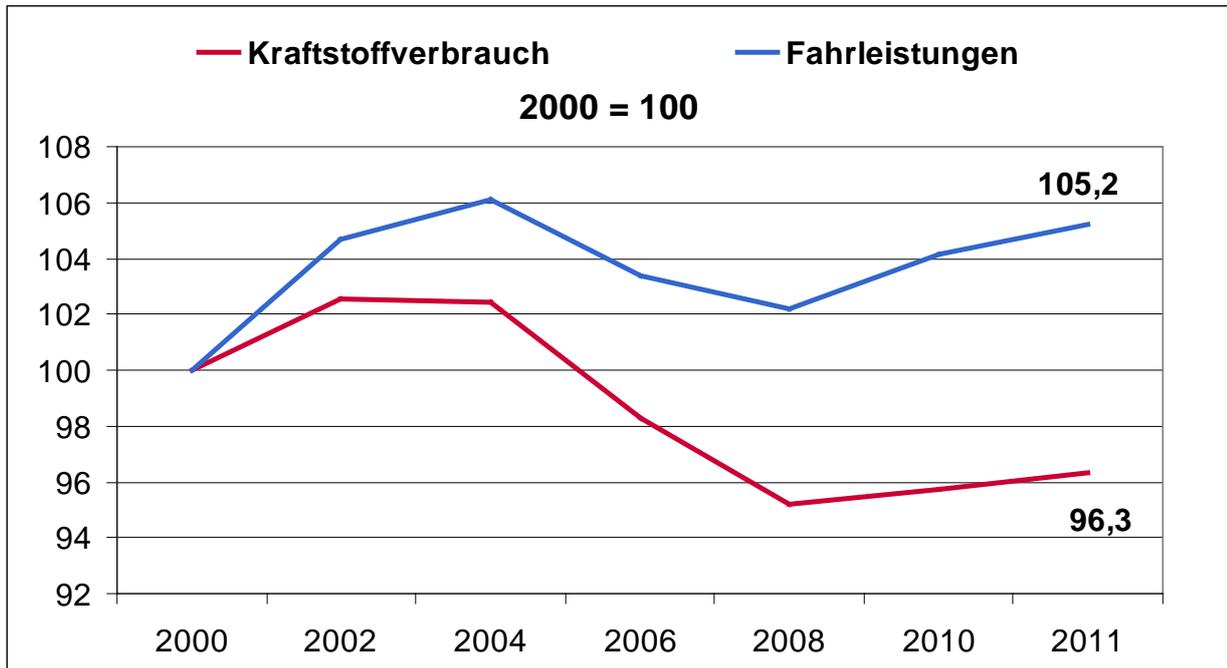
Die Fahrleistungen von privaten Haushalten werden an Hand von Angaben zu den Pkw-Beständen privater Haushalte und von Angaben bzw. Schätzungen zu den jährlichen Fahrleistungen berechnet^{44, 45}. Die Berechnung des Kraftstoffverbrauchs erfolgt an Hand von Angaben zu den Jahresfahrleistungen und von Schätzungen zum durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch je 100 Fahrzeugkilometer⁴⁶.

⁴⁴ Zu den Berechnungsmethoden siehe Abschnitt 4.1.1 Direkter Energieverbrauch.

⁴⁵ Jährliche Angaben zu den gesamten Fahrleistungen und dem Kraftstoffverbrauch mit Pkw (Inländerkonzept, Halter insgesamt) werden vom DIW, Berlin im „Wochenbericht“ veröffentlicht, zuletzt in Ausgabe 47/2012, Seite 3 ff.

⁴⁶ Siehe Fußnote 3: Die Berechnung des Kraftstoffverbrauchs von Pkw durch das DIW erfolgt in einem Rechenmodell in dem sowohl Schätzungen zu den jährlichen Fahrleistungen als auch zum spezifischen Kraftstoffverbrauch einfließen.

Abbildung 2-3: Fahrleistungen und Kraftstoffverbrauch der privaten Haushalte mit Pkw*)



*) Inländerkonzept

Quelle: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Bedeutung:

Der motorisierte Straßenverkehr hat einen bedeutenden Anteil am gesamten Endenergieverbrauch (Straßenverkehr 2010: 2.109 PJ bzw. 23 % des Endenergieverbrauchs). Allein der Kraftstoffverbrauch der privaten Haushalte mit PKW beträgt mehr als die Hälfte davon (2010: 1.235 PJ).

Der Kraftstoffverbrauch ist eine bedeutende Quelle für Treibhausgase - wie Kohlendioxid - und Luftschadstoffe. Darüber hinaus werden durch den Straßenverkehr erhebliche Flächen belegt und dadurch einer naturnahen Nutzung entzogen. Durch Neubauten und Erweiterung von Straßen werden landwirtschaftliche Nutzflächen und Waldflächen in Verkehrsflächen umgewandelt. Neben diesen Belastungen trägt der Straßenverkehr mit weiteren Belastungen wie „Lärm“ oder „Unfällen“ zu einer erheblichen Beeinträchtigung der natürlichen Umwelt und der Gesundheit der Menschen bei.

Zielfähigkeit - mögliche Ziele:

Die Berechnungen des Kraftstoffverbrauchs der privaten Haushalte und der Fahrleistungen werden regelmäßig in den UGR im Rahmen der Energierechnungen durchgeführt. Für beide Größen lassen sich quantitative Ziele bestimmen.

Datentabelle zu Abbildung 2-3: Fahrleistungen und Kraftstoffverbrauch der privaten Haushalte mit Pkw

Merkmal	Einheit *)	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2011
Kraftstoffverbrauch	PJ	1.290	1.323	1.321	1.268	1.228	1.235	1.243
Fahrleistungen	Fz-km	469.555	491.494	498.100	485.331	479.777	489.098	494.019
2000 = 100								
Kraftstoffverbrauch		100,0	102,6	102,4	98,3	95,2	95,7	96,3
Fahrleistungen		100,0	104,7	106,1	103,4	102,2	104,2	105,2

*) PJ: Petajoule; Fz-km: Fahrzeugkilometer.

Luftverkehr:

2c Verkehrsleistungen im Flugverkehr – private Haushalte - (Personen-km)

Definition und Berechnungsverfahren:

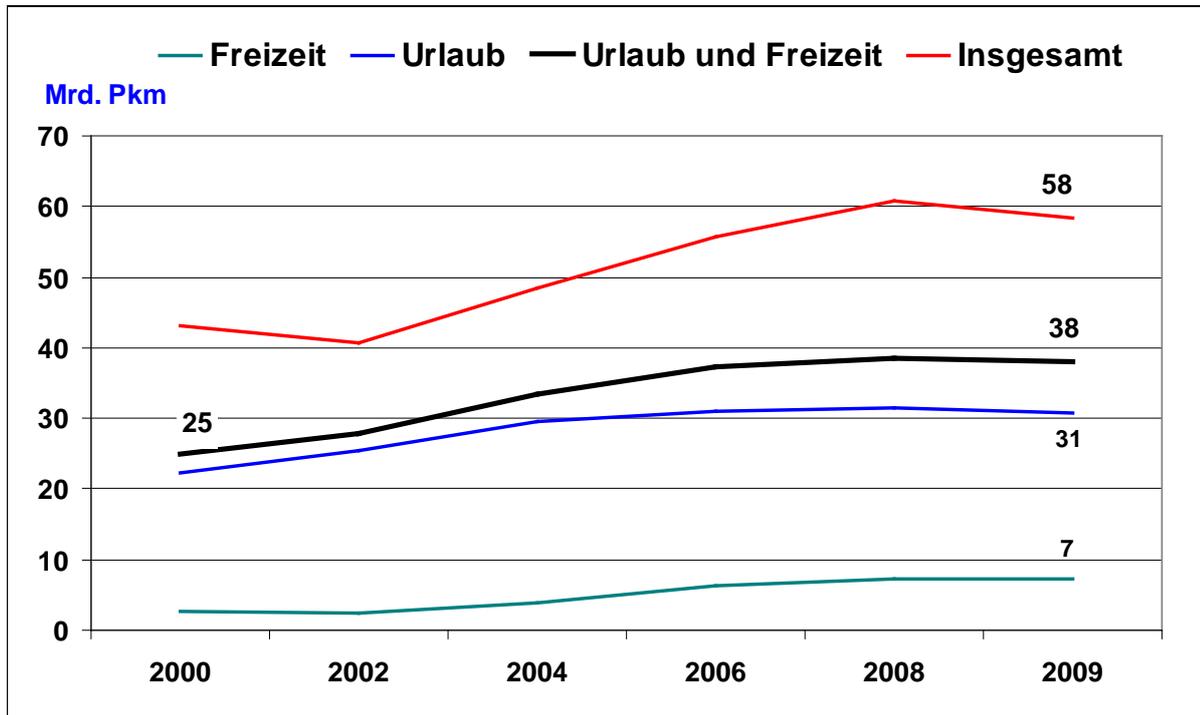
2c Verkehrsleistungen im Flugverkehr – private Haushalte - (Personen-Kilometer): Der Indikator erfasst die Verkehrsleistungen der privaten Haushalte im Flugverkehr für Freizeit und Urlaubszwecke. Insofern bildet er den Personenverkehr von Privatreisenden ab.

Der Indikator wird vom DIW von den Angaben zu den gesamten Verkehrsleistungen im Personenverkehr abgeleitet⁴⁷. Die Angaben des Statistischen Bundesamts zu den Personenverkehrsleistungen beziehen sich auf den Gesamtverkehr, d.h. sie umfassen sowohl den Verkehr innerhalb Deutschlands, als auch den Verkehr nach und aus dem Ausland. Das Deutsche Institut für Wirtschaft (DIW) führt die Aufteilung der Verkehrsleistungen nach Fahrtzwecken durch⁴⁸.

⁴⁷ Statistisches Bundesamt, Fachserie 8 Luftverkehr, Reihe 6.1 Luftverkehr auf ausgewählten Flugplätzen, Tabelle 4.1.1 Flüge und Flugleistungen.

⁴⁸ Siehe DIW, Verkehr in Zahlen, (2010 bis 2011, Seite 224).

Abbildung 2-4: Verkehrsleistungen von privaten Haushalten im Flugverkehr (Milliarden Personenkilometer)



Quelle: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Verkehr in Zahlen 2011-2012, Verkehrsarten nach Zwecken.

Bedeutung:

Der Luftverkehr hat als Verursacher von klimawirksamen Treibhausgasen eine große Bedeutung. In Bezug auf die Verkehrsleistung (Personen-km) betragen die emittierten Treibhausgase das Zweieinhalbfache der Emissionen von Personenkraftwagen⁴⁹. Der Luftverkehr wird außerdem als bedeutender Verursacher von Lärm wahrgenommen. Der Flugverkehr (Personen-km) ist insgesamt zwischen 2000 und 2010 um beinahe 50 % angestiegen.

Zielfähigkeit - mögliche Ziele:

Die Berechnungen der Verkehrsleistungen werden regelmäßig vom DIW auf Basis der Angaben der Luftverkehrsstatistik durchgeführt. Für die Zielgrößen lassen sich quantitative Ziele bestimmen.

Datentabelle zu Abbildung 2-4: Verkehrsleistungen von privaten Haushalten in Milliarden Personenkilometern

Fahrtzwecke	2000	2002	2004	2006	2008	2009
Freizeit	3	2	4	6	7	7
Urlaub	22	26	30	31	31	31
Urlaub und Freizeit	25	28	33	37	39	38
Insgesamt	43	41	48	56	61	58

⁴⁹ Siehe Umweltbundesamt veröffentlicht in: Statistisches Bundesamt, UGR-Bericht 2012, Tabelle 14, Seite 106. Bei den PKW wird bei diesem Vergleich von einer Auslastung von 1,5 Personen pro PKW ausgegangen.

2.1.3 Indirekter Energieverbrauch im In- und Ausland

3 Energiegehalt der Konsumgüter

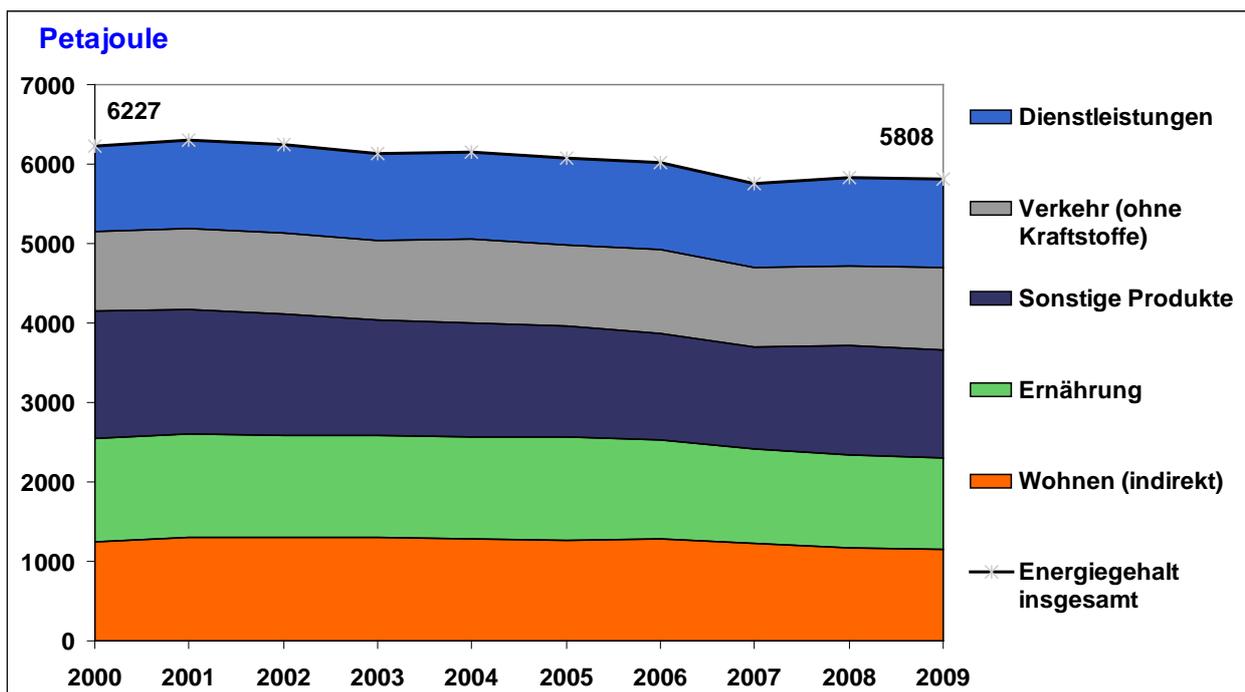
Definition und Berechnungsverfahren:

Der Energiegehalt der Konsumgüter umfasst den gesamten Energieeinsatz bei der Herstellung der Konsumgüter des Privaten Konsums nach dem Inlandskonzept. Er enthält sowohl den Energieeinsatz der inländischen Produktionsbereiche bei der inländischen Herstellung als auch den Energieeinsatz im Ausland bei der Herstellung der nach Deutschland importierten Konsumgüter.

Ebenfalls enthalten ist der Energieeinsatz im Ausland bei der Herstellung der importierten Vorleistungsgüter, die bei der inländischen Herstellung von Konsumgütern eingesetzt werden.

Der Energiegehalt wird mit einem um Energie erweiterten Input-Output Modell berechnet⁵⁰. Dabei wird der Energieaufwand der inländischen Produktionsbereiche mit Hilfe der Input-Output Tabelle der inländischen Produktion und einer Tabelle zur Verwendung von Energie im Inland nach Produktionsbereichen ermittelt. Der Energieaufwand im Ausland wird in regionaler Unterteilung nach Herkunftsländern und unter Heranziehung von Angaben zum Energieeinsatz der energieintensiven Produktionsbereiche in den Herkunftsländern geschätzt.

Abbildung 2-5: Energiegehalt der Konsumgüter nach Bedarfsfeldern



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Bedeutung:

Der Energiegehalt der Konsumgüter (indirekter Energieverbrauch) ist erheblich höher als der direkte Energieverbrauch der privaten Haushalte (2009 indirekt: 5.808 PJ bzw. 60,7 % des gesamten zurechenbaren – direkten und indirekten - Energieverbrauchs von 9.569 PJ). Er

⁵⁰ Siehe Abschnitt 4.2.

beinhaltet auch den Energieeinsatz, der im Ausland bei der Herstellung von Konsumgütern und Vorleistungsgütern für den Konsum anfällt, die von Deutschland importiert werden. Dieser Energieaufwand im Ausland (siehe Abbildung 2-6) betrug im Jahr 2007 bereits 40,6 % des gesamten indirekten Energieaufwands – mit steigender Tendenz. Der Energieaufwand im Ausland ist Teil des „energetischen Rucksacks“ der Konsumnachfrage.

Der (indirekte) Energieaufwand bei der Herstellung der Konsumgüter ermöglicht eine Abschätzung des Energieverbrauchs aus der „Verbrauchssicht“. Dadurch können dem Verbraucher Informationen zur gesamten Nutzung von Ressourcen - wie hier von Energieträgern - zur Verfügung gestellt werden.

Die Größe ermöglicht weitergehende Abschätzungen der „Energieintensität des Konsums“. Dabei wird der Energiegehalt der Konsumgüter in Relation zu den Konsumausgaben gesetzt.

Zielfähigkeit - mögliche Ziele:

Die Berechnungen werden im Rahmen der UGR regelmäßig – jedoch nicht als durchgehende Zeitreihe - durchgeführt. Die Berechnungen bauen auf den monetären Input-Output Tabellen von DESTATIS auf. Die Zielgröße ist das Ergebnis einer Vielzahl von angebots- und nachfrageseitigen Einflussgrößen. Angebotsseitig wird der Energiegehalt vor allem von der Energieeffizienz beim Einsatz von Energieträgern bei der Energieumwandlung (im In- und Ausland) und von der Energieeffizienz bei der Herstellung der Konsumgüter beeinflusst. Nachfrageseitig wird die Höhe und die Struktur des Konsums von der Einkommensentwicklung und den Präferenzen der Konsumenten bestimmt.

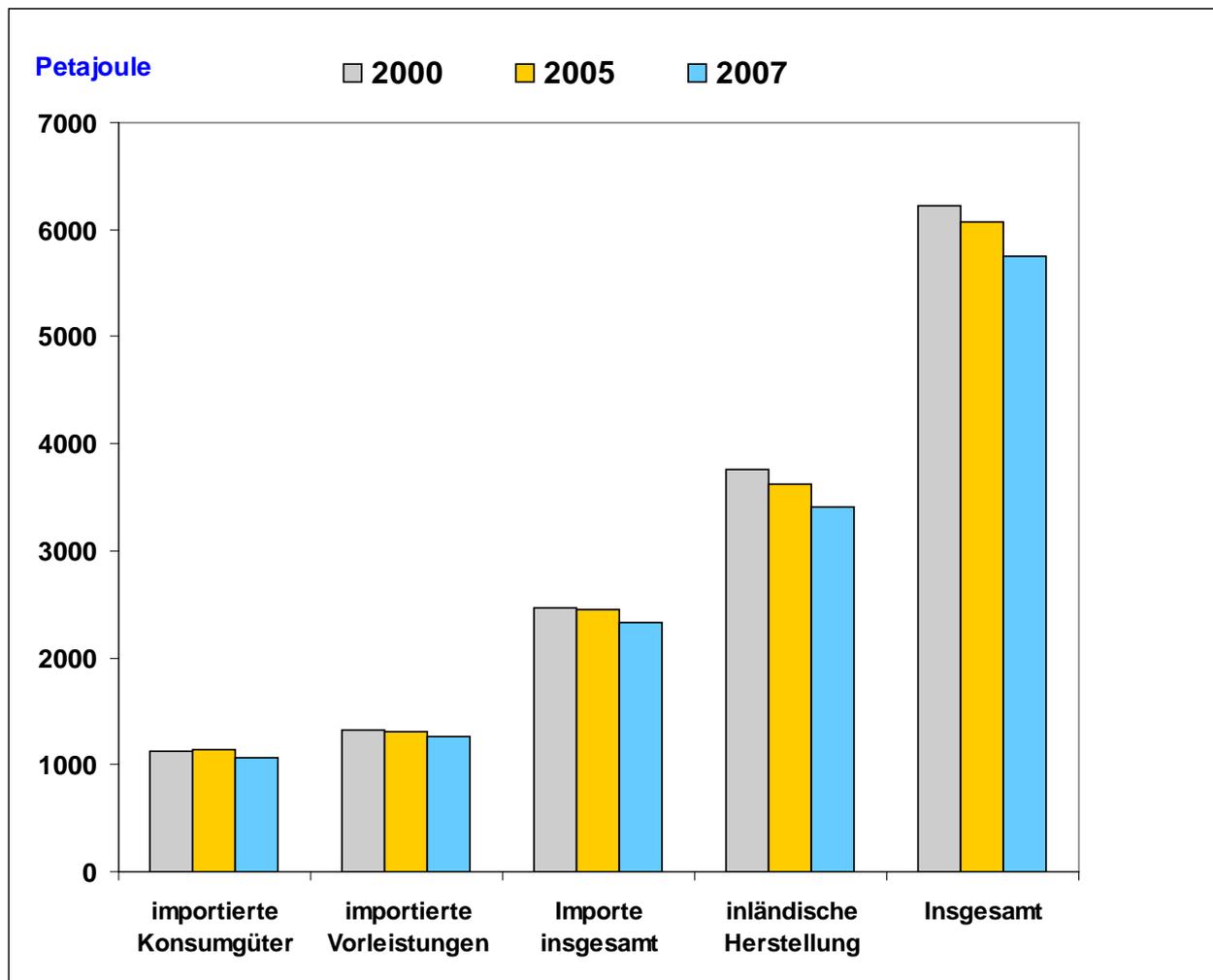
Eine Festlegung einer politischen Zielgröße in Bezug auf den (Gesamt-) Indikator erscheint schwierig, da die Indikatorenentwicklung sowohl von den genannten Einflussfaktoren im Inland als auch von Einflussfaktoren im Ausland abhängig ist. Politische Strategien, z.B. zur Einsparung von Energie und zur Verbesserung der Energieeffizienz, zielen auf eine Festlegung der Rahmenbedingungen im Inland. Allerdings kann durch bestimmte Regulierungen auch Einfluss auf die Nachfrage nach ausländischen Gütern genommen werden, wie z.B. durch Lizenzierungsmaßnahmen für nachhaltig hergestellte Produkte oder durch internationale Emissionsmärkte.

Datentabelle zu Abbildung 2-5: Energiegehalt der Konsumgüter nach Bedarfsfeldern in Petajoule

Bedarfsbereich	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Wohnen (indirekt)	1.245	1.268	1.274	1.229	1.172	1.158
Ernährung	1.295	1.300	1.248	1.181	1.166	1.153
Sonstige Produkte	1.604	1.388	1.342	1.288	1.380	1.352
Verkehr (ohne Kraftstoffe)	1.003	1.034	1.058	998	990	1.032
Dienstleistungen	1.079	1.085	1.098	1.051	1.114	1.113
Energiegehalt Konsumgüter	6.227	6.074	6.021	5.748	5.822	5.808

Hintergrunddaten:

Abbildung 2-6: Energieeinsatz bei der Herstellung der Konsumgüter im Inland und Ausland



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Datentabelle zu Abbildung 2-6: Energieeinsatz bei der Herstellung der Konsumgüter in Petajoule

Kategorie	2000	2005	2007
Importiertes Konsumgut	1.131	1.148	1.071
Importiertes Vorleistungen	1.327	1.302	1.263
Importe insgesamt	2.458	2.450	2.335
Inländische Herstellung	3.760	3.622	3.411
Insgesamt	6.218	6.072	5.745

2.2 Treibhausgase

2.2.1 Direkte und indirekte CO₂-Emissionen des Privaten Konsums nach Bedarfsfeldern

4a Direkte CO₂-Emissionen (pro Kopf)

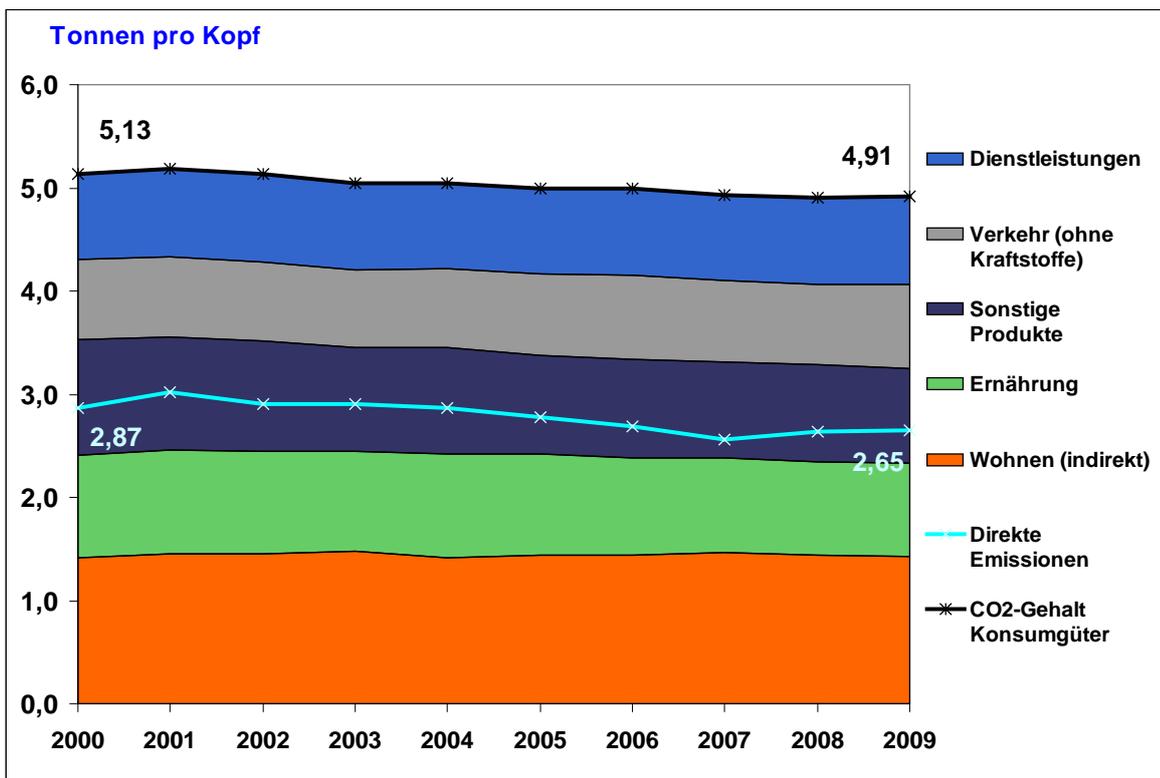
4b CO₂-Gehalt der Konsumgüter (pro Kopf)

Definition und Berechnungsverfahren:

4a Direkte CO₂-Emissionen (pro Kopf): Die direkten CO₂-Emissionen der privaten Haushalte entstehen bei der Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Energieträgern. Die Energieträger umfassen die Brennstoffe für Heizzwecke einschl. der verfeuerten Biomasse (Brennholz) und die Kraftstoffe für die eigenen Kraftfahrzeuge (einschl. Biokraftstoffe). Die CO₂-Emissionen werden mit energieträgerspezifischen Emissionswerten mit Bezug auf den Energieverbrauch in Terajoule berechnet⁵¹.

4b CO₂-Gehalt der Konsumgüter (pro Kopf): Der CO₂-Gehalt der Konsumgüter erfasst die CO₂-Emissionen im In- und Ausland, die bei der Herstellung der Güter des Privaten Konsums entstehen. Die Angaben werden mit Hilfe eines um Emissionen erweiterten Input-Output Modells ermittelt⁵².

Abbildung 2-7: Direkte CO₂-Emissionen der privaten Haushalte und CO₂-Gehalt der Konsumgüter (pro Kopf)



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

⁵¹ Die spezifischen Emissionskoeffizienten werden der Emissionsinventarberichterstattung des Umweltbundesamtes im Rahmen der Kyoto-Protokoll Berichterstattung entnommen.

⁵² Siehe Abschnitt 4.2.

Bedeutung:

Die privaten Haushalte sind ein bedeutender direkter Emittent von CO₂. Dies sowohl in Hinblick auf die (direkten) Emissionen im Bereich „Wohnen“, als auch in Bezug auf die (direkten) Emissionen im Straßenverkehr.

Die direkten Emissionen werden nach einzelnen Energieträgern bestimmt und können den Anwendungsbereichen (Raumwärme, Warmwasser) des Energieeinsatzes zugerechnet werden.

Die indirekten Emissionen sind aus „Verbrauchssicht“ von zentraler Bedeutung. Sie geben den größeren Teil des „CO₂-Fußabdrucks“ der privaten Haushalte wieder. Die getrennte Berechnung der CO₂-Emissionen im Ausland ermöglicht eine Abschätzung der Emissionsverursachung im Ausland und eine Analyse von möglichen Verlagerungen von inländischen Emissionen ins Ausland („carbon leakage“).

Zielfähigkeit - mögliche Ziele:

Die direkten CO₂-Emissionen der privaten Haushalte werden in den UGR regelmäßig berechnet und veröffentlicht⁵³. Sowohl für die Gesamtgröße, als auch für die beiden Teilgrößen (CO₂ im Bereich „Wohnen“, CO₂-Emissionen durch Kraftstoffverbrauch) lassen sich quantitative Ziele bestimmen.

Die indirekten CO₂-Emissionen werden regelmäßig – jedoch nicht auf jährlicher Basis – im Rahmen eines erweiterten Input-Output Modells berechnet (siehe Indikator 3).

Deren Entwicklung wird sowohl von angebots- und nachfrageseitigen Faktoren im Inland als auch von den Produktionsverhältnissen im Ausland beeinflusst. Daher entzieht sich ein Teil der Zielgröße einer unmittelbaren nationalen politischen Einflussnahme.

⁵³ Siehe Statistisches Bundesamt, UGR-Tabellenband, Teil 3, Kapitel 4.1 Treibhausgase.

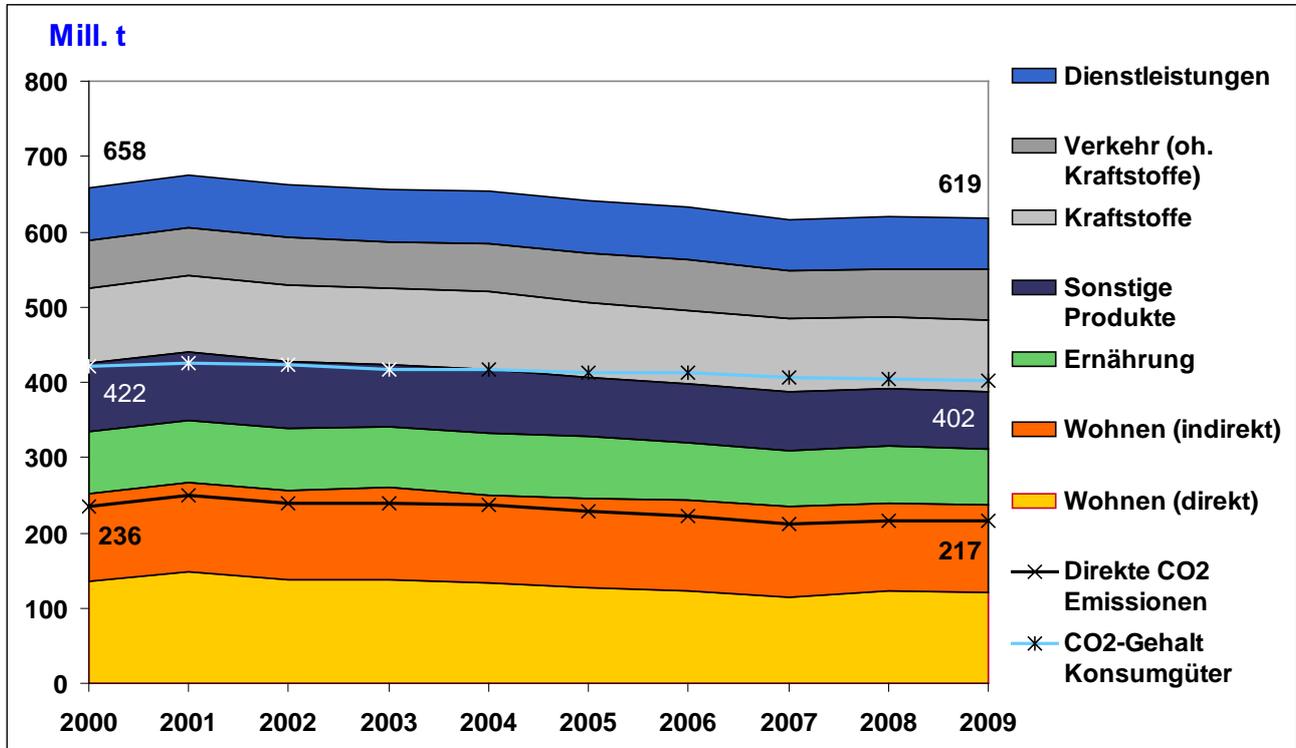
<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/Querschnitt/UmweltnutzungundWirtschaftTabellenband.html>

Datentabelle zu Abbildung 2-7: Direkte CO₂-Emissionen der privaten Haushalte und CO₂-Gehalt der Konsumgüter nach Bedarfsfeldern

Bedarfsfelder	2000	2005	2006	2007	2008	2009
	CO₂ in Tonnen (pro-Kopf)					
Wohnen (direkt)	1,65	1,55	1,50	1,39	1,48	1,48
Wohnen (indirekt)	1,41	1,44	1,44	1,46	1,43	1,42
Ernährung	1,00	0,98	0,95	0,92	0,91	0,90
Sonstige Produkte	1,12	0,96	0,95	0,93	0,95	0,93
Kraftstoffe (direkt)	1,22	1,22	1,19	1,18	1,15	1,17
Verkehr (ohne Kraftstoffe)	0,77	0,79	0,81	0,79	0,78	0,82
Dienstleistungen	0,83	0,83	0,85	0,83	0,84	0,84
Insgesamt	8,00	7,77	7,69	7,50	7,55	7,56
CO ₂ -Gehalt Konsumgüter	5,13	5,00	5,00	4,93	4,91	4,91
Direkte Emissionen	2,87	2,77	2,69	2,57	2,64	2,65
	CO₂ in Mill. Tonnen					
Wohnen (direkt)	135	128	124	114	122	121
Wohnen (indirekt)	116	119	119	120	118	116
Ernährung	82	81	78	75	75	74
Sonstige Produkte	92	79	78	77	78	76
Kraftstoffe (direkt)	100	101	98	97	95	96
Verkehr (ohne Kraftstoffe)	63	65	67	65	64	67
Dienstleistungen	69	69	70	68	69	69
Insgesamt	657,6	640,5	633,1	616,6	620,0	618,8
CO ₂ -Gehalt Konsumgüter	422,0	411,9	411,8	405,4	403,2	402,2
Direkte Emissionen	235,7	228,6	221,3	211,1	216,7	216,6

Hintergrunddaten:

Abbildung 2-8: Direkte CO₂-Emissionen der privaten Haushalte und CO₂-Gehalt der Konsumgüter nach Bedarfsfeldern in Millionen Tonnen



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Tabelle 2-2: CO₂-Emissionen im In- und Ausland bei der Herstellung der Konsumgüter

Merkmal	2000	2005	2007
Mill. Tonnen			
Importe insgesamt	143	140	139
Konsumgut	68	67	65
Vorleistungen	76	73	74
Inländische Herstellung	279	272	266
Insgesamt	422	412	405
Prozent von insgesamt			
Importe insgesamt	34,0	34,1	34,4
Konsumgut	16,0	16,3	16,1
Vorleistungen	17,9	17,8	18,2
Inländische Herstellung	66,0	65,9	65,6
Insgesamt	100,0	100,0	100,0

2.2.2 Treibhausgase durch Privaten Konsum für „Ernährung“

5 Treibhausgas-Emissionen durch Privaten Konsum im Bereich „Ernährung“

Definition und Berechnungsverfahren:

5 Treibhausgase durch Privaten Konsum im Bereich „Ernährung“ (Tonnen CO₂-Äquivalente pro Kopf): Der Indikator umfasst die dem Konsum von Ernährungsgütern zurechenbaren Treibhausgase Kohlendioxid, Methan und Lachgas. Methan-Emissionen entstehen ganz überwiegend in der Haltung von Nutztvieh in der Landwirtschaft. Die Methan-Emissionen werden durch die Verdauung der Tiere (Fermentation) und durch die Ausbringung des Wirtschaftsdüngers verursacht. Lachgas-Emissionen entstehen bei der Ausbringung von Mineral- und Wirtschaftsdünger, durch Weidedünger und durch sonstige Quellen (z.B. Auswaschungen). Ein Großteil dieser Emissionen im Sektor „Landwirtschaft“ kann der Erzeugung von Produkten pflanzlichen und tierischen Ursprungs und damit dem Bereich „Ernährung“ zugeordnet werden.

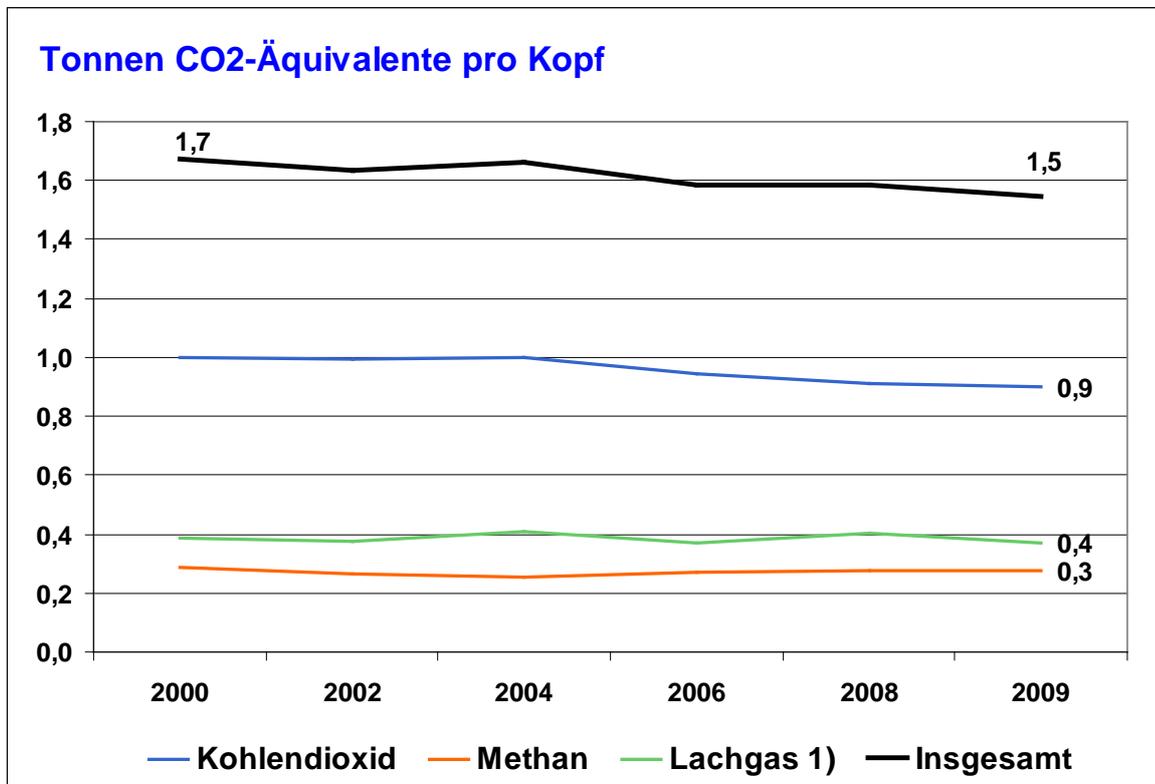
Bei der Berechnung der Kohlendioxid-, Methan- und Lachgas-Emissionen von Ernährungserzeugnissen sind die Emissionen, die auf Exportgüter entfallen von den Emissionen der Inlandserzeugung abzuziehen und die Emissionen im Ausland in Verbindung mit den Importen von Ernährungsgütern zu addieren⁵⁴.

Die auf den Verbrauch von Ernährungsgütern für den Privaten Konsum entfallenden CO₂-Emissionen beziehen sich auf die Emissionen entlang der gesamten Produktionskette von Ernährungsgütern. Dabei werden die direkten und indirekten Emissionen beim Handel mit Ernährungsgütern mit einbezogen. Die Berechnungen werden mit Hilfe eines erweiterten Input-Output Modells durchgeführt⁵⁵.

⁵⁴ Methodische Hinweise zur Berechnung der Methan- und Lachgasemissionen finden sich in Abschnitt 4.3.

⁵⁵ Methodische Hinweise zur Berechnung der indirekten CO₂-Emissionen finden sich in Abschnitt 4.2.

Abbildung 2-9: Treibhausgase durch Privaten Konsum im Bereich „Ernährung“ 2000 bis 2009
- in Tonnen CO₂-Äquivalente (pro Kopf) -



¹⁾ Ohne Lachgasemissionen von importierten Ernährungsgütern.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Bedeutung:

Neben Kohlendioxid tragen Methan und Lachgas erheblich zu den Treibhausgasen (THG) bei. Ihr Anteil an den gesamten THG betrug im Jahr 2009 bei Methan 5,3 % und bei Lachgas 7,3 %.

Die im Zusammenhang mit der Herstellung von Ernährungsgütern entstehenden Treibhausgase haben einen bedeutenden Anteil an den gesamten THG in Deutschland und weltweit. Insbesondere werden durch eine Ernährung mit einem hohen Anteil von Erzeugnissen tierischen Ursprungs erhebliche Mengen von Methan-Emissionen verursacht.

Zielfähigkeit - mögliche Ziele:

Die indirekten CO₂-Emissionen der Ernährungsgüter werden in den UGR regelmäßig im Rahmen der Berechnung der indirekten Energie und der indirekten CO₂-Emissionen berechnet⁵⁶.

Die Berechnung der Methan- und Lachgasemissionen, die dem Privaten Konsum von Ernährungsgütern zuzurechnen sind, erfordert eine Reihe von Einzelberechnungen. Diese beziehen sich auf die Emissionen der inländischen Landwirtschaft, auf die Emissionen in Bezug auf die Exporte von Ernährungsgütern und auf die importierten Ernährungsgüter. Diese Berechnungen wurden bisher nur im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojekts durchgeführt.

⁵⁶ Hinweise zur Berechnungsmethode siehe Abschnitt 4.2.

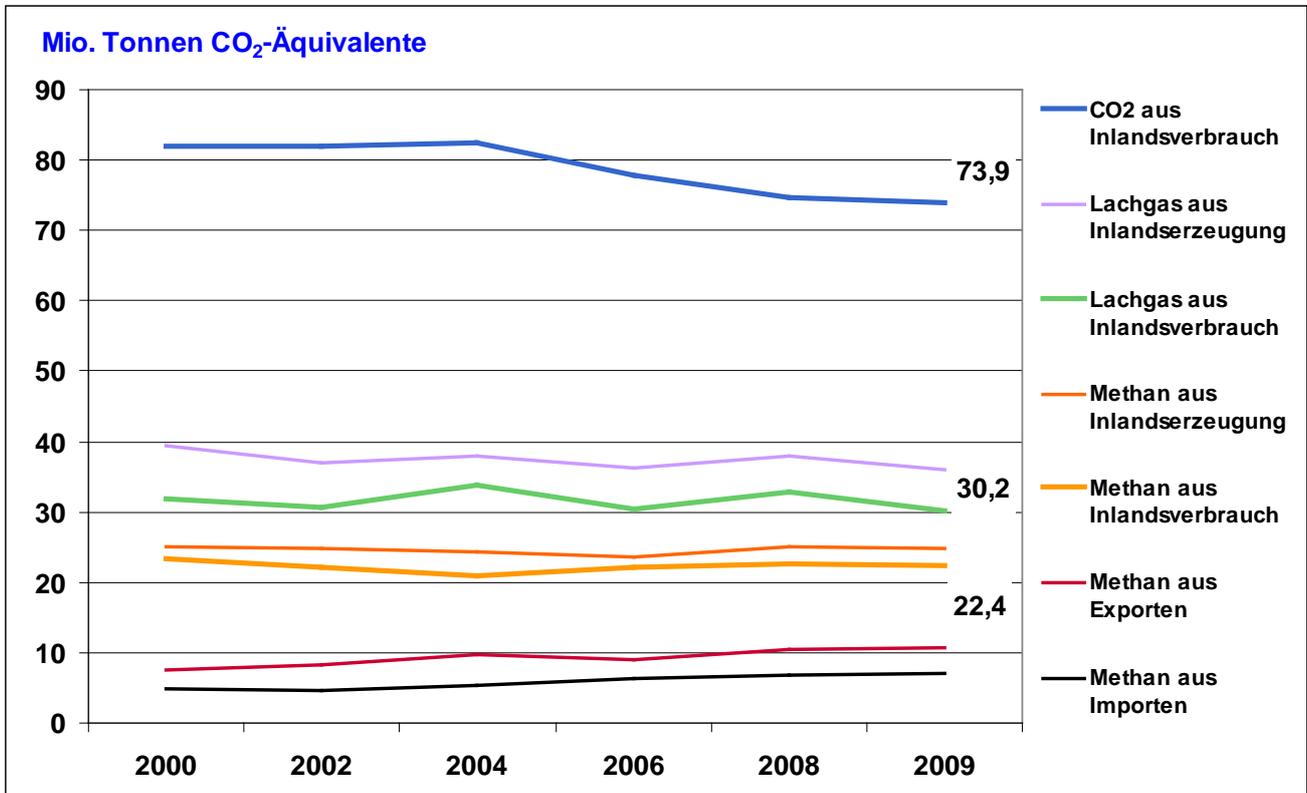
Die inländischen Methan- und Lachgasemissionen des Sektors „Landwirtschaft“ können durch eine Vielzahl von Maßnahmen beeinflusst werden. Maßnahmen können sowohl produktionsseitig, z.B. durch Änderungen bei der Tierhaltung, als auch nachfrageseitig, z.B. durch Verbraucheraufklärung und Änderungen des Verbraucherverhaltens ansetzen.

Datentabelle zu Abbildung 2-9: Treibhausgase durch Privaten Konsum im Bereich „Ernährung“

Gasart	2000	2002	2004	2006	2008	2009
	pro Kopf in Tonnen CO₂-Äquivalente					
Kohlendioxid	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9
Methan	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Lachgas 1)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Insgesamt	1,7	1,6	1,7	1,6	1,6	1,5
THG Konsumgüter	8,7	8,7	8,6	8,3	8,2	8,2
	Mill. Tonnen CO₂-Äquivalente					
Kohlendioxid	82,0	81,9	82,4	77,8	74,7	73,9
Methan	23,4	22,1	21,0	22,3	22,7	22,4
Lachgas 1)	31,9	30,7	33,9	30,5	32,9	30,2
Insgesamt	137,3	134,8	137,2	130,6	130,3	126,5
CO ₂ Konsumgüter	657,6	662,9	653,0	633,1	620,0	618,8
THG Konsumgüter	712,9	715,8	707,9	685,8	675,5	671,4
<i>Bevölkerung</i>	<i>82.188</i>	<i>82.482</i>	<i>82.501</i>	<i>82.366</i>	<i>82.120</i>	<i>81.875</i>

Hintergrunddaten:

Abbildung 2-10: Treibhausgasemissionen im Bereich „Ernährung“ (Inlandserzeugung, Importe, Exporte, Inlandsverbrauch)



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Datentabelle zu Abbildung 2-10: Treibhausgasemissionen im Bereich „Ernährung“ (Inlandserzeugung, Importe, Exporte und Inlandsverbrauch) in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten

Gasart	2000	2002	2004	2006	2008	2009
Methan - Erzeugung von Ernährungsgütern	25,1	24,7	24,3	23,6	25,0	24,8
Lachgas - Erzeugung von Ernährungsgütern	39,3	36,9	37,8	36,3	37,8	35,9
Methan - Importe	4,8	4,7	5,3	6,4	6,9	7,0
Methan - Exporte	7,5	8,4	9,7	9,0	10,5	10,7
Methan - Inlandsverbrauch	23,4	22,1	21,0	22,3	22,7	22,4
Lachgas - Inlandsverbrauch	31,9	30,7	33,9	30,5	32,9	30,2
CO ₂ - Inlandsverbrauch	82,0	81,9	82,4	77,8	74,7	73,9

2.3 Flächenbelegung für Erzeugung und Verbrauch von Ernährungsgütern

2.3.1 Erzeugnisse tierischen Ursprungs

6a Flächenbelegung im In- und Ausland durch den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern tierischen Ursprungs (pro Kopf)

6b Flächenbelegung im Ausland durch den Import von Futtermitteln und von Ernährungsgütern tierischen Ursprungs (pro Kopf)

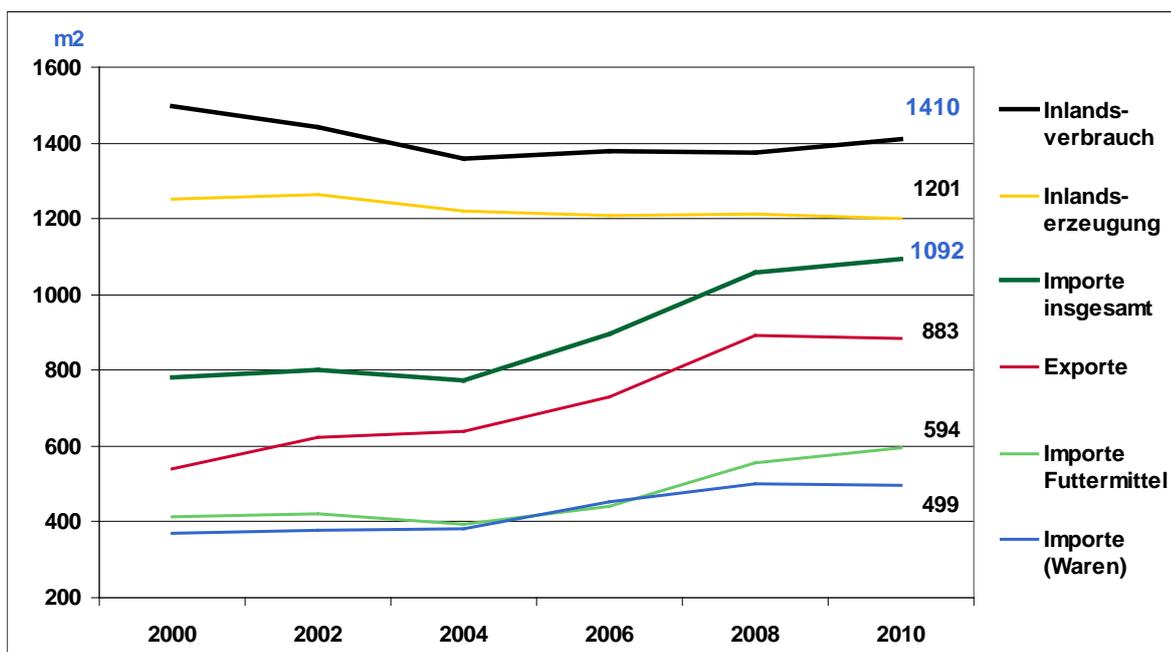
Definition und Berechnungsverfahren

6a Flächenbelegung im In- und Ausland durch den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern tierischen Ursprungs (pro Kopf): Der Indikator misst die Flächenbelegung im In- und Ausland der sich aus dem Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern tierischen Ursprungs (Fleisch, Milch, Eier) ergibt. Er ergibt sich aus der Flächenbelegung im Inland bei der Erzeugung dieser Ernährungsgüter (Inlandserzeugung), zuzüglich der Flächenbelegung im Ausland bei der Herstellung von nach Deutschland importierten Futtermitteln und sonstigen Waren tierischen Ursprungs. Abgezogen werden die anteiligen Flächen im In- und Ausland, die bei der Herstellung für die Exporte benötigt werden.

Die Fläche für die Inlandserzeugung ist die Summe der Flächen, die für die Erzeugung von Futtermitteln im Inland sowie für die Erzeugung im Ausland für die Importe nach Deutschland, wie z.B. importiertes Kraftfutter, belegt werden.

6b Flächenbelegung im Ausland durch den Import von Futtermitteln und von Erzeugnissen tierischen Ursprungs (pro Kopf): Der Indikator bezieht sich auf die Flächenbelegung im Ausland durch die Erzeugung von nach Deutschland importierten Futtermitteln und sonstigen Erzeugnissen tierischen Ursprungs.

Abbildung 2-11: Flächenbelegung im In- und Ausland durch die inländische Erzeugung, Importe, Exporte und den Inlandsverbrauch von Erzeugnissen tierischen Ursprungs und von Futtermitteln 2000 bis 2010 (m² pro Kopf)



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen

Bedeutung

Landwirtschaftliche Nutzflächen sind weltweit ein knappes Gut. Da Flächen zunehmend für den Anbau von Energiepflanzen genutzt werden, entsteht eine Flächenkonkurrenz mit der Erzeugung von Nahrungsmitteln. Daher ist eine effiziente Nutzung der Flächen im Sinne einer möglichst hohen Produktion von Nahrungsmitteln für die Ernährungsbedürfnisse weltweit anzustreben. Die Nutzung von Flächen zum Anbau von Futterpflanzen ist unter Effizienzgesichtspunkten kritisch zu bewerten, da die Relation von Flächenbelegung zum Kaloriengehalt der Erzeugnisse (Fleisch, Milch, Eier) vergleichsweise höher ist als bei Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs. Zudem werden durch den erhöhten Import von Futtermitteln, wie Kraftfutter auf Sojabasis, oftmals naturnahe Flächen im Ausland in Flächen zum Futteranbau verändert. Insbesondere die Rodung von Waldflächen – z.B. von Tropenwald in Brasilien – führt zu großen Schäden und Verlusten, u.a. hinsichtlich der Freisetzung von Treibhausgasen oder dem Verlust an Biodiversität.

Zielfähigkeit - mögliche Ziele

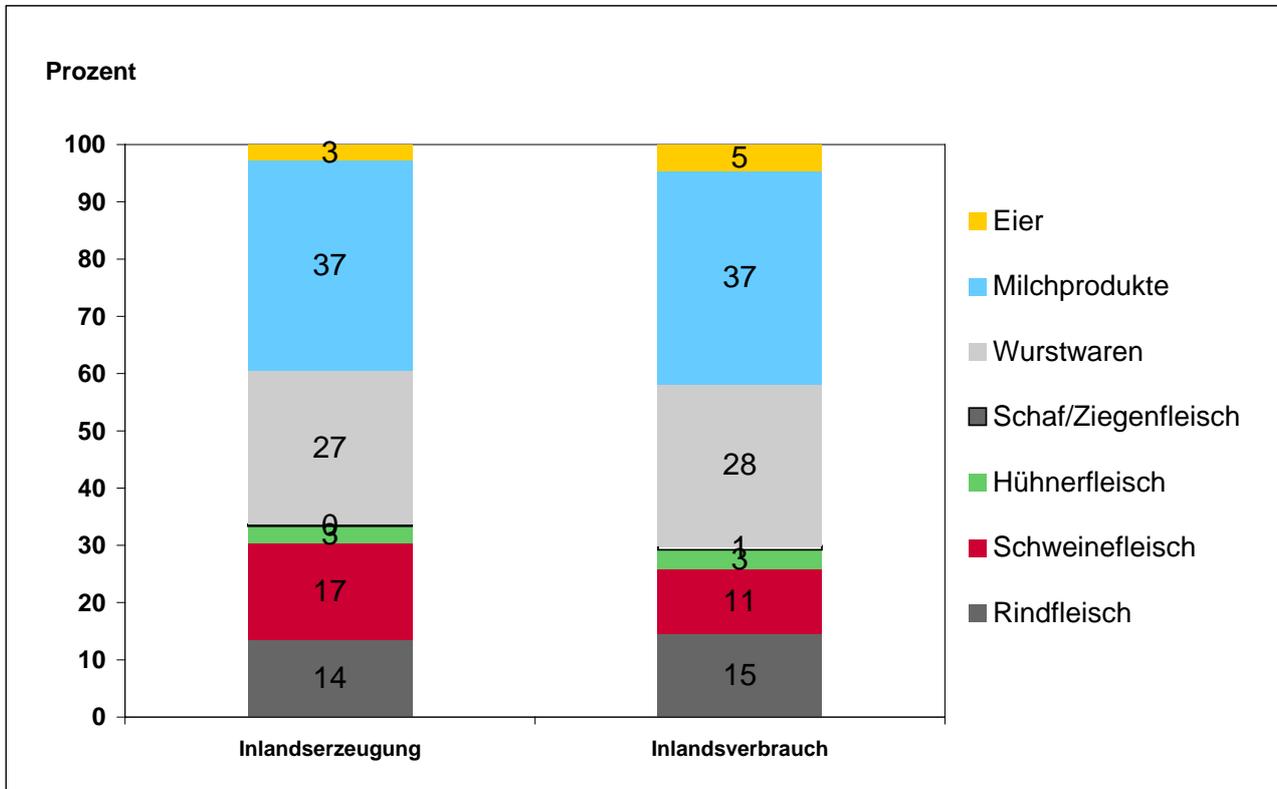
Sowohl für die Gesamtgröße (Flächenbelegung des Inlandsverbrauchs) als auch für die Teilgrößen lassen sich quantitative Ziele bestimmen. Den „Flächenimporten“, insbesondere der Flächenbelegung im Ausland durch den Anbau von nach Deutschland importierter Futtermittel, sollte besondere Beachtung geschenkt werden.

Datentabelle zu Abbildung 2-11: Flächenbelegung im In- und Ausland durch die Herstellung, Importe, Exporte und den Inlandsverbrauch von Erzeugnissen tierischen Ursprungs und von Futtermitteln

Merkmal	2000	2002	2004	2006	2008	2010
	1.000 ha					
Inlandserzeugung	10.299	10.424	10.083	9.963	9.943	9.819
Inlandsverbrauch	12.290	11.888	11.202	11.358	11.293	11.527
Importe insgesamt	6.427	6.616	6.392	7.393	8.691	8.930
Exporte	4.436	5.151	5.273	5.998	7.340	7.222
Importe Futtermittel	3.394	3.488	3.245	3.649	4.578	4.854
Importe (Waren)	3.034	3.128	3.147	3.744	4.112	4.076
	m² pro Kopf.					
Inlandserzeugung	1.253	1.264	1.222	1.210	1.211	1.201
Inlandsverbrauch	1.495	1.441	1.358	1.379	1.375	1.410
Importe insgesamt	782	802	775	898	1.058	1.092
Exporte	540	625	639	728	894	883
Importe Futtermittel	413	423	393	443	558	594
Importe (Waren)	369	379	381	455	501	499

Hintergrunddaten:

Abbildung 2-12: Anteile an der Flächenbelegung durch die Inlandserzeugung und den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern tierischen Ursprungs 2010



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

2.3.2 Ernährungsgüter pflanzlichen Ursprungs

6c Flächenbelegung im In- und Ausland durch den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern pflanzlichen Ursprungs (Fläche pro Kopf)

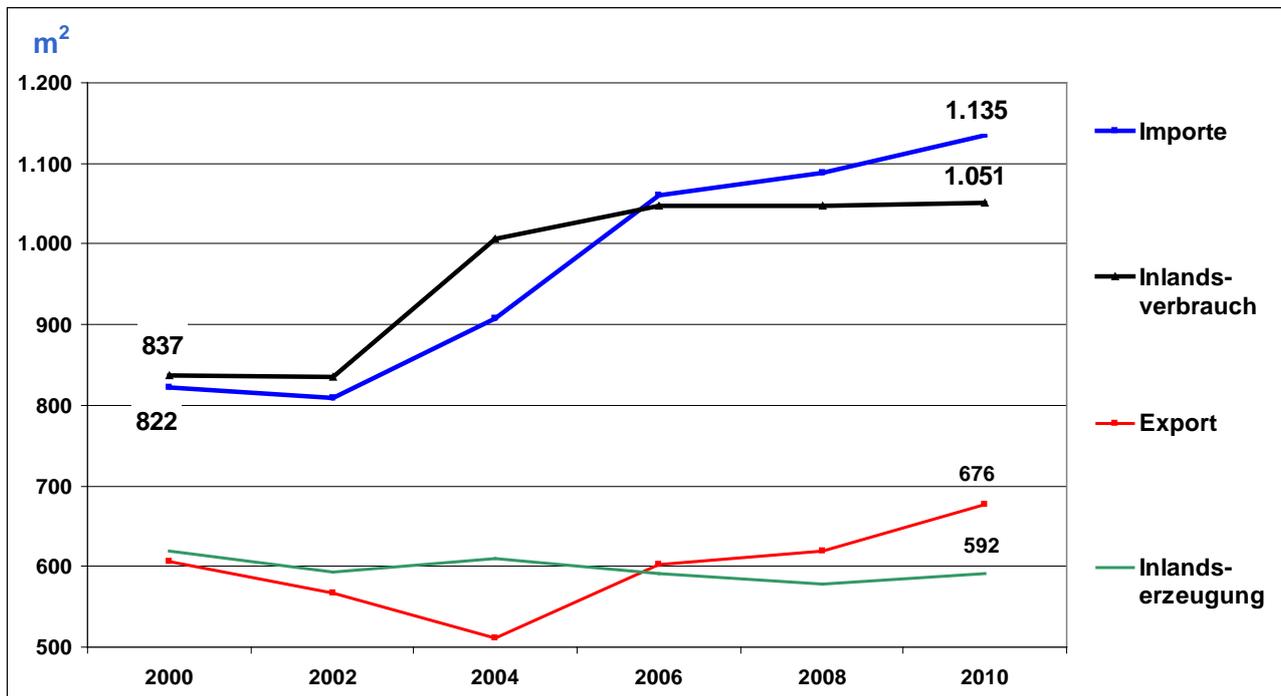
6d Flächenbelegung im Ausland durch die Erzeugung von Ernährungsgütern pflanzlichen Ursprungs für Importe (Fläche pro Kopf)

Definition und Berechnungsverfahren:

6c Flächenbelegung im In- und Ausland durch den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern pflanzlichen Ursprungs (pro Kopf): Der Indikator misst die Flächenbelegung im In- und Ausland durch den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern pflanzlichen Ursprungs (ohne Futter- und Energiepflanzen, ohne Futtermittel). Der Inlandsverbrauch setzt sich aus der Flächenbelegung im Inland für Feldfrüchte (ohne Futter- und Energiepflanzen) und für Erzeugnisse aus Dauerkulturen (Obst und Wein) zusammen, zuzüglich der Flächenbelegung im Ausland durch den Anbau von Erzeugnissen (ohne Futter- und Energiepflanzen) für den deutschen Import und abzüglich der Flächenbelegung von für den Export bestimmten pflanzlichen Erzeugnissen.

6d Flächenbelegung im Ausland durch Importe von Ernährungsgütern pflanzlichen Ursprungs (pro Kopf): Der Indikator bezieht sich auf die gesamte Flächenbelegung im Ausland in Zusammenhang mit der Herstellung von Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs für den Import nach Deutschland (ohne Futter- und Energiepflanzen, ohne Futtermittel).

Abbildung 2-13: Flächenbelegung im In- und Ausland durch die inländische Erzeugung, Importe, Exporte und den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern pflanzlichen Ursprungs (m² pro Kopf *)



*) Ohne Futter- und Energiepflanzen.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Bedeutung

Landwirtschaftliche Nutzflächen sind weltweit ein knappes Gut. Da Flächen verstärkt für den Anbau von Energiepflanzen genutzt werden, entsteht eine zunehmende Konkurrenz um Flächen für die Erzeugung von Nahrungsmitteln.

Eine erhöhte Flächenbelegung im Inland mit Energiepflanzen bei gleichzeitiger Reduktion von Flächen für Ernährungsgüter führt zu vermehrten Importen von Feldfrüchten mit einer entsprechenden Flächenbelegung im Ausland. Da die Exporte von Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs einen hohen Importanteil für zu verarbeitende Agrarrohstoffe aufweisen, führt die verstärkte Exporttätigkeit ebenfalls zu einem Ansteigen der Importe mit einer entsprechenden Flächenbelegung.

Zielfähigkeit - mögliche Ziele

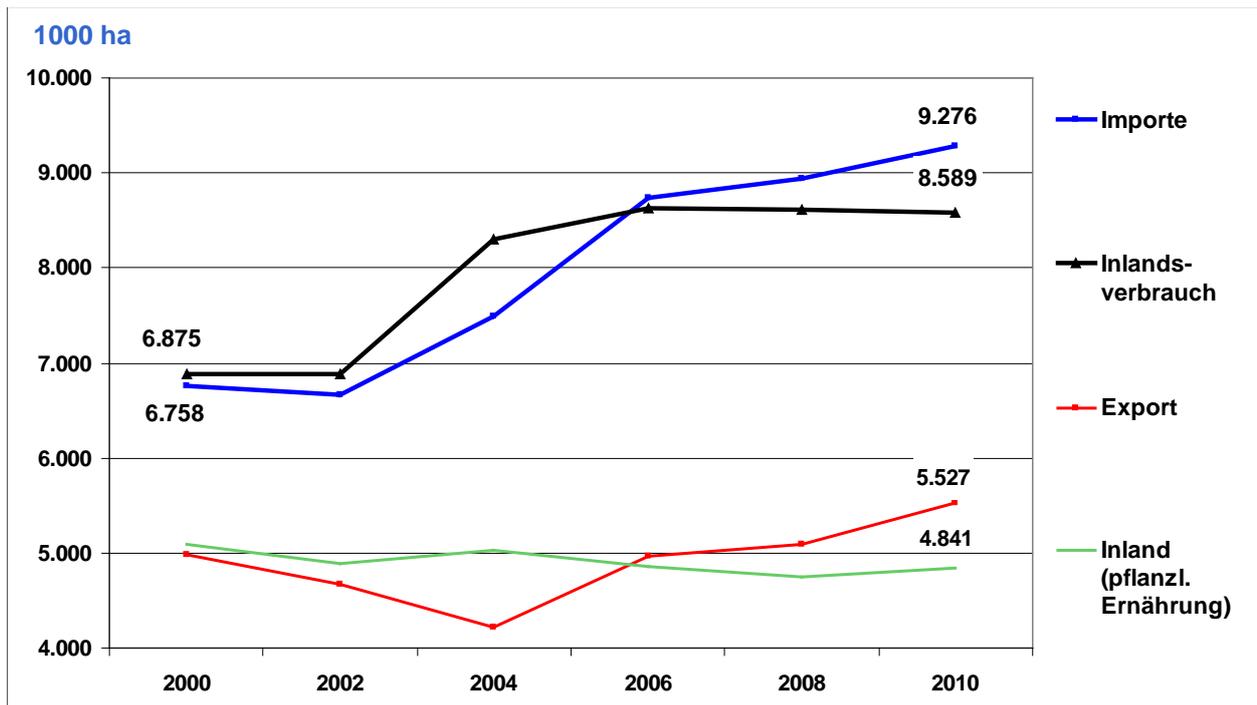
Sowohl für die Gesamtgröße (Flächenbelegung des Inlandsverbrauchs- 6c) als auch für die Teilgrößen lassen sich quantitative Ziele bestimmen. Den „Flächenimporten“ (Indikator 6d) sollten wegen einer möglichen Flächensubstitution von inländischen Anbauflächen durch Flächen im Ausland - in Zusammenhang mit der zunehmenden Nutzung von Flächen für Energiepflanzen - besondere Beachtung geschenkt werden.

Datentabelle zu Abbildung 2-13: Flächenbelegung im In- und Ausland durch die inländische Erzeugung, Importe, Exporte und den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern pflanzlichen Ursprungs

Kategorien	2000	2002	2004	2006	2008	2010
	1.000 ha					
Importe	6.758	6.671	7.491	8.731	8.943	9.276
Inland (pflanzliche Ernährung)	5.093	4.886	5.026	4.863	4.748	4.841
Export	4.975	4.671	4.221	4.959	5.084	5.527
Inlandsverbrauch	6.875	6.886	8.296	8.634	8.607	8.589
	m²/pro Kopf					
Importe	822	809	908	1.060	1.089	1.135
Inland (pflanzliche Ernährung)	620	592	609	590	578	592
Export	605	566	512	602	619	676
Inlandsverbrauch	837	835	1.006	1.048	1.048	1.051

Hintergrunddaten:

Abbildung 2-14: Flächenbelegung im In- und Ausland durch die inländische Erzeugung, Importe, Exporte und den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern pflanzlichen Ursprungs (in 1.000 ha *)



*) Ohne Futter- und Energiepflanzen.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

2.4 Wasserverbrauch bei der Herstellung von Textilien und Bekleidung aus Baumwolle

7 Wassergehalt von Textilien und Bekleidung aus Baumwolle (Inlandsverbrauch, pro Kopf) – Bewässerungs- und Prozesswasser („blaues“ Wasser) -

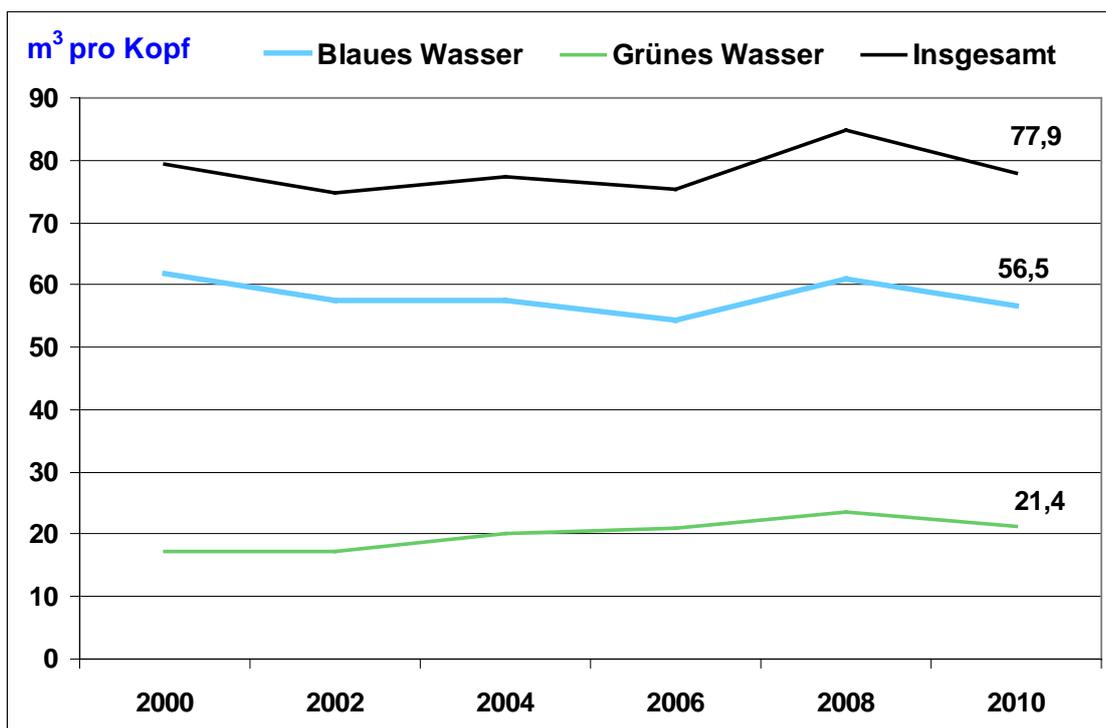
Definition und Berechnungsverfahren:

7 Wassergehalt von Textilien und Bekleidung aus Baumwolle (Inlandsverbrauch, pro Kopf) – Bewässerungs- und Prozesswasser („blaues“ Wasser): Der gesamte Wassergehalt von Textilien und Bekleidung umfasst das Verdunstungswasser aus Niederschlägen („grünes“ Wasser) und das Bewässerungswasser („blaues“ Wasser) das beim Baumwollanbau benötigt wird, zuzüglich des Prozesswassers bei der Verarbeitung von Rohbaumwolle und von Textilien⁵⁷.

Als Indikator für den Wasserverbrauch wird der Verbrauch des blauen Wassers herangezogen.

Der Wasserfußabdruck für den Inlandsverbrauch von Textilien und Bekleidung kann mit Hilfe von Angaben zu den mengenmäßigen Importen und Exporten von Baumwoll-Textilien und – Bekleidung und mit detaillierten Wasserkoeffizienten für die Rohbaumwolle, Textilien und Bekleidung berechnet werden⁵⁸. Die Wasserkoeffizienten für die Rohbaumwolle sind länderspezifisch.

Abbildung 2-15: Wassergehalt von Baumwoll-Textilien und Bekleidung aus Baumwolle (Inlandsverbrauch, m³ pro Kopf)



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

⁵⁷ Der so bestimmte Wassergehalt wird in Anlehnung an die englischsprachige Fachliteratur als „Wasserfußabdruck“ (engl. „water footprint“) bezeichnet. Die Bezeichnung „blaues“ und „grünes“ Wasser erfolgt ebenfalls in Anlehnung an die verwendeten Bezeichnungen des Waterfootprint-Netzwerks. Dort wird zusätzlich auch das „graue“ Wasser betrachtet, der ein Indikator für den Verschmutzungsgrad des genutzten Frischwassers bei der Herstellung der Textilien ist. Dieser bleibt hier außer Betracht. Siehe: <http://www.waterfootprint.org>

⁵⁸ Hinweise auf die Berechnungsmethode siehe Abschnitt 4.4.3.

Bedeutung:

Wasser ist in vielen Ländern eine knappe Ressource. Der Anbau von Pflanzen mit hohem Wasserbedarf kann zu Nutzungskonkurrenzen mit anderen, alternativen Verwendungen des Wassers führen. Insbesondere die Nutzung von Bewässerungswasser (blaues Wasser) beim Baumwollanbau führt in vielen Ländern zu einer nicht nachhaltigen Nutzung von Wasser. Diese Nutzung kann beispielsweise zur Absenkung des Grundwasserspiegels und zu einer übermäßigen Verschmutzung der Fließgewässer führen. Zudem erfolgt in einigen Ländern durch den Bau von Staudämmen, die in engem Zusammenhang mit der Bewässerung von Baumwollfeldern stehen, ein erheblicher Eingriff in die Landschaft, mit negativen Folgen für die Umwelt und Menschen. Deshalb kann eine reduzierte Nachfrage nach Textilien aus Ländern mit einem hohen Einsatz von blauem Wasser zu einer Minderung von kritischen Belastungen führen.

Der gesamte Wasserfußabdruck der Inlandsnachfrage nach Bw-Textilien und Bekleidung war in 2010 mit 6.371 Mill. m³ mehr als das Doppelte der Wassermenge, die von der öffentlichen Versorgung an die privaten Haushalte geliefert wird (2010: 3.004 Mill. m³). Die Nettoimporte an blauem Wasser betragen mit 4.622 Mill. m³ in 2010 bereits weit mehr als das Volumen des gesamten Haushaltswassers.

Zielfähigkeit - mögliche Ziele

Der Wasserfußabdruck für den Zeitraum 2000 bis 2010 wurde bisher nur im Rahmen dieses Forschungsprojektes ermittelt.

Für den Indikator können quantitative Ziele bestimmt werden.

Datentabelle zu Abbildung 2-15: Wassergehalt von Baumwoll-Textilien und Bekleidung aus Baumwolle (Inlandsverbrauch)

Merkmal	2000	2002	2004	2006	2008	2010
	Mill. m ³					
Blaues Wasser	5.085	4.732	4.740	4.485	5.010	4.622
Grünes Wasser	1.427	1.426	1.652	1.721	1.948	1.748
Insgesamt	6.512	6.158	6.393	6.205	6.958	6.371
	m ³ /pro Kopf					
Blaues Wasser	61,9	57,4	57,5	54,5	61,0	56,5
Grünes Wasser	17,4	17,3	20,0	20,9	23,7	21,4
Insgesamt	79,2	74,7	77,5	75,3	84,7	77,9
<i>Bevölkerung</i>	<i>82.188</i>	<i>82.482</i>	<i>82.501</i>	<i>82.366</i>	<i>82.120</i>	<i>81.757</i>

3 Ergebnisse

3.1 Direkte Energie und direkte CO₂-Emissionen

3.1.1 Direkter Energieverbrauch der privaten Haushalte im Bereich „Wohnen“

Die privaten Haushalte hatten im Jahr 2011 einen Energieverbrauch von 2.194 PJ⁵⁹. Das waren 25,1 % des gesamten Endenergieverbrauchs (siehe Tabelle 3-1). Der Primärenergieverbrauch – also der Energieverbrauch unter Einschluss der Umwandlungsverluste, des nicht-energetischen Verbrauchs und des Eigenverbrauchs der Energiesektoren - betrug 13.521 PJ. Der Energieverbrauch der privaten Haushalte lag im Jahr 2011 um 15,1 % unter dem Wert des Jahres 2000.

Der Energieverbrauch der privaten Haushalte wird wegen des hohen Anteils der Energie für Heizzwecke (Raumwärme) – mehr als bei den anderen Verbrauchssektoren – sehr stark von den Durchschnittstemperaturen im jeweiligen Berichtsjahr beeinflusst. Für zeitliche Vergleiche und eine tiefergehende Analyse der Verbrauchsentwicklung ist daher eine Bereinigung der Temperatureinflüsse (Temperaturbereinigung) durchzuführen⁶⁰. Temperaturbereinigt sank der Energieverbrauch der privaten Haushalte zwischen 2000 und 2011 sogar noch stärker als bei den Ursprungswerten – um 17,7 %.

Tabelle 3-1: Endenergieverbrauch nach Sektoren 2000, 2005, 2011

	2000	2005	2011	2011 zu 2000
	Petajoule			%
Haushalte	2.584	2.591	2.194	-15,1
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	1.478	1.437	1.355	-8,3
Verkehr ¹⁾	2.751	2.586	2.572	-6,5
Industrie	2.421	2.514	2.624	8,4
Insgesamt	9.234	9.127	8.744	-5,3
<i>Haushalte temperaturbereinigt. ²⁾</i>	2.734	2.508	2.249	-17,7
	in % von insgesamt			%-Punkte
Haushalte	28,0	28,4	25,1	-2,9
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	16,0	15,7	15,5	-0,5
Verkehr	29,8	28,3	29,4	-0,4
Industrie	26,2	27,5	30,0	3,8
Insgesamt	100,0	100,0	100,0	-

¹⁾ Einschl. Kraftstoffverbrauch der Haushalte.

²⁾ Eigene Berechnungen.

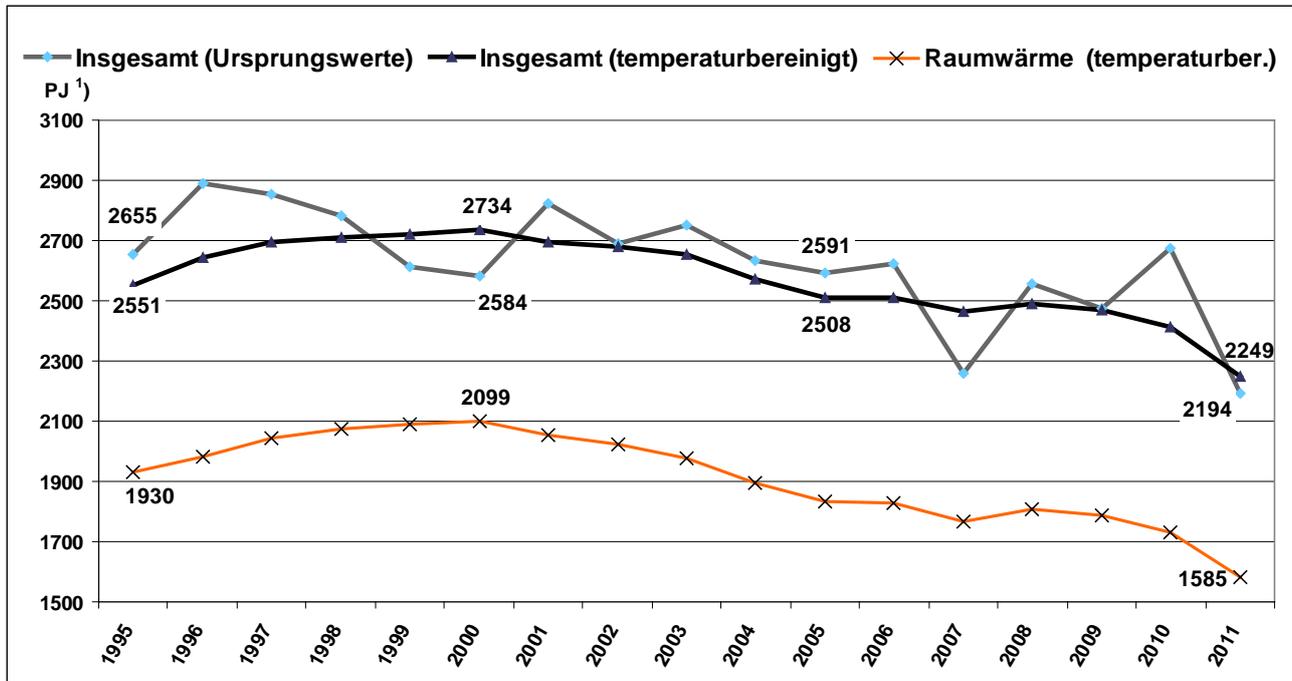
Quelle: AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen, Stand: 29.09.2012.

⁵⁹ Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Auswertungstabellen, Stand 29.09.2012.

⁶⁰ Temperaturbereinigung siehe Abschnitt 4.1.1.

Der Verlauf des Energieverbrauchs der privaten Haushalte im Zeitraum 2000 bis 2011 wurde maßgeblich von der Verbrauchsentwicklung im Anwendungsbereich „Raumwärme“ geprägt (siehe Abbildung 3-1). Der Bedarf an Heizenergie (temperaturbereinigt) verringerte sich zwischen 2000 und 2011 sehr stark - um fast ein Viertel (- 24,5 %). Zwischen 1995 und 2000 erhöhte sich der Verbrauch von Heizenergie dagegen noch um 8,8 % von 1.930 auf 2.099 PJ.

Abbildung 3-1: Energieverbrauch der privaten Haushalte für Wohnen 1995 bis 2011



¹⁾ PJ = Petajoule

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Die Verbrauchsentwicklung im Bereich „Raumwärme“ kann mit Hilfe der „Komponentenzerlegung“ in Hinblick auf die Einflussfaktoren auf den Verbrauch näher untersucht werden (Ergebnisse siehe Abbildung 3-2).

In die Komponentenzerlegung wurden vier Einflussfaktoren einbezogen:

- Bevölkerungsentwicklung (Zahl der Personen in Privathaushalten)
- Haushaltsgröße (Zahl der Haushalte nach 5 Haushaltsgrößen)
- Wohnfläche (tatsächlich bewohnte Wohnfläche)
- Energieintensität (Heizenergie je Wohnfläche)

Die Einflussfaktoren wiesen zwischen 2000 und 2011 folgende Werte auf:

Die Bevölkerung in Privathaushalten veränderte sich zwischen 2000 und 2011 nur wenig: Sie sank um 0,4 %. Die Anzahl der Privathaushalte erhöhte sich dagegen um 7,2 %. Insbesondere die Anzahl der 1-Personenhaushalte stieg mit 20,9 % besonders stark an, die Anzahl der 2-Personenhaushalte erhöhte sich um 9,1 %. Die Anzahl der größeren Haushalte sank dagegen. Die Anzahl der 5- und mehr-Personenhaushalte verringerte sich beispielsweise in diesem Zeitraum um 17 %. Auf Grund dieser Veränderungen erreichten die 1-Personenhaushalte 2011 einen Anteil von 40,4 % an allen Haushalten.

Eine steigende Zahl von kleineren Haushalten wirkt sich hinsichtlich des Energieverbrauchs verbrauchssteigernd aus: Dadurch werden zusätzliche Wohnflächen belegt, mit einem entsprechenden Bedarf an Heizenergie. Auch die durchschnittliche Wohnfläche je Wohnung erhöhte sich in diesem Zeitraum - und zwar um 2,7 %. Bezogen auf die Einzelpersonen stieg die Wohnfläche zwischen 2000 und 2011 sogar um durchschnittlich 9,0 % an. Setzt man die gesamte Heizenergie (temperaturbereinigt) in Beziehung zur Wohnfläche ergibt sich ein rechnerischer Rückgang des spezifischen Energieverbrauchs (Energie je m² Wohnfläche) von 30,5 % (siehe Tabelle 3-2).

Tabelle 3-2: Bevölkerung, Haushalte, Wohnfläche und Heizenergie 2000 und 2011

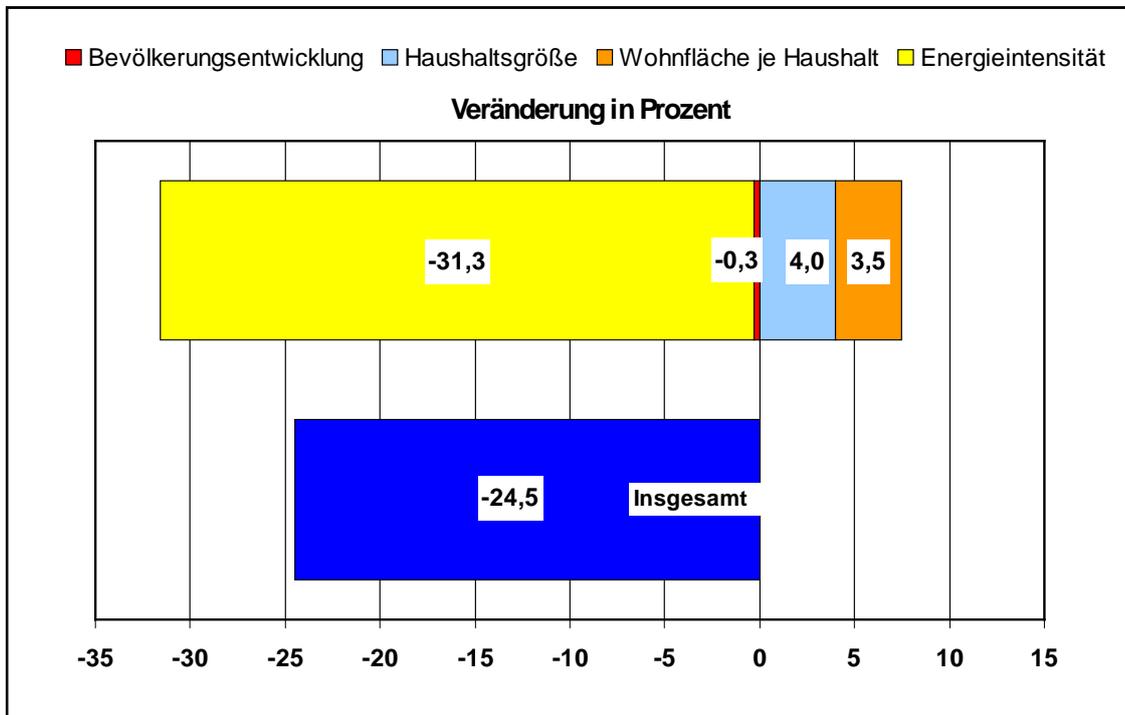
Merkmal	Einheit	2000	2011	2011 zu 2000 in %
Bevölkerung ¹⁾	Tsd.	81.539	81.224	-0,4
Haushalte	Tsd.	37.711	40.439	7,2
Wohnfläche ²⁾	Mill. m ²	3.091	3.356	8,6
Ds. Wohnfläche je Wohnung	m ²	84,6	86,9	2,7
Heizenergie	PJ	2.099	1.585	-24,5
spezifische Heizenergie	kWh/m ²	189	131	-30,5

¹⁾ Bevölkerung in Privathaushalten

²⁾ Bewohnte Wohnfläche im Jahresdurchschnitt.

Die Analyse der Einflussfaktoren zeigt die verbrauchssteigernden Einflüsse der veränderten Haushaltsstruktur (+ 4,0 %) und der gestiegenen Wohnfläche je Haushalt (+ 3,5 %). Die rückläufige Bevölkerung und insbesondere die gesunkene Energieintensität haben diese Effekte jedoch überkompensiert und zu dem signifikanten Rückgang des Heizenergieverbrauchs (- 24,5 %) beigetragen. Allein die stark reduzierte Energieintensität hat mit einem Effekt von 31,3 % zu diesem Rückgang beigetragen.

Abbildung 3-2: Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch im Bereich „Raumwärme“
 - Veränderung des Energieverbrauchs 2011 zu 2000 in Prozent -



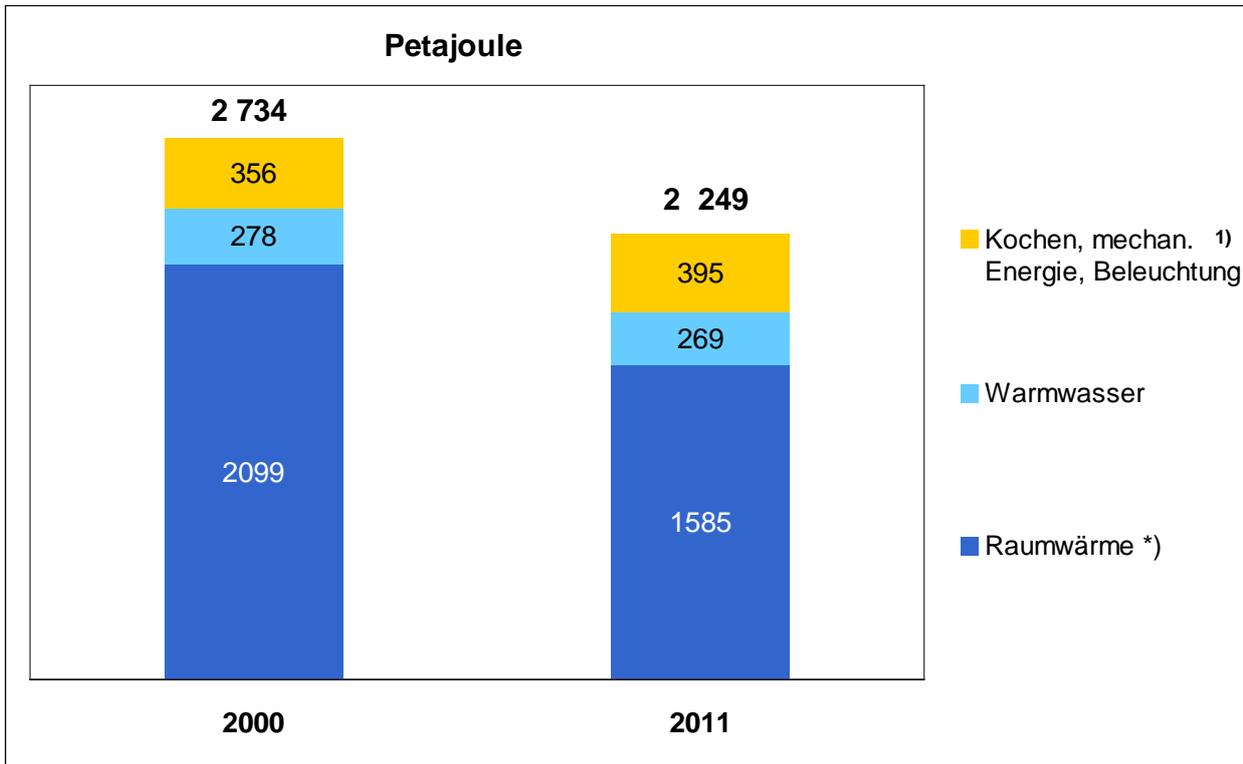
Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Eine weitergehende Analyse der Energieintensität in Hinblick auf den Anteil von Verhaltensänderungen – Einsparungen – der Haushalte einerseits und den Auswirkungen von energetischen Sanierungen andererseits kann auf Basis des diesen Berechnungen zu Grunde liegenden Datenmaterials nicht durchgeführt werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass insbesondere Verhaltensänderungen der Haushalte in Folge der hohen Preissteigerungen bei Brennstoffen – die Preise von Erdgas erhöhten sich zwischen 2000 und 2011 um 68 %, die von Heizöl sogar um 98 % - sehr viel stärker zu dem Verbrauchsrückgang beigetragen haben, als die technisch-bedingten Absenkungen (energetische Sanierungen, Austausch von Heizkesseln). Die durchgeführten energetischen Sanierungen erfolgten bisher nur bei einem sehr begrenzten Teil des Wohnungsbestands. Deren Wirkung wird sich in Zukunft bei einer Fortführung der Sanierungen und womöglich einer Erhöhung der Sanierungsrate stärker entfalten⁶¹.

Die Heizenergie verringerte sich von 2.099 PJ (2000) auf 1.585 PJ (2011). Das war ein Rückgang von 24,5 %. Mit diesem Verbrauchsrückgang sank der Anteil der Raumwärme am gesamten Verbrauch der Haushalte von 76,8 % (2000) auf 70,5 % (2011) (siehe Abbildung 3-3 und 3-4). Der Anteil von Warmwasser stieg leicht an - von 10,2 % auf 12,0 %. Der Anteil für die sonstigen Anwendungsbereiche erhöhte sich von 13,0 % (2000) auf 17,6 % (2011). Insbesondere erhöhte sich der Verbrauch für mechanische Geräte und für Geräte der Kommunikation und Unterhaltung kräftig. Dieser stieg von 183 PJ (2000) auf 203 PJ (2011) um 11,3 %. Bei diesen Geräten wird als Energieträger fast ausschließlich Elektrizität verwendet, deren Verbrauch sich entsprechend sowohl absolut als auch anteilig am Gesamtverbrauch von Wohnenergie kräftig erhöhte.

⁶¹ Lt. Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“ betrug die jährliche Sanierungsrate von Wohngebäuden im Jahr 2011 1 % des Bestands. Die Bundesregierung beabsichtigt diese Sanierungsrate bis zum Jahr 2020 auf 2 % zu verdoppeln (Monitoring-Bericht (2012), Seite 16).

Abbildung 3-3: Energieverbrauch der privaten Haushalte nach Anwendungsbereichen 2000 und 2011



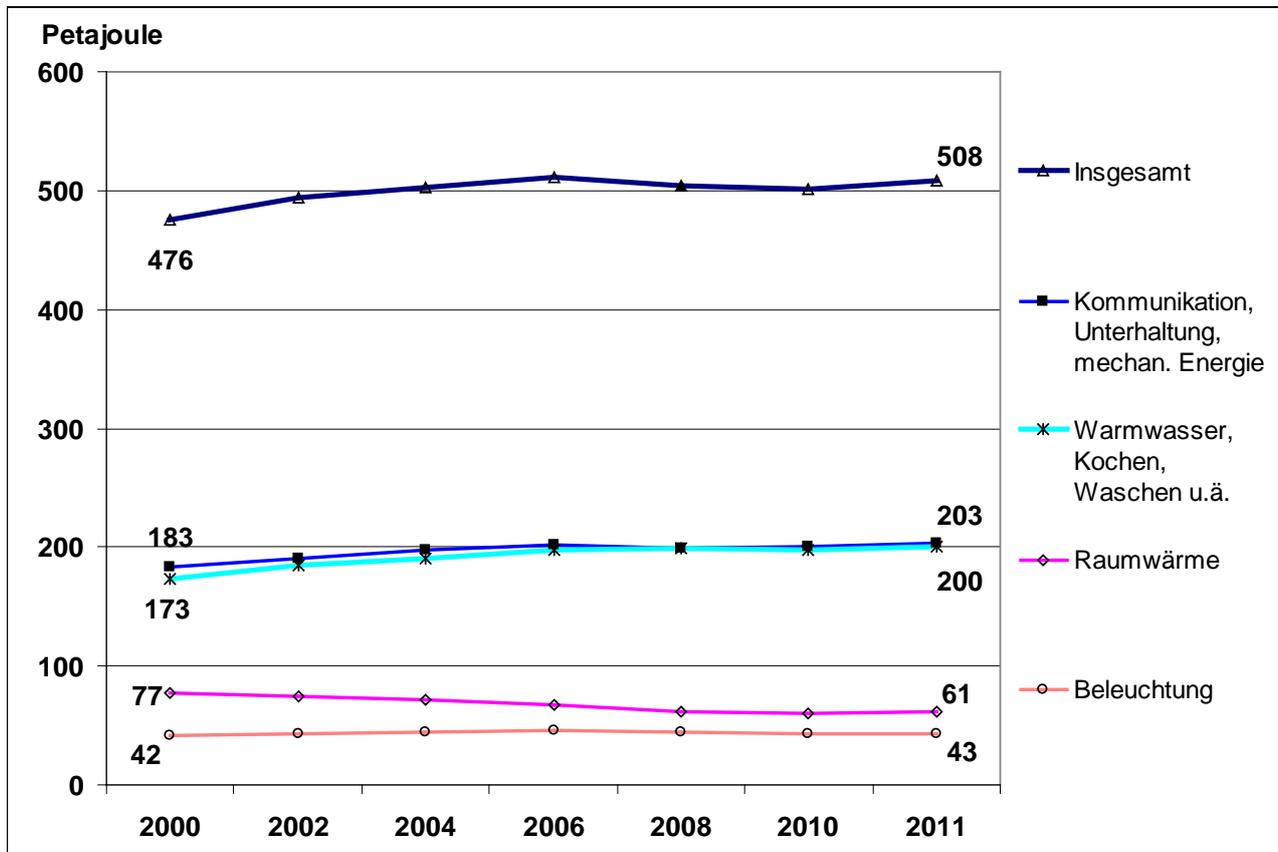
*) Temperaturbereinigt.

¹⁾ Einschließlich Warmwasser für Geschirrspüler und Waschmaschinen, Stromverbrauch von Elektrogeräten.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen; Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (2011).

Der Stromverbrauch der privaten Haushalte hat sich vom Jahr 2000 bis 2011 um 6,7 % von 476 auf 508 PJ erhöht (siehe Abbildung 3-4). Zu diesem Anstieg haben vor allem die Verbrauchsbereiche „Warmwasser, Kochen, Waschen, Spülen u.a.“ und „Kommunikation und Unterhaltung, mechanische Energie“ beigetragen, während sich der Verbrauch von Elektrizität im Bereich „Raumwärme“ deutlich verringerte und bei „Beleuchtung“ stagnierte.

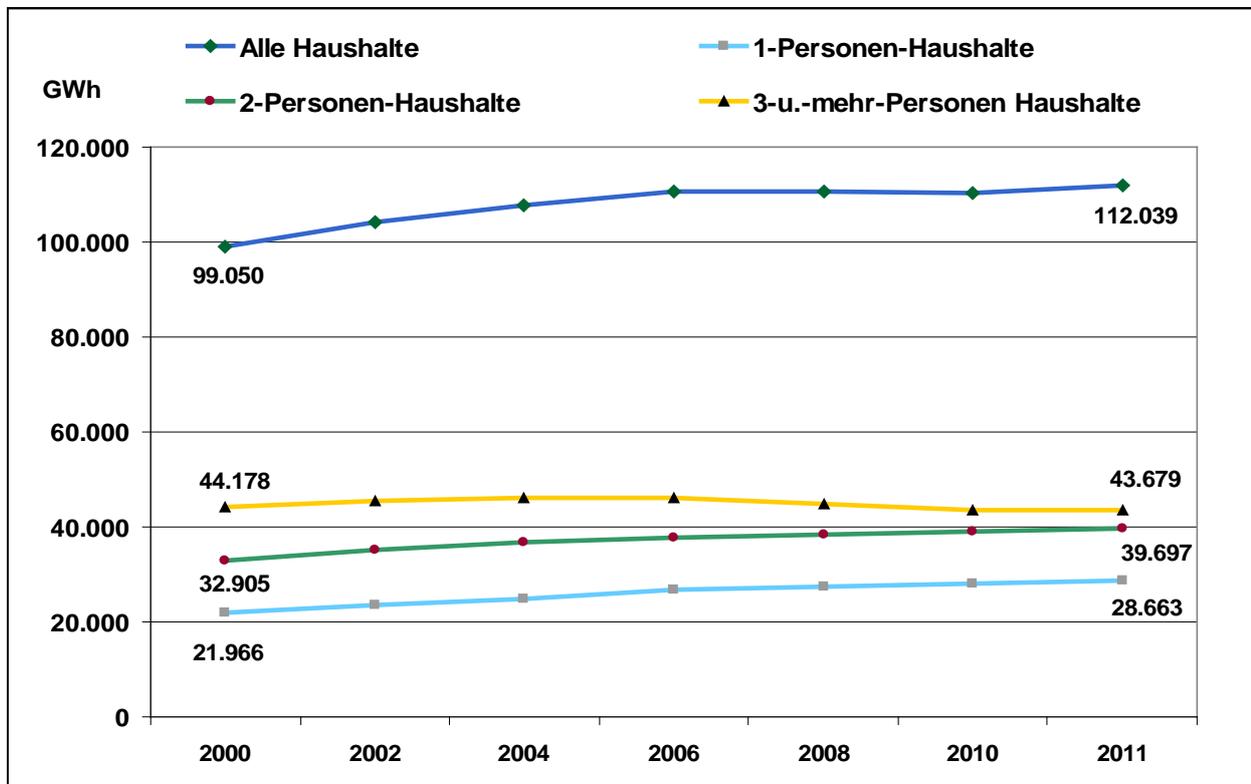
Abbildung 3-4: Verbrauch von Elektrizität nach Anwendungsbereichen 2000 bis 2011



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen; Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (2011).

Der Anstieg in den beiden erstgenannten Verbrauchsbereichen ist zum einen auf die geschilderte Veränderung der Haushaltsstruktur mit einer stark erhöhten Zahl von kleineren Haushalten, zum anderen auf eine gestiegene Ausstattung der Haushalte mit Elektrogeräten in beiden Verbrauchsbereichen zurückzuführen. Abbildung 3-5 verdeutlicht die Verbrauchserhöhung bei den Elektrogeräten, insbesondere bei den 1- und 2-Personen-Haushalten.

Abbildung 3-5: Stromverbrauch der privaten Haushalte für Elektrogeräte nach Haushaltsgrößenklassen 2000 bis 2011



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Nicht nur der Gesamtbestand an Elektrogeräten hat sich erhöht, sondern auch der Ausstattungsbestand je Haushalt (siehe Tabelle 3-3). Dies trifft sowohl auf die „traditionellen“ Geräte wie „Fernseher“, „Waschmaschine“ oder „Wäschetrockner“ zu, jedoch insbesondere auf noch relativ neue Geräte wie mobile Computer (Laptops) oder Mobiltelefone. Ein Grund hierfür ist, dass auch die Ausstattung der Haushalte mit Zweitgeräten erheblich angestiegen ist.

Tabelle 3-3: Bestand an ausgewählten Elektrogeräten

Geräte	Gesamtbestand			Ausstattungsbestand ¹⁾		
	2003	2008	2008 zu 2003 in %	2003	2008	2008 zu 2003 in %
Fernseher	55.215	57.584	4,3	145,5	147,4	1,3
CD-Player	44.806	60.742	35,6	118,1	155,4	31,6
Computer stationär	27.754	31.332	12,9	73,2	80,2	9,6
Computer mobil	4.438	16.225	265,6	11,7	41,5	254,7
Telefon mobil	43.312	60.100	38,8	114,2	153,8	34,7
Geschirrspüler	21.699	24.755	14,1	57,2	63,3	10,7
Wäschetrockner	13.907	15.120	8,7	36,7	38,7	5,4

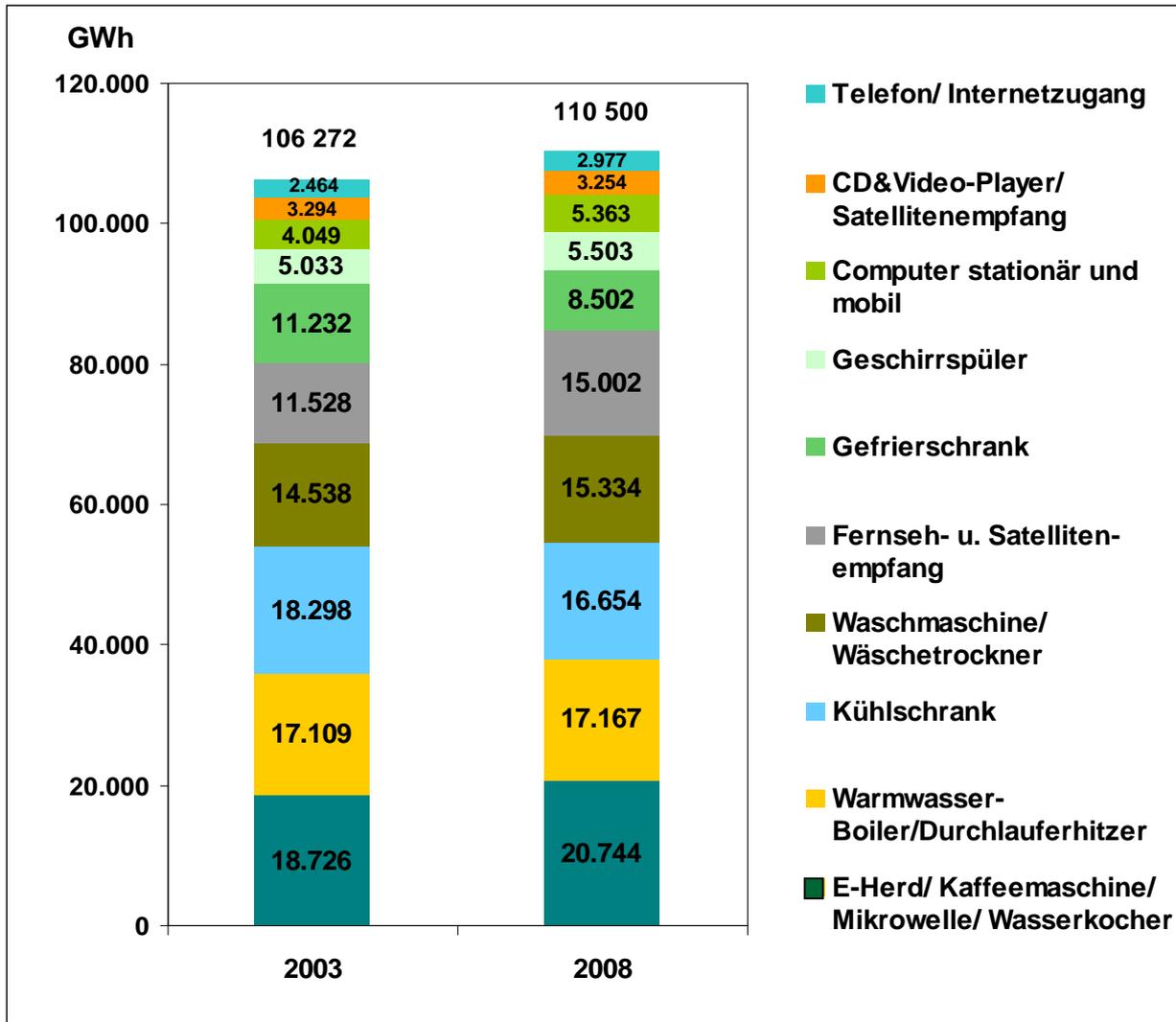
¹⁾ Geräte je 100 Haushalte.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2003 und 2008.

Stromverbrauch nach Gerätetypen

Den höchsten Stromverbrauch der Elektrogeräte weist die Gerätegruppe „Elektroherd, Kaffeemaschine, Mikrowelle und Wasserkocher“ auf, gefolgt von den Geräten zur Warmwasserbereitung.

Abbildung 3-6: Stromverbrauch der privaten Haushalte für Elektrogeräte



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Die höchsten Verbrauchszuwächse zwischen 2003 und 2008 verzeichneten die Computer und die Fernsehgeräte (einschließlich Satellitenempfangsgeräten). Auch der Verbrauch der Telefongeräte - einschl. der Geräte für den Internetzugang - erhöhte sich - mit einem Anstieg von fast 21 % - sehr stark.

Bei den Fernsehgeräten ist sowohl der spezifische Geräteverbrauch als auch die Nutzungsintensität gestiegen. Neugeräte mit großen Flachbildschirmen haben einen – im Vergleich zu älteren Modellen - relativ hohen Energieverbrauch. Die Nutzungsintensität der Fernsehgeräte wird auch durch die Alterung der Gesellschaft beeinflusst. Ältere Menschen haben durchschnittlich eine sehr viel höhere Nutzung als jüngere. So nutzten im Jahr 2011 Personen

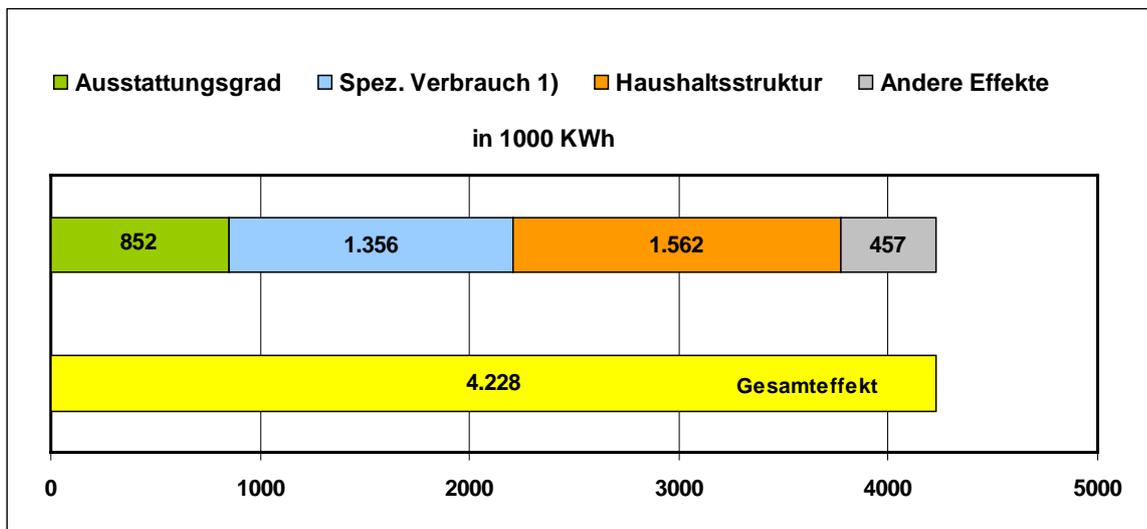
über 70 Jahre das Fernsehgerät täglich 254 Minuten, während die 20 bis 40 Jährigen eine Nutzung von etwa 150 Minuten hatten⁶². Im Durchschnitt waren es 188 Minuten.

Auch hier können mit Hilfe der Komponentenerlegung die Effekte von unterschiedlichen Einflussgrößen auf den Stromverbrauch der Elektrogeräte ermittelt werden.

Bei der Komponentenerlegung wurden drei Einflussfaktoren⁶³ berücksichtigt:

- der Ausstattungsgrad der Haushalte mit Elektrogeräten
- die Zusammensetzung aller Haushalte nach Haushaltsgrößenklassen
- der spezifische Geräteverbrauch pro Jahr (dieser beinhaltet sowohl die Nutzungsintensität als auch die Geräteausstattung).

Abbildung 3-7: Stromverbrauch von Elektrogeräten in 1000 kWh - Veränderung 2008 zu 2003 nach Einflussfaktoren



¹⁾ Nutzungsintensität und Geräteausstattung.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Der gesamte Energieverbrauch für Elektrogeräte erhöhte sich zwischen 2003 und 2008 um 4.228 Tsd. kWh bzw. 4,0 %. Den größten verbrauchssteigernden Einfluss auf den Stromverbrauch hatte die veränderte Zusammensetzung der Haushalte nach der Haushaltsgröße. Diese hat zu einem rechnerischen Mehrverbrauch von 1.562 Tsd. kWh beigetragen. Der zweitgrößte Effekt ergibt sich durch den Anstieg des gerätespezifischen Jahresverbrauchs. Dieser Verbrauch wird durch die Ausstattungsmerkmale der Geräte und durch deren Nutzungsintensität bestimmt. Zu diesem Mehrverbrauch von 1.356 Tsd. kWh im Jahr 2008 gegenüber 2003 hat beispielsweise auch eine erhöhte Nutzung von Geräten, wie beispielsweise bei Fernsehgeräten, beigetragen. Neben den erwähnten Einflussfaktoren hatte auch die Erhöhung des Ausstattungsbestands einen verbrauchssteigernden Effekt von 852 Tsd. kWh.

⁶² Siehe Medien Daten Südwest: www.mediendaten.de

⁶³ Da eine vereinfachte Form der Komponentenerlegung angewendet wurde ergibt sich hier eine Restgröße von 457 PJ. Diese Restgröße ergibt sich, weil bei der hier angewandten Komponentenerlegung die Effekte vereinfacht, ausgehend vom Bezugsjahr 2008, durch Einsetzen der Werte des Vergleichsjahres 2003, ermittelt wurden. Eine komplex-ere Komponentenerlegung ohne Residuum würde auch eine „umgekehrte“ Berechnung – ausgehend vom Bezugsjahr 2003 - erfordern und dann die gemittelten Effekte durch eine spezielle Gewichtung der beiden Effekte ableiten.

3.1.2 Direkter Energieverbrauch für „Mobilität“ (Kraftstoffverbrauch)

Die privaten Haushalte haben im Jahr 2011 für den Betrieb ihrer Kraftfahrzeuge 1.311 Petajoule an Energie – in Form von Kraftstoffen - eingesetzt (siehe Tabelle 3-4). Das waren 36,8 % des gesamten direkten Energieverbrauchs der Haushalte. Gegenüber dem Jahr 2000 verringerte sich der Kraftstoffverbrauch um 5,3 %, damit allerdings weit weniger, als der Energieverbrauch im Bereich „Wohnen“, der in diesem Zeitraum um 17,7 % sank.

Tabelle 3-4: Energieverbrauch der privaten Haushalte für Wohnen und Kraftfahrzeuge

Bereich	2000	2005	2011	2005 zu 2000	2011 zu 2005	2011 zu 2000
	Petajoule			Prozent		
Wohnen ¹⁾	2.734	2.508	2.249	-8,3	-10,3	-17,7
Kraftfahrzeuge	1.384	1.386	1.311	0,1	-5,4	-5,3
Insgesamt	4.118	3.894	3.559	-5,4	-8,6	-13,6

¹⁾ Temperaturbereinigt.

Die Bestände, Fahrleistungen und der Kraftstoffverbrauch von PKW haben sich im Zeitraum 2000 bis 2011 nach Fahrzeugarten sehr unterschiedlich entwickelt (siehe Tabelle 3-5):

Tabelle 3-5: Bestände, Fahrleistungen und Kraftstoffverbrauch von PKW der privaten Haushalte *)

Pkw-Typ	2000	2005	2010	2011	2011 zu 2000	2011 zu 2005	2005 zu 2000
					Veränderung in Prozent		
	Bestände (1.000) ¹⁾						
Benziner	33.921	33.948	29.019	28.982	-14,6	-14,6	0,1
Diesel	5.961	9.593	11.267	11.891	99,5	24,0	60,9
Insgesamt	39.882	43.541	40.286	40.873	2,5	-6,1	9,2
	Fahrleistungen (Mill. Kilometer)						
Benziner	392.763	361.742	325.058	324.861	-17,3	-10,2	-7,9
Diesel	76.792	124.920	164.040	169.157	120,3	35,4	62,7
Insgesamt	469.555	486.662	489.098	494.019	5,2	1,5	3,6
	Durchschnittliche jährliche Fahrleistungen pro Pkw (1.000 km/a)						
Benziner	11,6	10,7	11,2	11,2	-3,2	5,2	-8,0
Diesel	17,6	17,6	19,0	18,5	5,2	5,1	0,1
Insgesamt	12,3	11,9	13,0	13,0	5,7	9,3	-3,3
	Kraftstoffverbrauch (Mill. Liter)						
Benziner	33.533	29.902	25.701	25.670	-23,4	-14,2	-10,8
Diesel	5.436	8.433	11.040	11.284	107,6	33,8	55,1
Insgesamt	38.969	38.334	36.740	36.954	-5,2	-3,6	-1,6
	spezifischer Kraftstoffverbrauch (Liter/100 Fahrzeug-km)						
Benziner	8,5	8,3	7,9	7,9	-7,4	-4,4	-3,2
Diesel	7,1	6,8	6,7	6,7	-5,8	-1,2	-4,6
Insgesamt	8,3	7,9	7,5	7,5	-9,9	-5,0	-5,1

¹⁾ Die Angaben zu den Beständen sind nach 2005 wegen einer veränderten Registrierung von teilweise stillgelegten Fahrzeugen mit den Berichtsjahren bis 2005 nicht voll vergleichbar. *) Inländerkonzept.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Der Kraftstoffverbrauch von Diesel-Pkw hat sich mehr als verdoppelt, während der Verbrauch der „Benziner“ deutlich zurückging (- 23,4 %). Dahinter verbirgt sich ein rasanter Bestandsaufbau bei den Dieselfahrzeugen, bei gleichzeitiger Verringerung der Bestände von Benzinern. Im Jahr 2011 war bereits fast jedes zweite neu zugelassene Fahrzeug ein Dieselfahrzeug (47,6 %). Dies kann als Versuch der privaten Haushalte interpretiert werden, den stark gestiegenen Kraftstoffpreisen durch einen Umstieg auf die verbrauchsgünstigeren Dieselfahrzeugen zu entgehen. Tatsächlich sind die gesamten Fahrleistungen der privaten Haushalte mit PKW in dem betrachteten Zeitraum – trotz der gestiegenen Kraftstoffpreise – stetig angewachsen. Der leichte Rückgang des gesamten Kraftstoffverbrauchs ist insbesondere auf den Rückgang des spezifischen Kraftstoffverbrauchs je gefahrenen 100 km zurückzuführen. Dieser verringerte sich bei den Benzinern um 7,4 %, bei den Dieselfahrzeugen um 5,8 %.

Exkurs: Veränderung der Gesamtbestände von Personenkraftwagen (PKW)

Eine sichere Abschätzung der Bestandsveränderungen der PKW im Zeitraum 2000 bis 2011 wird durch statistisch bedingte Veränderungen im Bestandsnachweis erschwert: Insbesondere werden ab dem Jahr 2007 die stillgelegten Fahrzeuge vom KBA nicht mehr in den Bestandsnachweis einbezogen. Für den Zeitraum 2000 bis 2006 weist das DIW eine Bestandserhöhung von insgesamt - privat und geschäftlich genutzten PKW - 3,6 Mill. Fahrzeugen nach⁶⁴. Im Zeitraum 2007 bis 2011 erhöhten sich die Bestände um weitere 1,7 Mill. Fahrzeuge. Für den Bestand von privat genutzten PKW kann die Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) herangezogen werden⁶⁵. Diese zeigt zwischen 2003 und 2008 eine Bestandserhöhung um 1,3 Mill. Fahrzeuge (von 38,7 auf 40,0 Mill. PKW). Damit hat sich die Zahl der PKW analog zu der Zahl der Haushalte entwickelt, die - in der Abgrenzung der EVS - um 1,2 Mill. anstieg (von 37,9 auf 39,1 Mill.). Offensichtlich ist damit der Bestandsanstieg der PKW eng mit dem Anstieg der Anzahl der Haushalte verbunden.

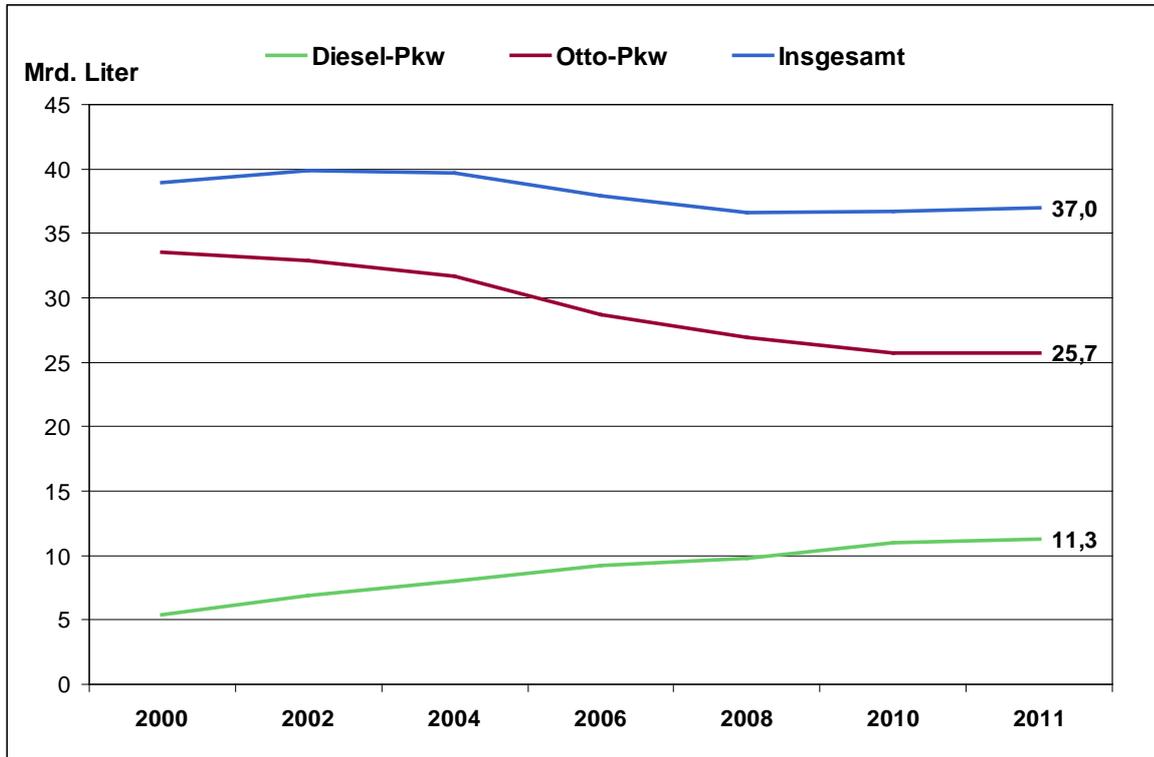
Eine Auswertung der Bestände nach Erstwagen und Zweit- und Drittwagen zeigte – im Zeitraum 2003 bis 2008 – keine signifikante Erhöhung des Anteils der Zweitwagen an der Gesamtausstattung der Haushalte. Insgesamt hatten 77,1 % (2008) aller in der EVS erfassten Haushalte einen PKW. Unter Einbeziehung der Zweit- und Drittwagen – 2008 waren dies 9,9 Mill. PKW - betrug der Ausstattungsbestand aller Haushalte 102,4 Fahrzeuge je 100 Haushalte, d.h. im Durchschnitt gab es 2008 mehr als ein Fahrzeug in den Haushalten. Bei den Haushalten, die mindestens einen PKW hatten, lag der Ausstattungsbestand bei durchschnittlich 130 Fahrzeugen (je 100 Haushalte). Dies zeigt, dass sehr viele Haushalte – nahezu ein Drittel – mehr als ein Fahrzeug hatten.

Der gesamte Kraftstoffverbrauch ist von 2002 bis 2008 gesunken (siehe Abbildung 3-8), stagniert jedoch seither bei einem Verbrauch von rund 37 Mrd. Litern (2011) bei den PKW (alle Kraftfahrzeuge 2011: 38,9 Mrd. Liter bzw. 1.311 Petajoule).

⁶⁴ Siehe Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung ((DIW (2012)): Auto-Mobilität: Fahrleistungen steigen 2011 weiter in DIW-Wochenbericht Nr. 47/2012, Seite 6.

⁶⁵ Die EVS wird fünfjährlich durchgeführt. Sie zeigt sowohl den Ausstattungsgrad, als auch den Ausstattungsbestand nach sozioökonomischen Merkmalen wie Haushaltsgröße und Einkommensklassen. Detaillierte Ergebnisse sowohl der Angaben der EVS als auch der laufenden Wirtschaftsrechnungen (LWR) werden im Tabellenanhang nachgewiesen.

Abbildung 3-8: Kraftstoffverbrauch der privat genutzten Pkw 2000 bis 2011



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Einen näheren Aufschluss über die Effekte von einzelnen verbrauchsbeeinflussenden Faktoren ermöglicht eine Komponentenzerlegung. Folgende Einflussfaktoren wurden berücksichtigt:

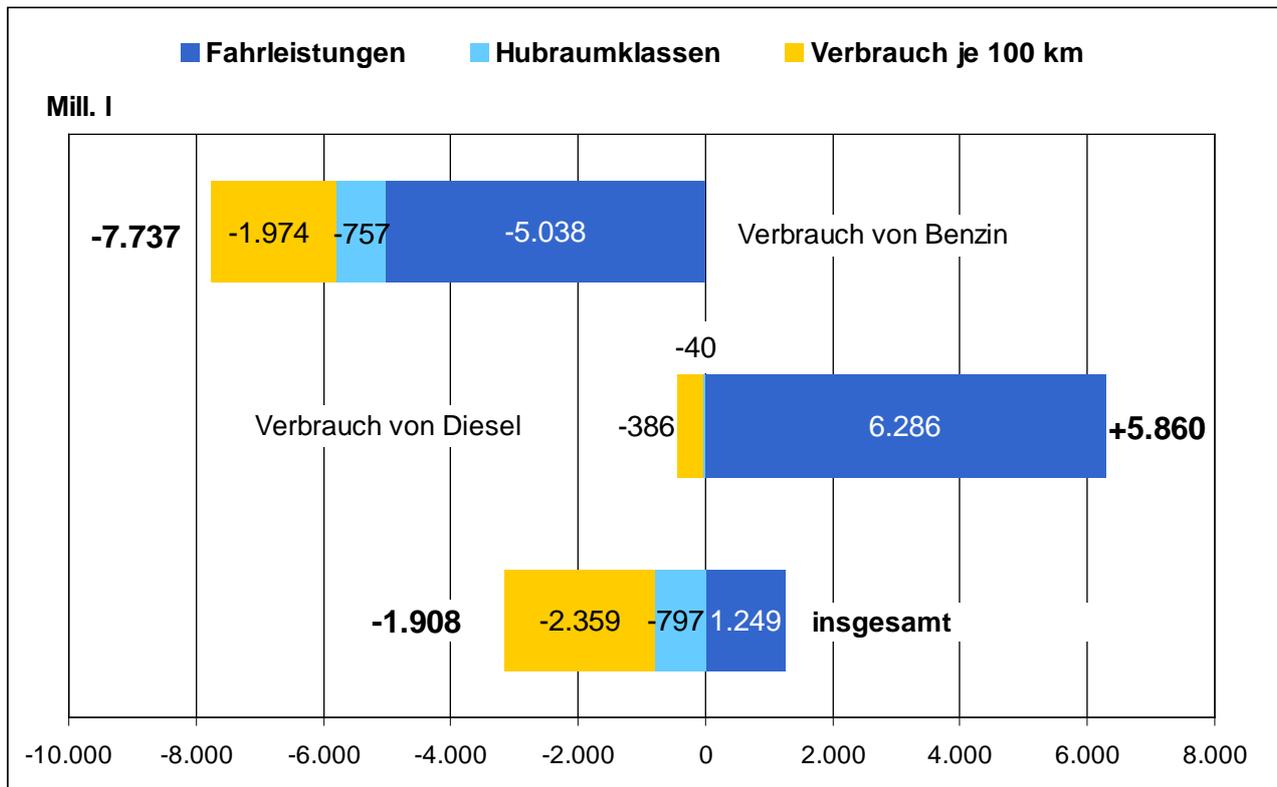
- Zusammensetzung des Fahrzeugbestands nach sechs Hubraumklassen
- Jährliche Fahrleistungen
- Spezifischer Verbrauch (Liter je 100 Fahrzeugkilometer)

Abbildung 3-9 zeigt die Ergebnisse der Komponentenzerlegung für den Zeitraum 2000 bis 2011. Zunächst zeigt sich eine starke Verlagerung des Kraftstoffverbrauchs von den „Benzinern“ zu den Dieselfahrzeugen. Einen verbrauchsdämpfenden Einfluss hatte bei beiden Fahrzeugtypen der gesunkene Durchschnittsverbrauch (Liter je 100 km). Dies trug zu einer Verringerung des Kraftstoffverbrauchs von zusammen 2.359 Mill. Litern bei (6 % des Verbrauchs von 2000), wobei der Durchschnittsverbrauch bei den „Benzinern“ sehr viel stärker sank als bei den Dieselfahrzeugen. Auch eine verbrauchsgünstigere Zusammensetzung der Fahrzeugflotte im Bereich der „Benziner“ hat zu einer Reduktion des Kraftstoffverbrauchs – rechnerisch um 757 Mill. Liter - beigetragen.

Die gestiegenen Fahrleistungen hatten einen verbrauchssteigernden Effekt von 1.249 Mill Litern. Bei den „Benzinern“ ist sowohl ein absoluter Rückgang der Fahrleistungen - wegen der stark gesunkenen Bestände - als auch ein leichter Rückgang der jährlichen Fahrleistungen um 3,2 % zu beobachten (siehe Tabelle 3-5). Bei den Diesel-Pkw sind dagegen sowohl die jährlichen Fahrleistungen, als auch die absoluten Fahrleistungen stark angestiegen. Offensichtlich sind gerade die „Vielfahrer“ auf Dieselfahrzeuge umgestiegen und „entlasten“ die „Benziner-Sparte“ bei einem gleichzeitigen Anstieg der Fahrleistungen der Dieselfahrzeuge⁶⁶.

⁶⁶ DIW Wochenbericht 47/2012: „Auto-Mobilität: Fahrleistungen steigen 2011 weiter“. Seite 3 bis 14.

Abbildung 3-9: Einflussfaktoren auf den Kraftstoffverbrauch von privat genutzten Pkw 2011 zu 2000



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

3.1.3 Direkte CO₂-Emissionen in den Bereichen „Wohnen“ und „Mobilität“

Bereich „Wohnen“

Die Kohlendioxid- (CO₂-)Emissionen der privaten Haushalte im Bereich „Wohnen“ sind – unter Einbeziehung der Emissionen aus Biomasse (Brennholz) – auf Basis der Angaben zum temperaturbereinigten Energieeinsatz von Energieträgern von 137,2 Mill. Tonnen (2000) auf 106,7 Mill. Tonnen (2011) gesunken (siehe Tabelle 3-6). Der Rückgang von 22,2 % fällt etwas stärker aus als der Rückgang des Energieverbrauchs (17,7 %). Dies liegt zum einen am Verbrauchsanstieg von emissionsfreien Energieträgern wie Strom und Fernwärme, zum anderen am höheren Rückgang des Energieverbrauchs von vergleichsweise emissionsintensiven Energieträgern, wie dem leichten Heizöl (in Tabelle 3-6 in der Rubrik „Mineralöl“) im Vergleich zu Gas.

Tabelle 3-6: Energieverbrauch und CO₂-Emissionen der privaten Haushalte im Bereich „Wohnen“*)

Energieträger	2000	2005	2011	2000	2005	2011
	Energieverbrauch (PJ)			CO₂-Emissionen (Mill. t)		
Mineralöl	830	631	470	61,4	46,7	34,8
Gas	1.056	995	790	59,2	55,7	44,2
Strom	476	507	508	0	0	0
Fernwärme	142	151	160	0	0	0
Kohle	52	32	57	5,1	3,1	5,5
Sonstige ¹⁾	178	192	264	11,5	16,1	22,2
Insgesamt	2.734	2.508	2.249	137,2	121,6	106,7
<i>nachrichtl.: nicht temperaturbereinigt²⁾</i>	<i>2.520</i>	<i>2.534</i>	<i>2.154</i>			
	Messzahlen (2000 = 100)					
Mineralöl	100,0	76,0	56,7	100,0	76,0	56,7
Gas	100,0	94,2	74,7	100,0	94,2	74,7
Strom	100,0	106,6	106,7	-	-	-
Fernwärme	100,0	106,7	112,8	-	-	-
Kohle	100,0	61,1	109,9	100,0	60,8	108,3
Sonstige ¹⁾	100,0	108,0	148,5	100,0	139,8	192,3
Insgesamt	100,0	91,7	82,3	100,0	88,6	77,8
	in Prozent von insgesamt					
Mineralöl	30	25	21	45	38	33
Gas	39	40	35	43	46	41
Strom	17	20	23	-	-	-
Fernwärme	5	6	7	-	-	-
Kohle	2	1	3	4	3	5
Sonstige ¹⁾	7	8	12	8	13	21
Insgesamt	100	100	100	100	100	100

*) Energieverbrauch: temperaturbereinigt, einschl. Bereinigung der Lagerhaltung von leichtem Heizöl, ohne Kraftstoffe.

¹⁾ Brennholz, Wärmepumpen.

²⁾ Wie Energiebilanz, jedoch ohne Energieverbrauch für Gewerbeflächen von Selbständigenhaushalten.

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen; Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Unter Einbeziehung der direkten CO₂-Emissionen im Straßenverkehr emittierten die Haushalte im Jahr 2011 insgesamt 204 Mill. Tonnen CO₂ (siehe Tabelle 3-7). Damit entfielen im Jahr 2011 nur noch 52,3 %, also etwas mehr als die Hälfte der Emissionen auf den Bereich „Wohnen“. Im Jahr 2000 waren es noch 57,8 %.

Tabelle 3-7: CO₂-Emissionen der privaten Haushalte in den Bereichen „Wohnen“ und „Mobilität“*)

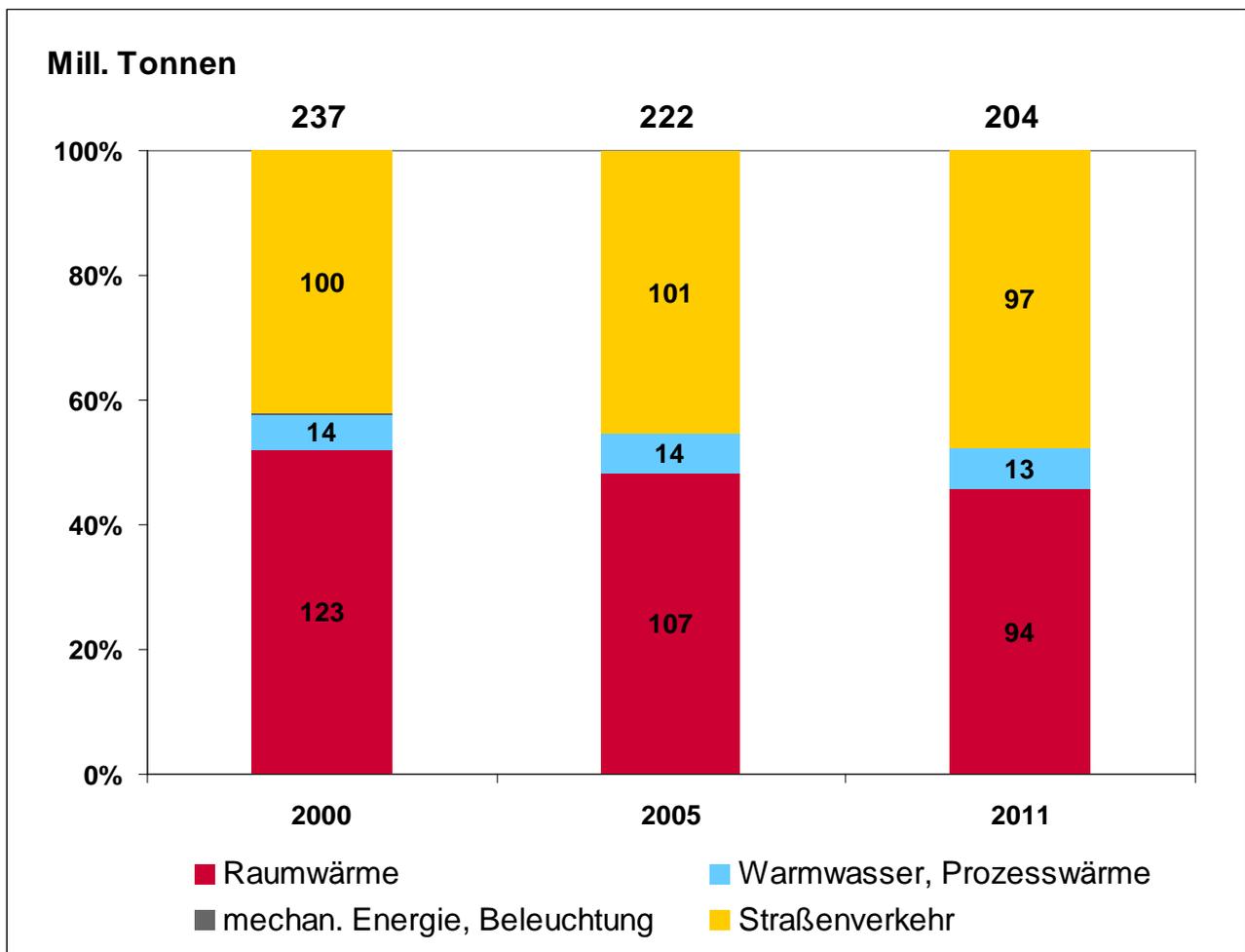
Bereich	2000	2005	2011	2011 zu 2000
	Mill. Tonnen			%
Wohnen	137,2	121,6	106,7	-22,2
Kraftstoffe	100,2	100,8	97,3	-2,9
Insgesamt	237,4	222,4	204,0	-14,0
	in % von insgesamt			%-Punkte
Wohnen	57,8	54,7	52,3	-5,5
Kraftstoffe	42,2	45,3	47,7	5,5
Insgesamt	100,0	100,0	100,0	-

*) Im Bereich „Wohnen“ - Emissionen auf Basis von Angaben zum temperaturbereinigten Energieeinsatz unter Einbeziehung der Emissionen aus der Verbrennung von Biomasse.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Auf den Bereich „Raumwärme“ entfielen im Jahr 2011 94 Mill. Tonnen CO₂, das sind nur noch 45,2 % der gesamten direkten CO₂-Emissionen der Haushalte (siehe Abbildung 3-10). Im Jahr 2000 waren es noch 123 Mill. Tonnen CO₂ bzw. 51,9 %.

Abbildung 3-10: Direkte CO₂-Emissionen der privaten Haushalte nach Energieanwendungen



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Emissionen bei der Erzeugung der Energieträger

Berücksichtigt man zusätzlich zu den direkten Emissionen die Emissionen bei der Erzeugung und Bereitstellung der Energie – jedoch ohne die Emissionen auf weiteren vorgelagerten Produktionsstufen, wie z.B. den Transporten von Energieträgern – so erhöhen sich die nachgewiesenen Emissionen beträchtlich:

Tabelle 3-8: Direkte CO₂-Emissionen und Emissionen bei der Energiebereitstellung*)

Merkmal	2000	2005	2011
	Mill. Tonnen		
Direkt	237,4	222,4	204,0
Indirekt (1. Stufe)	96,3	96,8	93,5
Insgesamt	333,7	319,2	297,5
	in % von insgesamt		
Direkt	71,1	69,7	68,6
Indirekt (1. Stufe)	28,9	30,3	31,4
Insgesamt	100,0	100,0	100,0

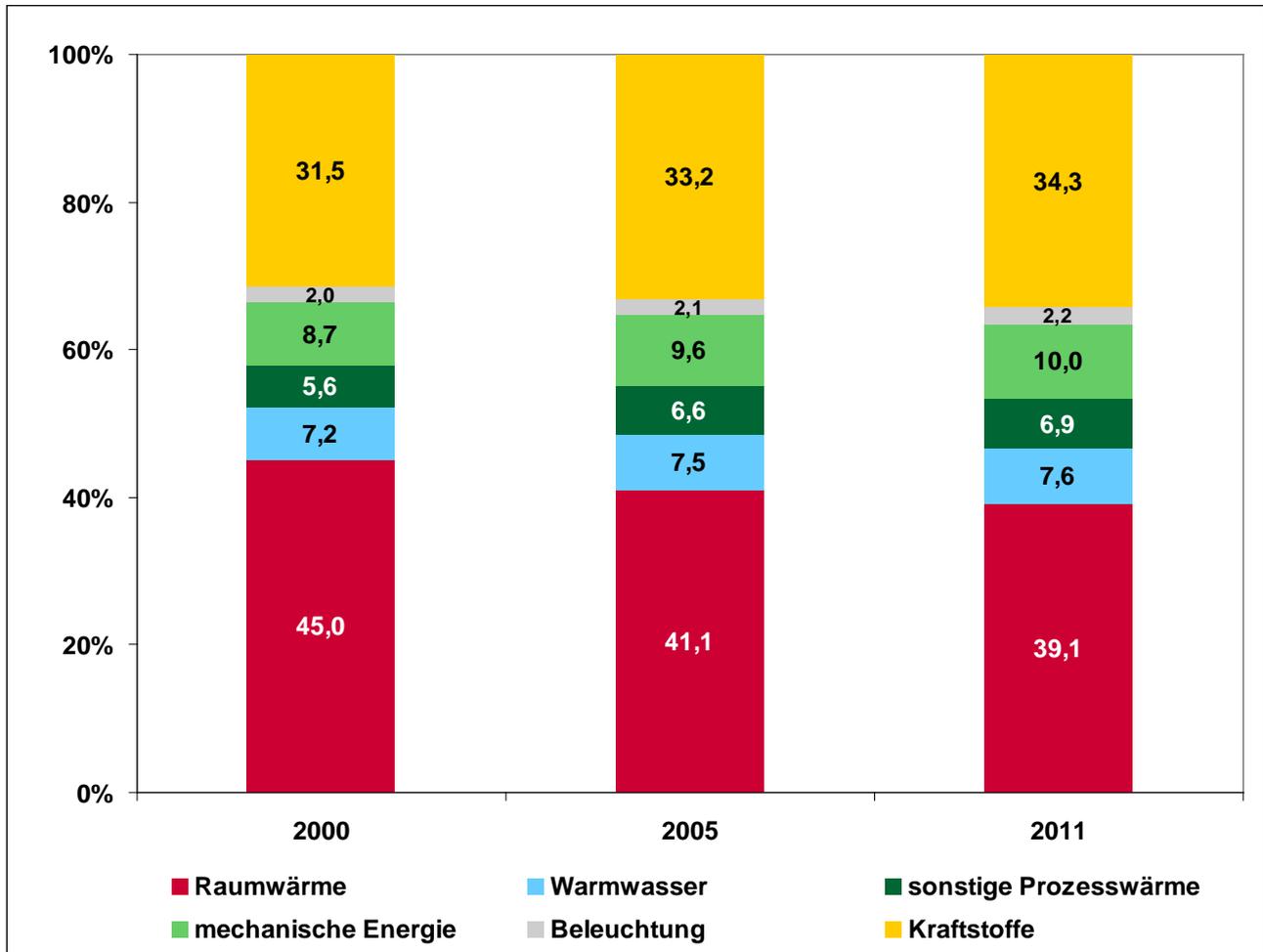
*) Emissionen bei der Energiegewinnung in den Umwandlungsbereichen.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Hohe – indirekte - Emissionen entstehen bei der Energiebereitstellung für die privaten Haushalte, vor allem bei der Erzeugung von Elektrizität in den Kraftwerken und bei der Erzeugung von Fern-wärme in den Heizkraftwerken. Diese Emissionen können anteilig - d.h. entsprechend der Höhe des Energieverbrauchs - den privaten Haushalten zugerechnet werden. Auch bei der Erzeugung von Mineralölprodukten fallen in den Raffinerien CO₂-Emissionen an, die hier anteilig den privaten Haushalten zugerechnet werden. Die gesamten indirekten Emissionen auf der ersten Erzeugerstufe, jedoch ohne Emissionen auf vorgelagerten Produktionsstufen, machen mit knapp 94 Mill. Tonnen CO₂ im Jahr 2011 -31,4 % der gesamten zurechenbaren CO₂-Emissionen der privaten Haushalte aus der Nachfrage nach Energieträgern aus.

Berücksichtigt man diese Emissionen bei den Anwendungsbereichen (siehe Abbildung 3-11), so steigt der Anteil der Emissionen in den Anwendungsbereichen „mechanische Energie“, „sonstige Prozesswärme“ und „Beleuchtung“ an, während die Anteile der übrigen Bereiche entsprechend niedriger ausfallen.

Abbildung 3-11: Direkte CO₂-Emissionen der privaten Haushalte und CO₂-Emissionen bei der Bereitstellung von Energieträgern

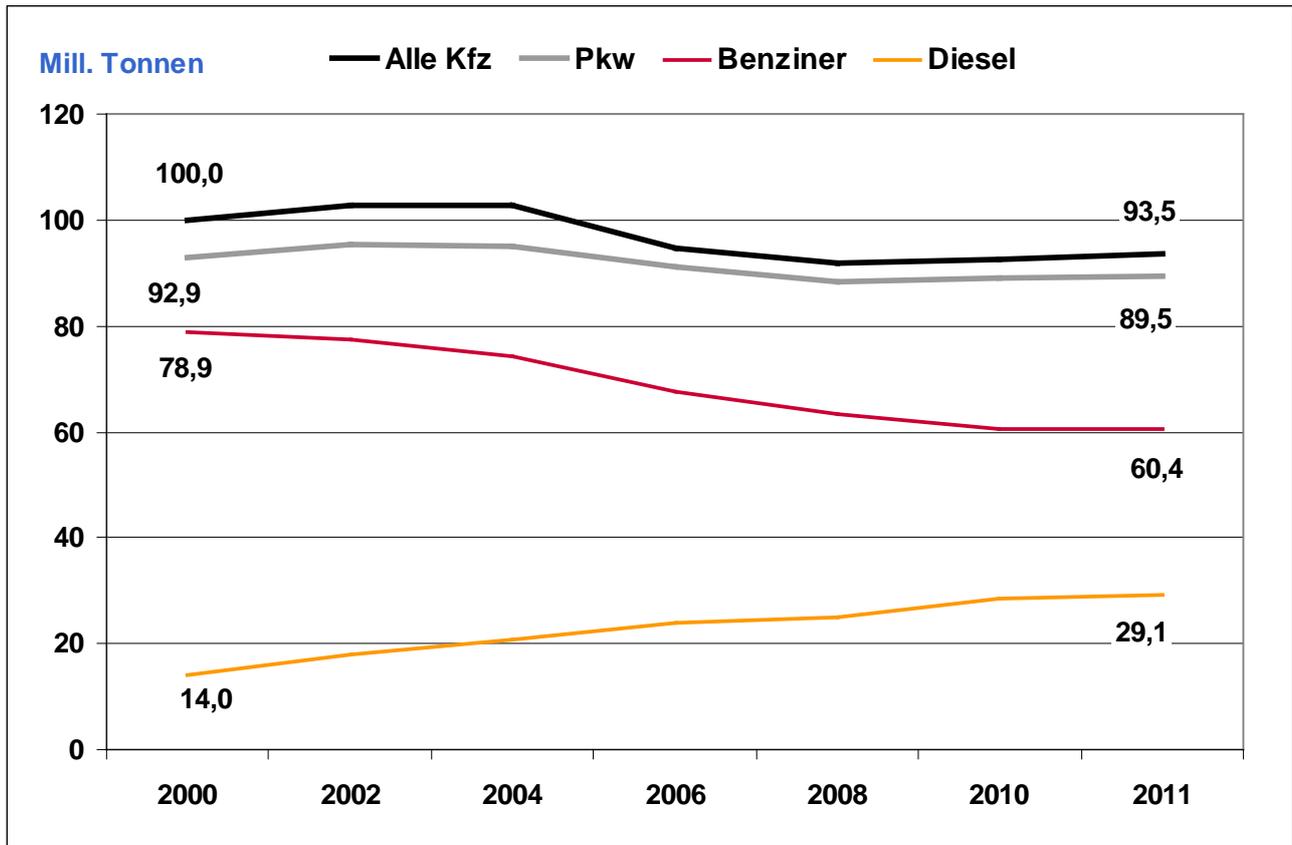


Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Direkte CO₂-Emissionen für Mobilität

Die CO₂-Emissionen aus dem Betrieb von Kraftfahrzeugen der privaten Haushalte sind im Zeitraum 2000 bis 2011 von 100 Mill. Tonnen auf 93,5 Mill. Tonnen gesunken (siehe Abbildung 3-12). Die Emissionen der Pkw haben sich nach Antriebsarten – analog zu der Veränderung des Kraftstoffverbrauchs – sehr unterschiedlich entwickelt: Die Emissionen der Benziner Pkw sind mit einem Rückgang von 23,5 % stark gefallen, die der Diesel-Pkw sind um 107,6 % gestiegen. Für die Pkw ergibt sich ein Rückgang der Emissionen um 3,7 % (von 92,9 Mill. Tonnen auf 89,5 Mill. Tonnen).

Abbildung 3-12: CO₂-Emissionen der Kraftfahrzeuge der privaten Haushalte 2000 bis 2011



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Die Emissionen des gesamten Pkw-Bestands der privaten Haushalte sind trotz erhöhter Fahrleistungen um 3,7 % gesunken (siehe Tabelle 3-9). Dies liegt zum einen an einem geringeren spezifischen Kraftstoffverbrauch (pro 100 Fahrzeugkilometer, siehe Tabelle 3-5), zum anderen an einem höheren Anteil von Dieselfahrzeugen im Jahr 2011 (29,1 % aller Fahrzeuge) im Vergleich zum Jahr 2000 (14,3 %). Dieselfahrzeuge emittieren pro 100 Fahrzeugkilometer – trotz eines höheren Gewichts – um rund 8 % weniger CO₂ als Benziner-Pkw. Der höhere Dieselanteil am Bestand führte zu einem Rückgang des durchschnittlichen Emissionswertes aller Pkw um 8,4 % - von 198 g/km (2000) auf 181 g/km (2011). Im Übrigen fällt der Rückgang der spezifischen Emissionswerte (pro 100 Fahrzeugkilometer) im gesamten Zeitraum relativ bescheiden aus. Mögliche Einsparungen auf Grund des technischen Fortschritts beim Fahrzeug- und Motorenbau wurden offensichtlich durch gegenläufige Faktoren, wie der Trend zu höher motorisierten Fahrzeugen und schwereren Fahrzeugen mit verbesserten Ausstattungsmerkmalen, teilweise nicht realisiert⁶⁷.

⁶⁷ Nach Angaben des Kraftfahrtbundesamts hat sich die durchschnittliche Motorenleistung neu zugelassener PKW zwischen 2002 und 2011 um 17 % (von 85,3 auf 99,4 kW) erhöht. Das durchschnittliche Leergewicht hat sich um 9 % von 1.353 kg auf 1.472 kg erhöht. Quelle: dpa-Globus Infografik 5.429 (Januar 2013).

Tabelle 3-9: Fahrleistungen und CO₂-Emissionen der Pkw privater Haushalte 2000 und 2011

Fahrzeugart	2000	2011	2011 zu 2000 in%
	Fahrleistungen (Mrd. Kilometer)		
Benziner	392,8	324,9	-17,3
Diesel	76,8	169,2	120,3
Pkw insgesamt	469,6	494,0	5,2
	CO₂ (Mill. Tonnen)		
Benziner	78,9	60,4	-23,5
Diesel	14,0	29,1	107,6
Pkw insgesamt	92,9	89,5	-3,7
	CO₂ / Fahrleistungen (g/km)		
Benziner	201	186	-7,4
Diesel	183	172	-5,8
Pkw insgesamt	198	181	-8,4

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen

3.2 Indirekter Energieverbrauch und indirekte CO₂-Emissionen

Der indirekte Energieverbrauch und die indirekten CO₂-Emissionen (Energie- bzw. CO₂-Gehalt von Gütern) wurden für die Berichtsjahre 2000, 2005 bis 2007 auf Basis eines erweiterten Input-Output-Modells berechnet⁶⁸. Die Berechnungen erlauben für diese Berichtsjahre einen detaillierten Nachweis des Energie- und CO₂-Gehalts von Gütern des Privaten Konsums mit einer Unterscheidung nach inländischem Energieaufwand (und CO₂-Emissionen) und Energieaufwand (und CO₂-Emissionen) im Ausland. Die Ergebnisse dieser Berechnungen liegen den folgenden Abbildungen 3-13 bis 3-16 zugrunde. Für die Berichtsjahre 2001 bis 2004 und 2008 bis 2009 wurden Interpolationen und Fortschreibungen für die (Insgesamt-) Angaben nach Bedarfsfeldern durchgeführt. In den folgenden Darstellungen sind zu Vergleichszwecken neben den Ergebnissen zum indirekten Energieverbrauch und den indirekten CO₂-Emissionen auch die Ergebnisse zum direkten Energieverbrauch und den direkten CO₂-Emissionen enthalten.

Energie- und CO₂-Gehalt von Gütern nach Bedarfsfeldern

Der CO₂-Gehalt von Gütern steht in engem Zusammenhang mit dem Energiegehalt von Gütern, da CO₂-Emissionen bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern entstehen. In Tabelle 3-10 wird erkennbar, dass die Energie- und CO₂-Gehalte nach Bedarfsfeldern weitgehend ähnliche Anteile an den Gesamtwerten haben.

Mit einem Anteil von 37,6 % am gesamten Energieverbrauch (direkt und indirekt) entfällt der höchste Energieverbrauch auf den Bereich „Wohnen“ (siehe Tabelle 3-10). Darunter entfallen auf den direkten Energieverbrauch 25,5 % und auf den Energiegehalt von Gütern 12,1 %. Der direkte Energieverbrauch setzt sich aus der Verwendung von fossilen Brennstoffen (Heizöl, Erdgas) und von Elektrizität und Fernwärme zusammen. Der indirekte Energieverbrauch in diesem Bereich wird insbesondere durch den Verbrauch von Elektrizität und Fernwärme verursacht. Die bei der Gewinnung dieser Energieträger anfallenden (Umwandlungs-) Verluste werden hier – anteilig - den privaten Haushalten zugerechnet. Auf das Bedarfsfeld „Verkehr“ entfallen 24,6 % des gesamten Energieverbrauchs. Der größte Teil entfällt dabei mit einem Anteil von 13,8 % auf den Kraftstoffverbrauch. Die Kfz-Käufe und Kfz-Reparaturen haben zusammen einen Anteil von 4,9 % und die Verkehrsleistungen 5,3 %. Auf den Bereich „Ernährung“ entfallen 12,0 %, auf Dienstleistungen (ohne Verkehrsleistungen) 11,6 %. Die sonstigen Produkte haben einen Anteil von 14,1 % am gesamten Energieverbrauch.

⁶⁸ Siehe Erläuterungen in Abschnitt 4.2.

Tabelle 3-10: Konsumausgaben, Energieverbrauch/ CO₂-Emissionen der privaten Haushalte und Energie-/ CO₂-Gehalt des privaten Konsums 2009

Bedarfsfeld	Konsumausgaben ¹⁾	Direkter Energieverbrauch/ Energiegehalt		Direkte CO ₂ -Emissionen/ CO ₂ -Gehalt	
	Mill. EUR	Petajoule	GJ ²⁾ / Einwohner	Mill. Tonnen	Tonnen/ Einwohner
Insgesamt	1338,3	9.569	116,88	619	7,56
Produkte	273,0	1.352	16,51	76	0,93
Ernährung	213,9	1.153	14,08	74	0,90
Verkehr	180,4	2.352	28,72	163	1,98
darunter:					
Kfz	78,6	474	5,78	31	0,38
Kraftstoffe (direkt)	41,2	1.320	16,12	96	1,17
Verkehrsleistungen	39,5	511	6,24	33	0,40
Wohnen	295,5	3.600	43,97	237	2,90
Energie (direkt)	63,1	2.442	29,83	121	1,48
Energie (indirekt)		1.158	14,14	116	1,42
Dienstleistungen	375,4	1.113	13,59	69	0,84
Direkt		3.762	45,94	217	2,65
Konsumgüter (indirekt)		5.808	70,93	402	4,91
		in % von insgesamt			
Produkte	20,4	14,1	14,1	12,3	12,3
Ernährung	16,0	12,0	12,0	11,9	11,9
Verkehr	13,5	24,6	24,6	26,3	26,3
darunter:					
Kfz	5,9	4,9	4,9	5,1	5,1
Kraftstoffe (direkt)	3,1	13,8	13,8	15,5	15,5
Verkehrsleistungen	3,0	5,3	5,3	5,3	5,3
Wohnen	22,1	37,6	37,6	38,4	38,4
Energie (direkt)	4,7	25,5	25,5	19,5	19,5
Energie (indirekt)	-	12,1	12,1	18,8	18,8
Dienstleistungen	28,1	11,6	11,6	11,2	11,2
Direkt		39,3		35,0	
Konsumgüter (indirekt)		60,7		65,0	

¹⁾ Zu jeweiligen Anschaffungspreisen.

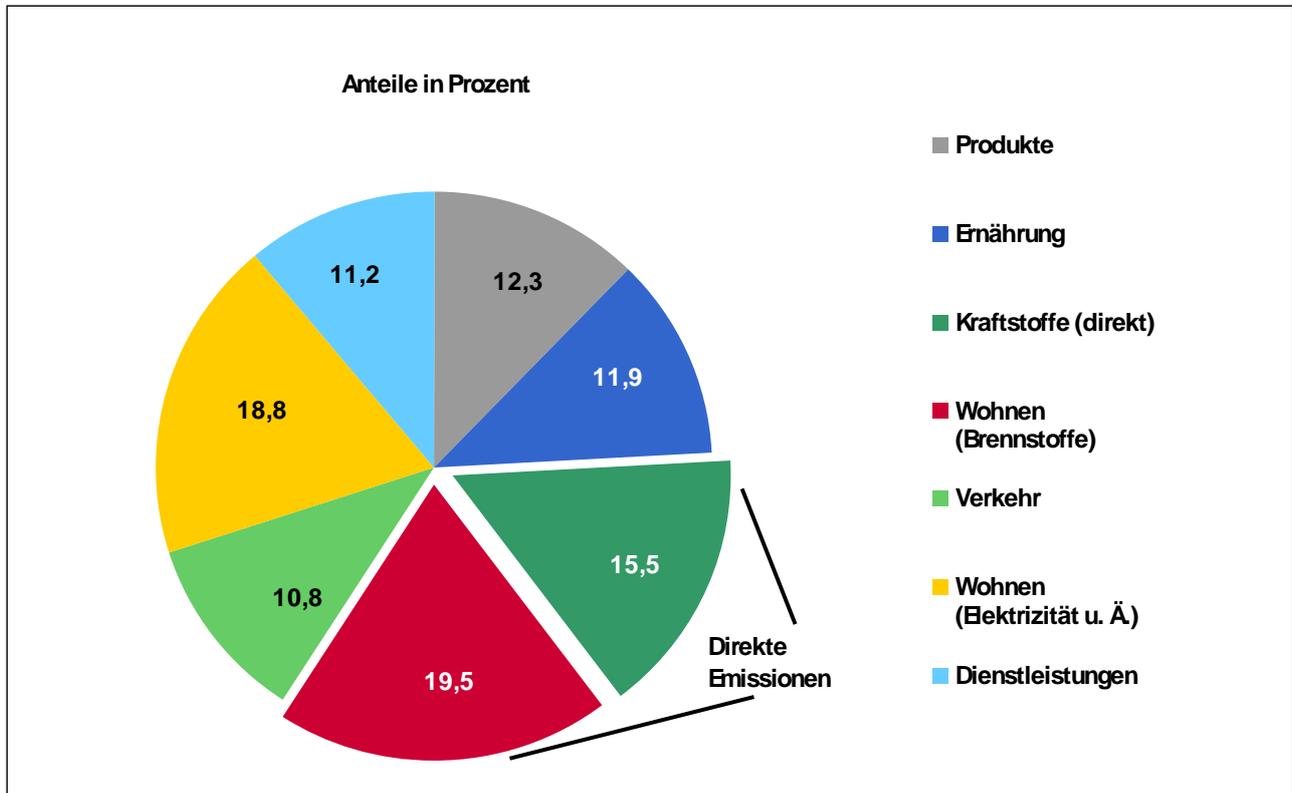
²⁾ GJ: 10⁹ Joule.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

In Abbildung 3-13 werden die CO₂-Emissionen der privaten Haushalte und der CO₂-Gehalt der Konsumgüter für das Jahr 2009 dargestellt. Wie beim Energieverbrauch entfallen die meisten Emissionen auf den Bereich „Wohnen“. Die direkten CO₂-Emissionen in diesem Bereich haben bereits einen Anteil von 19,5 % an den gesamten Emissionen. Hierbei handelt es sich um die Emissionen aus der Verbrennung der eingesetzten Brennstoffe. Die zweithöchsten Emissionen

entfallen auf die indirekten Emissionen im Bereich „Wohnen“. Diese enthalten die Emissionen, die bei der Gewinnung von Elektrizität und Fernwärme anfallen. Durch den Verbrauch von Kraftstoffen entstehen weitere 15,5 % an (direkten) CO₂-Emissionen. Auf die Herstellung von Nahrungsmitteln und anderen Produkten für den Privaten Konsum entfallen 11,9 % bzw. 12,3 % der gesamten CO₂-Emissionen.

Abbildung 3-13: CO₂-Emissionen der privaten Haushalte und CO₂-Gehalt der Konsumgüter 2009

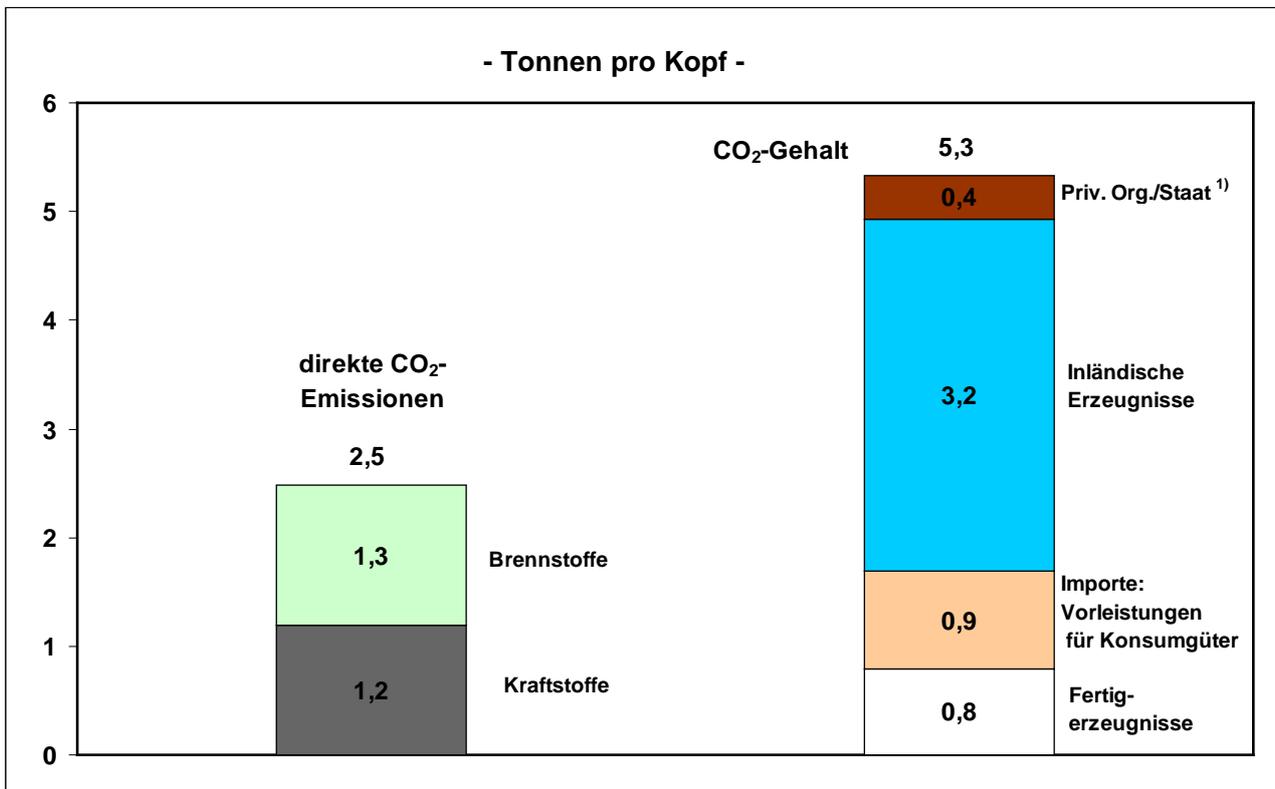


Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Neben den direkten CO₂-Emissionen der privaten Haushalte und den zurechenbaren CO₂-Emissionen der Konsumgüter können noch weitere Dienstleistungen mit ihren Emissionen dem privaten Konsum zugerechnet werden: die Ausgaben der privaten Organisationen und des Staates für den Individualverbrauch. Diese umfassen Ausgaben für Bildungsleistungen (Erziehung und Unterricht), Gesundheitsleistungen (Arzt- und Krankenhausleistungen) und Leistungen im Bereich Kultur und Sport. Diese Dienstleistungen sind mit ihrem Emissionsgehalt in der folgenden Betrachtung mit enthalten.

Die CO₂-Emissionen der privaten Haushalte pro Kopf betragen im Jahr 2007 insgesamt 7,8 Tonnen (Abbildung 3-14). Die CO₂-Emissionen der Konsumgüter (5,3 Tonnen) machten dabei mehr als das Doppelte der direkten CO₂-Emissionen (2,65 Tonnen) aus. Die direkten CO₂-Emissionen entfallen zu etwa gleichen Teilen auf den Einsatz von Brennstoffen (1,3 Tonnen) und den Verbrauch von Kraftstoffen (1,2 Tonnen).

Abbildung 3-14: Direkte CO₂-Emissionen der privaten Haushalte und CO₂-Gehalt des privaten Konsums 2007



¹⁾ Emissionen in Zusammenhang mit den Ausgaben der privaten Organisationen und des Staates für den Individualverbrauch.

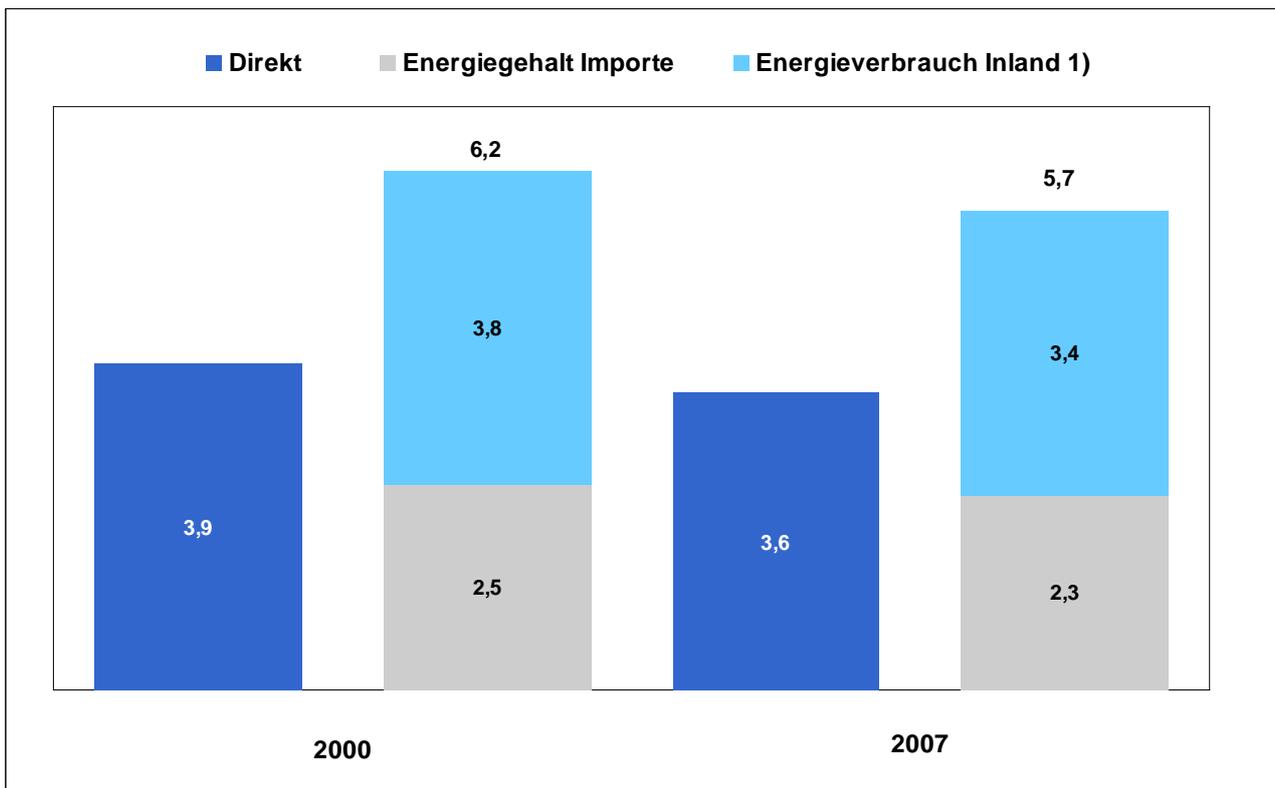
Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Vom CO₂-Gehalt der Konsumgüter pro Kopf (2007: 4,9 Tonnen ohne Emissionen der privaten Organisationen und des Staates) entfallen 1,7 Tonnen bzw. 35 % auf Emissionen bei der Herstellung von importierten Konsumgütern (einschl. importierter Vorleistungen zur Herstellung der Konsumgüter im Inland). 3,2 Tonnen CO₂ pro Kopf – das sind 65 % der gesamten indirekten Emissionen – fallen bei der inländischen Herstellung von Konsumgütern an.

Energie- und CO₂-Gehalt von Gütern nach Herkunft der Güter

Abbildung 3-15 zeigt den direkten Energieverbrauch der privaten Haushalte und den Energiegehalt der Konsumgüter für die Jahre 2000 und 2007. Sowohl der direkte als auch der indirekte Energieverbrauch der privaten Haushalte sind in diesem Zeitraum gesunken. Der direkte Energieverbrauch ist um 9 %, der indirekte Energieverbrauch um 8 % gesunken. Vom indirekten Energiegehalt der Konsumgüter entfallen auf den Energiegehalt der Importe rund 40 % (2007: 2,3 Exajoule).

Abbildung 3-15: Direkter Energieverbrauch der privaten Haushalte und Energiegehalt der Konsumgüter nach Herkunft in Exajoule *)



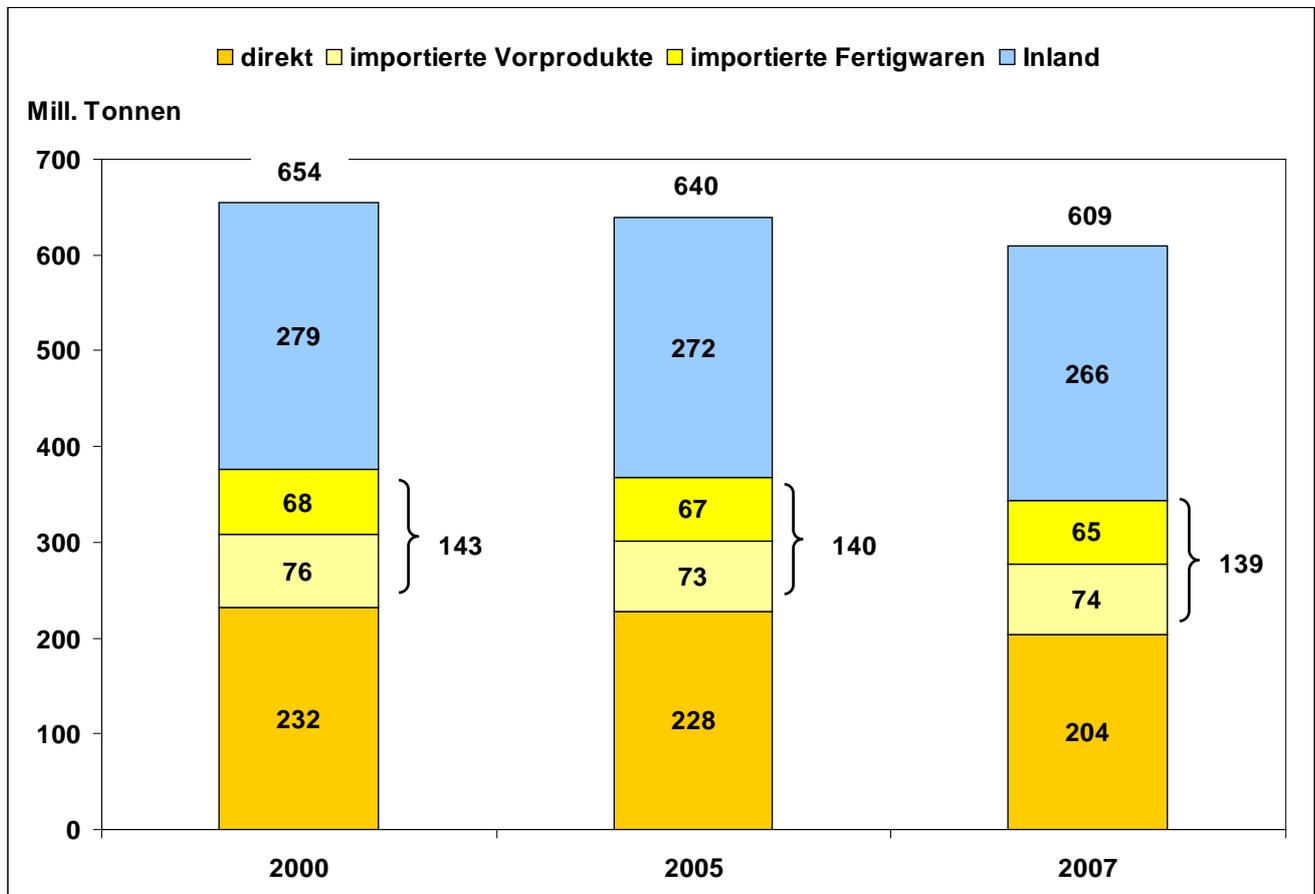
*) 1 Exajoule= 10¹⁸ Joule.

¹⁾ Energieverbrauch bei der inländischen Herstellung der Konsumgüter.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

34 % (139 Mill. Tonnen) der indirekten CO₂-Emissionen im Jahr 2007 (405 Mill. Tonnen) entstehen im Ausland bei der Herstellung der nach Deutschland importierten Konsumgüter und Vorprodukte (siehe Abbildung 3-16). Der etwas höhere Teil – 74 Mill. Tonnen – entfällt dabei auf die Emissionen in Zusammenhang mit importierten Vorprodukten. 65 Mill. Tonnen fallen bei der Herstellung der nach Deutschland importierten Fertigerzeugnisse an. 266 Mill. Tonnen (66 % der indirekten CO₂-Emissionen) entstehen im Inland bei der Herstellung der Konsumgüter für die privaten Haushalte.

Abbildung 3-16: CO₂-Emissionen der privaten Haushalte und Emissionen bei der Herstellung der Konsumgüter im In- und Ausland für die Jahre 2000, 2005 und 2007



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Die drei bedeutendsten Importländer in Bezug auf die wertmäßigen Warenimporte waren 2007 Frankreich, die Niederlande und China (siehe Tabelle 3-11). Der höchste Energieverbrauch entstand dabei in Frankreich, die höchsten Emissionen in den Niederlanden. 2007 waren das für die Niederlande schätzungsweise 15,5 Mill. Tonnen CO₂. Die zweithöchsten Emissionen entfielen mit 10,4 Mill. Tonnen auf China, gefolgt von Frankreich mit 8,9 Mill. Tonnen.

Tabelle 3-11: Energieverbrauch und CO₂-Emissionen der Importe von Konsumgütern nach Herkunftsländern für 2007

Land	Energie			CO ₂			Importe von Waren ¹⁾		
	Peta-joule	%	Rang	Mill. Tonnen	%	Rang	Mill. Euro	%	Rang
Insgesamt	2.335	100,0		139,3	100,0		769.206	100,0	
FR	261	11,2	1	8,9	6,4	3	62.873	8,2	1
NL	257	11,0	2	15,5	11,2	1	61.951	8,1	2
CN	143	6,1	4	10,4	7,5	2	56.417	7,3	3
US	110	4,7	8	6,8	4,9	8	45.993	6,0	4
IT	131	5,6	5	8,6	6,2	4	44.694	5,8	5
UK	124	5,3	7	8,0	5,8	6	41.966	5,5	6
BE	129	5,5	6	5,7	4,1	10	36.250	4,7	7
AT	87	3,7	10	5,9	4,2	9	32.091	4,2	8
RU	144	6,2	3	8,0	5,8	5	28.891	3,8	9
JP	48	2,0	13	2,7	1,9	12	24.381	3,2	10
PO	88	3,8	9	7,7	5,5	7	24.055	3,1	11
ES	63	2,7	11	3,6	2,6	11	20.687	2,7	12
NO	47	2,0	14	2,2	1,6	13	17.736	2,3	13
SE	58	2,5	12	1,8	1,3	14	13.981	1,8	14
Summe	1.688	72,3		96,0	68,9		511.965	66,6	
Rest	647	27,7		43,3	31,1		257.241	33,4	

¹⁾ Außenhandelsstatistik: Insgesamt: Waren 769 Mrd. € (967 Mrd. € inkl. Dienstleistungen).

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Energie- und CO₂-Intensität der Konsumnachfrage

Der Energie- und der CO₂-Gehalt der Konsumgüter sind zwischen 2000 und 2009 um 6,7 % bzw. 4,7 % gesunken (Tabelle 3-12). Die preisbereinigten Konsumausgaben im Inland sind in diesem Zeitraum um 16,4 % gestiegen. Dies zeigt, dass die Güter des Privaten Konsums insgesamt im Zeitablauf weniger energieintensiv hergestellt wurden und dabei relativ weniger CO₂-Emissionen entstanden sind. Die Energieintensität ist um 19,8 %, die CO₂-Intensität um 18,1 % gesunken.

Tabelle 3-12: Energie- und CO₂-Intensität des Privaten Konsums

	Einheit	Merkmal			Veränderung 2000 = 100		Energieintensität / CO ₂ -Intensität ²	
		2000	2005	2009	2005	2009	2005	2009
Konsumausgaben ¹⁾	Mrd. EUR	1.150	1.257	1.338	109,3	116,4		
Energiegehalt	Petajoule	6.218	6.072	5.804	97,6	93,3	89,3	80,2
CO ₂ -Gehalt	Mill. t.	422	412	402	97,6	95,3	89,3	81,9

¹⁾ Konsumausgaben im Inland zu Anschaffungspreisen, preisbereinigt, verkettet.

²⁾ Energieintensität in KJ/EUR; CO₂-Intensität in t/EUR.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen.

3.3 Methan- und Lachgasemissionen der Ernährungsgüter

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Berechnungen zu den Methan(CH₄)- und Lachgasemissionen (N₂O) in der Landwirtschaft dargestellt.

Im Jahr 2010 wurden die Methan-Emissionen im Inland zu 54,3 % und die Lachgas-Emissionen zu 76,1 % durch die „Land- und Forstwirtschaft, Fischerei“ verursacht (siehe Tabelle 3-13). Bei den Methan-Emissionen werden weitere 20,1 % durch den Bereich Wasser/ Entsorgung, hier besonders durch das Ausströmen von Methangasen aus den Abfalldeponien, emittiert. Weitere 6,2 % fallen im Bergbau bei der Kohlegewinnung und weitere 12,1 % in der Energieversorgung an.

Lachgas-Emissionen entstehen außer in der Landwirtschaft noch in geringerem Umfang im Bereich Energieversorgung, Abfallentsorgung und bei der Herstellung von Waren in der chemischen Industrie und bei der Metallerzeugung.

Tabelle 3-13: Methan- und Lachgasemissionen der Produktionsbereiche und privaten Haushalte 2010

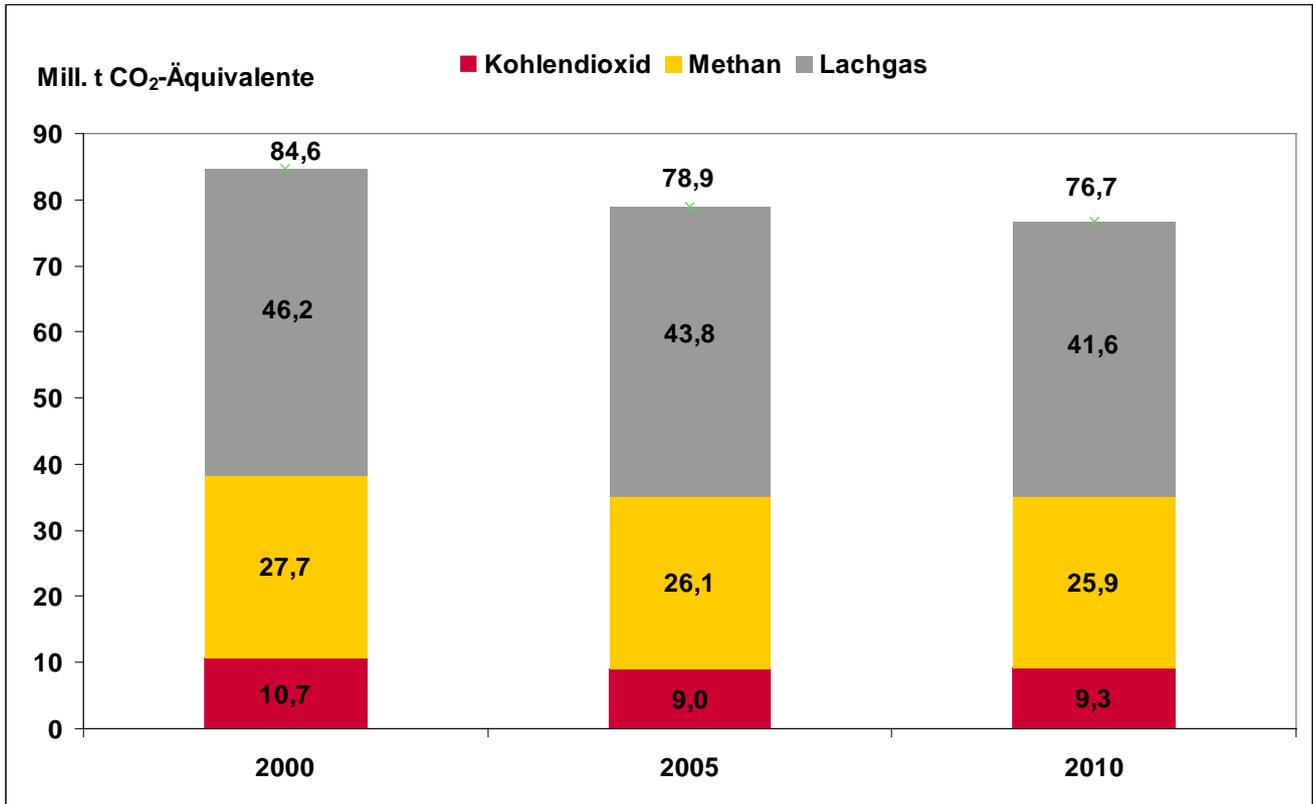
CPA	Produktionsbereiche und private Haushalte	Methan		Lachgas	
		Mill. t CO ₂ -Äquivalente	%	Mill. t CO ₂ -Äquivalente	%
A	Erzeugnisse der Land-, Forstwirtschaft u. Fischerei	25,9	54,3	41,7	76,1
B	Bergbauerzeugnisse, Steine u. Erden	2,97	6,2	0,1	0,1
C	Hergestellte Waren	0,39	0,8	4,6	8,5
D (35)	Energie u. Dienstleistungen der Energieversorgung	5,76	12,1	3,6	6,6
E	Wasser, Dienstleistungen der Wasserversorgung u. Entsorgung	9,61	20,1	2,9	5,3
F-T	Bauarbeiten und Dienstleistungen	1,31	2,8	1,0	1,9
	Alle Produktionsbereiche	45,92	96,3	53,9	98,5
	Private Haushalte	1,81	3,8	1,2	2,2
	Alle Produktionsbereiche und private Haushalte (VGR-Konzept Bruttoemissionen)¹⁾	47,73	100,1	55,1	100,7
	Emissionen insgesamt (Territorialkonzept -IPCC- Bruttoemissionen)	47,70	100,0	54,7	100,0

¹⁾ Einschl. der Emissionen der nicht ansässigen Produktionseinheiten im Inland abzüglich der Emissionen der im Inland ansässigen Produktionseinheiten in der übrigen Welt.

Quelle: Berichterstattung des Umweltbundesamts 2012 gemäß der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) und eigene Berechnungen der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen.

Die Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft setzen sich aus den Methan-, Lachgas- und Kohlendioxidemissionen zusammen. Abbildung 3-17 zeigt die Veränderung der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft für den Zeitraum 2000 bis 2010. Insgesamt sind in diesem Zeitraum die Treibhausgase um 9,3 % zurückgegangen. Der Anteil der Lachgas-Emissionen an den gesamten Treibhausgasen betrug im Jahr 2010 54 %, der Methan-Emissionen 34 % und der Kohlendioxid-Emissionen 12 %. Bei den Methan-Emissionen handelt es sich vorwiegend um Emissionen aus der Nutztierhaltung (Fermentation, Wirtschaftsdünger). Lachgas-Emissionen entstehen durch die Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Böden (Düngung, Weidehaltung der Nutztiere) und CO₂-Emissionen durch den Einsatz von Kraft- und Brennstoffen (Traktoren und andere landwirtschaftliche Maschinen, Verfeuerung von Holz).

Abbildung 3-17: Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft

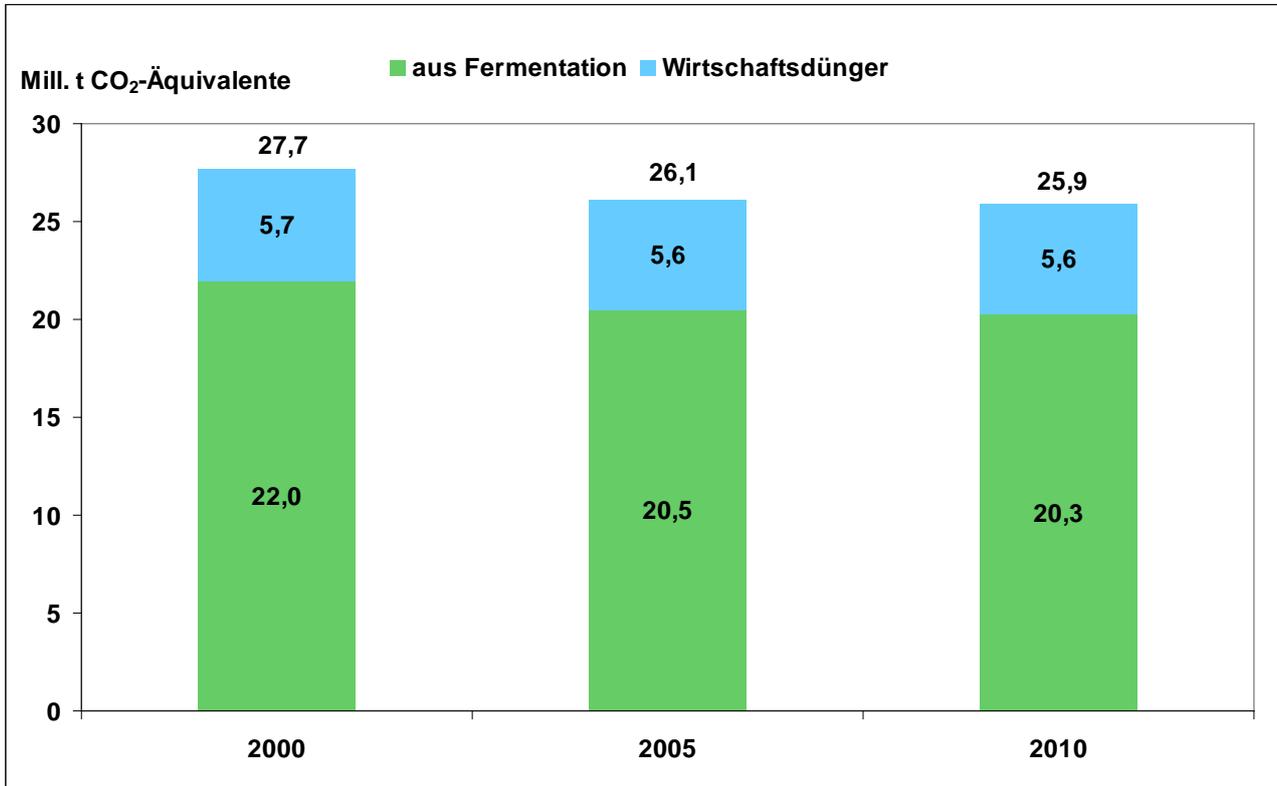


Quelle: Berichterstattung des Umweltbundesamts 2012 im Rahmen der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) und Statistisches Bundesamt, Umweltökonomischen Gesamtrechnungen.

3.3.1 Methanemissionen

Betrachtet man ausschließlich die Methan-Emissionen (Abbildung 3-18) aus der Nutztierhaltung, so stammen vier Fünftel dieser Emissionen aus der Fermentation. Ein Fünftel der Methanemissionen entsteht bei der Nutztierhaltung durch den dabei anfallenden Wirtschaftsdünger.

Abbildung 3-18: Methan-Emissionen bei der Haltung von Nutztieren - Inlandserzeugung -

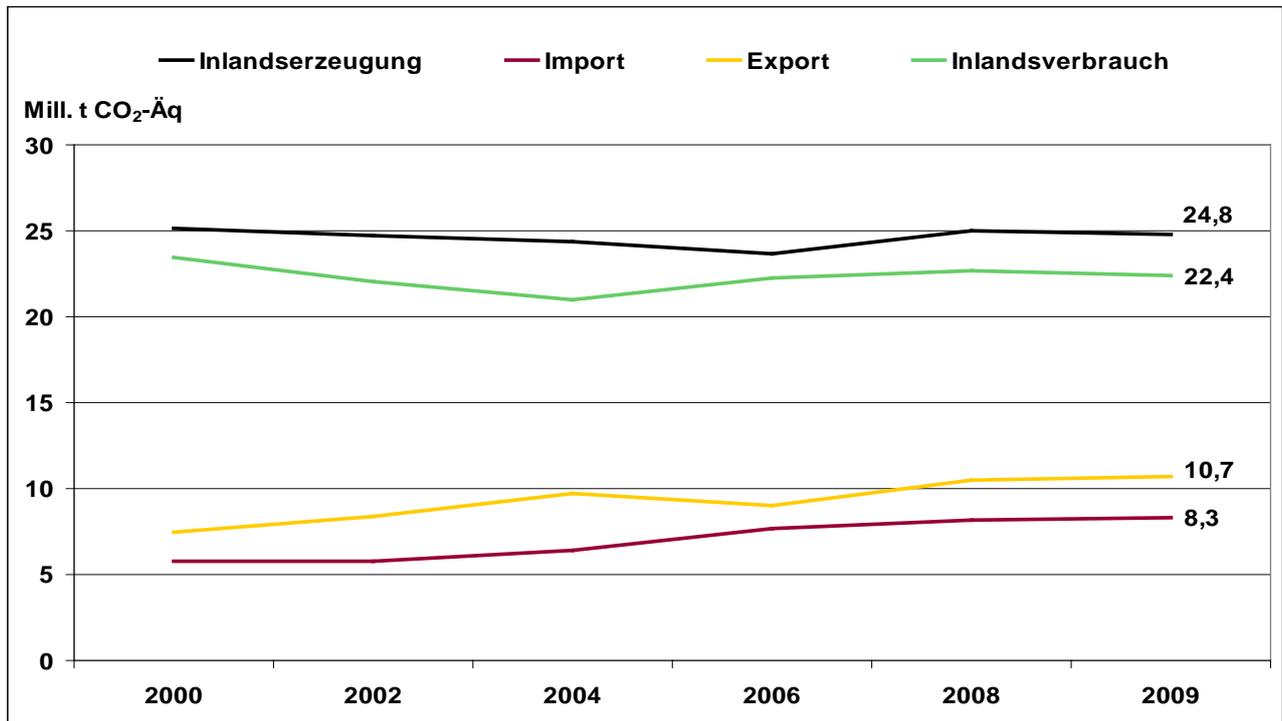


Quelle: Berichterstattung des Umweltbundesamts 2012 im Rahmen der Klimarahmenkonvention (UNFCCC)

Bei der Zuordnung der Methan-Emissionen aus dem Inland auf Erzeugnisse tierischen Ursprungs entfällt die Hälfte der Methan-Emissionen auf Fleisch- und Wurstwaren, die andere Hälfte auf Milchprodukte.

Abbildung 3-19 zeigt die Methan-Emissionen aus der Inlandserzeugung, dem Import, dem Export und dem Inlandsverbrauch von Erzeugnissen tierischen Ursprungs. Die Methan-Emissionen aus der Inlandserzeugung und dem Inlandsverbrauch sind zwischen 2000 und 2009 leicht zurückgegangen (- 1,5 % bzw. - 4,3 %). Dagegen sind die Methan-Emissionen aus Importen sowie Exporten von Erzeugnissen tierischen Ursprungs stark angestiegen (44,5 % bzw. 43 %).

Abbildung 3-19: Methan-Emissionen bei der Inlandserzeugung, der Importe, der Exporte und des Inlandsverbrauchs von Erzeugnissen tierischen Ursprungs



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

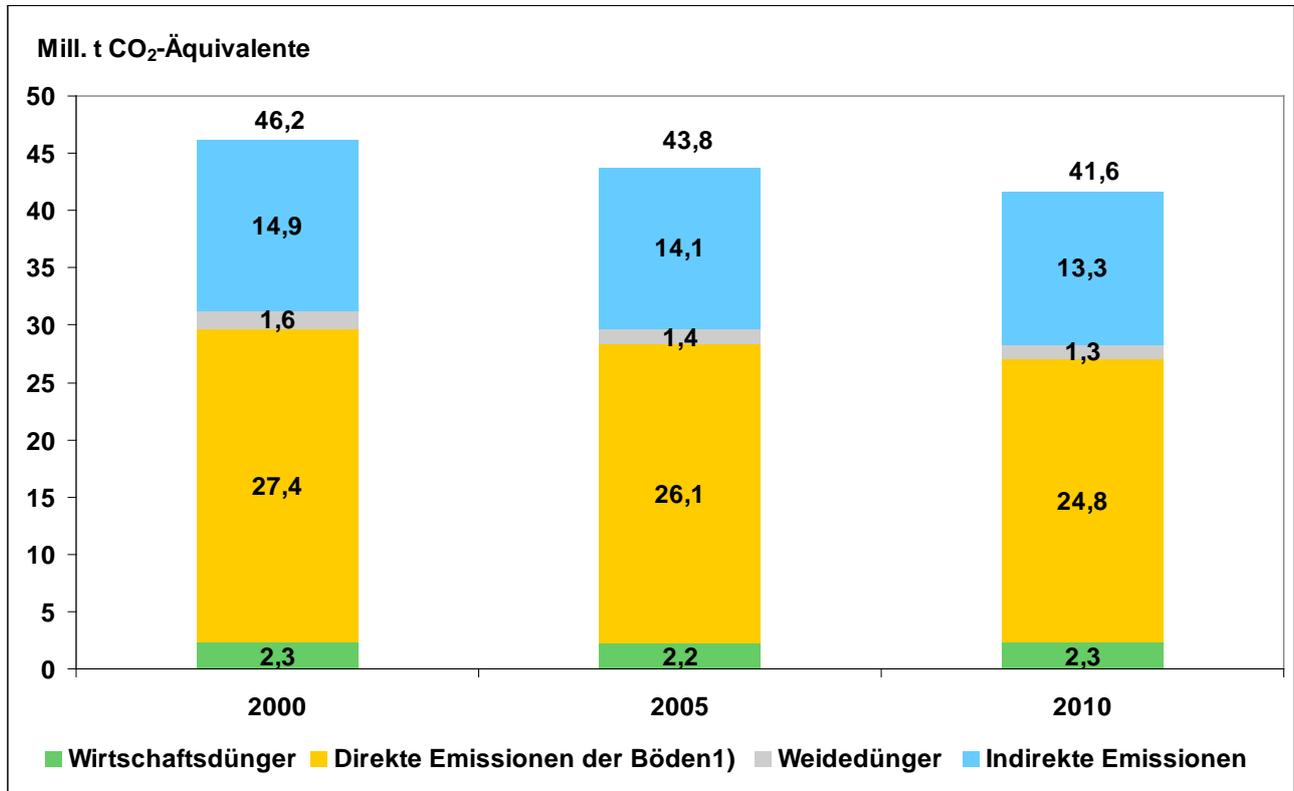
3.3.2 Lachgasemissionen

In Abbildung 3-20 werden die Lachgas-Emissionen der Landwirtschaft nach den Quellkategorien dargestellt.

24,8 Mill. Tonnen CO₂-Äquivalente (59 %) der Lachgas-Emissionen werden durch direkte Emissionen der Bodenbewirtschaftung (durch Mineraldünger, Eintrag von Tierexkrementen in Böden, Ernterückstände) verursacht, 13,3 Mill. Tonnen oder 32 % sind indirekte Emissionen (atmosphärische Deposition und Auswaschung von Böden). Durch Wirtschaftsdünger werden 2,3 Mill. Tonnen oder 6 % der Lachgasemissionen emittiert, durch Weidedünger 1,3 Mill. Tonnen (3 %).

Die Lachgas-Emissionen können zu 97 % den pflanzlichen Rohstoffen zugerechnet werden, nur 3 % werden wegen ihrer Entstehung im Zusammenhang mit Wirtschaftsdünger Erzeugnissen tierischen Ursprungs zugeordnet.

Abbildung 3-20: Lachgas-Emissionen der Landwirtschaft - Inlandserzeugung

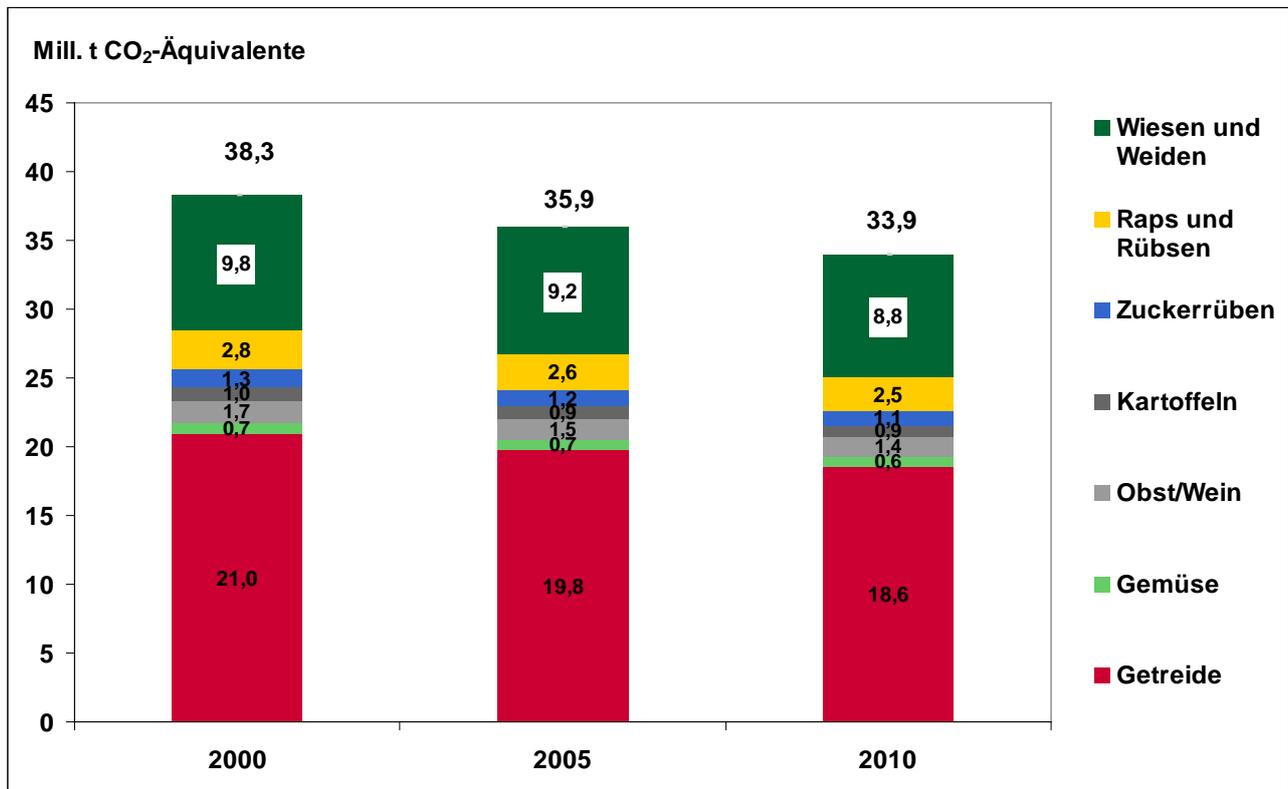


¹⁾ Diese Kategorie enthält Mineraldünger, Ernterückstände, Eintrag von Tierexkrementen in Böden.

Quelle: Berichterstattung des Umweltbundesamts 2012 im Rahmen der Klimarahmenkonvention (UNFCCC)

Bei der Zuordnung von Lachgas-Emissionen auf pflanzliche Agrarrohstoffe (Abbildung 3- 21) entfielen im Jahr 2010 fast 55 % auf Getreide, 26 % auf Wiesen und Weiden, gut 7 % auf Raps, 4 % auf Obst- und Weinanbau, 3 % auf Zuckerrüben und der Rest auf Zuckerrüben, Kartoffeln und Gemüse. Die Angaben in Abbildung 3-21 beziehen Energie- und Futterpflanzen mit ein.

Abbildung 3-21: Lachgas-Emissionen bei der Inlandserzeugung von pflanzlichen Agrarrohstoffen *)



*) Einschl. Energie- und Futterpflanzen.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Die Tabelle 3-14 enthält die Lachgasemissionen der inländischen Landwirtschaft und den Anteil der Futterpflanzen an diesen Emissionen nach den verschiedenen Emissionsquellen. Bei den direkten Lachgas-Emissionen haben die Lachgas-Emissionen von Futtermitteln einen Anteil von 49,5 %, bei den Lachgas-Emissionen aus Depositionen einen Anteil von 36,3 %.

Tabelle 3-14: Lachgas-Emissionen im Inland mit expliziter Betrachtung der Futtermittel 2010

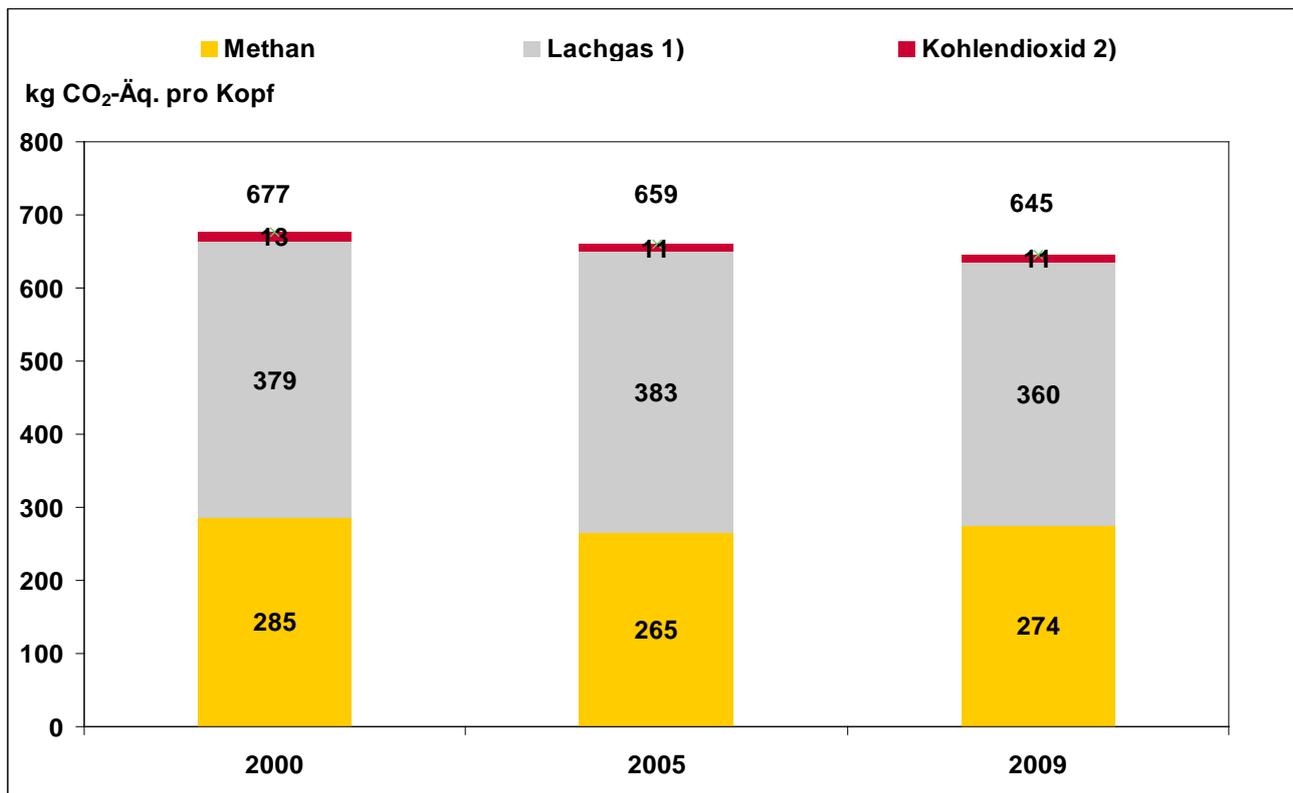
Emissionsquelle	Inländische Erzeugung	dar.: Futtermittel	
	Mill. t CO ₂ -Äquivalente		%
Mineraldünger	9,1	3,3	36,3
Eintrag Tierexkremte in Böden/Weidedünger	6,0	5,4	89,3
Ernterückstände	5,5	1,5	28,0
Direkte N₂O-Emissionen zusammen	20,6	10,2	49,5
N ₂ O-Emissionen aus Depositionen	13,3	4,8	36,3
N₂O-Emissionen insgesamt	33,9	15,0	44,3

Quelle: Berichterstattung des Umweltbundesamts 2012 im Rahmen der Klimarahmenkonvention (UNFCCC); Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft für den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern (pro Kopf)

Wie bei der Entstehung der Treibhausgase der Landwirtschaft im Inland sind auch die Pro-Kopf-Emissionen in Bezug auf den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern zwischen 2000 und 2009 leicht zurückgegangen - von 677 kg CO₂-Äquivalenten auf 645 kg CO₂-Äquivalente (s. Abbildung 3-22). Die Methan-Emissionen sanken von 285 kg CO₂-Äquivalenten pro Kopf auf 274 kg CO₂-Äquivalente im Jahr 2009 (- 4,0 %), die Lachgas-Emissionen von 379 kg CO₂-Äquivalenten auf 360 kg CO₂-Äquivalente (- 4,9 %).

Abbildung 3-22: Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft für den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern (pro Kopf)



¹⁾ Ohne Lachgasemissionen von importierten Ernährungsgütern.

²⁾ Nur direkte Kohlendioxidemissionen der Landwirtschaft.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

3.4 Wasserverbrauch

3.4.1 Wasserverbrauch von Ernährungsgütern^{69, 70}

Tabelle 3-15 zeigt im Überblick die Ergebnisse der Berechnungen zum Wasserfußabdruck (WFA) von Erzeugnissen pflanzlichen und tierischen Ursprungs der heimischen Landwirtschaft und der Importe und Exporte von landwirtschaftlichen Erzeugnissen und Ernährungsgütern.

Tabelle 3-15: Wasserfußabdruck von pflanzlichen und tierischen Erzeugnissen der Landwirtschaft und des Ernährungsgewerbes 2010

Merkmale	WFA grün in Mill. m ³	WFA blau in Mill. m ³	WFA gesamt in Mill. m ³
Produktion¹⁾			
pflanzlich	42.038	989	43.027
dar. Futtermittel ²⁾	25.990	-	25.990
Exporte			
pflanzlich	37.688	1.476	39.164
tierisch	25.190	1.308	26.498
Summe	62.877	2.784	65.661
darunter aus Importen:			
pflanzlich	19.457	412	19.869
tierisch	9.503	549	10.052
Summe	28.960	961	29.921
Importe			
pflanzlich ³⁾	78.010	3.931	81.941
dar. Futtermittel ²⁾	18.836	251	19.087
tierisch	20.311	1.163	21.475
Summe	98.321	5.094	103.415
Importsaldo (IM-EX)			
pflanzlich	40.322	2.455	42.777
tierisch	-4.878	-145	-5.023
Summe	35.444	2.310	37.754
Inlandsverbrauch	77.482	3.299	80.781
nachrichtlich:			
WFA Futter⁴⁾	44.826	251	45.077
Wasserverbrauch private Haushalte⁵⁾		3.004	3.004

¹⁾ Nur Agrarrohstoffe, ohne Wassereinsatz im Ernährungsgewerbe. ²⁾ 2009. ³⁾ Einschl. Baumwolle. ⁴⁾ Inlandsverbrauch 2009: Nutztiere. ⁵⁾ Aus der öffentlichen Wasserversorgung.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

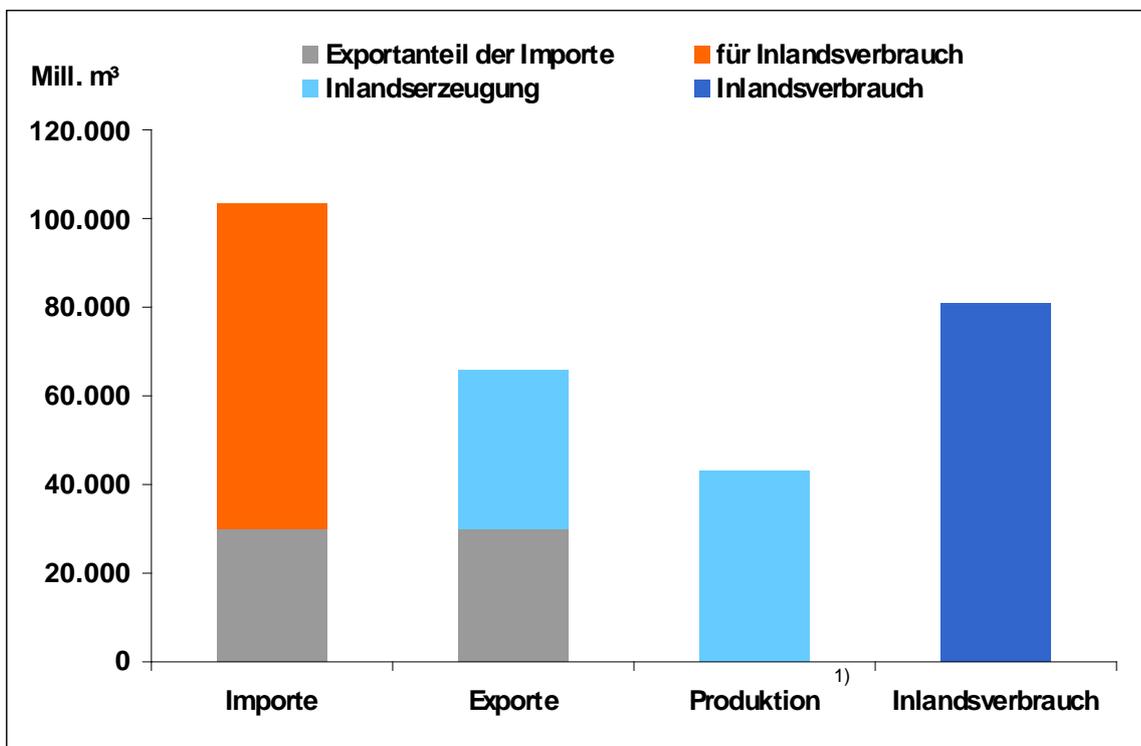
⁶⁹ Bei diesem Abschnitt handelt es sich um eine gekürzte und überarbeitete Fassung der Online-Veröffentlichung „Wasserfußabdruck von Ernährungsgütern“, siehe Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen (2012): Wasserfußabdruck von Ernährungsgütern in Deutschland 2000–2010.

⁷⁰ Ausführliche Ergebnisse befinden sich im Tabellenanhang des Projektberichts „Direkter und indirekter Wasserverbrauch der Privaten Haushalte (2000 bis 2010)“

Der WFA der inländischen Erzeugung der Landwirtschaft betrug 2010 insgesamt 43 Mrd. m³. Dieser WFA besteht ganz überwiegend aus grünem Wasser, also der Verdunstung von Niederschlagswasser. Nur ein geringer Teil – 989 Mill. m³ (blaues) Wasser – wurden im Inland für Bewässerungszwecke eingesetzt. Der WFA der importierten Agrarerzeugnisse (einschließlich Ernährungsgüter und blaues Wasser im Ernährungsgewerbe) betrug mit 103 Mrd. m³ mehr als das Doppelte der inländischen Erzeugung von Agrarprodukten. Davon wurde ein bedeutender Teil – 30 Mrd. m³ – bei der Herstellung der exportierten Agrarerzeugnisse eingesetzt.

Der WFA der Exportgüter war mit knapp 66 Mrd. m³ sehr viel höher als der WFA der gesamten inländischen Pflanzenproduktion. Dies liegt zum einen an dem hohen WFA der importierten Vorprodukte, die zur Herstellung der Ausfuhr Güter verwendet wurden. Zum anderen ist hier auch das Prozesswasser bei der Herstellung im Ernährungsgewerbe enthalten. Aus der inländischen Erzeugung und dem Außenhandel ergibt sich ein Wassergehalt des Inlandsverbrauchs (ohne Prozesswasser des Ernährungsgewerbes) von knapp 81 Mrd. m³ – fast das Doppelte des Wassergehalts der inländischen Pflanzenproduktion (siehe Abbildung 3-23).

Abbildung 3-23: Wasserfußabdruck der pflanzlichen und tierischen Erzeugnisse der Landwirtschaft und des Ernährungsgewerbes 2010



Nur pflanzliche Produktion.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Mehr als die Hälfte des Wassergehalts der inländischen Pflanzenproduktion – 26 Mrd. m³ Wasser – entfällt auf Futterpflanzen. Weitere 19 Mrd. m³ Wasser sind den importierten Futtermitteln zuzurechnen. Damit ergibt sich ein Wassergehalt von Futtermitteln von insgesamt 45 Mrd. m³. Dieser übersteigt damit den Wassergehalt der gesamten inländischen Pflanzenproduktion.

Der ganz überwiegende Teil des Wasserfußabdrucks der pflanzlichen und tierischen Erzeugnisse entfällt auf das grüne (Niederschlags-) Wasser. Allerdings wird im Ausland bei der Herstellung der deutschen Importgüter auch eine nicht unbedeutende Menge an Bewässerungs- und Prozesswasser eingesetzt. Diese übersteigt mit 5,1 Mrd. m³ deutlich die

Wassermenge, die die privaten Haushalte in Deutschland von der öffentlichen Wasserversorgung beziehen (2010: 3,0 Mrd. m³).

Wasserverbrauch für Pflanzen und pflanzliche Erzeugnisse

Inländische Produktion

Aus den Versorgungsbilanzen für Agrarprodukte und weiteren Informationen der Agrarstatistik ergibt sich, dass im Jahr 2010 ca. 44 Mill. Tonnen Getreide, 133 Mill. Tonnen Futterpflanzen und Raufutter (z.B. Futtererbsen, Zuckerrüben usw.), 2,6 Mill. Tonnen Obst und 14 Mill. Tonnen Gemüse (einschließlich 10 Mill. Tonnen Kartoffeln) geerntet wurden (Tabelle 3-16).

Dieser Erzeugung sind insgesamt 42 Mrd. m³ grünes Wasser zuzurechnen, davon 63 % auf die Produktion von Getreide. Der blaue WFA lag im gleichen Jahr bei knapp 1 Mrd. m³. Davon entfielen 35 % auf die Produktion von Gemüse und 32 % auf die Produktion von Getreide. Zwar ist der spezifische blaue Wassergehalt von Getreide gering, durch die bedeutende Produktionsmenge entsteht jedoch ein hoher blauer WFA für die inländische Erzeugung.

Tabelle 3-16: Produktion und Wasserfußabdruck für pflanzliche Agrarrohstoffe

Merkmal	Erzeugte Menge in 1.000 t		WFA blau in 1.000 m ³		WFA grün in 1.000 m ³	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Pflanzliche Rohprodukte insgesamt	187.608	194.621	1.183.857	989.756	40.886.369	42.038.228
Getreide insgesamt	45.315	44.206	484.479	321.095	24.124.252	23.866.482
Weitere Futterpflanzen, Raufutter	122.918	133.341	191.738	265.401	14.053.163	16.294.787
Obst insgesamt	2.323	2.614	62.637	59.157	1.171.658	492.458
Gemüse insgesamt	17.052	14.460	445.004	344.103	1.537.296	1.384.501

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Die mit Abstand wichtigste Exportposition bei den Agrarrohstoffen ist Getreide. Im Jahr 2010 stellten Getreideexporte mit 11,2 Mill. t mengenmäßig 93,8 % aller Exporte von pflanzlichen Rohprodukten dar (Tabelle 3-17).

13 % des gesamten inländischen grünen Wasserfußabdrucks (6,5 Mrd. m³) und 4 % des blauen WFA (36,4 Mill. m³) für pflanzliche Agrarrohstoffe entfallen im Jahr 2010 auf Exporte.

Tabelle 3-17: Exporte und Wasserfußabdruck von pflanzlichen Agrarrohstoffen

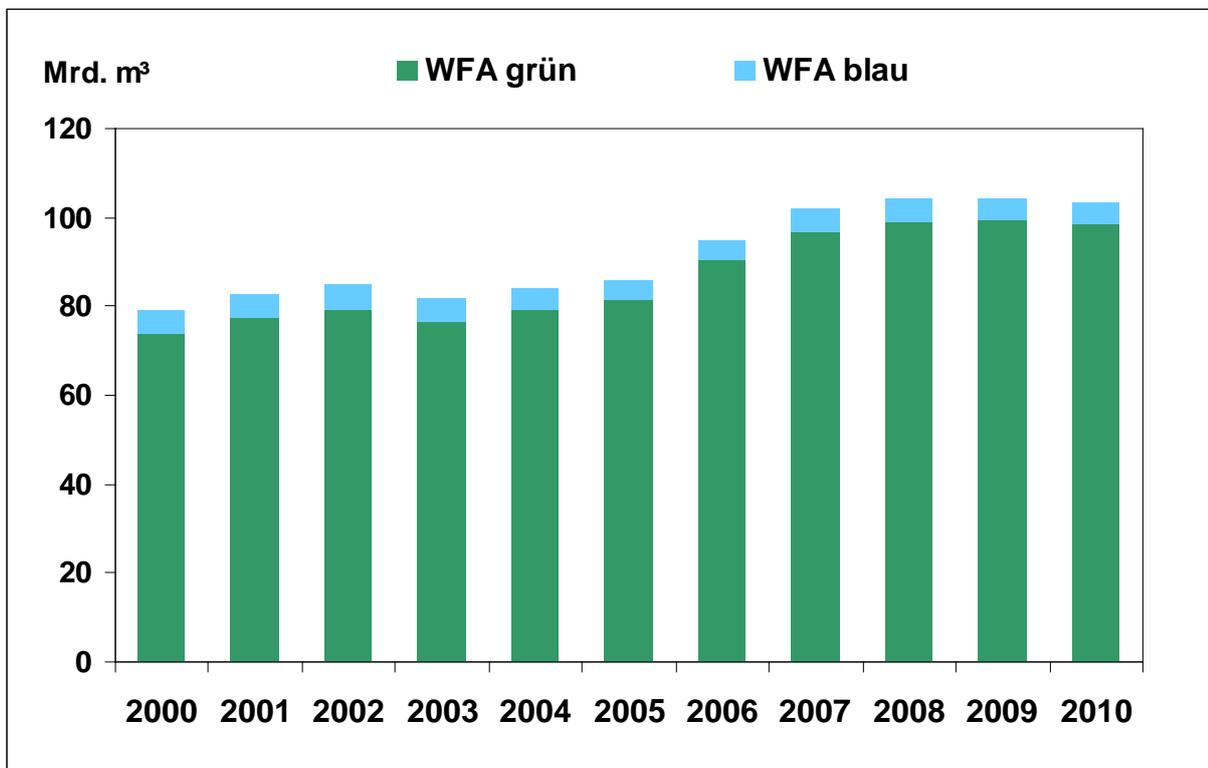
Merkmal	Exporte in 1.000 t		WFA blau in 1.000 m ³		WFA grün in 1.000 m ³	
	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Pflanzliche Rohprodukte	14.681	11.980	131.211	36.384	7.451.713	6.475.892
Getreide	14.029	11.244	121.743	24.237	7.204.329	6.358.516
Weitere Futterpflanzen, Raufutter	7	1	12	2	433	80
Obst	276	131	5.151	3.944	213.714	62.671
Gemüse	369	604	4.305	8.201	33.237	54.625

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Wasserverbrauch für Importgüter

Die Ergebnisse der Berechnungen für die Importe zeigen, dass Deutschland im Jahr 2010 ca. 103 Mrd. m³ virtuelles Wasser mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen und Ernährungsgütern importiert hat. Diese Menge entspricht ungefähr der doppelten Wassermenge des Bodensees. 95 % der indirekten Wasserimporte waren Importe von grünem Wasser, während 5 % der Importe auf blaues Wasser entfielen. Die indirekten Wasserexporte lagen im Jahr 2010 insgesamt bei rund 66 Mrd. m³. Zum Vergleich: für die inländische Erzeugung an pflanzlichen Rohprodukten wurden rund 50 Mrd. m³ Wasser eingesetzt. Da bei der Verarbeitung der Agrarrohstoffe zusätzlich blaues Wasser eingesetzt wird, ist die eingesetzte Wassermenge der Exporte höher als der WFA der verarbeiteten Agrarrohstoffe. Darüber hinaus enthalten die Exporte auch einen hohen Importanteil von im Ausland eingesetztem Wasser (siehe Tabelle 3-15: 29,9 Mrd. m³ von 65,7 Mrd. m³).

Abbildung 3-24: Wasserfußabdruck (WFA) der deutschen Importe von Agrarprodukten und Ernährungsgütern 2000 bis 2010



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Zwischen 2000 und 2010 sind die Importe von landwirtschaftlichen Erzeugnissen und Ernährungsgütern von 46,7 Mill. t auf 65,7 Mill. t angestiegen. Importe von Getreide und Getränken verzeichneten dabei einen besonders hohen Anstieg. Während die Importe von blauem Wasser seit 2000 auf ähnlichem Niveau liegen, sind die Importe von grünem Wasser um 25 % angestiegen.

Ein Großteil des blauen Wassers wird mit Importen von Früchten und Nüssen importiert. Zucker und Zuckerwaren sowie unverarbeitete Baumwolle sind weitere Waren mit denen erhebliche Mengen an blauem Wasser importiert werden. Dies zeigt, dass hohe Importmengen nicht notwendigerweise mit hohen Importen an indirektem Wasser einhergehen müssen. Obwohl die physische Importmenge für unverarbeitete Baumwolle nur sehr gering ist und im Jahr 2010 lediglich 47 Tausend Tonnen importiert wurden, sind die indirekten Wasserimporte

durch Baumwolle quantitativ bedeutend (siehe Tabelle 3-18)⁷¹. Getreide, das im Jahr 2010 in physischen Mengen die größte Importkategorie darstellte, weist dagegen einen verhältnismäßig geringen blauen WFA auf und rangiert lediglich auf dem 6. Rang.

Tabelle 3-18: Blauer Wasserfußabdruck und Importe von Agrarerzeugnissen im Jahr 2010

Bezeichnung	WFA blau in 1 000 m ³		Importe in 1 000 t	
	WFA blau	Rang	Importe	Rang
Früchte und Nüsse	990.943	1	5.854	5
Zucker und Zuckerwaren	550.886	2	1.705	11
Baumwolle	462.468	3	47	23
Fleisch	386.836	4	2.375	10
Zubereitung von Gemüse, Früchten u. a.	381.262	5	3.427	9
Getreide	378.740	6	8.375	1
Milch und Milcherzeugnisse	289.908	7	4.448	7
Tierische sowie pflanzliche Fette und Öle	267.840	8	3.888	8
Zubereitung aus Getreide	163.878	9	1.510	12
Gemüse	134.369	10	4.724	6
Kaffee; Tee u. ä.	128.944	11	1.359	13
Ölsamen und ölhaltige Früchte	121.582	12	7.136	3
Getränke, alkoholhaltige Flüssigkeiten u.a.	112.514	13	6.802	4
Lebende Tiere	108.623	14	965	16
Kakao und Zubereitung aus Kakao	78.732	15	1.059	15
Lebende Pflanzen	58.689	16	1.158	14
Verschiedene Lebensmittelzubereitungen	45.881	17	849	19
Zubereitung von Fleisch	28.034	18	692	20
Tabak u. ä.	22.952	19	268	21
Rückstände der Lebensmittelindustrie, zubereitetes Futter	22.235	20	7.221	2
Müllereierzeugnisse	20.147	21	907	17
Andere pflanzliche Spinnstoffe	37	22	12	24
Fische	0	23	883	18
Schellack, Gummen, Harze	0	23	79	22
Flechtstoffe	0	23	0	25

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

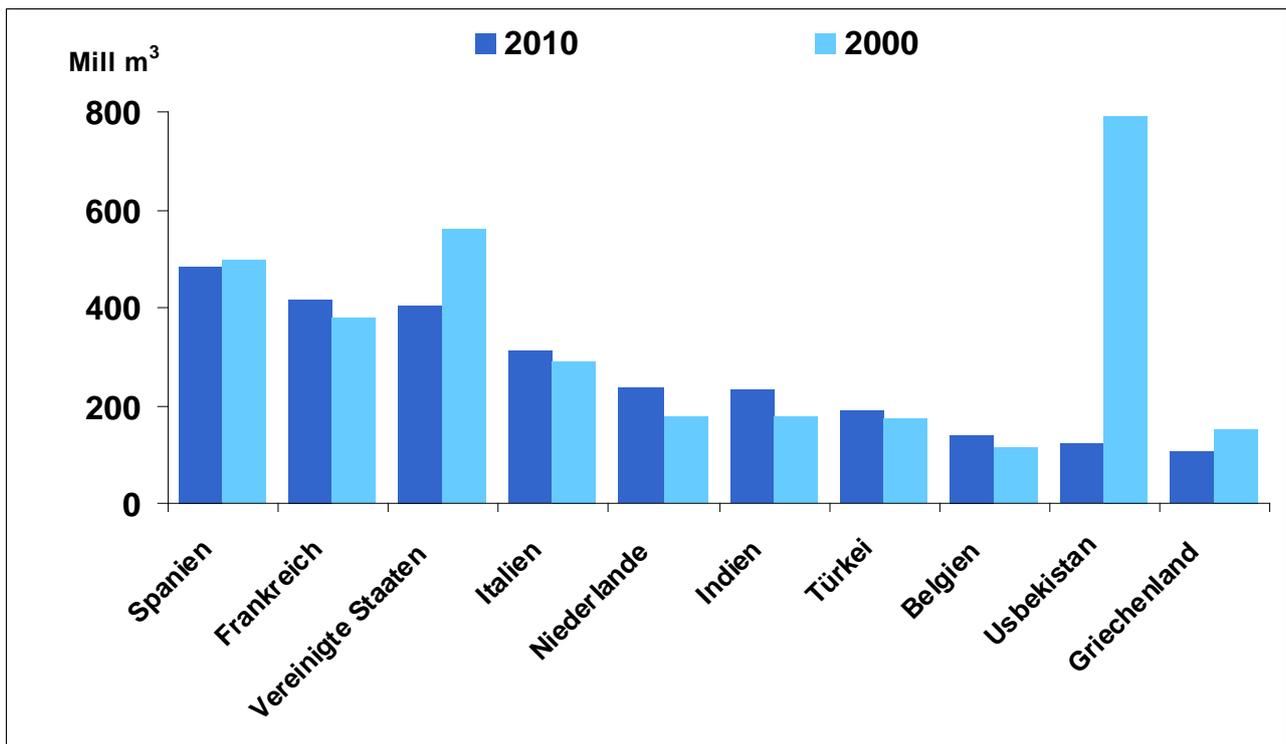
Etwa 77 % der gesamten Importe an blauem Wasser entfallen auf Importe von pflanzlichen Erzeugnissen, 23 % auf Importe von tierischen Erzeugnissen. Bei den Importen von grünem Wasser entfallen 80 % auf pflanzliche Erzeugnisse, 20 % auf Importe von tierischen Erzeugnissen. Grünes Wasser wird hauptsächlich mit Kakao, pflanzlichen Fetten sowie Kaffee und Tee importiert.

⁷¹ siehe auch Kapitel 3.4.2.

Neben der Frage nach den wasserintensivsten landwirtschaftlichen Erzeugnissen und Ernährungsgütern sind die Regionen und Länder in denen die Wasserinanspruchnahme erfolgt von besonderem Interesse. Etwa die Hälfte der Importe von blauem Wasser für pflanzliche Erzeugnisse im Jahr 2010 stammt aus den EU27-Staaten, 20 % aus Asien und 16 % vom amerikanischen Kontinent.

Die wichtigsten Länder für Importe von blauem Wasser sind Spanien, Frankreich, die Vereinigten Staaten und Italien (siehe Abbildung 3-25). Grüne indirekte Wasserimporte stammen vorwiegend aus Brasilien, den Niederlanden, Indonesien und der Elfenbeinküste.

Abbildung 3-25: Importe von blauem Wasser für pflanzliche Erzeugnisse nach Ländern 2000 und 2010



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Wassergehalt von Exportgütern

Mit dem Export von landwirtschaftlichen Erzeugnissen und Ernährungsgütern hat Deutschland im Jahr 2010 rund 2,8 Mrd. m³ blaues Wasser und 62,9 Mrd. m³ grünes Wasser exportiert (siehe Tabelle 3-19). In diesen Angaben ist auch der Wasserverbrauch im Ausland von nach Deutschland importierten Vorleistungsgütern zur Herstellung von Exportgütern enthalten.

Zwischen 2000 und 2010 sind die Exporte von indirektem Wasser von 46,6 Mrd. m³ auf 65,7 Mrd. m³ angestiegen. Dieser Anstieg geht einher mit einem mengenmäßigen Anstieg der Exporte von landwirtschaftlichen Erzeugnissen und Ernährungsgütern von 10 % im gleichen Zeitraum. Der Anteil des grünen Wassers an den gesamten Wasserexporten macht 96 % aus.

Verglichen mit indirekten Wasserimporten im Jahr 2010 von rund 103 Mrd. m³ bedeutet das, dass Deutschland ein Nettoimporteur von indirektem Wasser ist. Dies bezieht sich sowohl auf grünes als auch auf blaues Wasser. Für Erzeugnisse tierischen Ursprungs ist Deutschland jedoch ein Nettoexporteur von indirektem Wasser. Im Jahr 2010 wurden 25 Mrd. m³ grünes Wasser mit Erzeugnissen tierischen Ursprungs exportiert, aber nur 20 Mrd. m³ grünes Wasser mit Erzeugnissen tierischen Ursprungs importiert. Dieser Exportüberschuss ergibt sich dadurch, dass ein bedeutender Teil der pflanzlichen Futtermittel importiert wird, im Inland verfüttert und schließlich mit den Erzeugnissen tierischen Ursprungs wieder exportiert wird. Bei den Importen wird dagegen der WFA der Futtermittel bei den pflanzlichen Erzeugnissen nachgewiesen.

Tabelle 3-19: Wasserfußabdruck für Exporte und Importe im Jahr 2010

Merkmale	WFA grün in 1.000 m ³	WFA blau in 1.000 m ³	WFA gesamt in 1.000 m ³
Exporte			
pflanzlich	37.687.783	1.475.794	39.163.577
tierisch	25.189.660	1.308.218	26.497.878
Summe	62.877.443	2.784.012	65.661.455
Importe			
pflanzlich	78.009.720	3.930.954	81.940.673
tierisch	20.311.293	1.163.424	21.474.717
Summe	98.321.013	5.094.378	103.415.390
Importsaldo (Importe-Exporte)			
pflanzlich	40.321.937	2.455.160	42.777.096
tierisch	-4.878.367	-144.794	-5.023.161
Summe	35.443.570	2.310.366	37.753.935

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Tabelle 3-20: Exporte und blauer Wasserfußabdruck von pflanzlichen Agrarerzeugnissen 2010

WA	Bezeichnung	WFA blau 2010			Exporte 2010	
		WFA Exporte		davon Importe	in 1.000 t	Rang
		in 1.000 m ³	Rang	1.000 m ³		
02	Fleisch	598.438	1	369.831	3.339	5
17	Zucker und Zuckerwaren	592.196	2	1.952	2.211	7
23	Rückstände der Lebensmittelindustrie, zubereitetes Futter	383.650	3	51.132	7.800	3
19	Zubereitungen aus Getreide	255.544	4	20.403	2.050	10
04	Milch und Milcherzeugnisse	239.157	5	91.823	5.721	4
18	Kakao und Zubereitungen aus Kakao	148.686	6	67.622	902	14
20	Zubereitungen von Gemüse, Früchte u.a.	118.301	7	60.744	1.835	11
52	Baumwolle	88.270	8	88.270	8	22
21	Verschiedene Lebensmittelzubereitungen	57.264	9	34.586	1.268	12
16	Zubereitungen von Fleisch	48.336	10	37.578	648	17
15	Tierische sowie pflanzliche Fette und Öle	46.222	11	32.380	2.138	8
09	Kaffee; Tee u. ä.	36.795	12	36.795	594	18
01	Lebende Tiere	34.823	13	0	656	16
10	Getreide	32.251	14	30.812	11.902	1
24	Tabak u. ä.	27.800	15	27.800	278	20
11	Müllereierzeugnisse	20.373	16	956	2.079	9
07	Gemüse	20.024	17	628	2.245	6
22	Getränke, alkoholhaltige Flüssigkeiten u. a.	13.479	18	0	9.881	2
08	Früchte und Nüsse	13.234	19	9.667	960	13
12	Ölsamen und ölhaltige Früchte	5.908	20	0	889	15
13	Schellack; Gummen, Harze	3.262	21	0	37	21
06	Lebende Pflanzen	0	22	0	369	19
14	Flechtstoffe	0	22	0	0	24
53	Andere pflanzliche Spinnstoffe	0	22	0	1	23

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Wasserverbrauch für die inländische Produktion - Tierhaltung und tierische Produkte

Der WFA von Erzeugnissen tierischen Ursprungs auf der landwirtschaftlichen Erzeugerstufe ergibt sich aus der Fütterung und Tränke des Nutztviehs. Entsprechend dem Wassergehalt der inländischen und der importierten Futtermittel kann der Wassergehalt der Erzeugnisse tierischen Ursprungs – Fleisch, Milch, Eier – berechnet werden.

Im Jahr 2009 wurden in Deutschland 135,8 Mill. Tonnen Futter für die Versorgung des Nutztviehs verbraucht. Davon stammen 87,4 % aus inländischer Erzeugung und 12,6 % aus Importen. Der größte Teil, gut 76 %, wurden an Rinder verfüttert, davon knapp 29 % an Mastrinder, 38 % an Kühe und weibliche Rinder sowie 9 % an Kälber. Auf Schweine entfallen 16,1 %, Geflügel 3,8 %, Pferde 1,9 % und auf Schafe und Ziegen 2 % des Futteraufkommens.

Der Futtermittelverbrauch nach Tierarten ist zum einen von den Beständen der jeweiligen Tierkategorie, zum anderen vom jeweiligen spezifischen Futtermittelverbrauch abhängig.

Der Wassergehalt – grünes und blaues Wasser – des Futters (ohne Tränkwasser) betrug im Jahr 2009 45,1 Mrd. m³ (siehe Tabelle 3-21). Davon entfallen 58 % (26,0 Mrd. m³) auf Futter aus inländischer Herkunft und 42 % (19,1 Mrd. m³) auf importiertes Futter. Damit ist der Importanteil beim Wassergehalt höher als bei den Futtermittelmengen. Dieser höhere Anteil beim Wassergehalt ist auf den relativ hohen Wasserbedarf bei der Herstellung von Kraftfutter, z.B. Ölkuchen und Getreide, zurückzuführen.

Tabelle 3-21: Wassergehalt des Futters von Nutztier 2009 nach Futter- und Tierarten *)

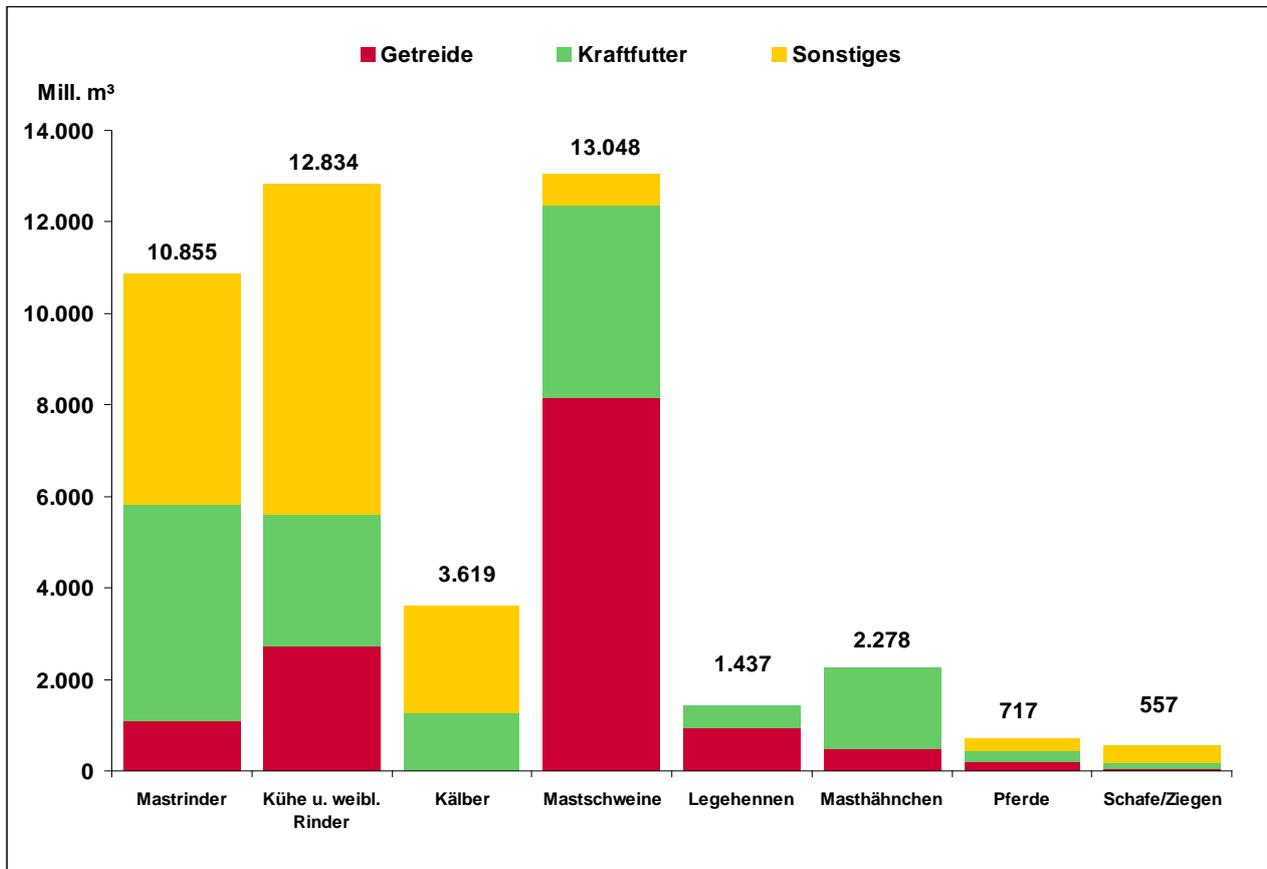
Merkmal	Mast- rinder	Kühe u. weibl. Rinder	Kälber	Mast- schwein	Lege- hennen	Mast- hähnchen	Schafe/ Ziegen	Nutztier insgesamt
Tierbestand	4.814	6.112	2.018	20.144	38.464	76.162	2.351	150.606
	1.000 Stück							
	Wassergehalt in Mill. m ³							
Futter insgesamt	10.801	12.716	3.609	12.987	1.431	2.271	551	45.077
Getreide	1.092	2.730		8.149	955	478	41	13.650
Hülsenfrüchte	39	19		46	4	2	1	111
Kraftfutter	4.728	2.890	1.272	4.210	471	1.791	126	15.709
Ölkuchen	4.280	2.617	1.152	3.811	427	1.621	114	14.221
Sonstiges	448	274	121	399	45	170	12	1.489
Hackfrüchte	27	13		11			1	54
Grünfutter	4.915	7.063	1.404				379	14.042
Silomais	2.903	4.173	830				224	8.295
Sonstiges	2.011	2.890	575				155	5.747
Stroh								
Milch		0	932	571			4	1.512
Molke		0	415	251			2	669
Sonst. Milch		0	518	314			2	837
Tränkwasser/ Stallreinigung	54	119	10	61	6	7	6	269
Insgesamt	10.855	12.834	3.619	13.048	1.437	2.278	557	45.346
	in % von Nutztier insgesamt							
Insgesamt	23,9	28,3	8,0	28,8	3,2	5,0	1,2	100,0

*) Ohne Pferde.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Beim Wassergehalt des Futters handelt es sich fast ausschließlich um grünes Wasser (99 %). Blaues Wasser hat nur einen Anteil von 1 % am gesamten Wassergehalt. Für die Erzeugung von inländischem Futter wurde angenommen, dass kein Bewässerungswasser eingesetzt wird. Bei den importierten Futtermitteln wird angenommen, dass neben dem grünen Wasser auch blaues Wasser anfällt, da in einigen Herkunftsländern Feldfrüchte auch bewässert werden.

Abbildung 3-26: Wassergehalt des Futters für Nutzvieh nach Tierarten 2009



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Tabelle 3-22 zeigt in Abschnitt A den WFA des Nutzviehs auf der Basis von Futter und Tränkwasser in m³ pro Tier für das Jahr 2009 und über die gesamte Lebenszeit der Tiere. Den größten WFA pro Jahr haben die Mastrinder (2.491 m³/Tier/Jahr). Einen geringfügig kleineren Fußabdruck pro Jahr haben die Kühe und andere weibliche Rinder (2.100 m³/Tier/Jahr). Den geringsten WFA haben die Legehennen (30 m³/ Tier/Jahr) und die Masthähnchen (37 m³/Tier/Jahr). Schafe und Ziegen haben einen WFA von 237 m³/Tier und Jahr.

Der gesamte WFA des Nutzviehs aus inländischem Futter ist im Zeitraum 2000 bis 2009 um gut 9 % gesunken, während der der Importe um 24 % gestiegen ist. Diese Entwicklung ist durch den Anstieg von importierten Futtermitteln, wie Kraftfutter, zu erklären. Dagegen ist insbesondere der Verbrauch von inländischem Grünfutter stark gesunken.

Der WFA des Nutzviehs über die gesamte Lebenszeit hängt vom durchschnittlichen Alter und vom Gewicht/Größe der Tiere ab. Danach haben Kühe und weibliche Rinder mit 9.449 m³ den größten WFA, denn ihre durchschnittliche Lebensdauer beträgt 4,5 Jahre. Mastrinder haben mit einer Lebensdauer von 2,4 Jahren einen WFA von 5.978 m³. Die Lebensdauer anderer Tierarten ist sehr viel kürzer und damit auch deren WFA sehr viel geringer.

Bezogen auf die erzeugten Schlachtmengen (Tabelle 3-22, Abschnitt B) haben Mastrinder den höchsten spezifischen WFA (14.594 m³/Tonne Schlachtgewicht. Der WFA von Schweinen (3.327 m³/Tonne Schlachtmenge) und Masthähnchen (2.113 m³/Tonne Schlachtmenge) beträgt nur gut ein Viertel des WFA der Rinder. Da Rinder eine lange Mastzeit haben und viel Kraftfutter und Grünfutter verbrauchen, schlägt sich dies in einem höheren spezifischen WFA nieder.

In Tabelle 3-22 (Abschnitt B) wird der WFA in Bezug auf den direkten Verzehr von Fleisch und Wurst angegeben⁷². Der WFA für marktfähiges Fleisch ist nach Tierarten sehr unterschiedlich. Rindfleisch hat einen WFA von 16.216 m³ pro Tonne Fleisch, Schweinefleisch von 3.697 m³ und Fleisch von Masthähnchen von 2.347 m³ pro Tonne. Der WFA von Fleisch von Schafen und Ziegen beträgt 4.893 m³ pro Tonne.

Bei der Fleisch- und Wurstproduktion wird im Ernährungsgewerbe Wasser in verschiedenen Prozessen (Wassereinbau in Produkte, Kühlung und Betrieb von Maschinen, Reinigung) eingesetzt. Dieses blaue Wasser hat im Vergleich zum grünen und blauen Wasser, das für die Produktion von Futter eingesetzt wird, nur einen sehr geringen Anteil von ca. 0,2 % (63 Mill. m³) am gesamten Wasserverbrauch für die Herstellung von tierischen Produkten.

Tabelle 3-22: Wasserfußabdruck des Nutztviehs und von tierischen Erzeugnissen 2009

Merkmal	Mast-rinder	Kühe u. weibl. Rinder	Kälber	Mast-schwein	Lege-hennen	Mast-hähn-chen	Schafe/Ziegen
Lebensdauer (Jahre)	2,4	4,5	0,5	0,8	1,5	0,17	0,7
A. WFA (in m ³)							
pro Tier und Jahr	2.491	2.100	1.793	648	37	30	237
pro Tier	5.978	9.449	897	518		5	166
B. WFA in m ³ /t in							
Bezug auf Produkte:							
Schlachtmenge	14.594	4.144	6.630	3.327		2.113	4.404
Eier					1.810		
Milch		529					
Fleisch	16.216	5.014	7.366	3.697		2.347	4.893
Wurst	17.838	5.515	8.103	4.066		2.582	5.383

⁷² Ohne blaues Wasser des Ernährungsgewerbes.

3.4.2 Indirekter Wasserverbrauch in Zusammenhang mit dem Konsum von Textilien und Bekleidung

Der gesamte Wassergehalt von importierten Textilien und Bekleidung aus Baumwolle betrug im Jahr 2010 10.578 Mill. m³ (Tabelle 3-25). Der Wassergehalt der Exporte betrug 4.207 Mill. m³ (siehe Tabelle 3-23) so dass sich ein Nettoimport (= Inlandsverbrauch) von 6.371 Mill. m³ (siehe Tabelle 3-24) ergibt. Das ist insgesamt mehr als die doppelte Menge des von den privaten Haushalten genutzten direkten Wassers aus der öffentlichen Wasserversorgung (2010: 3.004 Mill. m³). Bereits das blaue Wasser der Nettoimporte beträgt mit 4.622 Mill. m³ weit mehr als das Volumen des gesamten Haushaltswassers.

Tabelle 3-23: Wassergehalt der Exporte von roher Baumwolle und von Textilien und Bekleidung aus Baumwolle

WA	Bezeichnung	Blaues Wasser		Grünes Wasser		Insgesamt	
		2000	2010	2000	2010	2000	2010
		- Mill. m ³ -					
52	Rohe Baumwolle, Garne und Gewebe aus Baumwolle	1.474	902	438	496	1.912	1.398
60	Gewirke und Gestricke aus Baumwolle	40	46	10	36	50	82
61	Bekleidung und Bekleidungszubehör aus Gewirken und Gestricken	262	981	136	570	398	1.551
62	Bekleidung und Bekleidungszubehör ausgenommen aus Gewirken und Gestricken	164	517	90	309	255	826
63	Andere konfektionierte Spinnstoffwaren	81	214	48	137	129	350
	Insgesamt	2.021	2.659	722	1.548	2.744	4.207

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Der gesamte Wassergehalt der Nettoimporte von Baumwolle-Textilien und Bekleidung ist um 2,2 % gesunken (von 6.512 auf 6.371 Mill. m³). Der Wassergehalt der Nettoimporte von blauem Wasser fiel um 9,1 % (von 5.085 auf 4.622 Mill. m³).

Tabelle 3-24: Wassergehalt der Netto-Importe von roher Baumwolle und von Textilien und Bekleidung aus Baumwolle - Nettoimporte: Importe minus Exporte -

WA	Bezeichnung	Blaues Wasser		Grünes Wasser		Insgesamt	
		2000	2010	2000	2010	2000	2010
		- Mill. m ³ -					
52	Rohe Baumwolle, Garne und Gewebe aus Baumwolle	1.675	898	323	320	1.998	1.218
60	Gewirke und Gestricke aus Baumwolle	-24	-13	-8	-32	-32	-44
61	Bekleidung und Bekleidungszubehör aus Gewirken und Gestricken	1.632	1.954	524	684	2.155	2.639
62	Bekleidung und Bekleidungszubehör ausgenommen aus Gewirken und Gestricken	1.231	1.302	292	546	1.523	1.848
63	Andere konfektionierte Spinnstoffwaren	571	480	296	230	867	710
	Insgesamt	5.085	4.622	1.427	1.748	6.512	6.371

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Bei den Importen war der Wassergehalt des blauen Wassers im Jahr 2010 (7.281 Mill. m³) mehr als doppelt so hoch wie der des grünen Wassers (3.297 Mill. m³). Der Wassergehalt der Importe ist insgesamt um 14 % gestiegen, - von 9.256 Mill. m³ (2000) auf 10.587 Mill. m³ (2010). Der gewichtsmäßige Anstieg der Importe von Textilien und Bekleidung betrug 13 %. Das aus Umweltsicht besonders „kritische“ blaue Wasser weist einen leichten Anstieg von 2,5 % aus, das grüne Wasser ist dagegen um mehr als 50 % angewachsen.

Die Veränderung in der Zusammensetzung des gesamten Wassergehalts ist insbesondere auf eine veränderte Bezugsstruktur der Importe von Textilien und Bekleidung zurückzuführen. So sind beispielsweise die Importe von China im Zeitraum 2000 bis 2010 um 19,1 % gestiegen. Die - direkten - Importe aus China hatten 2010 einen gewichtsmäßigen Anteil von 23 % an den gesamten Importen (2000: 3,9 %). China hat einen - im Vergleich zum globalen Durchschnitt - relativ höheren Anteil von grünem Wasser am gesamten Wassergehalt. Dagegen liegt der spezifische Wassergehalt Chinas für Baumwolle und Textilien aus Baumwolle insgesamt weit unter dem weltweiten Durchschnitt.

Der größte Wasserverbrauch aus den Importen von Baumwolle und Textilien aus Baumwolle ist mit 2.536 Mill. m³ (2010) Indien zuzurechnen (siehe Tabelle 3-25). Im Jahr 2000 war dies noch die Türkei. Am meisten blaues Wasser fällt in der Türkei an (2010: 2.215 Mill. m³), gefolgt von Usbekistan (2.078 Mill. m³). Der hohe Anstieg für Usbekistan in dieser Kategorie hängt mit den stark erhöhten Importen von Bekleidung aus Bangladesh zusammen. Diese stiegen zwischen 2000 und 2010 um das Fünffache. Bei den Berechnungen wurde angenommen, dass die Rohbaumwolle für diese Bekleidung aus Usbekistan stammt. Mit Abstand folgt hier China mit 688 Mill. m³. Am meisten grünes Wasser fällt in Indien an. Dies liegt an den weit überdurchschnittlichen spezifischen Wasserkoeffizienten für grünes Wasser und den stark gestiegenen (direkten) Importen von Baumwolle und Baumwollerzeugnissen aus Indien. Die gewichtsmäßigen Importe von Indien haben sich von 50 Tsd. Tonnen auf 93 Tsd. Tonnen, d.h. um 85 % erhöht.

Tabelle 3-25: Der Wassergehalt von importierter Baumwolle, Textilien und Bekleidung aus Baumwolle 2010 nach Ursprungsländern

Wasser-Kat.	Land	Rohe BW, Garne und Gewebe	Gewirke und Gestricke	Bekleidung aus Gewirken u. Gestricken	Bekleidung ausgen. aus Gewirken u. Gestricken	and. konfekt. Spinnstoff- waren	Insgesamt 2010	Insgesamt 2000
		52	60	61	62	63		
		Mill. cbm						
Blau								
	Indien	187	0	264	114	95	660	431
	Türkei	699	31	765	455	266	2.215	2.914
	Usbekistan	104	0	1.270	596	107	2.078	1.092
	China	32	0	294	339	22	688	233
	Pakistan	227	0	89	145	168	629	495
	Ägypten	142	3	215	166	29	555	1.221
	Summe	1.392	34	2.896	1.816	687	6.825	6.386
	Übrige	408	0	39	3	6	456	720
	Insgesamt	1.800	34	2.935	1.819	694	7.281	7.106
Grün								
	Indien	567	1	729	315	264	1.875	1.228
	Türkei	72	3	73	43	25	217	285
	Usbekistan	2	0	23	11	2	38	20
	China	53	0	384	443	29	909	314
	Pakistan	62	0	23	38	44	166	131
	Ägypten	3	0	3	2	0	8	18
	Summe	758	4	1.235	852	364	3.214	1.997
	Übrige	58	0	19	3	2	83	152
	Insgesamt	816	4	1.255	855	366	3.297	2.149
Insgesamt								
	Indien	754	1	992	430	359	2.536	1.659
	Türkei	771	34	838	498	291	2.432	3.200
	Usbekistan	106	0	1.293	607	109	2.115	1.112
	China	85	1	678	782	52	1.597	547
	Pakistan	289	0	112	183	211	795	626
	Ägypten	145	3	218	169	29	563	1.239
	Summe	2.149	38	4.132	2.668	1.052	10.039	8.383
	Übrige	466	0	58	6	8	539	873
	Insgesamt	2.616	38	4.190	2.674	1.060	10.578	9.256
Anteile in Prozent								
Blau								
	Indien	10,4	0,7	9,0	6,3	13,7	9,1	6,1
	Türkei	38,9	90,6	26,1	25,0	38,3	30,4	41,0
	Usbekistan	5,8	0,0	43,3	32,8	15,4	28,5	15,4
	China	1,8	0,8	10,0	18,6	3,2	9,5	3,3
	Pakistan	12,6	0,0	3,0	8,0	24,2	8,6	7,0
	Ägypten	7,9	7,8	7,3	9,1	4,2	7,6	17,2
	Summe	77,3	100,0	98,7	99,8	99,1	93,7	89,9
	Übrige	22,7	0,0	1,3	0,2	0,9	6,3	10,1
	Insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Insgesamt								
	Indien	28,8	2,5	23,7	16,1	33,9	24,0	17,9
	Türkei	29,5	88,6	20,0	18,6	27,5	23,0	34,6
	Usbekistan	4,1	0,0	30,9	22,7	10,3	20,0	12,0
	China	3,2	1,9	16,2	29,2	4,9	15,1	5,9
	Pakistan	11,0	0,0	2,7	6,8	19,9	7,5	6,8
	Ägypten	5,5	7,0	5,2	6,3	2,8	5,3	13,4
	Summe	82,2	99,9	98,6	99,8	99,2	94,9	90,6
	Übrige	17,8	0,1	1,4	0,2	0,8	5,1	9,4
	Insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

3.4.3 Umweltimplikationen des Baumwollanbaus und der Textilherstellung allgemein

Die Implikationen einer hohen Wassernutzung werden hier am Beispiel der Wassernutzung in Zusammenhang mit der Herstellung und dem Konsum von Textilien und Bekleidung auf Basis von Baumwolle aufgezeigt⁷³. Die Abbildung 3-27 gibt einen Überblick über die Auswirkungen der Baumwollproduktion auf die natürliche Umwelt:

Abbildung 3-27: Auswirkungen der Baumwollproduktion auf die natürliche Umwelt

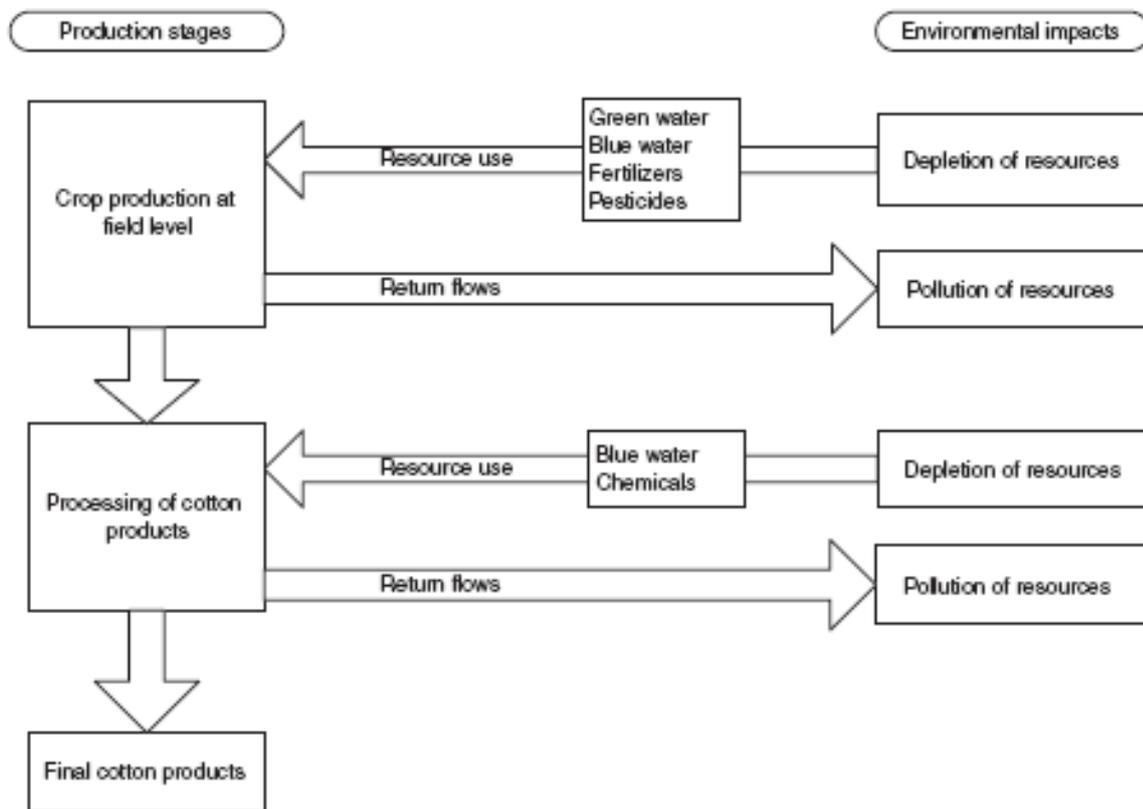


Fig. 1 – Impact of cotton production on the natural resources.

Quelle: Chapagain, Hoekstra, Savenije, Gautam. (2006), The Water Footprint of cotton consumption, Ecological Economics 60, Seite 188.

Hinsichtlich des Umfangs der Wassernutzung und deren Auswirkungen auf die Umwelt sind die beiden Produktionsstufen „Baumwollanbau“ und „Textil- und Bekleidungsindustrie“ zu unterscheiden. Der Baumwollanbau erfordert einen relativ hohen mengenmäßigen Wassereinsatz, der entweder durch Niederschläge in den Anbaugeländen gedeckt werden kann oder durch Bewässerung der Baumwollfelder. Die „Kosten“ eines hohen Wasserverbrauchs drücken sich in deren Opportunitätskosten aus. Zum einen verdrängt der Baumwollanbau den Anbau von anderen Agrarrohstoffen, beispielsweise von Ernährungsgütern, mit einem geringeren spezifischen Wasserverbrauch. Zum anderen steht Bewässerungswasser aus Fließgewässern oder aus Grundwasser anderen Nutzungen, z.B. ökonomischen, als auch natürlichen Kreisläufen, nicht mehr zur Verfügung, weil dieses Wasser von der Baumwollpflanze in die Atmosphäre verdunstet wird.

⁷³ Umfangreiche Daten zu den Wasserressourcen, zur Verwendung von Wasser und zum Management von Wasser in der Landwirtschaft bietet AQUASTAT, eine umfassende Datenbank der FAO für einzelne Länder und Regionen: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>

Hinsichtlich des „Mengenaspekts“ ist die von der „Footprint-Methode“ angewandte Unterscheidung des Wassers in „grünes“ und „blaues“ Wasser von großer Bedeutung. Das blaue Wasser, also das Bewässerungswasser, ist unter Knappheitsgesichtspunkten „kritischer“ zu betrachten als das grüne Wasser: Während das Niederschlagswasser vollständig oder weitgehend verdunstet – wenn nicht von der Baumwollpflanze selbst, so doch dann von anderen Pflanzen – wird das Bewässerungswasser dem natürlichen Wasserkreislauf entzogen und steht anderen Nutzungen nicht mehr – oder nur noch eingeschränkt – zur Verfügung. Beispielsweise führt eine übermäßige Entnahme von Wasser aus Flüssen zur Verknappung von Trinkwasser in den Unterläufen und zu einer Minderung der Wasserqualität der Flüsse. Dies geht oftmals mit einer Einschränkung von deren natürlichen Reinigungskapazitäten einher. Die Verknappung des Wassers der Zuflüsse von Seen kann bis zu deren Austrocknung führen – siehe das Beispiel „Aral-See“ in Usbekistan – mit fatalen Konsequenzen für die Umwelt und die Lebensbedingungen der Menschen. Die Bewässerung im Anbau und die intensive Anwendung von Dünger zur Ertragssteigerung bewirken eine Versalzung der Böden.

Auf der Produktionsstufe „Baumwollanbau“ ist neben dem Wasserbedarf der Pflanze außerdem der Wasserbedarf – das „graue“ Wasser – zu berücksichtigen, der aus der Düngung und Anwendung von Pflanzenschutzmitteln entsteht. Beim Baumwollanbau werden große Mengen an Stickstoff-, Phosphat- und Kaliumdünger eingesetzt⁷⁴. Dies kann – auf lange Frist gesehen – auch eine Verschlechterung der Bodenqualität zur Folge haben. Um die Reststoffe der eingesetzten Düngemittel, Pestizide und Insektizide auf ein umweltverträgliches Niveau zu verdünnen, sind große Mengen an „Verdünnungswasser“ (dilution water) notwendig⁷⁵.

Eine Alternative zum konventionellen Anbau stellt der ökologische oder biologische Anbau dar. Dort wird auf chemische Dünger und Pestizide verzichtet⁷⁶. Obwohl die Produktion von Bio-Baumwolle sich in den letzten Jahren erheblich erhöht hat, macht sie bisher lediglich 1,1 % (Saison 2009 bis 2010) der weltweiten Baumwollproduktion aus⁷⁷.

Neben dem Wasserbedarf auf der landwirtschaftlichen Erzeugerstufe muss auch der Wasserbedarf aus der Verarbeitung der Baumwolle und der Herstellung der Textilien berücksichtigt werden. Zum einen besteht er aus dem benötigten Prozesswasser für das Bleichen, Trocknen, Färben und Bedrucken der Textilien (360 m³/Tonne) und der Endfertigung (190 m³/Tonne), zum anderen entsteht graues Wasser durch Verdünnung der Abwässer der Textilindustrie um ein unkritisches Niveau bei der Abwassereinleitung in die Gewässer zu erhalten⁷⁸.

⁷⁴ Chapagain u.a. (2006) geben – für den Zeitraum 1997 bis 2001 – eine jährliche globale Einsatzmenge von 3,0 Mrd. Tonnen Stickstoffdünger, 1,2 Mrd. Tonnen Phosphatdünger und 0,7 Mrd. Tonnen Kaliumdünger an (Seite 192). Chapagain u.a. weisen auf den sehr hohen Einsatz von Pestiziden und Insektiziden hin: obwohl für den Baumwollanbau nur 2,4 % der landwirtschaftlichen Anbaufläche genutzt wird, entfallen weltweit 24 % der Insektizide und 11 % der Pestizide auf den Baumwollanbau, a.a.O., Seite 192.

⁷⁵ Chapagain u.a. (2006) schätzen den Anteil von grauem Wasser am gesamten Wasserbedarf des Baumwollanbaus und der Herstellung von Textilien aus Baumwolle auf 17 %.

⁷⁶ Siehe beispielsweise die Web-Seite <http://www.eza.cc/start.asp?ID=227255&b=1508>

⁷⁷ Siehe <http://textileexchange.org/2011-farm-fiber-exec-sum> (executive summary).

⁷⁸ Siehe Chapagain u.a. (2006), Seite 191: “The process water requirements have to be understood as rough estimates, because the actual water requirements vary considerably among techniques used.”

Umweltimplikationen der deutschen Nachfrage nach Baumwollerzeugnissen

Die Auswirkungen der Nachfrage nach Baumwolle und Baumwollerzeugnissen hängen stark von den Anbaubedingungen in den Herkunftsländern der verarbeiteten Rohbaumwolle und von den Produktionsverhältnissen in den Verarbeitungsländern der Textilien ab⁷⁹.

Die Hauptlieferländer der deutschen Importe von Baumwolle und Textilien und Bekleidung aus Baumwolle waren 2010 China (Anteil 23 % des gesamten Importe), Bangladesh (16 %), die Türkei (12 %) und Indien (8,4 %). Das Hauptbezugsland von Bangladesh bei Baumwolle ist Usbekistan. China, Indien und die Türkei sind selbst führende Produzenten von Baumwolle. China war 2010 mit 17,9 Mill. Tonnen der führende Produzent, Indien an zweiter Stelle (17,8 Mill. Tonnen) der weltweiten Baumwoll-Produktion.

Der Wasserbedarf beim Bw-Anbau hängt entscheidend von den klimatischen Verhältnissen, d.h. von den Temperaturen als auch den Niederschlagsmengen in den Anbauländern ab.

Anbauländer mit hohen Temperaturen während der Wachstumsphase der Pflanze und relativ niedrigen Niederschlägen haben einen sehr hohen Wasserbedarf für die Bewässerung, wie beispielsweise Syrien, Turkmenistan und Ägypten⁸⁰. Der Bedarf an Bewässerungswasser ergibt sich aus der Differenz des Wasserbedarfs der Pflanze und dem natürlichen Niederschlagswasser⁸¹. Anbauländer wie Argentinien, Brasilien, Indien und China sind Länder mit hohen Niederschlägen (in den Anbauregionen), Ägypten, Usbekistan und die Türkei sind Länder mit sehr geringen Niederschlagsmengen. Daraus ergibt sich für Länder wie Ägypten, Usbekistan, die Türkei und Pakistan ein hoher Bedarf an Bewässerung (blaues Wasser).

Aus den deutschen Importen von Baumwollerzeugnissen ergibt sich im Jahr 2010 insgesamt ein Wasserbedarf von 10,6 Mrd. m³. Davon entfallen auf die drei größten Ursprungsländer 67 % des gesamten Wasserbedarfs:

Indien	2,5 Mrd. m ³ (24 %)
Türkei	2,4 Mrd. m ³ (23 %)
Usbekistan:	2,1 Mrd. m ³ (20 %)

Der höchste Wasserbedarf an blauem Wasser entsteht in der Türkei (2,2 Mrd. m³ oder 30 % des gesamten Bedarfs an blauem Wasser) und Usbekistan (2,1 Mrd. m³ oder 29 %).

Usbekistan ist ein Beispiel für die dramatischen Folgen der Wasserentnahme für den Baumwollanbau. Durch die Wasserentnahme aus den Zuflüssen des Aralsees ist aus dem einstmals viertgrößten Binnengewässer der Erde heute nur noch ein Drittel der alten Wassermenge übrig geblieben. Die damit ausgelösten Umweltprobleme wurden als die „größte durch den Menschen ausgelöste Naturkatastrophe“ bezeichnet⁸². Neben den negativen ökologischen Folgen des Baumwollanbaus stoßen auch die sozialen Bedingungen des Anbaus, insbesondere die praktizierte Kinderarbeit beim Pflücken der Baumwolle, auf Kritik⁸³.

⁷⁹ Einen Überblick über den Baumwollanbau, sowohl den konventionellen Anbau als auch den ökologischen Anbau, und ergänzende Informationen vermittelt diese Web-Seite:
<http://www.oeko-fair.de/clever-konsumieren/kleiden-schmuecken/baumwolle/anbau5>

⁸⁰ Siehe Chapagain u.a.(2006), Tabelle 3, Seite 90.

⁸¹ Der Wasserbedarf von Pflanzen in verschiedenen Regionen kann mit dem CROPWAT Modell der FAO geschätzt werden (FAO, CROPWAT Model , Rome, Italy, 2003).

⁸² Öko-fair – Die Verbraucherinitiative: <http://www.oeko-fair.de/index.php/cat/798/title/Wasserverbrauch>

⁸³ Die Tageszeitung „taz“ meldete am 24.11.2011: „Das Europäische Parlament blockiert erstmals in der Geschichte der Europäischen Union ein Handelsabkommen wegen menschenrechtlicher Bedenken. Der zuständige

Die Türkei ist nach China der zweitgrößte Exporteur von Textilien und Bekleidung in die Europäische Union. Die Textil- und Bekleidungsindustrie sind für die Wirtschaft von großer Bedeutung. Ihr Beitrag zum BIP beträgt 8 % und sie beschäftigt 10 % aller Arbeitsplätze im Verarbeitenden Gewerbe⁸⁴. Die Anbaufläche wurde gegenüber 2010 erheblich ausgeweitet und soll im Jahr 2011 410 Tsd. ha betragen (2010: 320 Tsd. ha)⁸⁵.

Weite Teile des Baumwollanbaus sind bewässert. In Harran, dem Hauptanbauggebiet in Südostanatolien, werden 140 Tsd. Hektar bewässert. Für ca. 15 Tsd. ha dieses Anbaugebietes werden Bodenschäden durch Versalzung der Böden auf Grund unzulänglicher Bewässerungstechniken berichtet⁸⁶. Die Anbaugebiete in Harran sind Teil des größten regionalen Entwicklungsprojekts der Türkei, dem Südostanatolien-Projekt (türk, GAP). Dieses Projekt umfasst den Bau von 22 Staudämmen, 19 Wasserkraftwerken und von Bewässerungsanlagen zwischen den beiden Flüssen Euphrat und Tigris. Das Projekt wurde in den 1980er Jahren begonnen und sollte ursprünglich 2010 beendet sein. Ein Ziel des Projekts war die Urbarmachung von unfruchtbarem Land und die Erschließung von landwirtschaftlichen Nutzflächen durch Bewässerung⁸⁷. Die insgesamt bewässerte Fläche soll von 212 Tsd. ha (2000) auf 1,8 Mill. ha erhöht werden. Das entspricht fast der Fläche von Thüringen.

Folgende negative ökologische und kulturelle Auswirkungen werden durch das Projekt befürchtet⁸⁸:

- Versalzung des Bodens durch Überdüngung und Hebung des Grundwasserspiegels
- Überschwemmung alter archäologischer Fundorte und Kulturstätten
- drastische Verringerung des fruchtbaren Schwemmlands in den Flüssen nach den Staumauern
- Hohe Verdunstungsverluste über großen Wasserflächen in ariden bzw. semi-ariden Räumen
- Verdrängung von Kleinbauern durch industrielle Landwirtschaft.

Handelsausschuss hat gestern beschlossen, einem geplanten Textilabkommen mit Usbekistan erst dann zuzustimmen, wenn das Land die bisher praktizierte Kinderarbeit auf den Baumwollplantagen abgeschafft hat.“

⁸⁴ Siehe USDA Foreign Agricultural Service 04/2011:

http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Cotton%20and%20Products%20Annual_Ankara_Turkey_4-1-2011.pdf

⁸⁵ Siehe Fußnote 26 Seite 2.

⁸⁶ Siehe auch Wikipedia (Fußnote 29): „Auch die Harran-Ebene war einst eine der größten Kornkammern der Türkei, doch schon heute sind mehr als 20 % des Bewässerungsgebietes zu versalzen. um noch als Anbaugebiet von Nutzen sein zu können“.

⁸⁷ Siehe Wikipedia, Südostanatolien-Projekt: <http://de.wikipedia.org/wiki/S%C3%BCdostanatolien-Projekt>

⁸⁸ Siehe Wikipedia (Fußnote 29), Seite 5.

3.5 Flächenbelegung von Erzeugnissen pflanzlichen und tierischen Ursprungs für Ernährungszwecke

Inlandsverbrauch

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Einzelberechnungen zur Flächenbelegung von Erzeugnissen pflanzlichen und tierischen Ursprungs nach Kategorien zusammengefasst dargestellt. Daran anschließend werden die Ergebnisse - getrennt für die Erzeugnisse tierischen und pflanzlichen Ursprungs - erläutert.

Die Darstellung der Flächenbelegung wird auf die Flächenbelegung in Zusammenhang mit Erzeugnissen, die für Ernährungszwecke hergestellt wurden, fokussiert. Dies bedeutet, dass pflanzliche Produkte, die energetisch oder für andere Zwecke genutzt werden, bei der Flächenbilanzierung für Ernährungszwecke ausgeschlossen werden. Bei der im Inland landwirtschaftlich genutzten Fläche sind dies – unter Einbeziehung von Brache und Stilllegungsflächen – Flächen im Umfang von fast 2,2 Mill. ha (2010).

Bei der Flächenbelegung wird zwischen Erzeugnissen pflanzlichen und tierischen Ursprungs unterschieden. Dabei wird eine Umsetzung der Flächenbelegung von Futtermitteln von der Pflanzenkategorie zur Kategorie „tierischen Ursprungs“ vorgenommen. Dies ermöglicht eine bessere Abschätzung der insgesamt benötigten Fläche für die inländische Erzeugung und den Inlandsverbrauch von Erzeugnissen tierischen Ursprungs.

Die insgesamt für den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern benötigte Fläche betrug im Jahr 2010 gut 20 Mill. ha (siehe Tabelle 3-26). Sie übersteigt damit die im Inland für Ernährungszwecke belegte Fläche um 5,5 Mill. ha. Dieses „Flächendefizit“ entspricht dem Saldo der Flächenbelegung durch Importe und Exporte. Deutschland weist im gesamten Zeitraum einen Importüberschuss, d.h. ein Flächendefizit, auf, das zwischen 3,1 Mill. ha (2001) und 6,3 Mill. ha (2007) liegt. Das Flächendefizit im Jahr 2010 betrug rund 27 % der gesamten Flächenbelegung von 20,1 Mill. ha. Im Jahr 2000 lag das Flächendefizit noch bei 3,8 Mill. ha. Offensichtlich haben die verstärkte Flächenbelegung im Inland für Energiepflanzen und die damit einhergehende rückläufige Flächenbelegung für Ernährungspflanzen zusammen mit der stark erhöhten Exporttätigkeit zu einer Erhöhung des Flächendefizits geführt.

Die Flächenbelegung durch den Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern ist zwischen 2000 und 2010 um 5 % angestiegen (siehe Abbildung 3-28). Dabei war die Flächenbelegung durch Erzeugnisse tierischen Ursprungs - mit -6,2 % - leicht rückläufig, für die Erzeugnisse pflanzlichen Ursprungs erhöhte sie sich um knapp 25 %. Die anteilige Flächenbelegung im Jahr 2010 für die Erzeugnisse pflanzlichen Ursprungs betrug knapp 43 %, die der Erzeugnisse tierischen Ursprungs gut 57 %. Im Jahr 2000 waren es für die Erzeugnisse tierischen Ursprungs noch 64 %.

Tabelle 3-26: Flächenbelegung im In- und Ausland für Ernährungsgüter pflanzlichen und tierischen Ursprungs 2000, 2005, 2010 (1.000 ha)

Kategorien	2000	2005	2010	2010 zu 2000 %
Inland				
Landwirtschaftlich genutzte Fläche ¹⁾	17.067	17.035	16.832	-1,4
Ernährung	15.392	14.892	14.660	-4,8
Pflanzliche Ernährung	5.093	4.790	4.841	-5,0
Futterpflanzen ²⁾	10.299	10.102	9.819	-4,7
Energiepflanzen	452	999	1.620	258,3
Stoffliche Nutzung ³⁾	400	350	300	-25,0
Brache; Stilllegungsfläche ¹⁾	823	794	252	-69,3
Exporte				
pflanzlich	6.299	6.400	7.149	13,5
Futter	1.324	1.607	1.622	22,5
Sonstiges	4.975	4.793	5.527	11,1
tierisch ⁴⁾	3.112	4.104	5.600	79,9
Insgesamt	9.411	10.504	12.749	35,5
darunter aus Importen	2.896	3.674	5.072	75,1
pflanzliche Erzeugnisse	2.352	2.817	3.279	39,4
Erzeugnisse tierischen Ursprungs	544	857	1.794	229,5
Importe				
pflanzlich	10.151	10.937	14.130	39,2
Futtermittel	3.394	3.473	4.854	43,0
Sonstiges	6.758	7.463	9.276	37,3
tierisch ⁴⁾	3.034	3.388	4.076	34,4
Insgesamt	13.185	14.324	18.206	38,1
Importsaldo (IM-EX)				
pflanzlich	3.852	4.536	6.981	81,2
tierisch	-79	-717	-1.524	
Insgesamt	3.774	3.820	5.457	44,6
Inlandsverbrauch Ernährungsgüter	19.166	18.712	20.117	5,0
pflanzlichen Ursprungs ⁵⁾	6.875	7.460	8.589	24,9
tierischen Ursprungs ⁶⁾	12.290	11.251	11.527	-6,2

¹⁾ Statistisches Bundesamt, Fachserie 3 Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Reihe 3.1.2 Landwirtschaftliche Bodennutzung, verschiedene Jahrgänge .

²⁾ Raufutter sowie sonstiges und verarbeitetes Futter.

³⁾ Schätzung auf Basis von Oertel, B. (2007): Industrielle stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe.

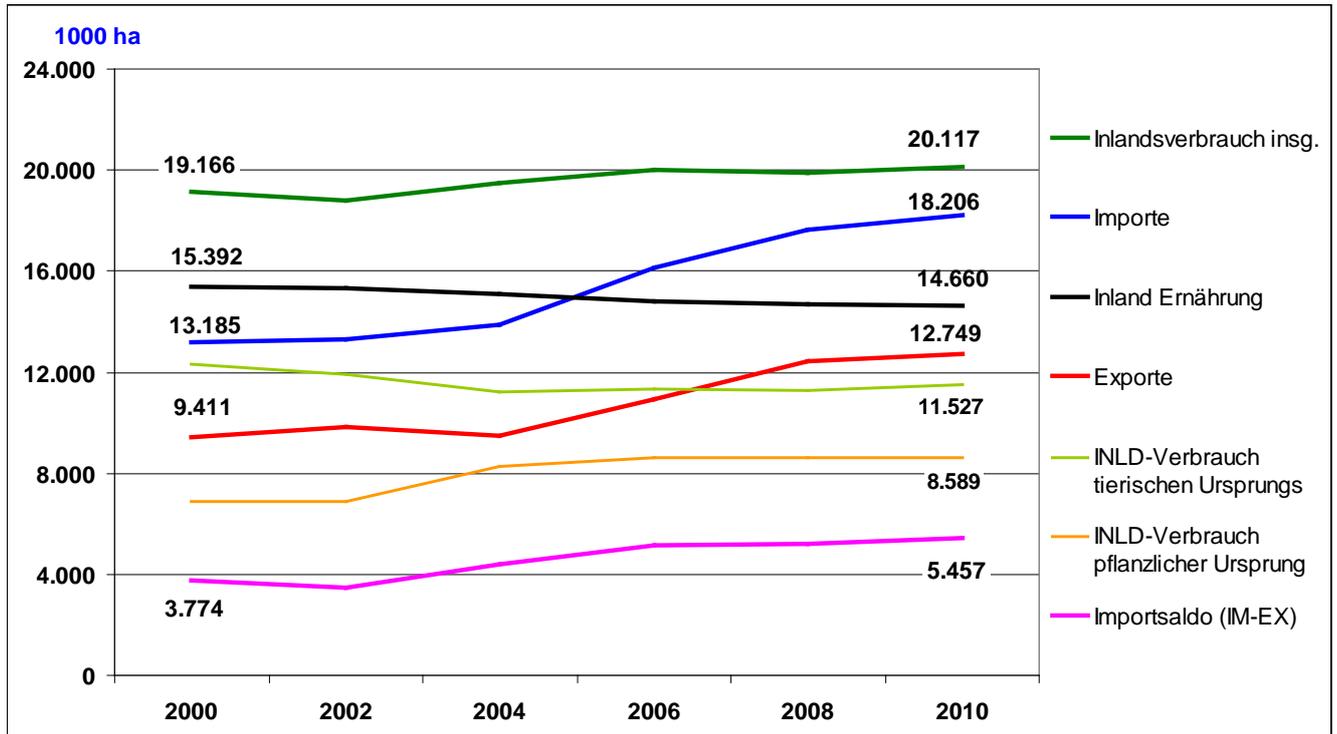
⁴⁾ Einschließlich Milchprodukte.

⁵⁾ Ohne Futtermittel.

⁶⁾ Einschließlich Futtermittel.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Abbildung 3-28: Flächenbelegung im In- und Ausland von Ernährungsgütern nach wirtschaftlichen Kategorien 2000 bis 2010



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

3.5.1 Flächenbelegung von Erzeugnissen tierischen Ursprungs⁸⁹

Landwirtschaftliche Fläche im Inland

Im Jahr 2010 betrug die landwirtschaftliche Nutzfläche in Deutschland insgesamt 16,8 Mill. ha, davon waren 11,9 Mill. ha Ackerland und 4,7 Mill. ha Dauergrünland. Der Rest entfällt auf Baumschulen, Obstanlagen, Rebland, Weihnachtsbaumkulturen und Haus- und Nutzgärten. Von der landwirtschaftlichen Nutzfläche wurden 2010 58,3 % für den Anbau von Futterpflanzen, 28,8 % für den Anbau von pflanzlichen Nahrungsmitteln und 9,6 % für den Anbau von Energiepflanzen genutzt (siehe Tabelle 3-27). Andere Studien kommen zu ähnlichen Ergebnissen⁹⁰.

⁸⁹ Ausführliche Ergebnisse enthält der Tabellenband des Projektberichts.

⁹⁰ Z.B. Internetportal „Agrarrohstoffe“ schätzt, dass 60 % der landwirtschaftlichen Fläche für Futtermittel verwendet wird. http://www.agrar-rohstoffe.com/agrarrohstoffe_vom_acker_zur_boerse.html
 Das Internetportal „Erneuerbare Energien“ (Agentur für Erneuerbare Energien e.V.) gibt für 2011 einen Anteil von 57 % für den Anbau von Futtermitteln an der landwirtschaftlichen Fläche an. <http://www.unendlich-viel-energie.de/de/bioenergie/detailansicht/article/105/potenziale-der-bioenergie.html>
 Im Statistischen Jahrbuch des BMELV 2011, Seite 126 ist für das Wirtschaftsjahr 2009/2010 ein Anteil der Futteranbaufläche an der landwirtschaftlichen Fläche von 59 % angegeben.

Tabelle 3-27: Landwirtschaftliche Nutzflächen im Inland nach Verwendungsarten

Verwendungsart	2011		2010	
	Mill. ha	%	Mill. ha	%
Landwirtschaftliche Nutzfläche insgesamt	16,7	100,0	16,8	100,0
Futtermittel/Viehhaltung	9,6	57,5	9,8	58,3
Pflanzliche Nahrungsmittel	4,6	27,5	4,8	28,8
Bioenergie	2,0	12,0	1,6	9,6
Stoffliche Nutzung	0,3	1,8	0,3	1,8
Brachfläche	0,2	1,2	0,2	1,4

Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien (Berichtsjahr 2011)⁹¹; Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen (Berichtsjahr 2010).

Tabelle 3-28 zeigt die Flächennutzung im Inland für Ernährungszwecke differenziert nach Flächenbelegung der gesamten Inlandserzeugung, für Exporte und für den Inlandsverbrauch. Die Flächennutzung für Ernährungszwecke betrug im Inland 2010 insgesamt 14,7 Mill. ha. Im Jahr 2000 waren es noch 15,4 Mill. ha. Dies entspricht einem Rückgang von 4,8 %. Dieser Rückgang betrifft sowohl die Flächennutzung für pflanzliche Ernährung (- 5,0 %) als auch die Flächennutzung für Futterpflanzen (- 4,7 %).

Tabelle 3-28: Flächenbelegung von Ernährungsgütern im Inland, durch Exporte und Inlandsverbrauch

Kategorien	2000	2005	2010	2010 zu 2000 in %
	1.000 ha			
Landwirtschaftlich genutzte Fläche (Inland)	17.067	17.035	16.832	-1,4
Flächenbelegung für Ernährungszwecke	15.392	14.892	14.660	-4,8
Pflanzliche Ernährung	5.093	4.790	4.841	-5,0
Futterpflanzen	10.299	10.102	9.819	-4,7
davon für ...				
Exporte	6.515	6.830	7.676	17,8
Inlandsverbrauch	8.877	8.062	6.983	-21,3

Quelle: Statistisches Bundesamt, Agrarstatistik (Fachserie 3, Reihe 1.3, verschied. Jahrgänge), Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Die Flächennutzung für Exporte von Ernährungsgütern ist 2010 gegenüber 2000 um 17,8 % gestiegen, für den Inlandsverbrauch um 21,3 % gesunken. Im Jahr 2000 war die Flächennutzung für die Exporte von Ernährungsgütern noch um 2,4 Mill. geringer als die Flächennutzung für den Inlandsverbrauch. Im Jahr 2010 ist dagegen die Flächennutzung für die Exporte um 0,7 Mill. ha höher als für den Inlandsverbrauch. Damit entfallen 2010 52,3 % der Flächennutzung für Ernährungszwecke auf die Erzeugung von Exportgütern und 47,6 % für die Erzeugung von Ernährungsgütern für den Inlandsverbrauch.

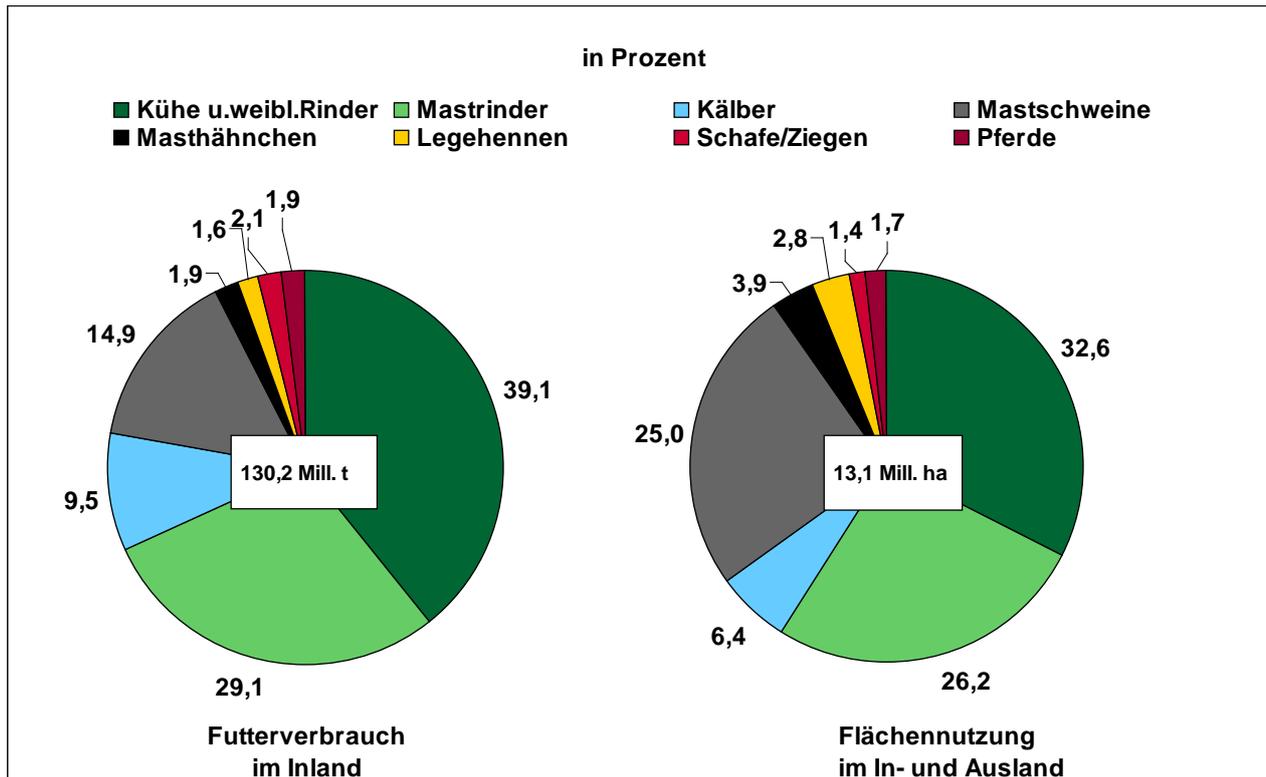
⁹¹ Ergebnisse für das Jahr 2011 von der Agentur für Erneuerbare Energien e.V. nach Angaben des BMELV, des Fachverbands Nachhaltige Rohstoffe sowie eigenen Berechnungen.

<http://www.unendlich-viel-energie.de/de/bioenergie/detailansicht/article/105/potenziale-der-bioenergie.html>

Flächenbelegung durch Futter

Abbildung 3-29 zeigt für das Jahr 2010 das Futteraufkommen nach Nutztierarten sowie die Flächennutzung zur Erzeugung dieser Futtermengen im In- und Ausland. Vom gesamten Futteraufkommen von 130,2 Mill. Tonnen entfallen mehr als ein Drittel auf die Milchkühe und sonstigen weiblichen Rinder und ein knappes Drittel auf die Mastrinder. Das restliche Drittel entfällt zu 9,5 % auf Kälber, 14,9 % auf Schweine, 1,9 % auf Masthähnchen, 1,6 % auf Legehennen, 2,1 % auf Schafe/Ziegen und 1,9 % auf Pferde.

Abbildung 3-29: Futteraufkommen des Nutztviehs und Flächennutzung 2010

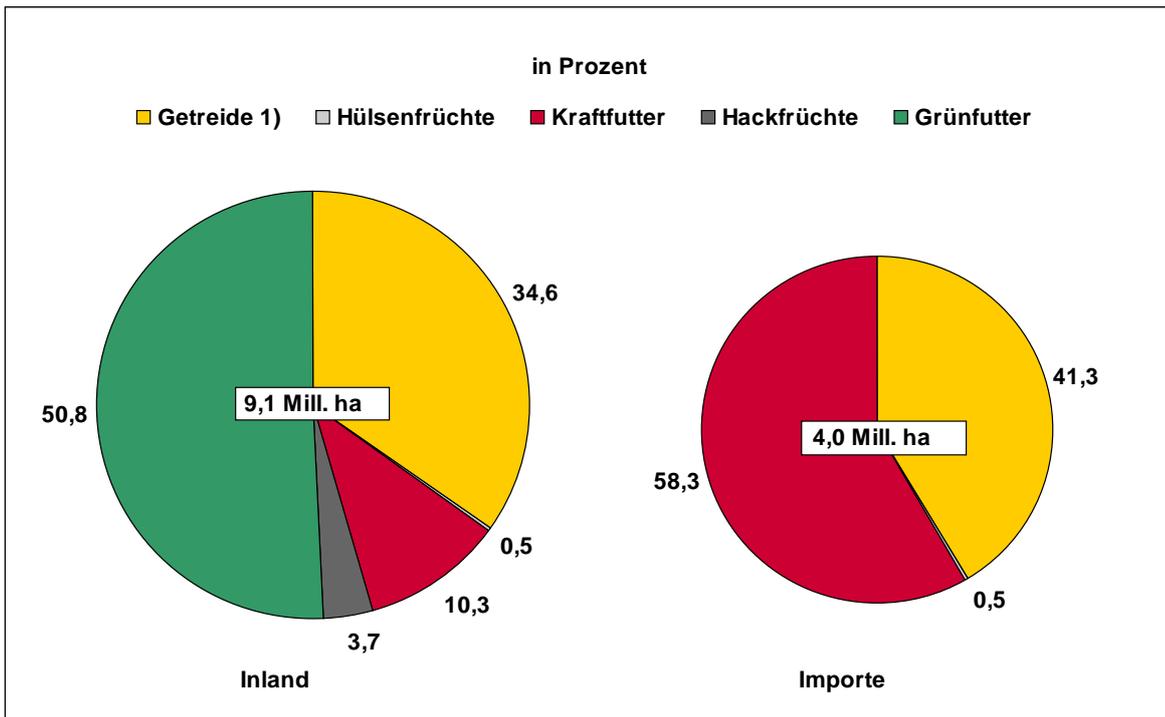


Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Die Flächennutzung für die Erzeugung des Futters zeigt eine ähnliche Verteilung wie das Futteraufkommen. Die Flächenbelegung des Futters für Rinder (Kühe, Mastrinder und Kälber) ist anteilmäßig gegenüber den Anteilen am mengenmäßigen Futteraufkommen etwas geringer. Dies hängt damit zusammen, dass das Grünfutter der Rinder ausschließlich aus dem Inland stammt, während das Futter für andere Tierarten (wie Schweine oder Masthähnchen) verstärkt aus Importen kommt. Die importierten Futtermittel haben aufgrund des extensiveren Ackerbaus im Ausland einen höheren Flächenbedarf als inländische Futtermittel.

In Abbildung 3-30 wird die Flächennutzung durch Futterpflanzen getrennt für Futter aus inländischer Erzeugung und Futter aus Importen für das Jahr 2010 dargestellt. Die Flächennutzung für die Herstellung von Futter im Inland beträgt im Jahr 2010 9,1 Mill. ha, die Flächennutzung im Ausland für das nach Deutschland importierte Futter 4,0 Mill. Hektar. Im Inland verteilt sich die Flächennutzung für Futter zu 50,8 % auf Grünfutter, zu 34,6 % auf Getreide und zu 10,3 % auf Kraftfutter. Bei den Importen ist der Flächenbedarf für die Herstellung von Kraftfutter mit einem Anteil von 58,3 % am höchsten, gefolgt von Getreide mit 41,3 %.

Abbildung 3-30: Flächenbelegung durch Futter aus inländischer Erzeugung und Importen 2010

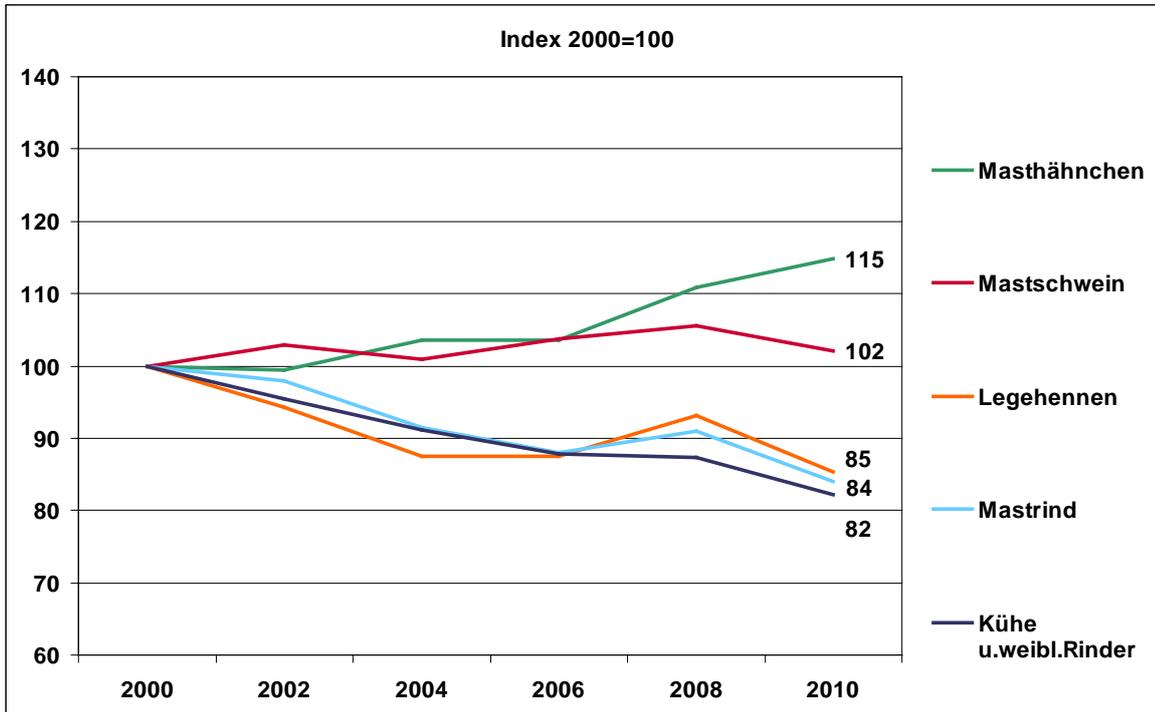


1) Einschließlich Silomais.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Abbildung 3-31 zeigt die Veränderung der Tierbestände zwischen 2000 bis 2010. Die Bestände von Mastrindern, Kühen u. weiblichen Rindern sind rückläufig, während sich die Anzahl der Mastschweine und Masthähnchen erhöhte. Die Schlachtungen zeigen eine ähnliche Entwicklung.

Abbildung 3-31: Tierbestände 2000 bis 2010



Quelle: Statistisches Bundesamt, Agrarstatistik (Fachserie 3, Reihe 4, verschiedene Jahrgänge).

Tabelle 3-29 zeigt das Futteraufkommen des Nutztviehs nach der Herkunft der Futtermittel. Zwischen 2000 und 2010 ist das Futteraufkommen insgesamt um 10,2 % gesunken. Das Futter aus inländischer Herkunft sank um 15,1 %, während das Futteraufkommen aus Importen um knapp 56 % gestiegen ist. Der Anstieg der Importe ist sowohl auf einen Anstieg der Importe von Getreide als auch auf einen Anstieg von Kraftfutter, besonders der Ölkuchen und -schrote, zurückzuführen.

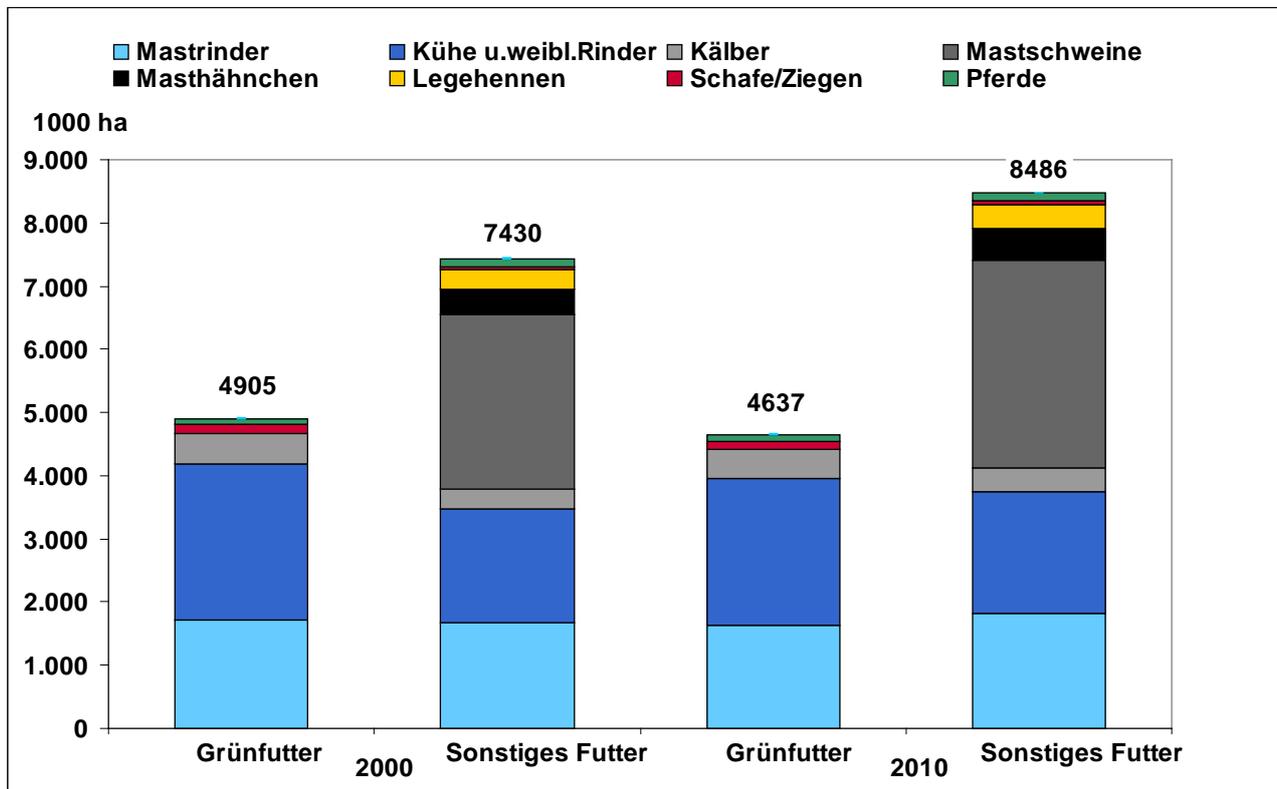
Tabelle 3-29: Futteraufkommen nach Herkunft 2000 bis 2010 (Inland und Importe)

Herkunft	2000	2002	2004	2006	2008	2010
	2000 = 100					
Inland	100,0	98,8	93,4	91,2	86,1	84,9
Importe	100,0	93,3	103,4	112,7	144,1	156,0
Insgesamt	100,0	98,5	94,1	92,7	90,0	89,8

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Eine Gegenüberstellung der Flächenbelegung von Futter im Jahr 2000 und 2010 zeigt, dass die Flächenbelegung von Grünfutter um 5,5 % zurückgegangen ist, während die Flächennutzung für sonstiges Futter, besonders von Kraftfutter, um 14,2 % angestiegen ist. Die Flächenbelegung durch Kraftfutter fällt im In- und Ausland an. Im Ausland ist der Flächenbedarf größer als im Inland, da wegen extensiverer Landwirtschaft geringere Hektarerträge erzielt werden als im Inland. Kraftfutter wird besonders zur Mast von Schweinen und Geflügel eingesetzt.

Abbildung 3-32: Flächenbelegung durch Futter im Inland und Ausland 2000 und 2010 nach Futter- und Nutztierarten*)



*) Grünfutter ohne Silomais.

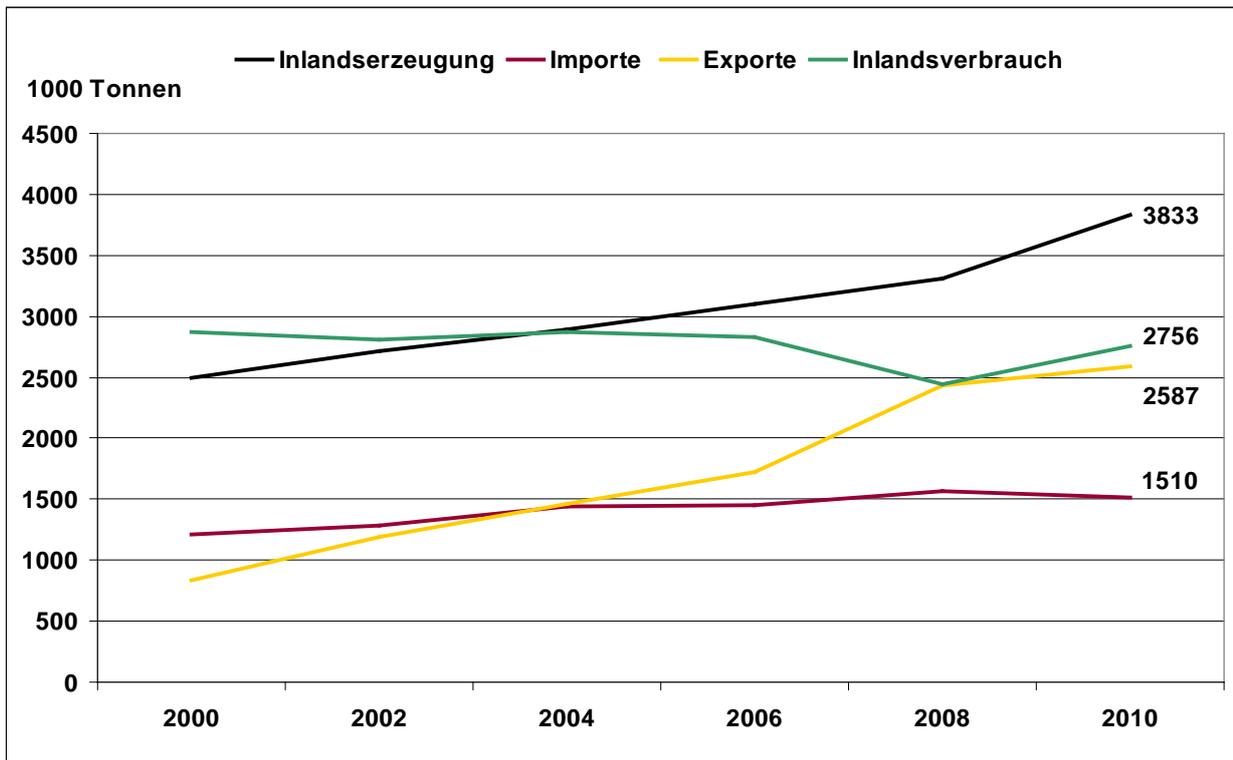
Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Flächenbelegung durch Erzeugnisse tierischen Ursprungs

Der hohe Flächenbedarf für die Herstellung von Futter für die Nutztierhaltung überträgt sich zwangsläufig auf die Flächenbelegung der Erzeugnisse tierischen Ursprungs.

Zwischen 2000 und 2010 ist die Inlandserzeugung von Fleisch (Abbildung 3-33) von 2,5 Mill. Tonnen auf 3,8 Mill. Tonnen gestiegen, während der Inlandsverbrauch von 2,9 Mill. Tonnen auf 2,8 Mill. Tonnen leicht zurückgegangen ist. Ein Grund für die hohe Inlandserzeugung ist der gestiegene Export von Fleisch. Der Export von Fleisch hat sich zwischen 2000 und 2010 mehr als verdreifacht, von 0,8 Mill. Tonnen auf 2,6 Mill. Tonnen. Die Importe erhöhten sich von 1,2 auf 1,5 Mill. Tonnen.

Abbildung 3-33: Inlandserzeugung, Import, Export und Inlandsverbrauch von Fleisch



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

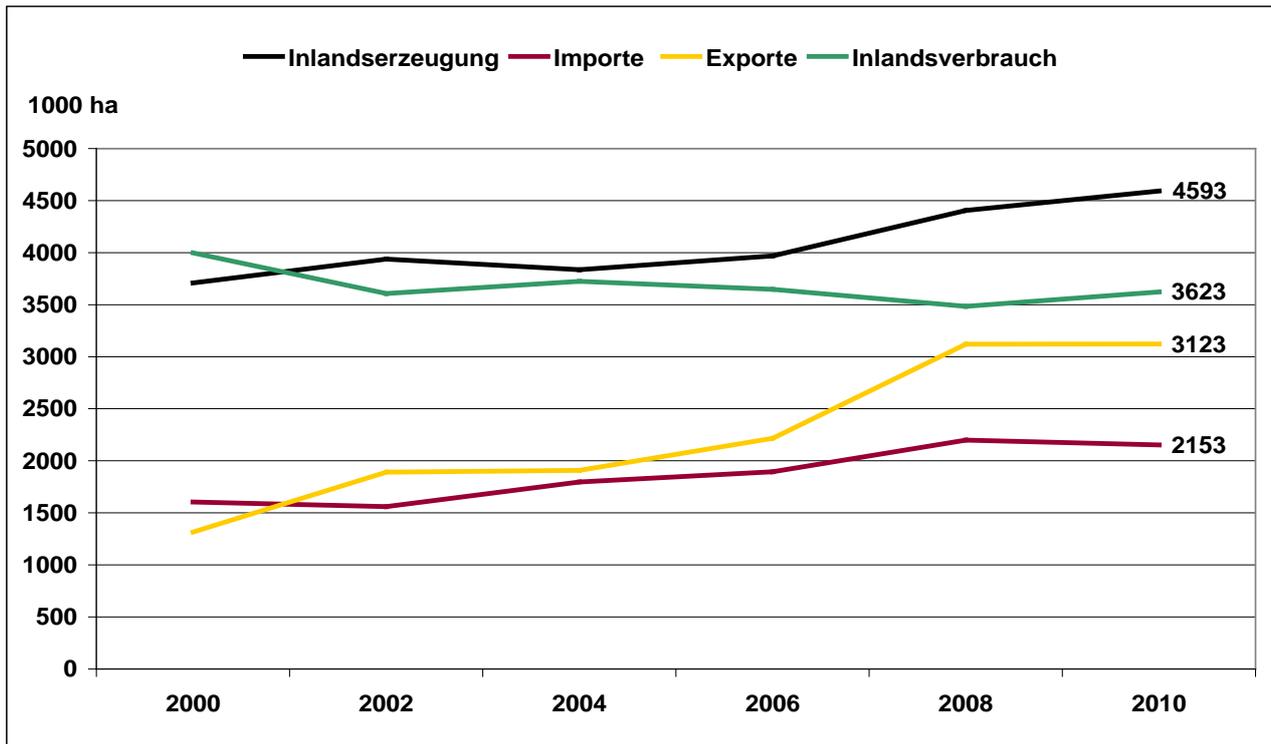
Die Inlandserzeugung von Wurstwaren ist um fast 10 % von 2,6 Mill. Tonnen auf 2,9 Mill. Tonnen gestiegen. Gleichzeitig vervierfachen sich die Exporte von Wurstwaren von 0,12 Mill. Tonnen (2000) auf 0,5 Mill. Tonnen (2010). Auch die Importe erhöhten sich von 0,13 auf 0,3 Mill. Tonnen. Der Inlandsverbrauch stieg leicht an von 2,6 Mill. Tonnen (2000) auf 2,7 Mill. Tonnen (2010).

Auch bei den Milcherzeugnissen ist in diesem Zeitraum ein starker Anstieg bei den Exporten (+ 32 %) und bei den Importen (+ 37 %) zu verzeichnen. Die Inlandserzeugung erhöhte sich um 12 %, der Inlandsverbrauch um 11 %.

Die Flächenbelegung der Erzeugnisse tierischen Ursprungs hat sich im Zeitraum 2000 bis 2010 ähnlich wie die Mengen verändert. Die Flächenbelegung von Fleisch, Wurstwaren, Milchprodukte und Eiern ist gestiegen, während es beim Inlandverbrauch nur geringe Veränderungen gegenüber 2000 gab.

Die Flächenbelegung für die inländische Erzeugung von Fleisch stieg im Zeitraum 2000 bis 2010 von 3,7 Mill. ha auf 4,6 Mill. ha (+ 23,8 %) (siehe Abbildung 3-33). Die Flächenbelegung des Inlandsverbrauchs sank dagegen um 9,4 % von 4,0 Mill. ha auf 3,6 Mill. ha. Ein besonders hohes Wachstum ist bei der Flächenbelegung der Exporte von Fleisch zu verzeichnen: diese stieg von 1,3 Mill. ha auf 3,1 Mill. ha (+ 137 %). Die Flächenbelegung der Importe stieg von 1,6 Mill. ha auf 2,1 Mill. ha (+ 34,1 %).

Abbildung 3-34: Flächenbelegung für Inlandserzeugung, Importe, Exporte und Inlandsverbrauch von Fleisch



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Tabelle 3-30 zeigt die Flächennutzung für die verschiedenen Arten von Erzeugnissen tierischen Ursprungs für die Inlandserzeugung, Importe und Exporte und den Inlandsverbrauch⁹². Die Flächenbelegung von Fleisch hat einen Anteil von 33,7 % an der gesamten Flächenbelegung der Inlandserzeugung. Bei den Importen und Exporten sind die Anteile mit 52,8 % und 55,8 % noch deutlich höher. Bei den Wurstwaren beträgt der Anteil bei der Inlandserzeugung 26,8 %, bei den Exporten und Importen 6,4 % und 8,8 %. Bei Milchprodukten liegen die Anteile der Flächenbelegung bei der Inlandserzeugung und den Importen und Exporten zwischen knapp 35 % und 37 %.

⁹² Die Ergebnisse weichen geringfügig von den Ergebnissen in Tabelle 3-26 ab, Näheres dazu siehe Abschnitt 4.5.1.

Tabelle 3-30: Flächenbelegung durch Erzeugnisse tierischen Ursprungs für Inlandserzeugung, Importe, Exporte und Inlandsverbrauch 2010

Merkmal	Fleisch	Wurst	Milchprodukte	Eier	Insgesamt
	in 1.000 ha				
Inlandserzeugung	4.593	3.647	5.020	371	13.632
Importe	2.153	261	1.427	235	4.076
Exporte	3.123	490	1.934	53	5.600
Inlandsverbrauch	3.623	3.418	4.513	554	12.108
	in Prozent von insgesamt				
Inlandserzeugung	33,7	26,8	36,8	2,7	100,0
Importe	52,8	6,4	35,0	5,8	100,0
Exporte	55,8	8,8	34,5	1,0	100,0
Inlandsverbrauch	29,9	28,2	37,3	4,6	100,0

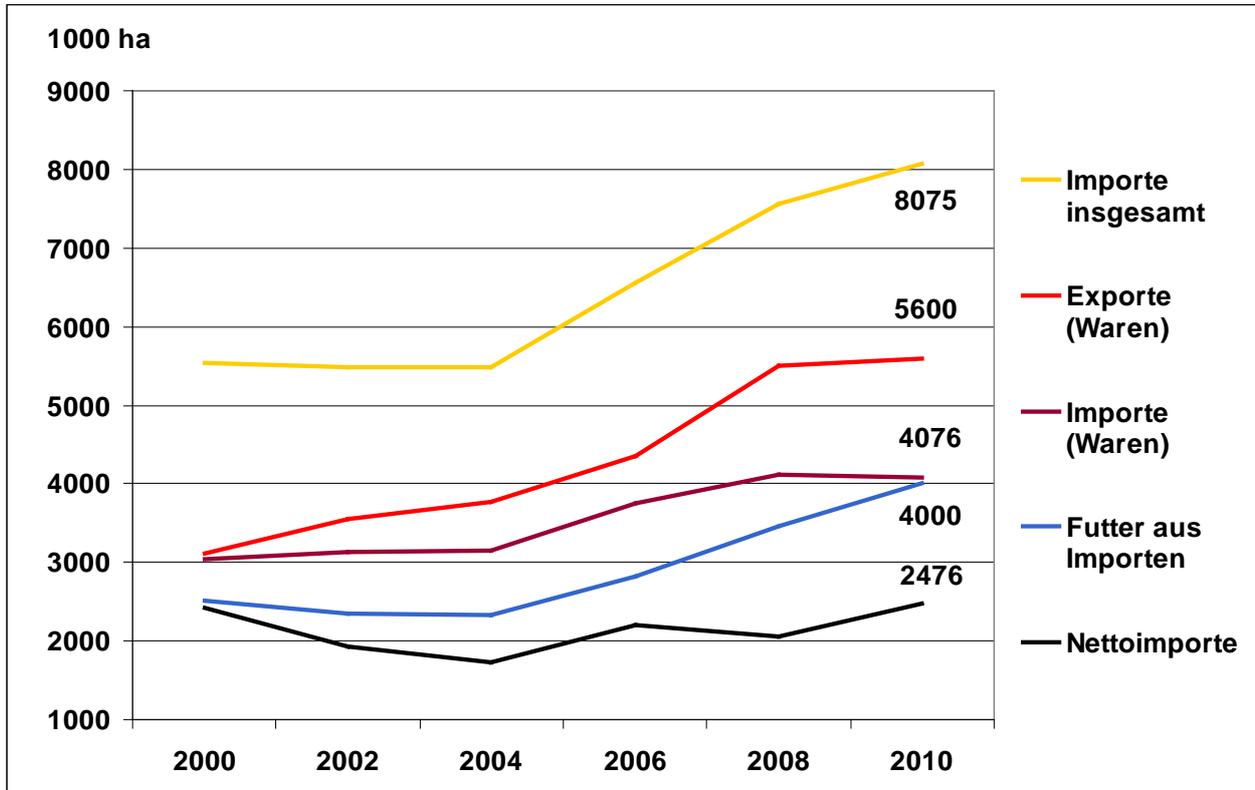
Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Flächenbelegung durch Importe und Exporte von Erzeugnissen tierischen Ursprungs

Bei der Betrachtung der Inlandserzeugung, Importe, Exporte und des Inlandsverbrauchs von Erzeugnissen tierischen Ursprungs wurde dargestellt, dass die Importe und Exporte im Zeitraum von 2000 bis 2010 stark gestiegen sind. Dieser kräftige Anstieg des Warenaustauschs mit Erzeugnissen tierischen Ursprungs wird im Folgenden näher betrachtet.

Abbildung 3-35 zeigt die Veränderung der Flächenbelegung für Futter und Erzeugnisse tierischen Ursprungs in Bezug auf die Im- und Exporte für die Jahre 2000 bis 2010. Es zeigt sich, dass trotz des hohen Anstiegs der Flächenbelegung für die Importe von Futtermitteln (+ 60 %) und von Erzeugnissen tierischen Ursprungs (+ 34,4 %) die Nettoimporte (2.430 Tsd. ha im Jahr 2000 zu 2.476 Tsd. ha im Jahr 2010) fast unverändert (+ 1,9 %) geblieben sind. Dies liegt daran, dass die Flächenbelegung der Exporte ebenfalls stark gestiegen ist (+ 80 %).

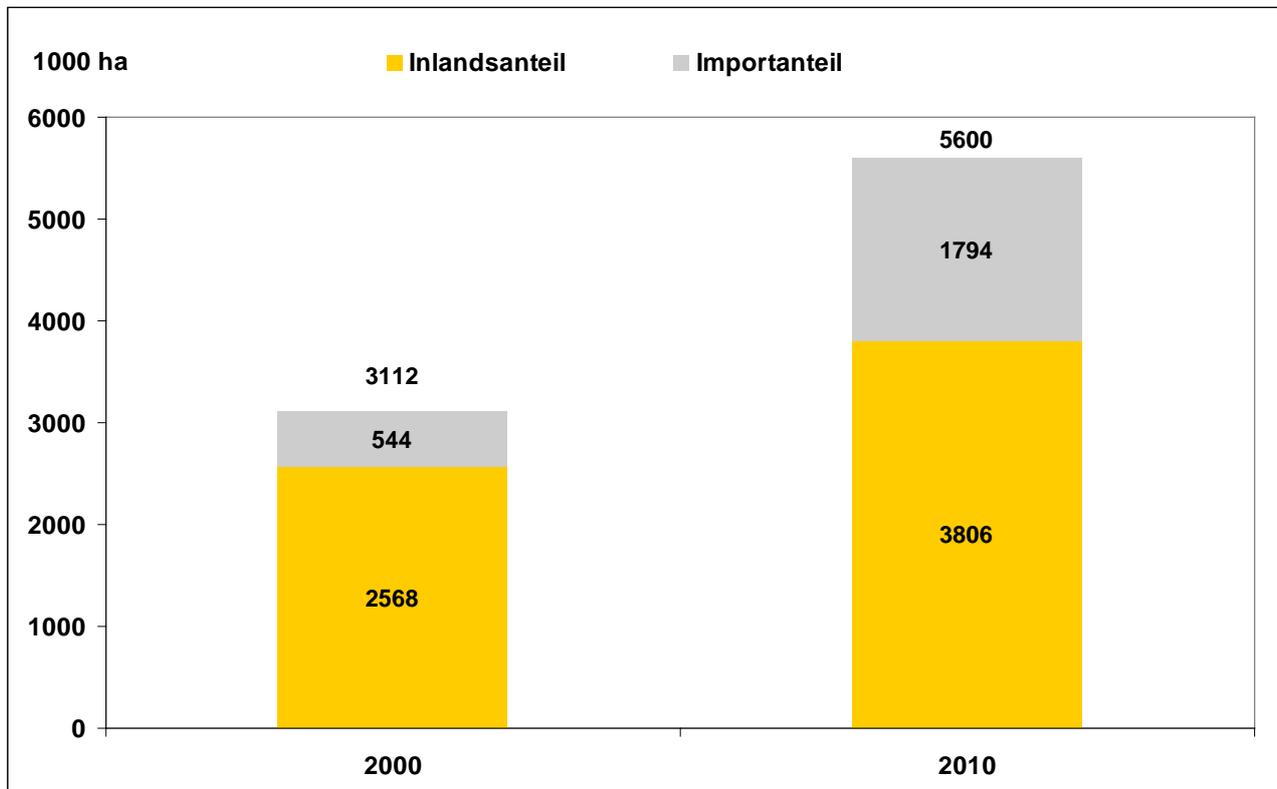
Abbildung 3-35: Flächenbelegung durch Importe von Futtermitteln und von Importen und Exporten von Erzeugnissen tierischen Ursprungs 2000 bis 2010



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Bei der Herstellung der Exportgüter werden verstärkt Importgüter eingesetzt. Abbildung 3-36 zeigt, wie sich der Importanteil bei der Flächenbelegung der Exporte zwischen 2000 und 2010 verändert hat. Im Jahr 2000 lag der Importanteil noch bei 17,5 % (544 Tsd. ha), im Jahr 2010 lag er um fünfzehn Prozentpunkte höher, bei nunmehr 32,0 % (1,8 Mill. ha). Die Flächennutzung für die Exporte stieg insgesamt von 3,1 Mill. ha (2000) auf 5,6 Mill. ha (2010).

Abbildung 3-36: Flächenbelegung durch Exporte von Erzeugnissen tierischen Ursprungs und Importanteile an den Exporten 2000 und 2010



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Flächennutzung pro Kopf

Anhand der Absolutgrößen der Flächennutzung für den Inlandsverbrauch kann die Flächennutzung pro Kopf ermittelt werden (siehe Tabelle 3-31). Diese betrug 2010 1.481 m² pro Kopf und ist damit gegenüber 2000 (1.508 m² pro Kopf) leicht zurückgegangen. Bei Fleisch sank der Pro-Kopf-Wert mit 8,9 % - von 486 m² auf 443 m² - stärker als der Gesamtwert.

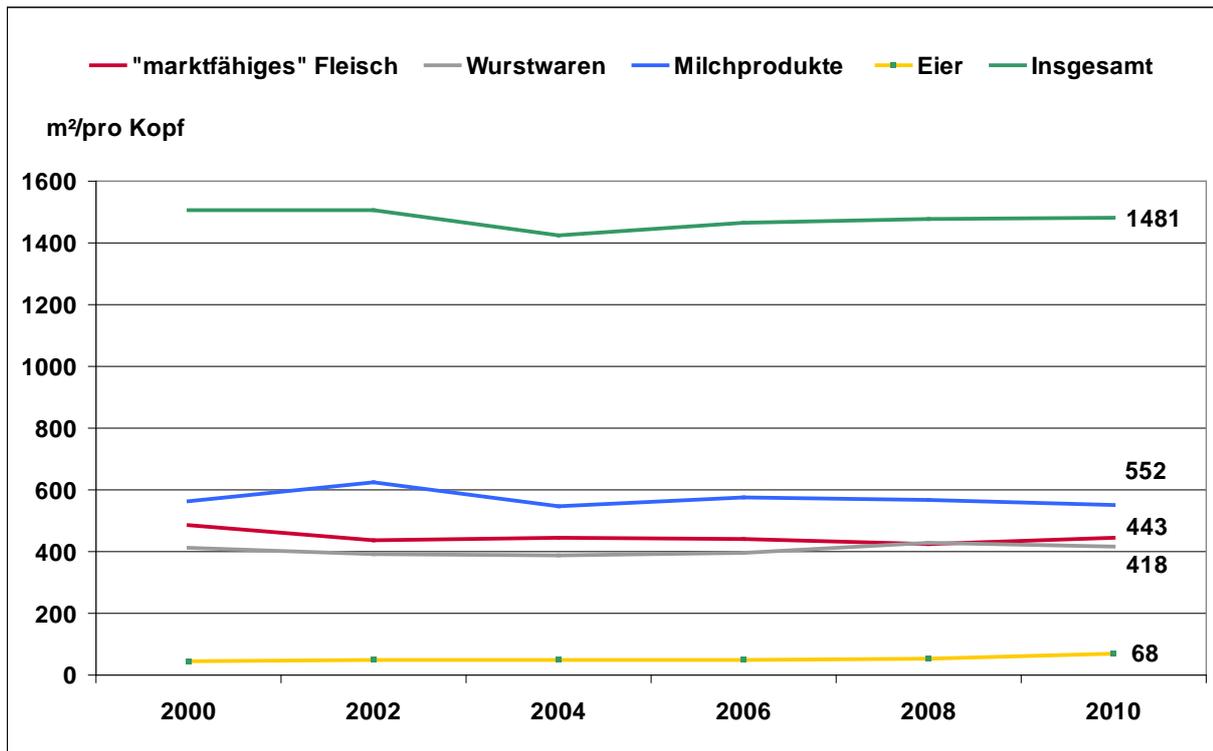
Tabelle 3-31: Flächenbelegung in m² pro Kopf für Erzeugnisse tierischen Ursprungs - Inlandsverbrauch

Erzeugnisse tierischen Ursprungs	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2010 zu 2000 in %
	m ² pro Kopf						
Fleisch	486	437	444	443	424	443	-8,9
Wurstwaren	413	392	389	397	430	418	1,3
Milchprodukte	562	625	545	578	569	552	-1,7
Eier ¹⁾	47	50	48	48	54	68	44,5
Insgesamt	1.508	1.504	1.426	1.466	1.477	1.481	-1,8

¹⁾ Für 2010 vorläufige Angaben.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Abbildung 3-37: Flächenbelegung pro Kopf für Erzeugnisse tierischen Ursprungs - Inlandsverbrauch -



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Von der gesamten Flächenbelegung des Inlandsverbrauchs von Erzeugnissen tierischen Ursprungs entfielen 2010 37 % auf Milchprodukte, 30 % auf Fleisch, 28 % auf Wurstwaren und knapp 5 % auf Eier. Aus Umweltsicht ist die spezifische Flächennutzung der tierischen und pflanzlichen Erzeugnisse von großer Bedeutung. In Tabelle 3-32 wird die Flächennutzung für ausgewählte Ernährungsgüter in Bezug auf die erzeugte Menge und den Kaloriengehalt der Produkte gezeigt.

Tabelle 3-32: Flächennutzung ausgewählter Erzeugnisse tierischen und pflanzlichen Ursprungs *)

Produkt	m ² / kg ¹⁾	m ² / 1.000 kcal ²⁾
Rindfleisch	33,1	13,7
Schweinefleisch	9,1	4,0
Hühnerfleisch	5,8	2,6
Schaf/Ziegenfleisch	15,0	7,7
Trinkmilch	1,4	2,3
Butter	34,3	4,6
Käse (Hart-, Schnitt-, Weich-)	11,2	3,4
Eier	3,8	2,4
Kartoffeln	0,3	0,3
Brot	1,9	0,9

*) Inlandserzeugung.

¹⁾ Durchschnittswert 2000 bis 2010. ²⁾ Umrechnung in Kalorien mit Angaben aus www.kalorientabelle.net

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Die höchste Flächennutzung in Bezug auf das Produktgewicht hat Butter (34,3 m²/kg), gefolgt von Rindfleisch (33,1 m²/kg) und Schaf- und Ziegenfleisch (15,0 m²/kg). Butter hat einen hohen Milchfettgehalt von über 80 % und zu ihrer Herstellung werden große Mengen an Milch mit einem entsprechend hohen Flächenbedarf eingesetzt. Käse hat eine Flächenbelegung von 11,2 m²/kg, Schweinefleisch von 9,1 m²/kg. Die Erzeugnisse pflanzlichen Ursprungs haben einen sehr viel geringeren spezifischen Flächenabdruck als die Erzeugnisse tierischen Ursprungs. Brot hat beispielsweise einen Flächenabdruck von 1,9 m²/kg, Kartoffeln von nur 0,3 m²/kg.

Ein Vergleich der spezifischen Flächenbelegung ist in Bezug auf den Nährwertgehalt der Lebensmittel aussagefähiger als in Bezug auf ihr Gewicht. Dadurch ist es möglich, die für die Ernährung einer Person benötigte Fläche – auch nach unterschiedlichen Ernährungsstilen – anzugeben⁹³. Nährwertangaben für Lebensmittel werden in Kalorien vorgenommen. Tabelle 3-32 zeigt in Spalte 2 die entsprechenden Angaben.

Gemessen in m²/1.000 kcal ist die Flächenbelegung für die tierischen Erzeugnisse sehr viel höher als für die rein pflanzlichen Erzeugnisse. Für den Verbrauch von Tausend Kilokalorien Rindfleisch werden 13,7 m² Fläche belegt, für den Verbrauch von Kartoffeln nur 0,3 m². Würde eine Frau mittleren Alters mit einem Kalorienbedarf⁹⁴ von ungefähr 2.300 kcal täglich sich ein Jahr lang ausschließlich von Schweinefleisch ernähren, würde eine Fläche von 0,3 Hektar (3.000 m²) pro Jahr benötigt. Bei einer rein vegetarischen Ernährung - z. B. mit Kartoffeln – entsteht dagegen nur ein Flächenbedarf von 220 m² pro Jahr. Das ist weniger als ein Zehntel der Flächenbelegung von Schweinefleisch. Die Art der Ernährung hat damit einen erheblichen Einfluss auf die gesamte für Ernährungszwecke benötigte Fläche⁹⁵.

3.5.2 Flächennutzung von Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs für Ernährungszwecke

Importe

Die mengenmäßigen Importe von Agrarrohstoffen und Ernährungsgütern pflanzlichen Ursprungs nach Deutschland sind zwischen 2000 und 2010 um 36 % von 40,3 Mill. Tonnen auf 54,8 Mill. Tonnen gestiegen (siehe Tabelle 3-33 und Abbildung 3-38). Besonders hohe Zuwächse waren bei Getreide (+ 124,5 %), tierischen und pflanzlichen Fetten und Ölen (+ 106,4 %) und Getränken (+ 94,0 %) zu beobachten.

⁹³ In Körber von, K. u.a. (2009) werden die Ergebnisse einer Reihe von Fallstudien zum Flächenbedarf verschiedener Ernährungsweisen vorgestellt. Siehe Seite 180 f.

⁹⁴ Angaben von <http://stichwort-gesund.de/ernaehrung/wieviele-kalorien-sollte-man-pro-tag-zu-sich-nehmen/>

⁹⁵ Körber von u.a. (2009) mit Verweis auf eine Studie von Gerbens-Leenes, P.W; Nonhebel, S. und Ivens, W.P. „Consumption patterns and their effects on land requirements relating to food consumption patterns. Ecological Economics 42, Seite 185 bis 199: „Wenn sich die Ernährungsgewohnheiten in Entwicklungsländern denen in westlichen Ländern angleichen würden, würde der weltweite Flächenbedarf dort gewaltig ansteigen, nämlich auf das 2- bis 3-fache. Diese Wirkung wäre sogar größer als durch den Anstieg der Weltbevölkerung“. Seite 186.

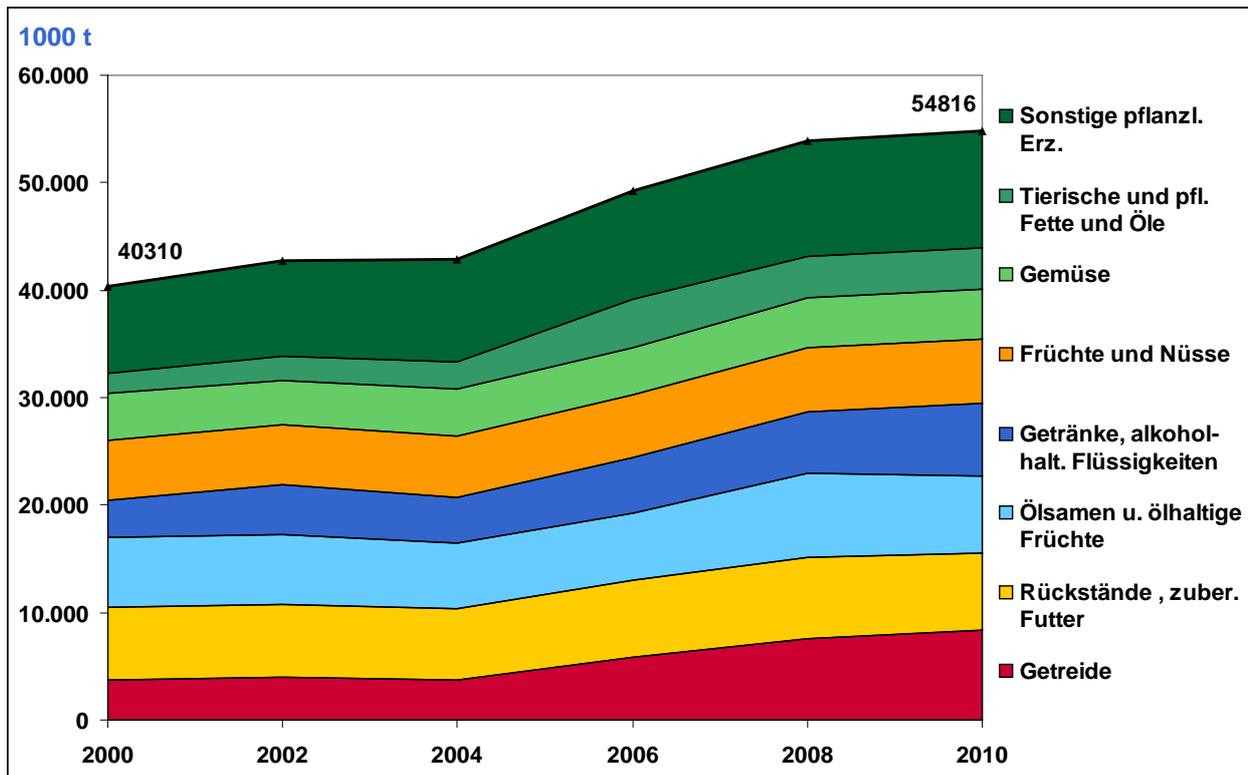
Tabelle 3-33: Importe von Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs 2000 und 2010 in 1.000 Tonnen

WA ¹⁾	Bezeichnung	2000	2010		2010 zu 2000 %
		1.000 t	%		
07	Gemüse	4.350	4.724	8,6	8,6
08	Früchte und Nüsse	5.597	5.854	10,7	4,6
09	Kaffee, Tee, Gewürze	910	1.359	2,5	49,4
10	Getreide	3.731	8.375	15,3	124,5
11	Müllereierzeugnisse	740	907	1,7	22,4
12	Ölsamen u. ölhaltige Früchte	6.497	7.136	13,0	9,8
15	Tierische und pflanzliche Fette und Öle	1.884	3.888	7,1	106,4
17	Zucker und Zuckerwaren	1.281	1.705	3,1	33,1
18	Kakao und Zubereitungen aus Kakao	684	1.059	1,9	54,9
19	Zubereitungen aus Getreide	931	1.510	2,8	62,3
20	Zubereitungen von Gemüse, Früchte u.a.	3.007	3.427	6,3	14,0
21	Verschiedene Lebensmittelzubereitungen.	445	849	1,5	91,0
22	Getränke, alkoholhaltige Flüssigkeiten	3.507	6.802	12,4	94,0
23	Rückstände der Lebensmittelindustrie, zubereitetes Futter	6.746	7.221	13,2	7,0
	Insgesamt	40.310	54.816	100,0	36,0

¹⁾ Kapitel des Warenverzeichnisses der Außenhandelsstatistik.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

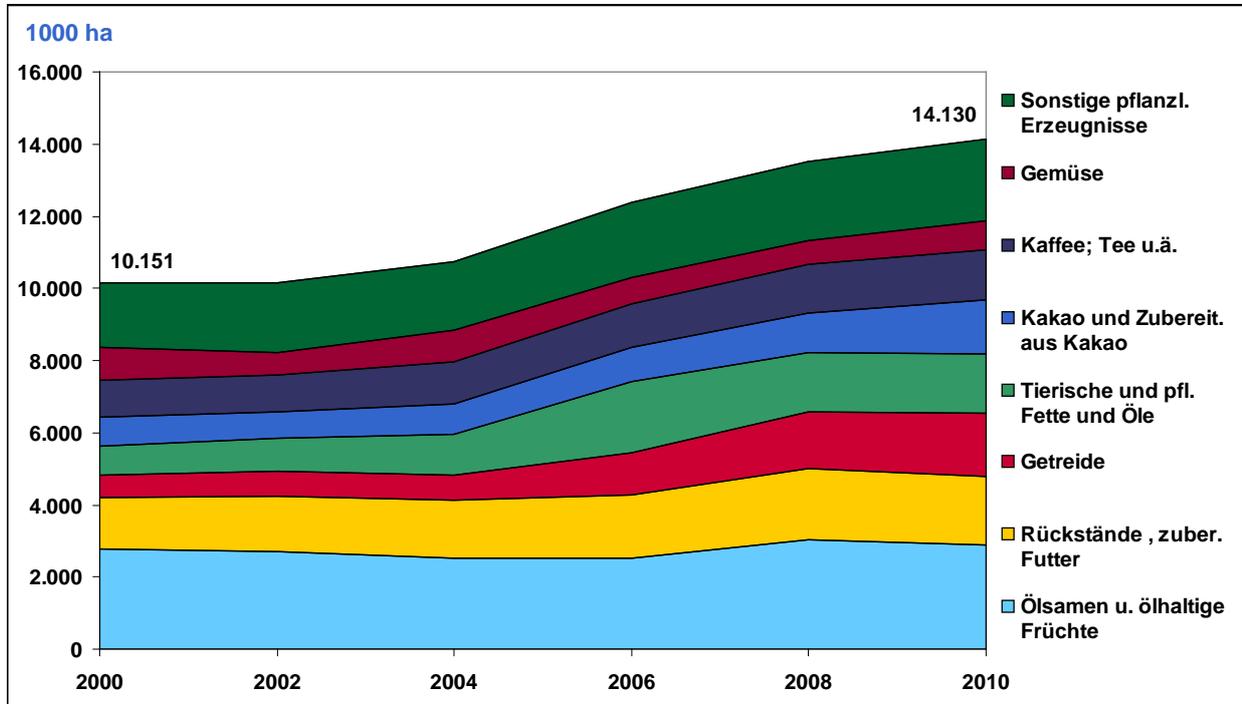
Abbildung 3-38: Importe von Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs für Ernährung 2000 bis 2010 in 1.000 Tonnen



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Bei der Herstellung der Importgüter werden im jeweiligen Herkunftsland Flächen belegt. Abbildung 3-39 zeigt die Flächenbelegung der importierten pflanzlichen Agrarerzeugnisse im Zeitraum 2000 bis 2010.

Abbildung 3-39: Flächenbelegung von importierten pflanzlichen Agrarerzeugnissen 2000 - 2010



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Im Jahr 2010 wurde die größte Fläche von Ölsamen und ölhaltigen Früchten belegt, gefolgt von „Rückstände und Abfälle der Lebensmittelindustrie, zubereitetes Futter“ und „Getreide“ (siehe Tabelle 3-34). Diese Erzeugnisse stehen auch bei den Importmengen an den ersten drei Stellen.

Tabelle 3-34: Flächenbelegung durch importierte pflanzliche Erzeugnisse für Ernährungszwecke 2000 und 2010

WA	Bezeichnung	2000	2010		2010 zu 2000 %
		1.000 ha		%	
07	Gemüse	922	823	5,8	-10,7
08	Früchte und Nüsse	492	531	3,8	7,9
09	Kaffee, Tee, Gewürze	1.024	1.386	9,8	35,3
10	Getreide	607	1.723	12,2	183,8
11	Müllereierzeugnisse	184	176	1,2	-4,0
12	Ölsamen u. ölhaltige Früchte	2.777	2.876	20,4	3,6
15	Tierische und pflanzliche Fette und Öle	805	1.668	11,8	107,3
17	Zucker und Zuckerwaren	23	30	0,2	34,2
18	Kakao und Zubereitungen aus Kakao	784	1.479	10,5	88,5
19	Zubereitungen aus Getreide	230	390	2,8	69,4
20	Zubereitungen von Gemüse, Früchte u.a.	405	506	3,6	25,0
21	Verschiedene Lebensmittelzubereitungen.	4	10	0,1	180,9
22	Getränke, alkoholhaltige Flüssigkeiten	454	608	4,3	34,0
23	Rückstände der Lebensmittelind., zubereitetes Futter	1.441	1.923	13,6	33,4
	Insgesamt	10.151	14.130	100,0	39,2

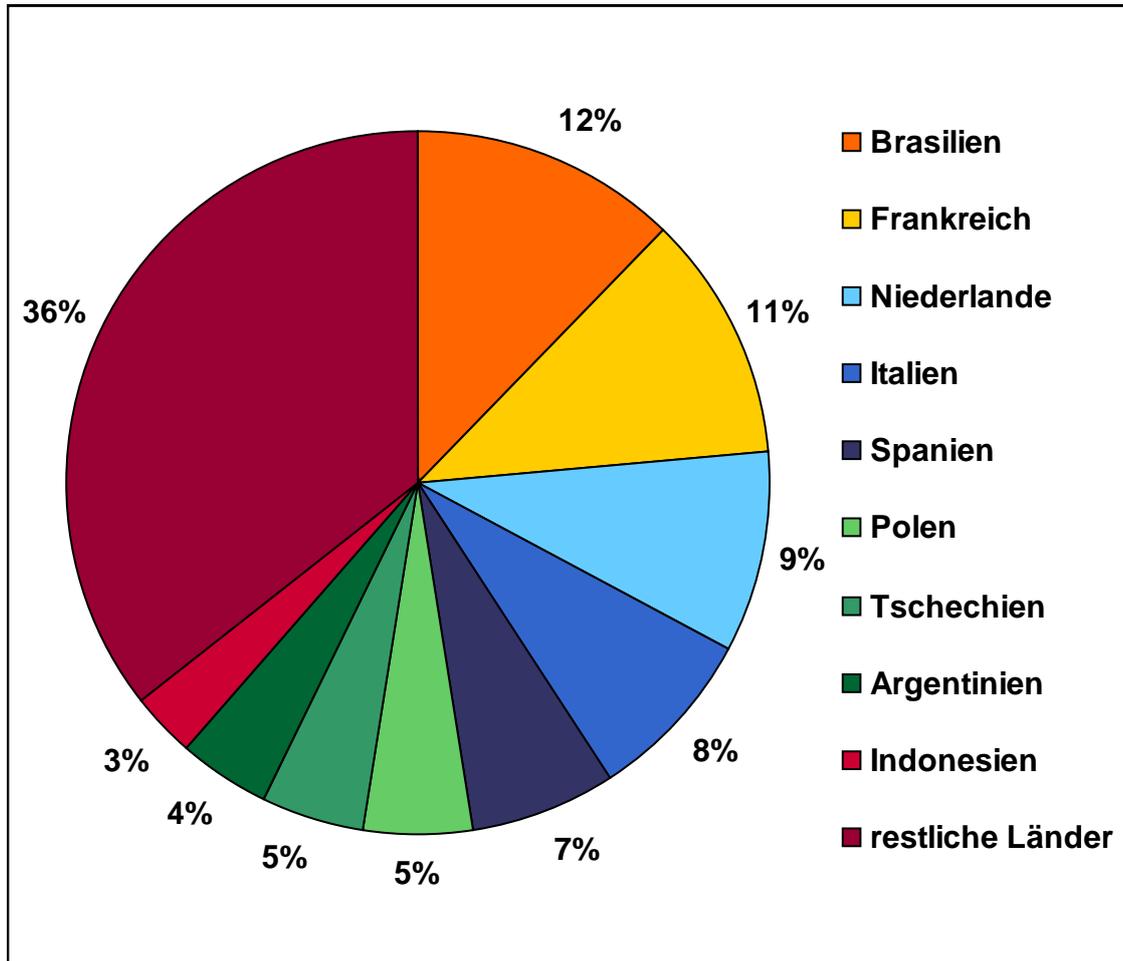
Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Die gesamte Flächenbelegung durch die Importe ist zwischen 2000 und 2010 von 10,2 Mill. ha auf 14,1 Mill. ha, d.h. um 39,2 % gestiegen. Besonders hohe Zuwächse verzeichneten – neben der quantitativ unbedeutenden Position „verschiedene Lebensmittelzubereitungen“ - vor allem Getreide (+ 183,8 %), tierische und pflanzliche Fette und Öle (+ 107,3 %) und Kakao und Zubereitungen aus Kakao (+ 88,5 %).

Der hohe Anstieg der Flächenbelegung bei den Importen steht in engem Zusammenhang mit dem Exportwachstum. Bei der Herstellung von pflanzlichen Exporterzeugnissen – wie beispielsweise von Getränken (Säften) – werden zu einem großen Teil importierte Erzeugnisse verwendet. Der Anteil beträgt bei der Flächenbelegung fast die Hälfte der gesamten Flächenbelegung der Exporte (3,3 Mill. ha von 7,1 Mill. ha im Jahr 2010, siehe Tabelle 3-26). Außerdem sind bei bestimmten Genussmitteln wie „Kaffee und Tee“ und „Zubereitungen aus Kakao“ (Schokoladenerzeugnisse) beträchtliche Mengen- und Flächenzuwächse zu verzeichnen, die auf den gestiegenen Inlandsverbrauch dieser Erzeugnisse zurückgehen⁹⁶.

⁹⁶ Auf den hohen Flächenbedarf der in Europa üblichen „Wohlstandskost“, insbesondere der Verzehr von Genussmitteln wie Kekse, Schokolade, Alkohol und Kaffee, wird in Körber von u.a. (2009) auf Seite 180 hingewiesen.

Abbildung 3-40: Importe von pflanzlichen Erzeugnissen 2010 nach Ländern (1.000 Tonnen) -
Anteile in Prozent -



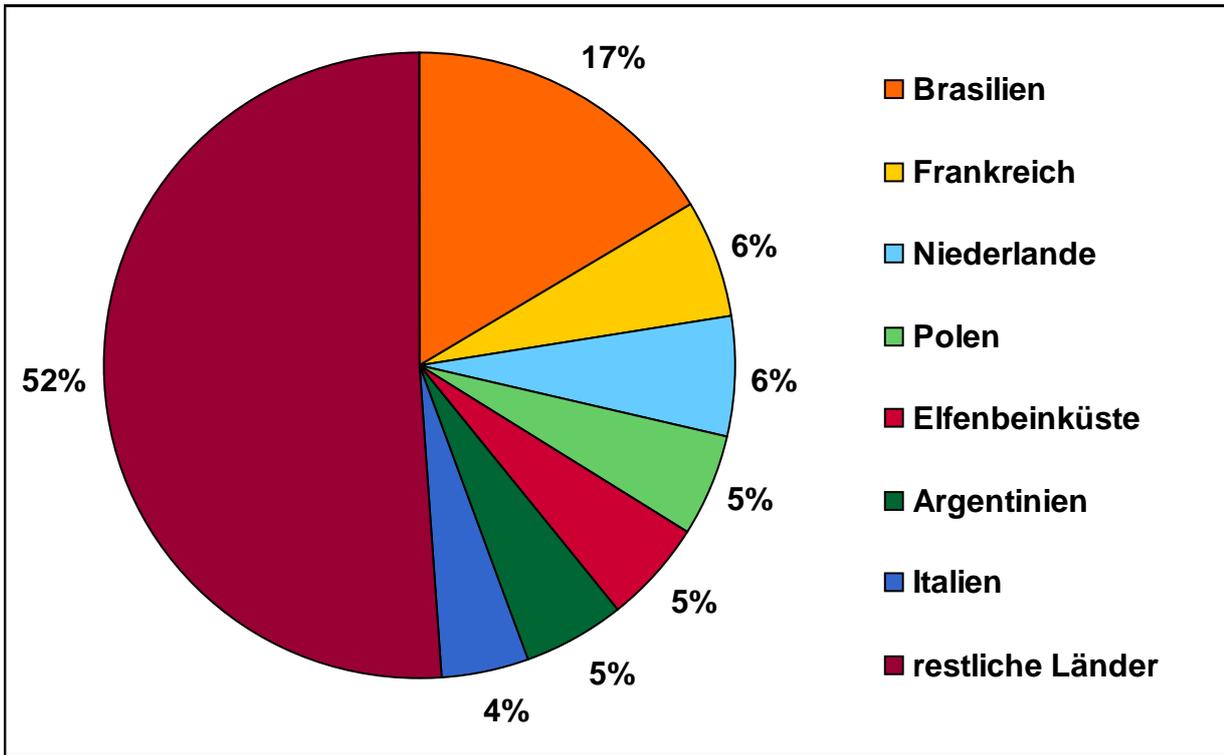
Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Die wichtigsten Herkunftsländer der Importgüter waren im Jahr 2010 Brasilien (12 %), Frankreich (11 %) und die Niederlande (9 %) (siehe Abbildung 3-39). Alleine auf die Einfuhren aus diesen drei Ländern entfielen 30 % der gesamten Einfuhren. Bei den Importen aus Brasilien handelt es sich vor allem um „Ölsamen und ölhaltige Früchte“ und „Rückstände der Lebensmittelindustrie, zubereitetes. Futter“, bei Frankreich um „pflanzliche Fette und Öle“. Aus den Niederlanden führt Deutschland bei den pflanzlichen Erzeugnissen hauptsächlich „Getreide“ und „pflanzliche Fette und Öle“ ein.

Auch bei der Flächenbelegung liegen die oben angeführten Länder auf den drei Spitzenplätzen (siehe Abbildung 3-41). Nach Polen folgt hier bereits die Elfenbeinküste mit einem Anteil von 5,3 % an der gesamten Flächenbelegung⁹⁷.

⁹⁷ Die Berechnung der Flächenbelegung nach einzelnen Ländern wurde ohne die Zuschätzungen durchgeführt.

Abbildung 3-41: Flächenbelegung von pflanzlichen Erzeugnissen 2010 nach Ländern (in Prozent)

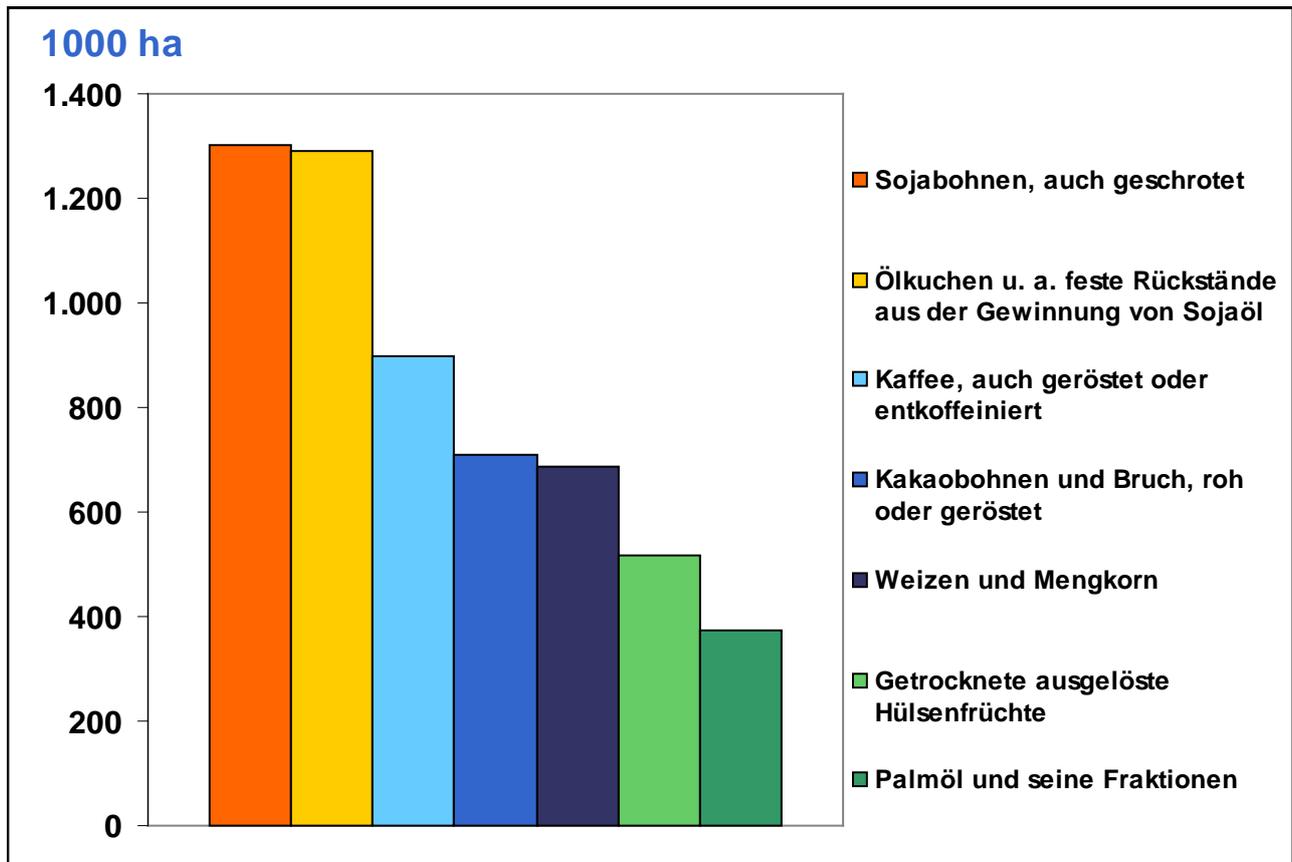


Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Die hohe Flächenbelegung in der Elfenbeinküste liegt an den Anbauflächen für die Kakaopflanze. Diese benötigt in Relation zu dem Gewicht der Kakaobohnen und der verarbeiteten Produkte (Kakaomasse und -butter) relativ große Anbauflächen. Auch bei den absoluten Anbauflächen stehen „Kakaobohnen und Kakaomasse“ an vierter Stelle der flächenintensivsten Produkte⁹⁸ (siehe Abbildung 3-42).

⁹⁸ Produkte in der Abgrenzung der Viersteller des Warenverzeichnisses der Außenhandelsstatistik.

Abbildung 3-42: Flächenbelegung durch Importe von pflanzlichen Erzeugnissen 2010*)



*) Nach ausgewählten Vierstellern des Warenverzeichnisses der Außenhandelsstatistik.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Die größte Anbaufläche entfiel bei den importierten pflanzlichen Erzeugnissen mit rund 1,3 Mill. ha auf den Anbau der importierten Sojabohnen. Es folgt die Anbaufläche, die bei der Herstellung der importierten Sojakuchen benötigt wird (1,3 Mill. ha). Zusammen sind dies bereits rund 24 % der gesamten Flächenbelegung der Importe.

Weitere bedeutende Flächen werden durch die Importe von Kaffee (0,9 Mill. ha) und Kakaobohnen (0,7 Mill. ha) belegt.

Exporte

Die wichtigsten Exportgüter Deutschlands im Bereich der Erzeugnisse pflanzlichen Ursprungs sind „Getreide“, „Rückstände und Abfälle der Lebensmittelindustrie, zubereitetes Futter“ und „Getränke und alkoholhaltige Flüssigkeiten“ (siehe Tabelle 3-35 und Abbildung 3-43). Bei der zuletzt genannten Position ist das Mineralwasser (ohne Zusätze) mit 5,5 Mill. Tonnen (2010) enthalten. Diesem Gut wird keine Fläche zugerechnet.

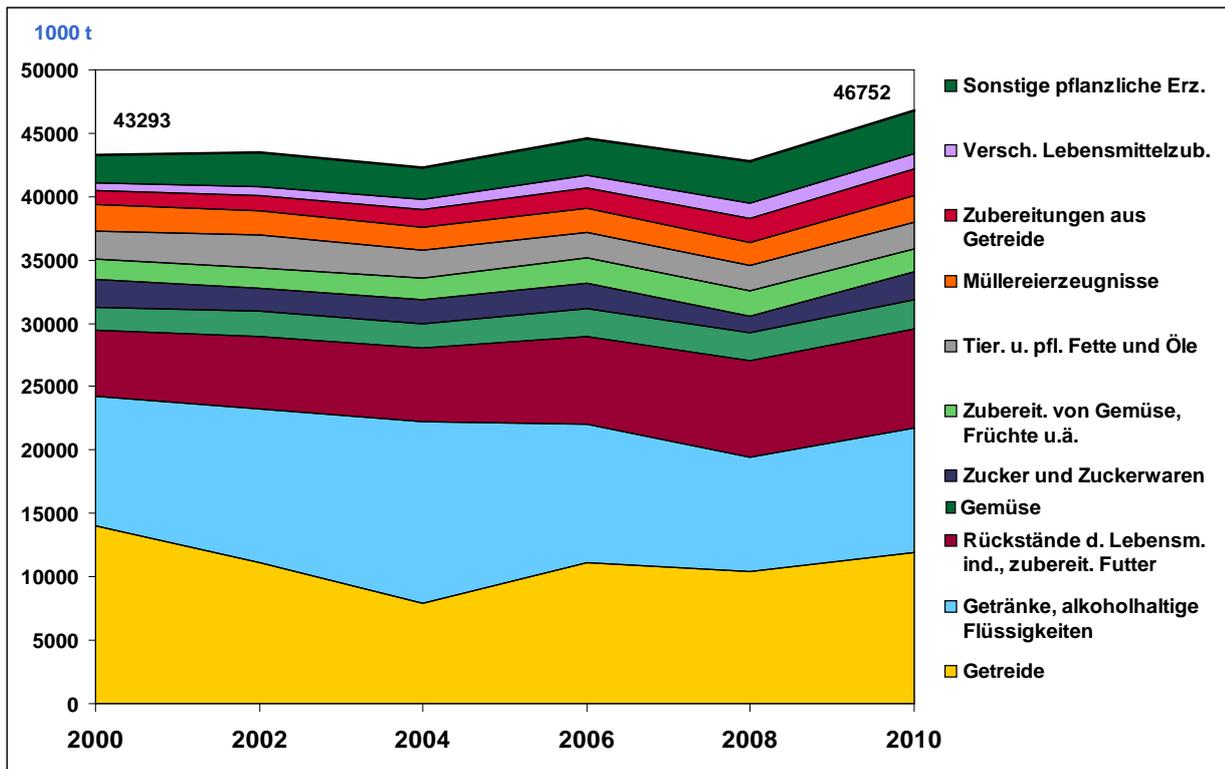
Tabelle 3-35: Exporte von Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs 2000 und 2010 (1.000 Tonnen)

WA ¹⁾	Bezeichnung	2000	2010		2010 zu 2000 %
		1.000 t		%	
07	Gemüse	1.805	2.245	4,8	24,4
08	Früchte und Nüsse	401	960	2,1	139,7
09	Kaffee, Tee, Gewürze	236	594	1,3	151,5
10	Getreide	14.073	11.902	25,5	-15,4
11	Müllereierzeugnisse	2.052	2.079	4,4	1,3
12	Ölsamen u. ölhaltige Früchte	1.161	889	1,9	-23,4
15	Tierische und pflanzliche Fette und Öle	2.254	2.138	4,6	-5,2
17	Zucker und Zuckerwaren	2.202	2.211	4,7	0,4
18	Kakao und Zubereitungen aus Kakao	457	902	1,9	97,2
19	Zubereitungen aus Getreide	1.098	2.050	4,4	86,6
20	Zubereitungen von Gemüse, Früchte u.a.	1.545	1.835	3,9	18,8
21	Verschiedene Lebensmittelzubereitungen.	605	1.268	2,7	109,7
22	Getränke, alkoholhaltige Flüssigkeiten	10.148	9.881	21,1	-2,6
23	Rückstände der Lebensmittelindustrie, zubereitetes Futter	5.257	7.800	16,7	48,4
	Insgesamt	43.293	46.752	100,0	8,0

1) Warenverzeichnis der Außenhandelsstatistik.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Außenhandelsstatistik.

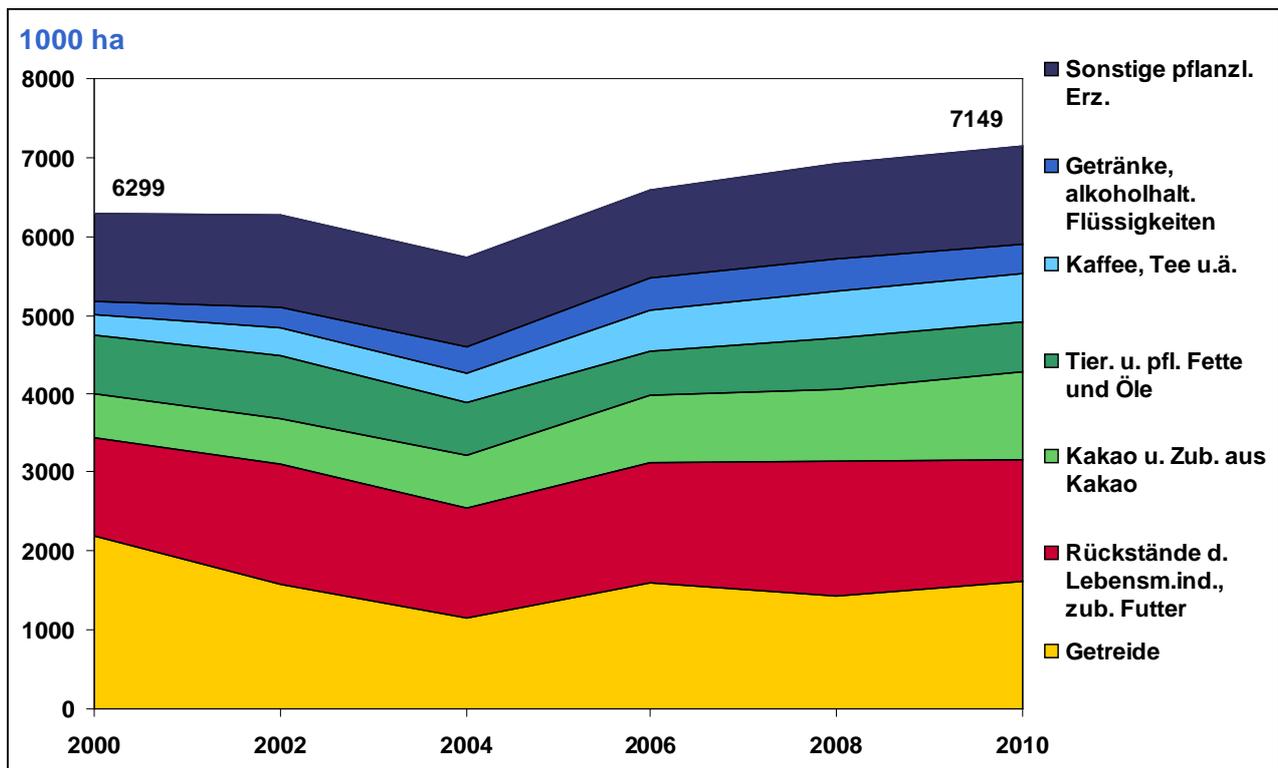
Abbildung 3-43: Exporte von pflanzlichen Erzeugnissen für Ernährungszwecke 2000 bis 2010 (1.000 Tonnen)



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Abbildung 3-44 zeigt die gesamte Flächenbelegung für die exportierten Erzeugnisse pflanzlichen Ursprungs. Diese betrug 2010 7,1 Mill. ha. Sie setzt sich zusammen aus der dementsprechenden Flächenbelegung im Inland (2010: 3,8 Mill. ha) und der Flächenbelegung im Ausland. Dabei handelt es sich um die Flächenbelegung durch die nach Deutschland importierten Güter, die bei der Herstellung der Exportgüter verwendet werden (2010: 3,3 Mill. ha). Fast die Hälfte der Flächenbelegung der Exportgüter (2010: 45,9 %) erfolgte im Ausland. Bei bestimmten Erzeugnissen wie „Kaffee, Tee“ beträgt die Flächenbelegung im Ausland 100 Prozent. Auch bei Kakao und Kakaoerzeugnissen wie Schokolade findet die Flächenbelegung überwiegend im Ausland statt. Der Importanteil beträgt hier 2010 69 %.

Abbildung 3-44: Flächenbelegung von exportierten Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs für Ernährungszwecke 2000 bis 2010 (1.000 Hektar)



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Die höchste Flächenbelegung der Exporte erfolgte 2010 durch Getreide (22,7 %), gefolgt von „Rückstände der Lebensmittelindustrie und zubereitetes Futter“ (21,3 %) und „Kakao und Zubereitungen aus Kakao“ (siehe Tabelle 3-36).

Tabelle 3-36: Flächenbelegung der Exporte von Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs 2000 und 2010

WA	Bezeichnung	2000	2010		2010 zu 2000 %
		1.000 ha		%	
07	Gemüse	71	78	1,1	9,7
08	Früchte und Nüsse	25	35	0,5	41,6
09	Kaffee, Tee, Gewürze	253	618	8,6	144,4
10	Getreide	2.192	1.623	22,7	-26,0
11	Müllereierzeugnisse	306	292	4,1	-4,6
12	Ölsamen u. ölhaltige Früchte	356	249	3,5	-30,0
15	Tierische und pflanzliche Fette und Öle	762	630	8,8	-17,2
17	Zucker und Zuckerwaren	26	24	0,3	-6,4
18	Kakao und Zubereitungen aus Kakao	551	1.145	16,0	107,8
19	Zubereitungen aus Getreide	109	184	2,6	68,9
20	Zubereitungen von Gemüse, Früchte u.a.	87	119	1,7	37,5
21	Verschiedene Lebensmittelzubereitungen.	150	263	3,7	75,6
22	Getränke, alkoholhaltige Flüssigkeiten	163	366	5,1	123,6
23	Rückstände der Lebensmittelindustrie, zubereitetes Futter	1.250	1.524	21,3	22,0
	Insgesamt	6.299	7.149	100,0	13,5
	darunter durch importierte Vorprodukte	2.352	3.279		39,4
	<i>in Prozent von insgesamt</i>	37,3	45,9		

Besonders hohe Zuwächse bei der Flächenbelegung verzeichneten „Kaffee, Tee“ (+ 144 %), „Getränke und alkoholhaltige Flüssigkeiten“ (+ 124 %) und „Kakao und Zubereitungen aus Kakao“ (+ 108 %).

4 Berechnungsmethoden

4.1 Direkter Energieverbrauch und direkte CO₂-Emissionen

4.1.1 Direkter Energieverbrauch der privaten Haushalte im Bereich „Wohnen“

Um die direkten Belastungen der Umwelt durch den Energieverbrauch der privaten Haushalte genauer beschreiben und analysieren zu können, wird der Energieverbrauch für die Aktivität „Wohnen“ auf Anwendungsbereiche aufgeteilt. Bei der Aufteilung des gesamten Energieverbrauchs auf Anwendungsbereiche wird auf die vom Rheinisch-Westfälischen Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) erstellten Anwendungsbilanzen zurückgegriffen⁹⁹. In Anlehnung an die dortige Klassifizierung der Anwendungsbereiche wird folgende Unterteilung vorgenommen:

- Raumwärme (Heizen, Klimaanlage)
- Warmwasser (nur für hygienische Zwecke)
- Sonstige Prozesswärme (Kochen, Warmwasseraufbereitung in Geschirrspülern, Waschmaschinen)
- Mechanische Energie (Kühlen, Gefrieren, Antrieb von Elektrogeräten, Information und Kommunikation¹⁰⁰)
- Beleuchtung.

In den Anwendungsbilanzen werden acht Energieträger unterschieden. Damit ist die Gliederung – im Bereich der Kohlen – im Vergleich zu den Auswertungstabellen der AG Energiebilanzen etwas aggregierter. Dort werden 13 Energieträger, darunter vier Kohlearten, nachgewiesen¹⁰¹.

Die Angaben in den Anwendungsbilanzen werden vom RWI auf die Eckwerte der Auswertungstabellen abgestimmt¹⁰². Vor einer weiteren Verwendung dieser Angaben werden Anpassungen vorgenommen, um den Energieverbrauch für eine längere Periode (1995 bis 2011) untersuchen zu können. Die ersten beiden Anpassungen betreffen die Abgrenzung des Energieverbrauchs. Die dritte Anpassung erfolgt zur Ausschaltung der Temperatureinflüsse auf den zeitlichen Verlauf der Angaben zur Heizenergie.

⁹⁹ Ab dem Berichtsjahr 2008 wurden Anwendungsbilanzen vom RWI in Zusammenarbeit mit FORSA, Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. erstellt. Siehe RWI (2011). Diese Anwendungsbilanzen liegen bis zum Berichtsjahr 2010 vor und werden von der AG Energiebilanzen veröffentlicht: <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=255>
Anwendungsbilanzen für frühere Berichtsjahre – 1996 bis 2007 - wurden von der Projektgruppe „Nutzenergiebilanzen“ des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW – vormals VDEW) erstellt und veröffentlicht. Siehe AGEB/BDEW (1990 bis 2007): „Endenergieverbrauch in Deutschland“ (verschiedene Jahrgänge).

¹⁰⁰ Bei der näheren Analyse des Stromverbrauchs werden auch die getrennt vorliegenden Angaben des RWI zum Verbrauch im Bereich „Information und Kommunikation“ herangezogen.

¹⁰¹ Siehe AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen: <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=139>

¹⁰² Siehe Rheinisch Westfälisches Institut ((RWI (2011)), Seite 15.

Zunächst erfolgt eine Bereinigung des Energieverbrauchs in Hinblick auf beheizte Gewerbeflächen in Wohnhäusern¹⁰³. Hier ging der VDEW davon aus, dass die Energiebilanz den Energieverbrauch für Haushalte erhöht ausweist, da hier Gewerbeflächen von Selbständigenhaushalten vollständig den privaten Haushalten zugerechnet werden. Der Energieverbrauch dieser Flächen muss aber – entsprechend den Konzepten der UGR - den tatsächlichen Verbrauchern, hier dem Bereich „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“, zugeordnet werden. Diese Bereinigung erfolgt ausschließlich beim Heizöl.

Die zweite Anpassung erfolgt ebenfalls beim Heizöl. Hier beziehen sich die Angaben in den Auswertungstabellen auf die Lieferungen an private Haushalte. Diese entsprechen oftmals nicht dem tatsächlichen Verbrauch der Haushalte. Die Käufe der Haushalte werden auch von den Einkaufspreisen beeinflusst. Beim Heizöl ist den Haushalten in gewissen Grenzen eine – wechselnde – Vorratshaltung möglich. Da bei der weiteren Analyse der Verbrauch der Haushalte analysiert werden soll, werden Schätzungen zur Vorratshaltung vorgenommen und die Ursprungswerte entsprechend bereinigt¹⁰⁴.

Nach diesen Anpassungen wird eine Temperaturbereinigung des Energieverbrauchs vorgenommen. Diese ist erforderlich, um eine Analyse des Energieverbrauchs für einen längeren Zeitraum unabhängig von den Temperatureinflüssen vornehmen zu können¹⁰⁵.

Bei der Temperaturbereinigung werden für 9 Wetterstationen Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes (DW) herangezogen^{106 107}. Für diese Wetterstationen werden monatliche und jährliche Gradtagszahlen ermittelt. Diese errechnen sich nach DIN 3807 als Differenz zwischen einer unterstellten mittleren Raumtemperatur von 20°Celsius und dem Tagesmittel der Außentemperatur. Dabei kommen nur Tage mit einem Tagesmittel von weniger als 15°Celsius in Anrechnung (Bezeichnung: G20/15). Die Gradtagszahlen der 9 Wetterstationen werden – ohne weitere Gewichtung - gemittelt und mit dem langjährigen Temperaturmittel dieser Wetterstationen in der Periode 1990 bis 2010 verglichen. Aus dem Verhältnis der Gradtagszahl im jeweiligen Berichtsjahr und dem langjährigen Mittel wird ein Koeffizient ermittelt. Der Kehrwert dieses Koeffizienten ergibt den Korrekturkoeffizienten, mit dem der unbereinigte Verbrauch an Heizenergie korrigiert wird¹⁰⁸. Die Temperaturbereinigung ergibt einen (fiktiven) Wert für den Energieverbrauch. Dieser entspricht dem Verbrauch, der sich ergeben hätte, wenn die Temperaturen durchgehend dem langjährigen Mittel entsprochen hätten.

¹⁰³ Diese Bereinigung geht auf einen Hinweis des VDEW in den Anwendungsbilanzen für das Jahr 2003 zurück: VDEW-Projektgruppe „Nutzenergiebilanzen“: Endenergieverbrauch in Deutschland 2003 in VDEW-Materialien M-16/2004: Tafel 4.

¹⁰⁴ Bis zum Berichtsjahr 2008 konnte hier auf Angaben des BDEW zurückgegriffen werden. Ab diesem Berichtsjahr werden eigene Schätzungen vorgenommen.

¹⁰⁵ Siehe Abschnitt 3.1.1 mit der Anwendung einer Komponentenzerlegung im Bereich „Raumwärme“.

¹⁰⁶ Folgende Wetterstationen werden berücksichtigt: Aachen, Berlin, Düsseldorf, Frankfurt, Hamburg, Hannover, Leipzig, München, Stuttgart.

¹⁰⁷ Die Klimadaten (monatliche Durchschnittstemperaturen, Gradtagszahlen) werden mit einem Berechnungs-Tool des Darmstädter Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) abgerufen.

¹⁰⁸ Für das – relativ kalte – Berichtsjahr 2010 betrug beispielsweise die gemittelte Gradtagszahl 3 983. Das langjährige Mittel (1990 bis 2010) beträgt 3 452. Daraus ergeben sich ein Koeffizient von 1,154 und ein Korrekturkoeffizient von 0,87. Der temperaturbereinigte Energieverbrauch für Raumwärme lag in diesem Berichtsjahr folglich um 13 Prozent unter dem unbereinigten Wert.

4.1.1.1 Anwendungsbereich Raumwärme

Raumwärmeberechnung nach Haushaltsgrößenklassen

Ziel der Berechnungen ist die Ermittlung des Energieverbrauchs der Haushalte für Raumwärme nach 5 Haushaltsgrößenklassen und nach Gebäudetypen. Diese Berechnungen bauen auf Angaben zu bestimmten sozio-ökonomischen Merkmalen, insbesondere zur Anzahl der Haushalte nach Größenklassen und der Wohnflächen nach Gebäudetypen und Haushaltsgrößenklassen, auf. Die Verknüpfung von Angaben zum Energieverbrauch mit sozio-ökonomischen Merkmalen ermöglicht eine detaillierte Analyse der Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch mit Hilfe der Komponentenzerlegung.

Die Berechnung wird „bottom-up“ durchgeführt. Sie erfolgt in 5 Schritten:

1. Bestimmung der Anzahl der Haushalte nach Haushaltsgrößenklassen (demographischer Bezugsrahmen)
2. Bestimmung der Wohnungen nach Gebäudetypen und der Wohnfläche nach Haushaltsgrößenklassen
3. Berücksichtigung der Beheizungsart der Wohngebäude
4. Berücksichtigung von Energiekennzahlen (Energieverbrauch je m²) nach Gebäudetypen
5. Anpassung der rechnerischen Werte an die Verbrauchseckwerte.

Demographischer Bezugsrahmen

Die Angaben zur Anzahl der Haushalte nach Haushaltsgrößenklassen werden ab dem Berichtsjahr 2006 dem jährlichen Mikrozensus entnommen¹⁰⁹. Die Angaben für den Zeitraum 1995 bis 2004 stammen aus einem Forschungsprojekt der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen zur Einkommensverteilung nach Haushaltsgruppen¹¹⁰. Die Angaben für das Berichtsjahr 2005 wurden interpoliert.

Wohnungen und Wohnfläche nach Gebäudetypen

In einer vierjährigen Zusatzerhebung zum Mikrozensus erfolgt eine umfassende Darstellung des Bestands und der Struktur der Wohneinheiten und der Wohnsituation der Haushalte¹¹¹. Die Zusatzerhebung liefert für „bewohnte Wohnungen“ die benötigten Angaben nach

- Größe der Wohngebäude, Fläche und Belegung von Wohnungen
- Gebäudegröße, Baujahr und Fläche sowie
- Beheizungsstruktur von Gebäuden.

In einem ersten Schritt erfolgt eine Zurechnung der Haushalte nach Gebäudetypen (Einfamilien-, Zweifamilien- und Mehrfamilienhäuser). Dabei können allerdings die Angaben aus der Zusatzerhebung nicht direkt verwendet werden. Die in der Mikrozensus-

¹⁰⁹ Statistisches Bundesamt, Fachserie 1 Bevölkerung und Erwerbstätigkeit, Reihe 3 Haushalte und Familien. Wiesbaden.

¹¹⁰ Siehe Statistisches Bundesamt, Nettoeinkommen und Zahl der Haushalte nach Haushaltsgruppen, November 2006.
<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/VolkswirtschaftlicheGesamtrechnungen/Nationaleinkommen/NettoeinkommenAnzahlHaushalte.html>

¹¹¹ Statistisches Bundesamt, Fachserie 5 Bauen und Wohnen, Heft 1 Wohnsituation der Haushalte, vierjährige Erscheinungsfolge, zuletzt für das Berichtsjahr 2010, erschienen im März 2012. Wiesbaden.

Zusatzerhebung insgesamt hoch gerechnete Zahl an Haushalten (2010: 37.548 Mill.) liegt deutlich niedriger als die Angaben aus dem jährlichen Mikrozensus (2010: 40.301 Mill.). Aus diesem Grund wird bei den Berechnungen zwar die Verteilung der Haushalte (nach Haushaltsgrößenklassen) nach Gebäudetypen aus der Zusatzerhebung verwendet, aber auf den Gesamtwert der Haushalte aus der jährlichen Veröffentlichung abgestimmt (siehe Tabelle 4-1).

Tabelle 4-1: Haushalte nach Gebäudegröße und Haushaltsgrößenklassen 2010

Haushaltsgröße	Gebäude mit ...			
	1 Wohn- einheit	2 Wohn- einheiten	3 und mehr Wohnein- heiten	Summe
	in Prozent ¹⁾			
1 Person	6	6	27	39
2 Personen	12	6	17	35
3 Personen	5	2	5	13
4 Personen	5	2	3	10
5 und mehr Personen	2	1	1	3
Insgesamt	30	16	53	100
	in Tausend			
1 Person	2.457	2.538	11.200	16.195
2 Personen	4.847	2.350	6.596	13.793
3 Personen	2.135	838	2.116	5.089
4 Personen	1.973	658	1.215	3.846
5 und mehr Personen	725	207	446	1.378
Insgesamt 2)	12.138	6.590	21.573	40 301

WE: Wohneinheiten.

Quelle: Statistisches Bundesamt:

1. Mikrozensus-Zusatzerhebung 2010, Fachserie 5 Bauen und Wohnen, Heft 1 Wohnsituation der Haushalte.

2. Insgesamt-Wert: Mikrozensus, Fachserie 1 Bevölkerung und Erwerbstätigkeit, Reihe 3 Haushalte und Familien.

Im nächsten Schritt wird die Wohnfläche nach Haushaltsgrößenklassen und nach Gebäudetypen bestimmt. Angaben zu den durchschnittlichen Wohnflächen je Haushalt (nach Haushaltsgrößenklassen) sind sowohl in der Mikrozensus-Zusatzerhebung als auch in der Veröffentlichung „Bautätigkeit und Wohnen – Bestand an Wohnungen“ enthalten¹¹². Die zuletzt genannte Veröffentlichung enthält Angaben zur Anzahl von Wohnungen in Wohn- und Nichtwohngebäuden und zu deren Größe, sowie zur Anzahl von unbewohnten Wohnungen. Die dort nachgewiesenen Durchschnittswerte für die Wohnungen liegen unter den Werten der Zusatzerhebung (siehe Tabelle 4-2).

In den weiteren Berechnungen wurde von den Angaben der Mikrozensus-Zusatzerhebung ausgegangen. Diese Angaben wurden auf die Angaben zur bewohnten Wohnfläche aus den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen abgestimmt¹¹³. Die dort berechneten Werte liegen

¹¹² Statistisches Bundesamt, Fachserie 5 Bautätigkeit und Wohnen, Reihe 3 Bestand an Wohnungen.

¹¹³ Die Berechnung von Wohnflächen in den VGR steht in Zusammenhang mit der Berechnung des Produktionswertes der Wohnungsvermietung. Dieses basiert auf einem Mengen(Fläche)-Preis(Miete)-Modell.

deutlich unter den Angaben der Mikrozensus-Zusatzerhebung als auch der Statistik zu Bautätigkeit und Wohnen.

Tabelle 4-2: Durchschnittliche Wohnfläche je Haushalt und Wohnung (in m²)

Quelle	2002	2006	2010	2010	
				Gesamtfläche in 1.000 m ²	Haushalte / Wohnungen insgesamt
a) je Haushalt: Mikrozensus (Zusatzerhebung)	89,8	90,2	91,7	3.695	40.301
b) je Wohnung (Bautätigkeit und Wohnen)	85,0	86,1	86,7	3.496	40.319
c) je Haushalt; eigene Berechnung (angepasst an VGR)	82,5	82,7	82,9	3.339	40.301

Quelle: Statistisches Bundesamt:

1. Mikrozensus-Zusatzerhebung 2010, Fachserie 5 Bauen und Wohnen, Heft 1 Wohnsituation der Haushalte.
2. Mikrozensus, Fachserie 1 Bevölkerung und Erwerbstätigkeit, Reihe 3 Haushalte und Familien.
3. Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, interne Arbeitsunterlagen.

Auf Grundlage der Angaben zur durchschnittlichen Wohnungsgröße bewohnter Wohnungen - unterteilt nach Gebäudetypen - wird eine Tabelle erstellt, die die durchschnittliche Wohnungsgröße nach Haushaltsgrößenklassen und Gebäudetypen enthält (siehe Tabelle 4-3)

Tabelle 4-3: Durchschnittliche Wohnfläche nach Haushaltsgrößenklassen und Gebäudetypen im Jahr 2010

Haushaltsgröße	Durchschnittliche Wohnfläche in m ²		
	Gebäude mit ...		
	1 Wohneinheit	2 Wohneinheiten	3 und mehr Wohneinheiten
1- Person	89,6	81,8	52,7
2- Personen	111,7	102,0	65,8
3 Personen	121,9	111,3	71,8
4 Personen	127,9	125,6	81,0
5 und mehr Personen	137,6	135,2	87,1
Durchschnitt	113,2	98,8	60,9

WE: Wohneinheit.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Beheizungsart der Wohngebäude

Ein zentrales Rechelement sind die Angaben zur Beheizungsart von Gebäuden nach den hauptsächlich verwendeten Energieträgern. Diese Angaben sind ebenfalls in der Mikrozensus-Zusatzerhebung enthalten. Dort werden die für Beheizung der Wohnungen in den einzelnen Gebäudetypen überwiegend verwendeten Energieträger nachgewiesen¹¹⁴.

Mit den Angaben zu den Anteilen der Beheizung von Wohnungen mit einem bestimmten Energieträger und der im vorherigen Berechnungsschritt ermittelten Anzahl der Haushalte in den jeweiligen Gebäudetypen wird die mit einem bestimmten Heizträger ermittelte Wohnfläche ermittelt. Tabelle 4-4 zeigt das Ergebnis der Berechnungen für die Wohnungen die im Jahr 2010 mit Heizöl beheizt wurden. Insgesamt wurden 2010 29,5 % der gesamten Wohnfläche mit Heizöl beheizt.

Tabelle 4-4: Wohnfläche der Haushalte, die mit Heizöl heizen 2010 (in 1.000 m²)

Haushaltsgröße	Einfamilienhaus	Zweifamilienhaus	3- und Mehrfamilienhaus	Summe
1 Person	73.499	84.764	116.585	274.848
2 Personen	180.773	97.889	85.635	364.297
3 Personen	86.888	38.061	29.973	154.922
4 Personen	84.250	33.739	19.411	137.400
5 und mehr Personen	33.326	11.400	7.668	52.394
Insgesamt	458.736	265.852	259.273	983.861

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Berücksichtigung von Energiekennzahlen (Energieverbrauch je m²)

Nach der Bestimmung der Wohnfläche nach Haushaltsgrößen, Gebäudetypen und Beheizungsarten wird mit Hilfe von Energiekennzahlen eine Berechnung des Heizbedarfs durchgeführt. Die Energiekennzahlen geben den spezifischen Energieverbrauch eines Energieträgers je m² Wohnfläche an. Als Datenquelle für die Energiekennzahlen werden Angaben eines großen Energieberatungsunternehmens herangezogen. Dieser erstellt einen bundesweit gültigen „Heizspiegel“ und Energieausweise für Gebäude¹¹⁵.

In diesem Heizspiegel liegen durchschnittliche Verbrauchswerte für die Energieträger „Heizöl, Gas und Fernwärme“ nach Gebäudegrößen vor (siehe Tabelle 4-5). Die Angaben machen deutlich, dass der Verbrauch je m² in größeren Wohneinheiten deutlich unter dem Verbrauch kleinerer Wohneinheiten, wie z.B. von Einfamilienhäusern, liegt. In den Berechnungen wurde von den Angaben für den mittleren durchschnittlichen Verbrauch ausgegangen. Von der genannten Quelle liegen auch Zeitreihen zur zeitlichen Entwicklung des spezifischen Verbrauchs vor, die für die Berechnungen ebenfalls herangezogen wurden¹¹⁶.

¹¹⁴ Statistisches Bundesamt, Mikrozensus-Zusatzerhebung (verschiedene Jahrgänge), Tabelle WS-11 Bewohnte Wohnungen nach Art der Nutzung, Gebäudegröße und Energieart der Beheizung .

¹¹⁵ CO₂online: Heizspiegel – Bundesweit 2012 <http://www.heizspiegel.de/verbraucher/heizspiegel/bundesweiter-heizspiegel/index.html>

¹¹⁶ Siehe CO₂online: Trendreport Energie- <http://www.co2online.de/statistik-und-research/trendreport-energie/1-heizenergieverbrauch/index.html>

Nach Multiplikation der entsprechenden Wohnflächen mit den Energiekennzahlen ergeben sich für die einzelnen Energieträger rechnerische Werte für den Verbrauch von Heizenergie.

Tabelle 4-5: Durchschnittlicher Energieverbrauch je Wohnfläche in kWh je m²/Jahr (2009)

Gebäudefläche	niedrig	mittel	erhöht
	Heizöl		
100 - 250 m ²	< 98	98 - 162	> 163
251 - 500 m ²	< 91	91 - 152	> 153
501 - 1.000 m ²	< 85	85 - 143	> 144
1.001 und mehr	< 82	82 - 138	> 139
	Gas		
100 - 250 m ²	< 88	88 - 152	> 153
251 - 500 m ²	< 84	84 - 147	> 148
501 - 1.000 m ²	< 80	80 - 141	> 142
1.001 und mehr	< 78	78 - 137	> 138
	Fernwärme		
100 - 250 m ²	< 71	71 - 126	> 127
251 - 500 m ²	< 68	68 - 121	> 122
501 - 1.000 m ²	< 65	65 - 117	> 118
1.001 und mehr	< 64	64-114	> 115

Quelle: CO₂online -Heizspiegel - Bundesweit 2011.

Anpassung der rechnerischen Werte an die Verbrauchseckwerte

Abschließend werden die rechnerischen Werte auf die Eckwerte aus der Temperaturbereinigung abgestimmt. Für das Jahr 2010 betrug der Vorgabewert für Heizöl 440 PJ (Tabelle 4-6).

Tabelle 4-6: Heizölverbrauch nach Haushaltsgrößenklassen und Gebäudetypen 2010 in Terajoule

Haushaltsgröße	Einfamilienhaus	Zweifamilienhaus	3- und Mehrfamilienhaus	Summe
1 Person	34.249	38.826	49.033	122.108
2 Personen	83.879	44.452	34.887	163.218
3 Personen	40.238	17.215	12.029	69.482
4 Personen	38.970	15.166	7.610	61.746
5 und mehr Personen	15.386	5.103	2.958	23.448
Insgesamt	212.722	120.763	106.517	440.001

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Die genannten Arbeitsschritte werden für alle Energieträger – mit Ausnahme für Elektrizität – durchgeführt.

Elektrizität wird nur in einem sehr geringen Maße als ausschließliche Beheizungsart genutzt. Im Jahr 2010 wurden nur 3,1 % (1.098 Tsd.) der Wohnungen ausschließlich mit Elektrizität beheizt¹¹⁷. Eine fast gleich hohe Anzahl von Heizungen wird in Verbindung mit einer weiteren Energieart – als Zusatzheizung - verwendet. Im Bereich der Sammelheizungen, die bei den Berechnungen die wichtigste Datengrundlage bilden, wird Elektrizität nur in einem sehr geringen Maße verwendet (2010: 219 Tsd. bzw. 0,7 % aller Wohnungen¹¹⁸).

Die Berechnung der Raumwärme mit dem Energieträger „Elektrizität“ wird daher nicht auf Basis von Angaben zur Beheizungsart berechnet, sondern anhand von Angaben zu den Ausgaben der Haushalte für Strom (nach Haushaltsgrößenklassen)¹¹⁹. Mit Hilfe von Angaben zu den Stromtarifen (Haushaltstarifen) werden rechnerische Werte für den mengenmäßigen Stromverbrauch nach Haushaltsgrößenklassen ermittelt. Diese Schätzwerte werden abschließend auf den Vorgabewert für Raumwärme abgestimmt.

Damit ist der Verbrauch von Raumwärmeenergie für alle Energieträger nach Haushaltsgrößenklassen bestimmt (Ergebnisse für 2010 siehe Tabelle 4-7).

Tabelle 4-7: Energieverbrauch für Raumwärme nach Haushaltsgrößenklassen 2010 (in Terajoule)

Energieträger	1- Personen- Haushalt	2- Personen- Haushalte	3- Personen- Haushalte	4- Personen- Haushalte	5 und mehr Personen- Haushalte	Alle Haus- halte
Strom	11.777	21.385	11.982	10.320	5.100	60.565
Gas (einschl. Flüssiggas)	234.692	282.131	117.700	101.106	38.854	774.484
Flüssige Brennstoffe	122.108	163.218	69.482	61.746	23.448	440.001
Fernwärme	64.569	51.840	18.923	13.298	5.180	153.810
Feste Brennstoffe	67.409	116.013	52.119	48.681	18.656	302.878
Insgesamt	500.556	634.587	270.205	235.152	91.237	1.731.737

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

4.1.1.2 Anwendungsbereich Warmwasser

Der Warmwasserverbrauch korreliert nicht mit der Wohnfläche, sondern mit der Anzahl der Personen in einem Haushalt. Der Verbrauch nach Haushaltsgrößenklassen wird daher auf Grundlage des Pro-Kopfverbrauchs berechnet. Bei den Berechnungen zum Energieverbrauch für die Warmwasserbereitung wird ein – im Zeitablauf unveränderter - jährlicher Verbrauch von 400 kWh pro Person unterstellt¹²⁰.

Bei den Berechnungen liegen daher die Insgesamt-Werte des Energieverbrauchs (nach Haushaltsgrößenklassen) bereits vor. Diese sind jedoch auf einzelne Energieträger aufzuteilen. Angaben zur Nutzung der einzelnen Energieträger für die Warmwasserbereitung können der

¹¹⁷ Siehe Mikrozensus-Zusatzerhebung 2010, Tabelle 13 Bewohnte Wohnungen nach ... und Energieart der Beheizung.

¹¹⁸ Siehe Mikrozensus-Zusatzerhebung 2010 Tabelle 11 Bewohnte Wohnungen nach Art der Nutzung, Gebäudegröße, Baujahr und Energieart der Beheizung.

¹¹⁹ Die detaillierten Angaben zum Privaten Konsum nach Haushaltsgrößenklassen und Verwendungszwecken wurden im Statistischen Bundesamt im Rahmen eines Forschungsprojekts zu einem sozio-ökonomischen Berichtssystem erarbeitet. Siehe Statistisches Bundesamt (2005) Sozioökonomische Entwicklung.

¹²⁰ Siehe RWI (2011a), Seite 13.

Mikrozensus-Zusatzerhebung entnommen werden¹²¹. Diese Anteile sind nicht identisch mit den Anteilen für das Heizen, da die Warmwasserbereitung oftmals unabhängig vom Heizsystem mit Elektrizität in Boilern oder Durchlauferhitzern erfolgt. Der Stromverbrauch von Warmwasserboilern und Durchlauferhitzern wird in Zusammenhang mit dem Stromverbrauch der Haushaltsgeräte im letzten Abschnitt näher betrachtet.

Die Anteile aus der Mikrozensus Zusatzerhebung werden zur Berechnung der Anzahl der Haushalte benutzt, die mit einem bestimmten Energieträger Warmwasser zubereiten. Die Anzahl der so ermittelten Haushalte wird anschließend mit der Anzahl der Personen in den Haushalten und mit dem Durchschnittsverbrauch pro Person multipliziert. Die berechneten Werte - nach Haushaltsgrößen und Gebäudetypen - werden abschließend auf den Eckwert aus den Anwendungsbilanzen des RWI abgestimmt.

4.1.1.3 Anwendungsbereiche mechanische Energie, sonstige Prozesswärme und Beleuchtung

Neben den Anwendungsbereichen „Heizen“ und „Warmwasser“ werden für den Energieverbrauch der Haushalte auch die Bereiche „mechanische Energie“, „sonstige Prozesswärme“ sowie „Beleuchtung“ nach Energieträgern und nach Haushaltsgrößenklassen berechnet.

Bei diesen Anwendungsbereichen kommt überwiegend - bei der Beleuchtung ausschließlich - der Energieträger „Elektrizität“ zum Einsatz. Eine Ausnahme bilden zum Beispiel Herde, die mit Gas betrieben werden, sowie benzinbetriebene Rasenmäher.

Beim Anwendungsbereich „mechanischer Energie“ ist die elektrische Antriebsenergie von Haushaltsgeräten enthalten, einschließlich dem Antrieb in Waschmaschinen und Geschirrspülern, sowie der Verbrauch von Geräten zur Kommunikation und Unterhaltung.

Im Bereich der „sonstigen Prozesswärme“ wird der Energieverbrauch von Geräten zusammengefasst, die in Zusammenhang mit der Aktivität „Kochen“ stehen¹²². Dazu zählen Herde, Mikrowellengeräte, Wasserkocher und Kaffeemaschinen. Daneben wird hier auch der Energieverbrauch für das Aufheizen von Wasser, in Geräten wie Waschmaschinen und Spülmaschinen, nachgewiesen.

Der aus den Anwendungsbilanzen vorgegebene Stromverbrauch für die Beleuchtung wird entsprechend der Höhe der Wohnfläche auf die Haushaltsgrößenklassen verteilt.

4.1.1.4 Stromverbrauch für mechanische Energie, sonstige Prozesswärme und Warmwasserbereitung nach Haushaltsgrößenklassen

Der Stromverbrauch für „mechanische Energie“, „sonstige Prozesswärme“ und für die „Warmwasserbereitung“ nach Haushaltsgrößenklassen wird für die Jahre 2003 und 2008 in einem „bottom-up-Verfahren“ ermittelt. Für diese beiden Jahre liegen aus der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe detaillierte Daten zur Ausstattung - Ausstattungsbestand und Ausstattungsgrad - der Haushalte mit Haushaltsgeräten nach Haushaltsgrößenklassen vor.

Für die Berechnung des Stromverbrauchs wird neben der Anzahl der Geräte die Nutzungsintensität der Geräte sowie der spezifische Verbrauch je Gerät benötigt:

¹²¹ Siehe Mikrozensus-Zusatzerhebung, Tabelle WS-14 zur Energieart der Warmwasserversorgung.

¹²² Für diese Anwendung liegen vom RWI Schätzwerte für den Energieverbrauch nach Haushaltsgrößenklassen vor. Siehe RWI (2011), a.a.O., Seite 13.

Stromverbrauch (je Gerät):

- = Jährliche Nutzungsintensität in Stunden (h) bzw. Anzahl von Nutzungen (nach Haushaltsgrößenklassen)
- x Spezifischer Geräteverbrauch in KW pro h bzw. je Nutzungseinsatz
- = Jahresverbrauch in KWh je Gerät (nach Haushaltsgrößenklassen)
- x Anzahl der Geräte in den Haushalten
- = Verbrauch des Geräts in allen Haushalten (nach Haushaltsgrößenklassen).

Für die Berechnungen wurden insbesondere zwei Quellen herangezogen. Zum einen eine Studie des Fraunhofer Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung mit detaillierten Angaben zum Verbrauch einzelner Elektrogeräte¹²³. Zum anderen eine Studie des Forsa-Instituts zum Stromverbrauch nach Haushaltsgrößenklassen¹²⁴.

Die Forsa-Studie enthält auch Angaben zur Nutzungsintensität einzelner Geräte, die für die Berechnungen genutzt werden konnten. Die vorliegenden Angaben wurden durch eigene Schätzansätze für einzelne Geräte ergänzt

Auf Basis dieser Angaben und Schätzungen wurde der Jahresverbrauch je Gerät in den einzelnen Haushaltsgrößenklassen ermittelt. Tabelle 4-8 zeigt für eine Auswahl von Geräten den Jahresverbrauch je Gerät nach einzelnen Haushaltsgrößenklassen.

Tabelle 4-8: Stromverbrauch je Gerät nach Haushaltsgrößenklassen im Jahr 2008 (in KWh)

Haushaltsgeräte	1-Personen-Haushalte	2-Personen-Haushalte	3-Personen-Haushalte	4-Personen-Haushalte	5-und-mehr-Personen-Haushalte
Fernseher	226	224	221	217	222
Computer stationär	163	138	151	163	184
Computer mobil	35	30	32	35	39
Internetzugang	34	34	34	34	34
ISDN-Anschluss	20	20	20	20	20
Kühlschrank	359	355	350	350	350
Geschirrspülmaschine	117	208	260	325	364
Mikrowellengerät	25	28	32	35	42
Waschmaschine	160	223	288	320	368
Wäschetrockner	280	385	490	595	630

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

¹²³ Fraunhofer Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung (FH-ISI 2000): Detaillierung des Stromverbrauchs privater Haushalte in Deutschland 1997 bis 2010.

¹²⁴ Forsa (2011): Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für das Jahr 2006 bis 2008.

Um den Gesamtverbrauch der Elektrogeräte zu errechnen wird diese Verbrauchstabelle mit der Geräteausstattung der Haushalte multipliziert. Die errechnete Verbrauchssumme wird anschließend auf die Vorgabewerte aus den Anwendungsbilanzen des RWI abgestimmt¹²⁵. Dabei werden auch die Vorgabewerte für den Stromverbrauch in den Teilkategorien „mechanische Energie“, „sonstige Prozesswärme“ und „Warmwasserzubereitung“ berücksichtigt.

4.1.2 Energieverbrauch der privaten Haushalte im Straßenverkehr

4.1.2.1 Berechnungsmodell

Die Berechnung des Kraftstoffverbrauchs erfolgt in einem Berechnungsmodell nach dem folgenden Rechenschema:

- Kraftfahrzeug-Bestände (nach Fahrzeugtypen, Antriebsarten und Fahrzeuggröße)
- x Jahresfahrleistungen
- = Fahrleistungen insgesamt
- x Durchschnittsverbrauch (je 100 Fahrzeugkilometer)
- = Kraftstoffverbrauch

Die Berechnungen für die privaten Haushalte sind in die umfassenderen Berechnungen des gesamten Kraftstoffverbrauchs nach Produktionsbereichen und der privaten Haushalte im Personen- und Gütertransport - auf der Straße - eingebettet¹²⁶. Diese umfassenden Berechnungen erfolgen nach 8 Kfz-Typen, nach 3 Antriebsarten (Benzin, Diesel, Erdgas) und nach ca. 70 Produktionsbereichen. Die Berechnungen werden – entsprechend dem Darstellungskonzept in den UGR – nach dem Inländerkonzept durchgeführt. Aus Abstimmungsgründen und zu Vergleichszwecken werden allerdings zusätzlich „Übergangskategorien“ berechnet, die eine Darstellung des Kraftstoffverbrauchs auch nach dem Inlandskonzept ermöglichen (siehe Abschnitt 4.1.2.3 „Vom Inländer- zum Inlandskonzept“)¹²⁷.

Als zentrale Eckwerte werden im Berechnungsmodell der UGR insbesondere die Angaben des DIW zu den Fahrleistungen und zum Kraftstoffverbrauch der Kraftfahrzeuge (Kfz) nach dem Inländerkonzept herangezogen¹²⁸. Die Aufteilung nach Produktionsbereichen und privaten Haushalte erfordert jedoch eine Reihe von zusätzlichen detaillierten Berechnungen.

Im Folgenden werden die verwendeten Ausgangsdaten und die einzelnen Berechnungsschritte bei den Berechnungen des Kraftstoffverbrauchs der Personenkraftwagen (Pkw) der privaten Haushalte näher erläutert.

¹²⁵ Ergebnisse siehe Abbildung 3-6 und Tabellen im Tabellenteil (Energieverbrauch im Bereich „Wohnen“).

¹²⁶ Eine ausführliche Beschreibung der Berechnungsmethoden erfolgte in einem Projektbericht zu dem Forschungsprojekt „Weiterentwicklung der Berechnungen zum Energieverbrauch und zu den CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs im Rahmen des NAMEA Rechenansatzes“, UGR-Methodenbericht 2011: <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/VerkehrundUmwelt/UGRWeiterentwicklungEmission.html>

¹²⁷ In den Energiebilanzen wird das Inlandskonzept angewandt. Der Nachweis erfolgt dort auf Basis von Angaben zu den Inlandsablieferungen von Kraftstoffen.

¹²⁸ Die Berechnungsergebnisse des DIW werden regelmäßig im Wochendienst des DIW veröffentlicht. Die aktuellste Veröffentlichung bezieht sich auf Ergebnisse bis zum Berichtsjahr 2011: „Automobilität: Fahrleistung steigen 2011 weiter“, in: Wochendienst Nr. 47/2012, Seite 3 ff.

4.1.2.2 Statistische Ausgangsdaten

Pkw-Bestände

Ausgangspunkt der Berechnungen zu den Fahrleistungen der Inländer sind die Daten zu den Fahrzeugbeständen, die vom Kraftfahrtbundesamt (KBA) ermittelt werden. Dabei ist eine hinreichende Unterteilung der Pkw nach der Fahrzeuggröße von großer Bedeutung, da der (spezifische) Kraftstoffverbrauch von der Fahrzeuggröße (Hubraum) beeinflusst wird. Da sich die Fahrzeuge gewerblicher Halter hinsichtlich der Fahrzeuggröße und der Motorleistung erheblich von den Fahrzeugen privater Halter unterscheiden, sind für die Berechnungen detaillierte Bestandsangaben nach Haltern erforderlich.

Das Kraftfahrtbundesamt führt für die UGR eine Sonderauswertung der vorhandenen Bestandsdaten durch. Diese Auswertung enthält die benötigten Angaben zu den Pkw-Beständen nach Haltergruppen, Antriebsarten, 6 Hubraumklassen¹²⁹, kW-Leistung, Alter und Schadstoffemissionsklassen.

Jahresfahrleistung

In Deutschland liegt eine Vielzahl von Angaben zu den Jahres-Fahrleistungen im Personenverkehr mit Pkw vor. Die meisten Erhebungen in Deutschland beziehen sich auf die Fahrleistungen der Inländer, wie z.B. die Studie „Mobilität in Deutschland“ (MiD 2002)¹³⁰, das Mobilitätspanel (MOP)¹³¹, die Grunderhebung der Fahrleistungserhebung 2002¹³², die Erhebung „Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland“ (KiD 2002)¹³³, die Tourismuserhebung des Statistischen Bundesamtes und die Reiseanalyse¹³⁴. Die Fahrleistungserhebung 2002 enthält in einem zweiten Teil die „Erhebung des grenzüberschreitenden Verkehrs“. Die hier angeführten Angaben zu den Fahrleistungen der Gebietsansässigen im Ausland und der Gebietsfremden im Inland liefern wichtige Angaben zur Berechnung der eingangs erwähnten „Übergangspositionen“.

Das Deutsche Institut für Wirtschaft (DIW) veröffentlicht im Rahmen seiner Berichterstattung zum Straßenverkehr regelmäßig auch Angaben zu den Fahrleistungen der Pkw (getrennt nach Benzin- und Diesel-Pkw). Die Angaben beziehen sich auf die Fahrleistungen der Inländer und unterscheiden sich damit von den Fahrleistungsgrößen, die aus Straßenverkehrszählungen vorliegen. Letztere beziehen sich auf Inlandsfahrten, d.h. einschließlich der Fahrleistungen ausländischer Kfz in Deutschland, aber ohne Auslandsstrecken inländischer Kfz. Im Kraftstoffmodell der UGR werden die vom DIW ermittelten Inländerfahrleistungen der einzelnen Kfz-Typen ebenfalls herangezogen.

Berechnungsablauf

Im Folgenden werden die einzelnen Berechnungsschritte der Kraftstoffberechnung für die Pkw sämtlicher Halter und die Pkw der privaten Haushalte beschrieben:

¹²⁹ Siehe Tabelle 4-9.

¹³⁰ Siehe www.mobilitaet-in-deutschland.de

¹³¹ Das Mobilitätspanel wird vom Meinungsforschungsinstitut tns infratest durchgeführt:
<http://mobilitaetspanel.ifv.uni-karlsruhe.de>

¹³² Erhebung im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen durch das Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung e.V., das Kraftfahrtbundesamt und die Ingenieurgruppe IVV Aachen.

¹³³ Erhebung im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen durch das Institut für Verkehr und Stadtbauwesen der TU Braunschweig.

¹³⁴ Träger der jährlich durchgeführten Reiseanalyse ist die Forschungsgemeinschaft FUR: <http://www.fur.de>

Im ersten Schritt werden die Eckdaten der Berechnung -unterteilt nach Antriebsarten - bestimmt:

- Bestände¹³⁵
- Gesamtfahrleistungen von Pkw
- Durchschnittliche Fahrleistungen
- Durchschnittsverbrauch (je 100 km)
- Kraftstoffverbrauch

Danach werden – wiederum getrennt nach Benziner- und Diesel-Pkw – die Bestände nach 6 Hubraumklassen und 3 Haltergruppen tabelliert. Dazu wird die Sonderauswertung der Bestandsdaten des KBA herangezogen. Bei den Haltergruppen handelt es sich um die privaten Haushalte, die öffentliche Verwaltung und die gewerblichen Halter.

Im nächsten Schritt erfolgt die Ermittlung der durchschnittlichen Fahrleistungen für die 3 Haltergruppen – in der Unterteilung nach 6 Hubraumklassen. Grundlage hierfür sind die detaillierten Ergebnisse zu den Inländerfahrleistungen aus der „Fahrleistungserhebung 2002“, die Fahrleistungen der privaten Haushalte nach Hubraumklassen aus der Erhebung „Mobilität in Deutschland 2002“ (siehe Tabelle 4-9), die Fahrleistungen nach 3 Hubraumklassen aus TREMOD (Transport Emission Model)¹³⁶ sowie Angaben des DIW zu den durchschnittlichen Fahrleistungen privater und gewerblicher Halter¹³⁷. Dabei werden die durchschnittlichen Fahrleistungen nach Hubraumklassen so justiert, dass der Durchschnittswert für alle Pkw mit dem des DIW übereinstimmt.

Tabelle 4-9: Durchschnittliche Jahresfahrleistungen von Pkw nach Hubraumklassen 2002

Hubraumklassen in ccm	Pkw in 1.000	Jahresfahr- leistung in km
bis 999	997	9.743
1.000 - 1.499	8.418	11.612
1.500 - 1.999	14.336	14.924
2.000 - 2.499	4.798	16.770
2.500 - 2.999	1.391	19.282
3.000 - 3.999	555	19.512
Insgesamt	39.061	14.333

Quelle: Mobilität in Deutschland 2002.

¹³⁵ Bei den vom DIW ausgewiesenen Beständen handelt es sich bis zum Berichtsjahr 2006 um Jahresmittelwerte. Diese Angaben wurden vom DIW auf Grundlage von KBA-Bestandsangaben mit Jahresanfangswerten von aufeinander folgenden Jahren ermittelt. Ab dem Berichtsjahr 2007 werden die Angaben des KBA zu den Anfangsbeständen eines Jahres (zum 1.1.) für das abgelaufene Berichtsjahr verwendet. Ab dem Berichtsjahr 2007 werden die Bestände beim KBA ohne stillliegende Fahrzeuge erfasst. Eine weitere Änderung des Bestandsnachweises erfolgte ab dem Jahr 2006: Ab diesem Zeitpunkt werden die Wohnmobile und Krankenfahrzeuge den Pkw zugerechnet. Die Änderungen in den Jahren 2006 und 2007 führen bei den Merkmalen „Bestand“ und „durchschnittliche Fahrleistung“ zu Brüchen in den Zeitreihen.

¹³⁶ Modell zur Berechnung der Emissionen im Verkehr in Deutschland. Es wurde 1993 vom Umweltbundesamt (UBA) initiiert. Die wissenschaftliche Betreuung erfolgt durch das Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (IFEU). TREMOD ist die wichtigste Datenbasis für den Vergleich der Gesamt- und Durchschnittsemissionen der Verkehrsträger in Deutschland.

¹³⁷ Arbeitstabelle für das Statistische Bundesamt (unveröffentlicht).

Anhand der Bestände und den ermittelten durchschnittlichen Fahrleistungen werden die Gesamtfahrleistungen der drei Haltergruppen berechnet. Die Summe der Fahrleistungen (privat und gewerblich) ist dabei identisch mit der des DIW.

Um den Kraftstoffverbrauch in gleicher Gliederung zu ermitteln, muss zunächst der Durchschnittsverbrauch je 100 Fahrzeugkilometer für die 6 Hubraumklassen geschätzt werden. Das DIW veröffentlicht lediglich Ingesamt-Werte für Benzin- und Diesel-Pkw. Diese Angaben werden als Grundlage für die weitere Unterteilung nach Hubraumklassen herangezogen. Die Verbrauchswerte nach den 6 Hubraumklassen werden mit Hilfe einer Verbrauchsfunktion geschätzt. Anschließend wird mit diesen Schätzwerten und den Angaben zu den Fahrleistungen der Gesamtverbrauch nach Hubraumklassen und Haltergruppen ermittelt. Der so ermittelte rechnerische Gesamtverbrauch wird abschließend auf den Eckwert des DIW abgestimmt.

4.1.2.3 Vom Inländer- zum Inlandskonzept (Tanktourismus)

Die sogenannten „Übergangspositionen“ für die Fahrleistungen und den Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr ermöglichen den Ergebnismachweis nach verschiedenen Verbrauchskonzepten. Es wurde ein Berechnungsmodell aufgebaut, das einen Nachweis des Kraftstoffverbrauchs nach dem Inländerkonzept und nach dem Inlandskonzept – und hier sowohl des Verbrauchs, als auch des (Inlands-) Absatzes – vorsieht.

Ausgangspunkt der Berechnungen bilden die Verbrauchsangaben des DIW zum Kraftstoffverbrauch der Inländer. Die Angabe zum Inlandsabsatz im gesamten Straßenverkehr aus der Energiebilanz bildet den weiteren Eckwert in den Berechnungen.

Tabelle 4-10 zeigt den Zusammenhang zwischen den Ausgangsgrößen des DIW und dem Eckwert der Energiebilanz. Eine Schätzung der Überleitungsgrößen wird für die Fahrzeugtypen „Pkw“, „LNF“ und „Lkw (einschließlich Sattelzüge)“ vorgenommen. Die Tabelle enthält die Ergebnisse der Berechnungen für Dieselfahrzeuge für das Jahr 2006.

Tabelle 4-10: Kraftstoffverbrauch von Dieselfahrzeugen 2006 nach dem Inländer- und dem Inlandskonzept in Milliarden Liter

	PKW	LKW	LNF	Andere	Summe
1 Verbrauch der Inländer	14,1	12,7	6,0	3,1	35,9
2 Betankungen Inländer im Ausland					-
2a für Fahrten im Ausland	0,7	1,0	0,5	→	4,0
2b für Fahrten in Deutschland 1)	0,7	1,0	0,1		
3 Betankungen Ausländer im Inland					+
3a für Fahrten in Deutschland	0,2	0,7	0,2	→	1,9
3b für Fahrten im Ausland	0,1	0,6	0,1		
4 Inlandsabsatz (Energiebilanz)					= 33,8

LKW: Lastkraftwagen, LNF: leichte Nutzfahrzeuge.

¹⁾ Inkl. Tanktourismus.

Quelle: Deutsches Institut für Wirtschaft, DIW-Wochenbericht 50/2009; AG Energiebilanzen: Energiebilanz 2006.

Da keine direkten Angaben zu den Betankungen der Inländer im Ausland und umgekehrt vorliegen, wird der Kraftstoffverbrauch auf Basis von –geschätzten - Fahrleistungen berechnet. Anhand der von den Inländern im Ausland verbrauchten Kraftstoffe, sowie der Fahrleistungen der Ausländer im Inland und dem daraus resultierenden Kraftstoffverbrauch, kann der Inlandsverbrauch berechnet werden.

Für die Pkw liegen Angaben zu Auslandsstrecken (Urlaubsreisen) aus den Fahrleistungserhebungen bei privaten Pkw-Haltern vor. Das DIW hat diese Erhebungen im Rahmen eines Gutachtens ausgewertet und Tabellen zu Fahrleistungen im Inland sowie zu den Inländern - getrennt nach Fahrzeugtypen - erstellt¹³⁸. Diese Angaben fließen in die Schätzungen ein. Angaben darüber, inwiefern diese Fahrleistungen mit inländischen oder ausländischen Kraftstoffen erbracht werden, liegen nicht vor, so dass diese Unterteilungen ebenfalls geschätzt werden müssen.

Zunächst wird der Anteil des Kraftstoffs an den Auslandsbetankungen geschätzt, der allein für die Auslandsfahrten verbraucht wird. Der verbleibende Anteil der getankten Kraftstoffe im Ausland wird für Fahrten in Deutschland verwendet. Das Mitführen von im Ausland getankten Kraftstoffen nach Deutschland wird als „Grau-Import“ bezeichnet. Ein großer Teil der „Grau-Importe“ ist durch den „Tanktourismus“ zu erklären. Hierbei werden Betankungen im Ausland mit der Absicht getätigt, den Kraftstoff in Deutschland zu verbrauchen. Der Grund für dieses „strategische“ Tankverhalten liegt in den großen Unterschieden zwischen den Inlandspreisen und den Kraftstoffpreisen in den angrenzenden Ländern.

Tabelle 4-11 zeigt die Ergebnisse der Berechnungen der „Übergangspeditionen“ für die Fahrleistungen und den Kraftstoffverbrauch am Beispiel der Benziner Pkw.

¹³⁸ Siehe DIW (2005).

Tabelle 4-11: Fahrleistungen und Kraftstoffverbrauch deutscher und gebietsfremder Pkw in Deutschland
- „Übergangsgrößen“ für Pkw (Benziner) -

Nr.	Berechnungsposition	Einheit	2002	2005	2008
	Fahrleistungen deutscher Pkw				
1a	Jahresfahrleistung pro Pkw	Tsd. km	11,6	10,9	11,7
1b	Inländer ¹⁾	Mrd. km	431	391	360
2	Inländer im Inland	Mrd. km	405	359	328
	darunter:				
3	mit ausländischem Benzin	Mrd. km	12,0	18,6	23,9
4a	Jahresfahrleistung im Ausland pro Pkw	Tsd. km	0,7	0,9	1,1
4b	Inländer im Ausland	Mrd. km	26,7	32,6	32,5
4c	mit inländischem Benzin	Mrd. km	5,3	4,7	4,5
4d	mit ausländischem Benzin	Mrd. km	21,4	27,9	28,0
5	Durchschnittsverbrauch ¹⁾	l/100 km	8,5	8,3	8,1
	Kraftstoffverbrauch deutscher Pkw				
6	Betankungen der Inländer ¹⁾	Mrd. Liter	36,6	32,5	29,0
6a	Betankungen im Inland	%	92	88	86
6b	Betankungen im Ausland	%	8	12	14
7	Betankungen Inländer im Inland	Mrd. Liter	33,8	28,7	24,8
	darunter:				
7a	für Fahrten im Ausland	Mrd. Liter	0,5	0,4	0,4
8	Betankungen Inländer im Ausland (= 6 - 7)	Mrd. Liter	2,8	3,9	4,2
	darunter:				
9	für Fahrten im Inland (Tanktourismus)	Mrd. Liter	1,0	1,5	1,9
	Fahrleistungen ausländischer Pkw				
10	Ausländer im Inland	Mrd. km	23,2	21,4	25,7
10a	mit inländischem Benzin	%	30	28	18
10b	mit ausländischem Benzin	%	70	72	82
10c	mit inländischem Benzin	Mrd. km	6,9	6,0	4,7
10d	mit ausländischem Benzin	Mrd. km	16,3	15,4	21,0
11	Durchschnittsverbrauch ²⁾	l/100 km	8,5	8,3	8,1
	Kraftstoffverbrauch ausländischer Pkw				
12	Betankungen der Ausländer im Inland	Mrd. Liter	0,7	0,6	0,4
	darunter:				
12a	für Fahrten im Ausland	Mrd. Liter	0,10	0,09	0,02
13	Betankungen der Ausländer im Ausland für Inlandsfahrten	Mrd. Liter	1,4	1,3	1,7
14	Fahrleistungen im Inland ³⁾ (= 2 + 10)	Mrd. km	427,7	379,9	353,3
15	Betankungen im Inland (EB) (= 7 + 12)	Mrd. Liter	34,5	29,2	25,2
16	Kraftstoffverbrauch im Inland (7 - 7a + 9 + 12 - 12a + 13)	Mrd. Liter	36,3	31,6	28,5

¹⁾ Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW): Wochenbericht 50/2009.

²⁾ Annahme: Durchschnittsverbrauch wie Inländer. ³⁾ DIW-Daten bis 2003, ab 2004 eigene Schätzung.

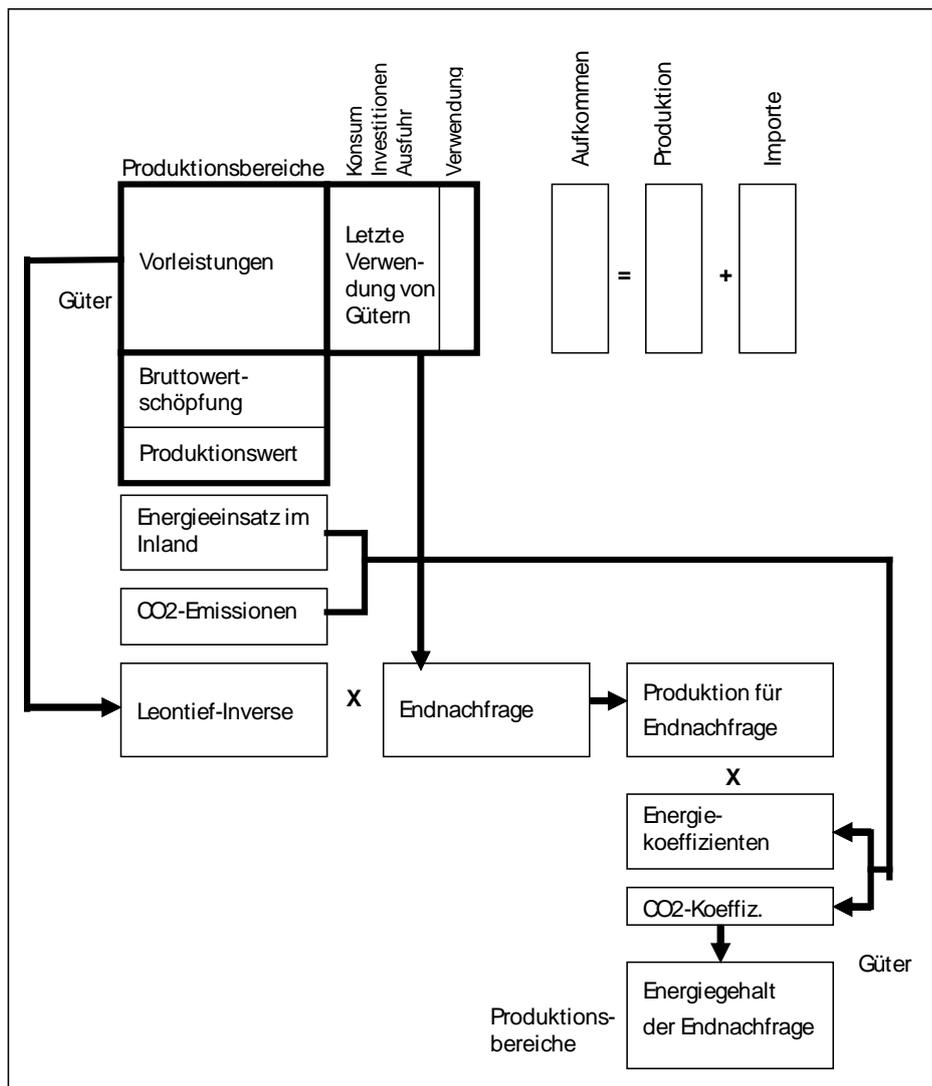
Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen; Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung.

4.2 Das erweiterte Input-Output-Analysemodell für Energie und Kohlendioxidemissionen

4.2.1 Das Input-Output-Analysemodell

Die Input-Output-Analyse (I/O-Analyse) ist ein geeignetes Analyseinstrument zur Berechnung des Energieverbrauchs und der Treibhausgase nach dem verbrauchsorientierten Ansatz. Es ermöglicht die Zurechnung des Energieverbrauchs der Produktionsbereiche zu den Endnachfragegütern bzw. zu den Endnachfragekategorien (Konsum, Investition, Export) (Abbildung 4-1).

Abbildung 4-1: Übersicht zum erweiterten Input-Output -Analysemodell



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Eine Hauptanwendung der Input-Output-Analyse ist die Zurechnung von Produktionsfaktoren zur Endnachfrage nach Gütern. Beispielsweise wird mit dem Input-Output-Analysemodell berechnet, wie viele Erwerbstätige in einer Volkswirtschaft insgesamt mit der Herstellung von Kraftfahrzeugen beschäftigt sind. In diesem Modell werden die im Automobilbau direkt Beschäftigten, die bei den Zulieferern und die auf allen weiteren Vorstufen Beschäftigten der Nachfrage nach Kraftfahrzeugen zugerechnet. Diese Zurechnung erfolgt auf Basis der Input-

Output-Tabelle (IOT), die die Vorleistungsverflechtung und die Endnachfrage gütermäßig – und die Endnachfrage nach Nachfragekategorien unterteilt – abbildet.

Die Zurechnung von Produktionsfaktoren zur Endnachfrage – wie z.B. der Erwerbstätigen oder der Energieeinsatz – erfolgt mit Hilfe der „Leontief-Inversen“, die den gesamten Produktionsaufwand zur Herstellung einer Endnachfrageeinheit angibt. Durch Multiplikation der Leontief-Inversen mit der (Diagonal-) Matrix der Endnachfrage ergibt sich die gesamte Produktion, die zur Herstellung der Endnachfrage nach einem bestimmten Gut – auf allen Produktionsstufen - erforderlich ist. Durch die anschließende Verknüpfung der Energie- bzw. CO₂-Emissionskoeffizienten mit diesen Produktionswerten lässt sich der Energiegehalt (bzw. der CO₂-Gehalt) der Endnachfrage ermitteln.

4.2.1.1 Das Rechenmodell

Bei dem Analysemodell spielt die sogenannte „Leontief-Inverse“ eine zentrale Rolle. Mit deren Koeffizienten können sowohl die Produktionswerte als auch die Primärinputs der Produktionsbereiche der Endnachfrage zugerechnet werden.

Die Leontief-Inverse wird ausgehend von der Identität von Aufkommen und Verwendung von Gütern wie folgt abgeleitet:

$$x = A * x + y \quad (1) \quad \begin{array}{l} x: \text{Vektor der Produktionswerte} \\ y: \text{Vektor der Endnachfrage von Gütern} \end{array}$$

A: Matrix der Input-Koeffizienten (Vorleistungen)

In Matrixschreibweise:

$$X - AX = Y \quad (1a)$$

Daraus folgt die Basisgleichung der Input-Output-Analyse (offenes Mengenmodell):

$$X = (I - A)^{-1} * Y \quad (2) \quad L: \text{Leontief-Inverse } (I - A)^{-1}$$

Die Matrix X enthält die Produktionswerte der einzelnen Produktionsbereiche, die bei der Herstellung der einzelnen Endnachfragegüter insgesamt oder bei bestimmten Nachfragekategorien (Konsum, Investitionen, Exporte) anfallen.

Der Einsatz von Produktionsfaktoren bei der Herstellung der Endnachfrage wird durch Verknüpfung eines Koeffizientenvektors (b) mit den Produktionswerten ermittelt:

$$B = b * L * Y \quad (3) \quad \begin{array}{l} b: \text{Vektor zum spezifischen Einsatz des Produktionsfaktors } r \\ b = r / x \end{array}$$

B: Einsatz des Produktionsfaktors r bei der Herstellung von Endnachfragegütern

Das Berechnungsmodell kann auch für den Einsatz des „Produktionsfaktors“ Energie und für die CO₂-Emissionen verwendet werden. Der Vektor „b“ enthält dann den spezifischen Energieeinsatz bzw. die spezifischen CO₂-Emissionen der Produktionsbereiche. Der spezifische Energieeinsatz ist der (Primär-) Energieeinsatz der Produktionsbereiche in Relation zu deren Produktionswert:

$$e = E / x \quad (4) \quad E: \text{Einsatz von Primärenergie in den Produktionsbereichen.}$$

Beim Einsatz von Energie wird von einer „Nettogröße“ (Primärenergie) ausgegangen. Durch die Umwandlung von Primärenergieträgern in Sekundärenergieträger erfolgt bei der Berechnung der gesamten Verwendung von Energie eine Doppelzählung von Energiemengen. Diese Doppelzählung muss bei der Berechnung des Energiegehalts von Gütern eliminiert werden. Den Umwandlungsbereichen werden somit als Einsatz an Energie lediglich die Umwandlungsverluste bei der Umwandlung von Energie und deren Eigenverbrauch an Energie zugerechnet. Zusammen mit dem Energieeinsatz der übrigen Produktionsbereiche

(Endenergieverbrauch und nicht-energetische Verwendung von Energieträgern) ergibt sich eine Gesamtmenge an Energie, die in der Summe weitgehend der zentralen Verbrauchsgröße bei Analysen des Energieverbrauchs – dem Primärenergieverbrauch – entspricht.

Lediglich die Fackel- und Leitungsverluste und statistische Differenzen bleiben beim direkten Energieeinsatz unberücksichtigt und werden deshalb auch nicht dem Energiegehalt der Güter zugerechnet.

4.2.1.2 Das hybride Input-Output-Modell

Das Input-Output Analysemodell kann auch auf einer Input-Output-Tabelle (I/O-Tabelle) aufgebaut werden, die sowohl Wert- als auch Mengenströme enthält (gemischtes oder hybrides Input-Output-Modell (I/O-Modell)). In einem hybriden I/O-Modell werden die Wertangaben bestimmter Zeilen – hier die Zeilen, die die Verwendung von Energie abbilden - durch die entsprechenden Mengenangaben ersetzt. Auch die Endnachfrage setzt sich dann zu einem Teil aus Wertangaben, zum anderen Teil aus Mengenangaben zusammen. Die Produktionswerte der Produktionsbereiche, deren Verwendung in Mengeneinheiten erfolgt, werden ebenfalls in Mengeneinheiten angegeben.

Das Hybridmodell hat gegenüber dem Ansatz mit reinen Wertangaben folgende Vorteile:

- a) inhomogene Güterströme mit signifikant unterschiedlichen Durchschnittspreisen bei den verschiedenen Abnehmern werden durch die in der Input-Output-Analyse (I/O-Analyse) benötigten Mengenangaben ersetzt,
- b) der Austausch der Wertangaben bei den Energiebereichen (Zeilen der I/O-Tabelle) ermöglicht eine weitere Disaggregation der Energiebereiche,
- c) die Verwendung von Mengenangaben (Heizwerte) bei den Produktions- und Verbrauchswerten von Energie ermöglicht eine direkte Anknüpfung der Kohlendioxid-Emissionen an die Verbrauchswerte von Energie.

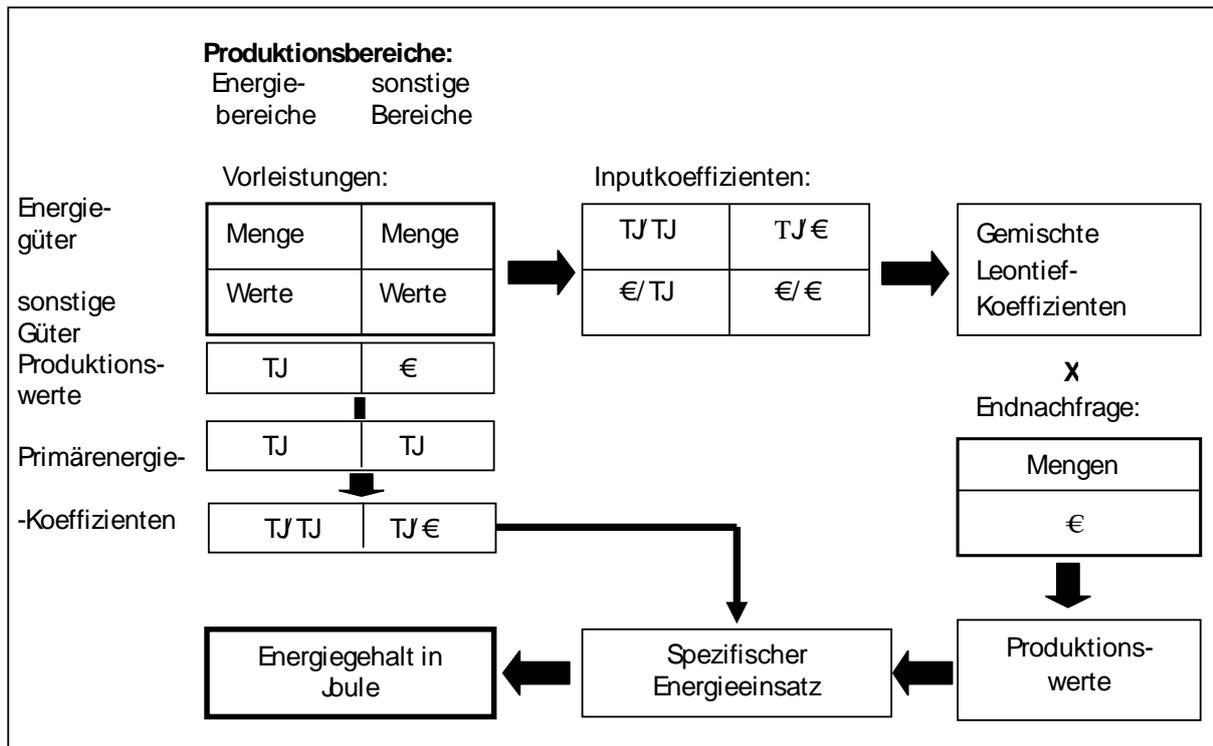
Alle drei Faktoren tragen zu einer - gegenüber dem einfachen Wertmodell - verbesserten Qualität der Ergebnisse bei.

Die Berechnung der Leontief-Inversen erfolgt in diesem Modell auf Basis dieser „gemischten“ Vorleistungsverflechtung. Die Berechnungen im erweiterten Energie-Input-Output-Analysemodell erfolgen völlig analog zu dem Modell mit reinen Wertangaben. Bei der Bestimmung des Energiegehalts der Produkte wird ein Koeffizientenvektor mit gemischten Koeffizienten benutzt. Bei den Energiebereichen sind die Energiekoeffizienten auf den physischen Produktionswert (energetischer Output in Joule), bei den übrigen Bereichen auf den wertmäßigen Produktionswert (in Euro) bezogen (siehe Abbildung 4-2).

Der Rechenablauf erfolgt in fünf Schritten:

1. Erstellung der gemischten I/O-Tabelle mit dem Einbau der Angaben zum Energieverbrauch der Produktionsbereiche
2. Bestimmung der Input-Koeffizienten und der gemischten Leontief-Inversen
3. Berechnung der Produktionswerte zur Erstellung der Güter der Endnachfrage (nach Verwendungskategorien und Gütergruppen)
4. Berechnung des spezifischen Energieeinsatzes der Produktionsbereiche (Primärenergiekoeffizienten) auf Basis der Energieflussrechnung und Berechnung der direkten CO₂-Emissionen
5. Berechnung des Energiegehalts nach Gütern und Kategorien der Endnachfrage

Abbildung 4-2: Berechnungsschema für den Hybridansatz



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Die Verwendung von physischen Angaben bei den Energiebereichen hat noch weitere Vorteile: Sie ermöglicht eine weitere Disaggregation der I/O-Tabelle bei den Energiebereichen und damit eine weitere, bedeutende Verbesserung der Qualität der Ergebnisse. Für die Energiezeilen der I/O-Tabelle liegen aus den Energieflussrechnungen gütermäßig sehr differenzierte Angaben zu Aufkommen und Verwendung der Energieträger in kalorischen Einheiten (Joule) vor. Diese können, zusammen mit den Angaben aus der Energiebilanz zu den Gewinnungs- und Umwandlungsbereichen, genutzt werden, um die Energie- I/O-Tabelle in den Zeilen und Spalten zu erweitern (siehe Abschnitt 4.2.2).

Die Verwendung von Angaben in physischen Einheiten erlaubt außerdem eine direkte Verknüpfung der Emissionsfaktoren für Kohlendioxid mit der Energieerzeugung in den Bereichen der Energiegewinnung und mit der Produktion von sonstigen energieintensiven Produktionsbereichen. Üblicherweise werden die Energieeinsatz- und die Emissionskoeffizienten in Bezug auf den monetären Produktionswert der Produktionsbereiche definiert. Diese Koeffizienten können für die Energiebereiche alternativ in Bezug auf deren physischen Output (Joule) bestimmt werden.

Diese alternative Berechnung der Koeffizienten ist insbesondere bei der Bestimmung der Koeffizienten für die ausländischen Energiebereiche von Vorteil: Die Koeffizienten können dabei direkt anhand der Angaben aus den Energiebilanzen der jeweiligen Lieferländer bestimmt werden. Diese enthalten sowohl die benötigten Angaben zu den einzelnen Energie-Inputs, als auch zur Energieerzeugung. Es entfällt eine – unter Umständen schwierige – Bestimmung der monetären Produktionswerte dieser Bereiche.

4.2.2 Berechnungskonzept

Für das Inland und für die Importe werden getrennte Berechnungen durchgeführt. Die Importe sind durch länderweise spezifische Güterstrukturen der Einfuhrwerte, Produktionstechniken und Energieeinsatz- bzw. CO₂-Emissionskoeffizienten charakterisiert. Diesen Unterschieden wird in einer regionalisierten Berechnung nach 14 Ländern Rechnung getragen.

Zunächst werden die Importe gütermäßig nach Lieferländern aufbereitet. Hinsichtlich der Produktionstechnik in den Lieferländern werden nicht generell, sondern nur bei wichtigen energieintensiven Produktionsbereichen, wie den Energiebereichen und bei der Stahlindustrie, die länderspezifischen Verhältnisse – und zwar in Bezug auf den Energieeinsatz – berücksichtigt. Ansonsten wird bei den Berechnungen von der inländischen Technologie ausgegangen. Ebenfalls werden bei diesen speziellen Produktionsbereichen der spezifische Energieeinsatz und die CO₂-Koeffizienten länderspezifisch erfasst. Bei den europäischen Lieferländern werden darüber hinaus für alle Branchen länderspezifische CO₂-Koeffizienten verwendet. Die Koeffizienten werden auf Basis einer Erhebung von EUROSTAT zu den Luftemissionen in der Europäischen Union nach wirtschaftlichen Aktivitäten berechnet¹³⁹.

4.2.2.1 Regionalisierung der Importe

Die Importe werden nach 14 Herkunftsländern unterschieden, die – mit Ausnahme Schwedens – lt. Außenhandelsstatistik die größte Bedeutung bei den Warenimporten haben (siehe Tabelle 4-12). Schweden wurde wegen seiner Bedeutung bei der Einfuhr von Zellstoff und Papier – einem energieintensiven Herstellungsprozess – und seinem dabei stark von Deutschland abweichenden Energieeinsatz mit einbezogen.

Tabelle 4-12: Warenimporte 2006 nach Herkunftsländern

Herkunftsland	Mill. €	% von insgesamt	Herkunftsland	Mill. €	% von insgesamt
Frankreich	62 102	8,5	Russland	30 020	4,1
Niederlande	60 750	8,3	Japan	24 016	3,3
China	49 958	6,8	Polen	21 226	2,9
USA	49 197	6,7	Spanien	19 832	2,7
Italien	41 470	5,6	Norwegen	19 646	2,7
Vereinigtes Königreich	40 832	5,6	Schweden	12 900	1,8
Belgien	33 388	4,5	Summe	495 637	67,5
Österreich	30 301	4,1	Insgesamt	733 994	100,0

Quelle: Statistisches Bundesamt, Außenhandelsstatistik.

Die Importwerte wurden in einer Gliederung nach dem Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken¹⁴⁰ anhand einer Sonderauswertung der Außenhandelsstatistik länderweise ermittelt. Bei dieser Sonderauswertung wurden für Zwei- und Dreisteller – in Einzelfällen sogar für Viersteller – sowohl Mengenangaben (in kg) als auch Wertangaben (in Euro) ausgewertet.

¹³⁹ Eurostat: Bereich „Umwelt“, Datenbank: physische und hybride Flussrechnungen (env_ac_ainacehh)
<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/environment/data/database>

¹⁴⁰ Statistisches Bundesamt: Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken (GP), Ausgabe 1995.

Die Einfuhrangaben für Energieträger werden in Heizwerten (Terajoule) angegeben. Diese Angaben wurden verschiedenen amtlichen Statistiken und Verbandsstatistiken entnommen¹⁴¹.

Bei den Importen werden zunächst die Wiederausfuhren (Re-Exporte) abgezogen. Re-Exporte sind Waren, die in unverändertem Zustand wieder ausgeführt werden. Da sie nicht im Inland verbleiben, sind der energetische Aufwand bei deren Herstellung und die damit verbundenen CO₂-Emissionen nicht dem Inland zuzurechnen.

Anschließend werden die Gesamtwerte der Importe der einzelnen Lieferländer entsprechend der Berechnungssegmente nach Verwendungskategorien aufgeteilt werden. Folgende Kategorien werden unterschieden: Konsumgüter, Vorleistungen, sonstige Endverwendung (Investitionsgüter). Bei den weiteren Berechnungen zu den importierten Vorleistungen wird dann außerdem eine Zurechnung der Vorleistungsproduktion zu den Endverwendungskategorien „Privater Konsum“, „Export“ und „restliche Verwendung“ vorgenommen.

4.2.2.2 Berücksichtigung von länderspezifischen Produktionsverhältnissen

Ein wichtiger Grund für den Verzicht auf eine vollständige Berücksichtigung der Produktionsverhältnisse der Lieferländer ist, dass bei dem gewählten disaggregierten Berechnungsansatz keine hinreichend disaggregierten internationalen I/O-Tabelle zur Verfügung stehen¹⁴². Außerdem ermöglicht der hybride Berechnungsansatz eine stärker detaillierte Berücksichtigung von wichtigen Energieverbrauchern im Inland und bei den Lieferländern (siehe nächster Abschnitt zur Gliederung der Produktionsbereiche im Input-Output Analysemodell).

Bei dem Berechnungsansatz steht konzeptionell der Energie- und CO₂-Gehalt der von den Lieferländern gelieferten Güter im Vordergrund der Betrachtung. Die durch die deutschen Importe bei den unmittelbaren Lieferländern ausgelösten Importe auf vorgelagerten Produktionsstufen („backward linkages“) und der dabei bewirkte Energieeinsatz wird bei diesem Ansatz vollständig dem unmittelbaren Lieferland zugerechnet¹⁴³. Die umfassende, detaillierte Verknüpfung von Regionen oder Ländern bleibt der multiregionalen I/O-Analyse vorbehalten.

Bei den Pipelinetransporten (WZ 60.3) wurden für Norwegen und Russland – den Hauptlieferländern für Erdgas- und Rohölimporte - spezielle Energie- und Emissionskoeffizienten berechnet, die den speziellen Energieträgereinsatz beim Transport und die Transportlänge berücksichtigen. Für die übrigen Bereiche konnten CO₂-Emissionskoeffizienten nur für die europäischen Lieferländer berechnet werden (siehe Tabelle 4-13).

¹⁴¹ Importiertes Erdgas: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) und Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.): Entwicklung der Erdgaseinfuhr in die Bundesrepublik Deutschland (in Terajoule).

Importiertes Rohöl: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA): Amtliche Mineralölstatistik, Tabelle 2. Importiertes Mineralöl: Mineralölwirtschaftsverband e.V.: Mineralölzahlen, (Datei „mzxls.zip“, Datei MINVERS, Tabelle Seite 26). Importierte Steinkohle: Statistik der Kohlenwirtschaft e.V.: Kohleneinfuhr nach Lieferländern.

¹⁴² Die OECD stellt in ihrer „Structural Analysis (STAN) Database“ für eine Vielzahl von Ländern (42 Länder) detaillierte IOT bereit: siehe OECD (2006): The OECD Input-Output Database: 2006 Edition, STI Working Paper 2006/8 N. Yamano, N. Ahmad, Okt. 2006. Allerdings stehen die tief-gegliederten Tabellen (nach 48 Bereichen) mit einer Reihe für die energetische IO-Analyse wichtiger Untergliederungen für eine große Zahl an Ländern – so z.B. für die europäischen Länder – nicht zur Verfügung (siehe Tabelle 4 in OECD 2006).

Link zur OECD-STAN Datenbank: Input-Output Tables (<http://www.oecd.org/sti/inputoutput/>).

¹⁴³ Eine Ausnahme bilden die Aluminium-Importe, bei denen die Importe von Roh- oder Sekundäraluminium der unmittelbaren Lieferländer zusätzlich näher analysiert werden.

Tabelle 4-13 Verfügbarkeit von Energieeinsatz- und Emissionskoeffizienten nach Produktionsbereichen und Lieferländern

Produktionsbereiche	Energiebereiche		Stahl-, Aluminium, Zellstoff- und Papierherstellung		Übrige Bereiche	
	Energie	CO ₂	Energie	CO ₂	Energie	CO ₂
Europäische Länder	X	X	X	X	–	X
Außereuropäische Länder	X	X	X	X	–	–

4.2.2.3 Gliederung der Produktionsbereiche im Energie - Input - Output - Analysemodell

Die hybride Energie-I/O-Tabelle wird auf Basis der monetären Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamts erstellt¹⁴⁴. Die nationale Veröffentlichung ist nach 71 Produktionsbereichen gegliedert. Gegenüber den I/O-Tabelle im Rahmen des europäischen Lieferprogramms in A60 Gliederung (Zweisteller der NACE Rev. 1 bzw. der CPA) enthält die nationale I/O-Tabelle bereits wichtige Unterteilungen bei energieintensiven Produktionsbereichen wie der Stahl und NE-Metallherstellung, den Gummi- und Kunststoffwaren und Glaswaren und Keramik.

Zur Verbesserung der Qualität der Ergebnisse und der Aussagefähigkeit des Modells werden in dem Analysemodell bei den Energiebereichen und bei weiteren ausgewählten energieintensiven Produktionsbereichen weitere Unterteilungen vorgenommen (Tabelle 4-14):

Tabelle 4-14: Aufteilung von Produktionsbereichen in der Energie-Input-Output-Tabelle

Gliederung in den monetären Input-Output-Tabelle	Gliederung in der Energie-Input-Output-Tabelle	WZ *)
Kohlenbergbau	Steinkohlenbergbau	10.1
	Braunkohlenbergbau	10.2
Kokereien, Mineralölerzeugung, Verarbeitung von Spalt- und Brutstoffen	Kokereien	23.1
	Mineralölerzeugung	23.2
	Verarbeitung von Spalt- und Brutstoffen	23.3
Elektrizitätsgewinnung, Fernwärme	Elektrizitätsgewinnung	40.1
	Fernwärmeversorgung	40.3
Sonstige Chemie (ohne Pharmazie)	Grundstoffchemie	24.1
	Übrige Chemie	24 (oh.24.1/4)
Erzeugung und erste Bearbeitung von NE-Metallen	Erzeugnisse und erste Bearbeitung von Aluminium	27.42
	Sonstige NE-Metallindustrie	27.41/43-45

*) WZ: Systematik der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2003.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

¹⁴⁴ Die Input-Output-Tabellen werden in Fachserie 18 Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Reihe 2 Input-Output Rechnung veröffentlicht. Gliederung der nationalen Input-Output-Tabelle nach 71 Produktionsbereichen (R71) siehe Tabelle 4-15.

Bei den Unterteilungen können die Angaben zu den energetischen Inputs direkt der Energiebilanz bzw. der Energieflussrechnung entnommen werden. Die übrigen – monetären – Inputs sind durch weitergehende Berechnungen zu ergänzen. Um das Rechenmodell im Umfang zu begrenzen, werden im Bereich der Dienstleistungen Zusammenfassungen von Bereichen mit einem relativ geringen Energieeinsatz vorgenommen. Das Analysemodell umfasst danach 73 Produktionsbereiche (siehe Tabelle 4-15 am Abschnittsende).

4.2.3 Erstellung der hybriden Input-Output-Tabellen

4.2.3.1 Berechnung der Verwendung von Energie und Einbau in die Input - Output - Tabelle

Der Energieverbrauch wird in den UGR nach 34 Energieträgern und 71 Produktionsbereichen berechnet. Die Gliederung der Energieträger entspricht der Gliederung in der nationalen Energiebilanz¹⁴⁵. Zusätzlich zu diesen Energieträgern werden weitere Unterteilungen im Bereich der erneuerbaren Energien vorgenommen¹⁴⁶.

Die Berechnungen zu Aufkommen und Verwendung von Energie stützen sich auf die Angaben der Energiebilanz, der amtlichen Energie- und Mineralölstatistik und weiterer Statistiken von Forschungsinstituten zum Energieverbrauch der Haushalte und „Kleinverbraucher“ (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen). Im Bereich des Straßenverkehrs werden eigene, detaillierte Berechnungen zum Kraftstoffverbrauch nach einzelnen Kraftfahrzeugarten und Haltern durchgeführt. Die Berechnungsergebnisse werden regelmäßig in der Veröffentlichung „Umweltnutzung und Wirtschaft – Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen“ publiziert¹⁴⁷.

¹⁴⁵ Die Energiebilanzen werden von der Arbeitsgemeinschaft (AG) Energiebilanzen e.V. herausgegeben. Sie umfassen Tabellen in natürlichen Einheiten, in Steinkohleeinheiten und in kalorischen Einheiten (Terajoule).

<http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=6>

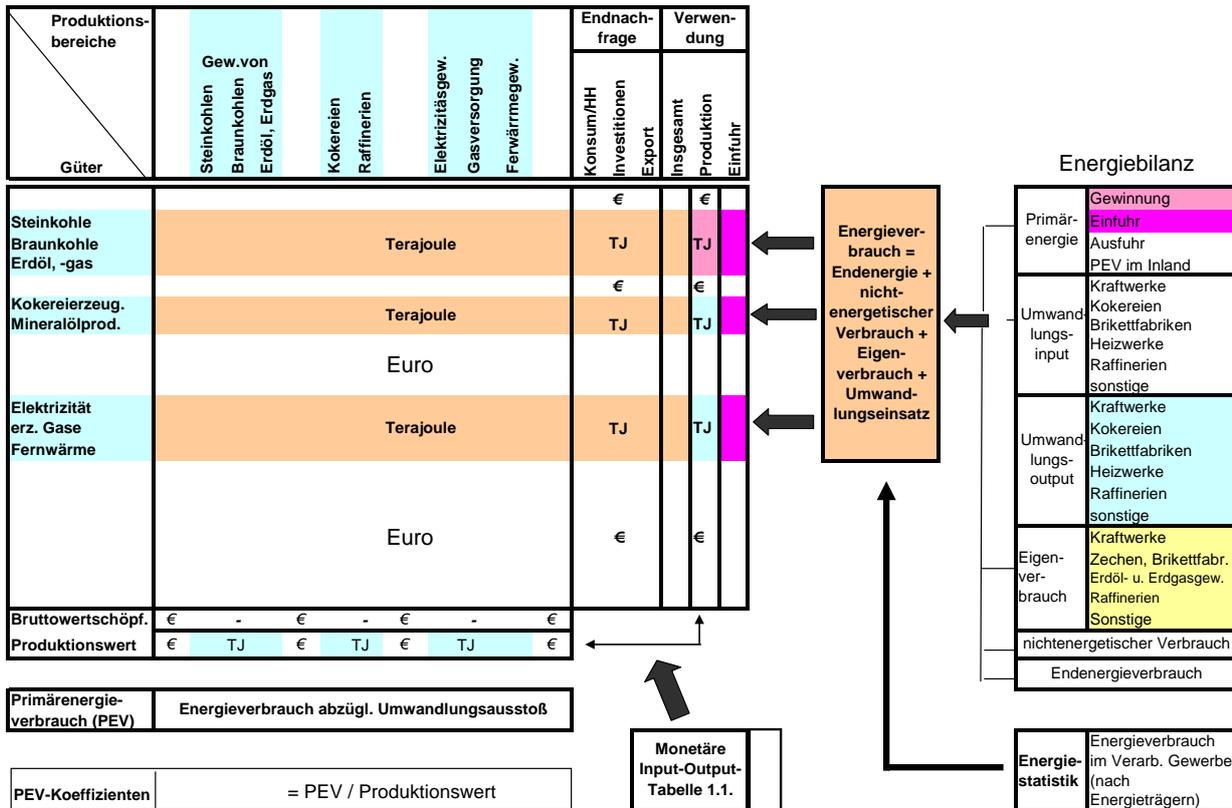
Methodische Erläuterungen zu den Energiebilanzen werden im Internet unter „Erläuterungen“ als PDF-Text bereitgestellt. Siehe „Vorwort zu den Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland“.

¹⁴⁶ Auf der Homepage der AG-Energiebilanzen sind unter „Daten“ Satellitenbilanzen zu den erneuerbaren Energien in EXCEL-Format verfügbar. Die Statistiken zu den Erneuerbaren Energien werden von der Arbeitsgruppe „Erneuerbare Energien-Statistik“ erstellt (AGEE-Stat). <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/5468/>

¹⁴⁷ Umweltnutzung und Wirtschaft – Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Teil 2: Energie und Rohstoffe, Kapitel 3: Energie.

http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Navigation/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/UGR,templateId=renderPrint.psml__nnn=true

Abbildung 4-3: Hybride Energie-Input-Output -Tabelle und Energiebilanz



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen; AG Energiebilanzen

Die detaillierten Angaben zur Verwendung von Energieträgern – in Terajoule – werden zu 9 Energie-Gütergruppen (siehe Energiebereiche in Tabelle 4-15 zuzüglich „Kernenergie“ und „Gewinnung von Erdöl und Erdgas“) zusammengefasst. Diese Angaben ersetzen zeilenweise die monetären Angaben der I/O-Tabelle. Die von der Natur bereitgestellten erneuerbaren (Primär-) Energien (Wind, Wasser, Photovoltaik, Solarthermie) haben keine monetäre Entsprechung in der I/O-Tabelle und bleiben deshalb in der I/O-Tabelle unberücksichtigt. Bei der Berechnung der Energiekoeffizienten werden sie jedoch wie die „ökonomischen“ Energieträger einbezogen. Ihr Energiegehalt wird nach der Wirkungsgradmethode bestimmt und beträgt 100 % der gewonnenen Sekundärenergie (Elektrizität und Wärme)¹⁴⁸.

4.2.3.2 Berechnung für ausländische Energiebereiche

Detaillierte Berechnungen zu den Inputstrukturen in den Lieferländern sind wegen der Bedeutung der Vorketten bei der Ermittlung des gesamten Energieaufwands von großer Bedeutung. Der direkte Energieverbrauch bei der Herstellung der Endnachfragegüter (Konsum-, Investitions- und Exportgüter) auf der letzten Fertigungsstufe kann für die einzelnen Lieferländer mit Hilfe geeigneter Energiekoeffizienten noch auf vergleichsweise einfache Art ermittelt werden. Dagegen ist die Berechnung des Energieaufwands auf den vorgelagerten Produktionsstufen schwierig und aufwändig: Idealerweise sollte diese Berechnung auf einer vollständigen Abbildung der Produktionsprozesse und Lieferverflechtungen in den einzelnen Lieferländern und zwischen den Lieferländern, d.h. auf multiregionalen I/O-Tabelle basieren.

¹⁴⁸ Siehe „Vorwort zu den Energiebilanzen“ a.a.O., Seite 9.

Dieser umfassende Ansatz wurde in dem Modell – wie oben ausgeführt – aus konzeptionellen Gründen nicht gewählt.

In dem hier gewählten Ansatz wird Wert auf eine möglichst genaue Abbildung der bedeutendsten Vorketten in den Lieferländern gelegt. Die mit Abstand bedeutendste Vorkette bezüglich des Energieaufwands und der CO₂-Emissionen ist dabei die Herstellung von Elektrizität. Bei der Elektrizitätsgewinnung fallen beim Einsatz der Primärenergieträger erhebliche Umwandlungsverluste an, die – zusammen mit dem Eigenverbrauch – dem Bereich als Energieverbrauch zugerechnet werden. Beim Einsatz von fossilen Brennstoffen in den Kraftwerken entstehen außerdem hohe CO₂-Emissionen.

Der zweitwichtigste Energieverbraucher bei der Herstellung der deutschen Importgüter ist der Stahl- und NE-Metallsektor. Beim Energieeinsatz hatte dieser Bereich 2006 einen Anteil von 23,3 % des gesamten Energieverbrauchs der Produktionsbereiche, bei den CO₂-Emissionen von 26,7 %. Auf Grund dieser großen Bedeutung wurde dieser Produktionsbereich detailliert für die einzelnen Länder analysiert. Neben dem hohen direkten Energieverbrauch ist der Bereich auch durch einen hohen indirekten Energieverbrauch und hohe indirekte CO₂-Emissionen geprägt. Diese ergeben sich aus dem Einsatz von Elektrizität bei der Stahlgewinnung – beispielsweise bei der Herstellung von Sekundärstahl in Elektroöfen- und bei der Erzeugung von NE-Metallen, wie z.B. von Aluminium, die ebenfalls einen sehr hohen Elektrizitätsverbrauch aufweist. Daher ist eine möglichst genaue Erfassung der Herstellungsprozesse und der Energie-Inputs dieser Bereiche ebenfalls von großer Bedeutung.

Bei der Berechnung des Energieverbrauchs der Energiesektoren der wichtigsten Importländer (vgl. Tab. 4-12) wurden die Energiebilanzen dieser Länder und weitere Statistiken ausgewertet. Für die 10 europäischen Länder wurden die Energiebilanzen von EUROSTAT herangezogen¹⁴⁹. Für die 4 außereuropäischen Länder – China, Japan, Russland und die USA – wurden die von der Internationalen Energieagentur (IEA) veröffentlichten Energiebilanzen – in Öleinheiten – ausgewertet¹⁵⁰. Zusätzlich wurden weitere – nach Energieträgern stärker unterteilte – Angaben zu den einzelnen Energiebereichen aus der Datenbank der Vereinten Nationen (Statistical Division) entnommen¹⁵¹. Diese Datenbank enthält die nach Energieträgern vollständig unterteilten Angaben zur Verwendung von Energie (in natürlichen Einheiten). Diese detaillierten Angaben sind insbesondere für die Berechnung der CO₂-Emissionskoeffizienten erforderlich.

Mit den beschriebenen Berechnungsschritten kann eine belastbare, getrennte Berechnung für die Importe - nach den einzelnen Endverwendungskategorien – durchgeführt werden. Bei diesen weiteren Berechnungen erfolgt eine gesonderte Berechnung für die eingeführten Fertigprodukte und für die importierten Vorprodukte, die im Inland zur Herstellung der jeweiligen Endprodukte eingesetzt werden.

¹⁴⁹ Die Angaben zu Energie werden von Eurostat nicht in Form von Energiebilanzen, sondern in Form von Zeitreihen für die einzelnen Merkmale der Energiebilanz in einer Datenbank veröffentlicht: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/database>
Für die Berechnungen in diesem Modell wurden von Eurostat Angaben in natürlichen Einheiten und in Öleinheiten in Form einer Energiebilanz bereitgestellt.

¹⁵⁰ International Energy Agency: Energy Statistics, Energy Balances of OECD and Non-OECD Countries, verschiedene Jahrgänge.

¹⁵¹ United Nations Statistics Division: Energy Statistics Database.
<http://data.un.org/Explorer.aspx?d=EDATA>

Tabelle 4-15: Gliederung der Produktionsbereiche in der Energie-Input-Output-Tabelle *)

Lfd. Nr.	73 Produktionsbereiche	Lfd. Nr.	71 Produktionsbereiche	WZ 1) 2)
1	Erzeugung von Produkten der Landwirtschaft und Jagd	1	Erz. v. Produkten der Landwirtschaft und Jagd	01
2	Erzeugung von Produkten der Forstwirtschaft	2	Erz. v. Produkten der Forstwirtschaft	02
3	Erzeugung von Produkten der Fischerei und Fischzucht	3	Erz. v. Produkten der Fischerei und Fischzucht	05
	Gewinnung von Kohle und Torf	4	Gewinnung von Kohle und Torf	10
4	Steinkohlenbergbau			10.1
5	Braunkohlenbergbau			10.2
6	Gewinnung von Erdöl, Erdgas	5	Gewinnung von Erdöl, Erdgas	11
7	Gew. v. Uranerzen, Erzen, Steinen und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse			12/13/14
		6	Gewinnung von Uran- und Thoriumerze	12
		7	Gewinnung von Erzen	13
		8	Gew. v. Steinen und Erden, sonst. Bergbauerz.	14
8	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	9	H. v. Nahrungs- und Futtermitteln	15.1–8
9	Herstellung von Getränken	10	H. v. Getränken	15.9
10	Herstellung von Tabakwaren	11	H. v. Tabakwaren	16
11	Herstellung von Textilien	12	H. v. Textilien	17
12	Herstellung von Bekleidung	13	H. v. Bekleidung	18
13	Herstellung von Leder und Lederwaren	14	H. v. Leder und Lederwaren	19
14	Herstellung von Holz und Holzserzeugnissen	15	H. v. Holz und Holzserzeugnissen	20
15	Herstellung von Holzstoff, Zellstoff, Papier, Karton u. Pappe	16	H. v. Holzstoff, Zellstoff, Papier, Karton und Pappe	21.1
16	Herstellung von Papier-, Karton- und Pappwaren	17	H. v. Papier-, Karton- und Pappwaren	21.2
17	Herstellung von Verlagserzeugnissen	18	H. v. Verlagserzeugnissen	22.1
18	Herstellung von Druckerzeugnissen u.ä. □	19	H. v. Druckerzeugnissen u.ä.	22.2–3
	Herstellung von Kokerei- und Mineralölerzeugnissen, Spalt- und Brutstoffen	20	H. v. Kokerei- und Mineralölerzeugnissen, Spalt- und Brutstoffen	23
19	Herstellung von Kokereierzeugnissen			23.1
20	Herstellung von Mineralölerzeugnissen			23.2
21	Verarbeitung von Spalt- und Brutstoffen			23.3
22	Grundstoffchemie			24.1
23	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	21	H. v. pharmazeutischen Erzeugnissen	24.4
24	Herstellung von chemischen Erzeugnissen (oh. pharmaz. Erzeugn.)	22	H. v. chemischen Erzeugnissen (oh. pharmaz. Erzeugn.)	24 (ohne 24.4)
25	Herstellung von Gummiwaren	23	H. v. Gummiwaren	25.1
26	Herstellung von Kunststoffwaren	24	H. v. Kunststoffwaren	25.2
27	Herstellung von Glas und Glaswaren	25	H. v. Glas und Glaswaren	26.1
28	Herstellung von Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	26	H. v. Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	26.2–8
29	Herstellung von Roheisen, Stahl, Rohren und Halbzeug	27	H. v. Roheisen, Stahl, Rohren und Halbzeug	27.1 – 27.3
	Herstellung von NE-Metallen und Halbzeug	28	H. v. NE-Metallen und Halbzeug	27.4
30	Erzeugung und erste Bearbeitung von Aluminium			27.42
31	Sonstige NE-Metallindustrie			27.41/43-45
32	Herstellung von Gießereierzeugnissen	29	H. v. Gießereierzeugnissen	27.5
33	Herstellung von Metallerzeugnissen	30	H. v. Metallerzeugnissen	28
34	Herstellung von Maschinen	31	H. v. Maschinen	29
35	Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen	32	H. v. Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen	30
36	Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.ä.	33	H. v. Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.ä.	31
37	Herstellung von Erzeugnissen der Rundfunk- und Nachrichtentechnik	34	H. v. Erzeugnissen der Rundfunk- und Nachrichtentechnik	32
38	Herstellung von Erzeugnissen der Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik	35	H. v. Erzeugnissen der Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik	33
39	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	36	H. v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	34

Tabelle 4-15 (Forts.): Gliederung der Produktionsbereiche in der Energie-Input-Output-Tabelle *)

Lfd. Nr.	73 Produktionsbereiche	Lfd. Nr.	71 Produktionsbereiche	WZ 1) 2)
40	Herstellung von sonstigen Fahrzeugen (Wasser-, Schienen-, Luftfahrzeuge u.a.)	37	H. v. sonst. Fahrzeugen (Wasser-, Schienen-, Luftfahrzeuge u.a.)	35
41	Herstellung von Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten, Sportgeräten, Spielwaren u.ä.	38	H. v. Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten, Sportgeräten, Spielwaren u.ä.	36
42	Herstellung von Sekundärrohstoffen	39	H. v. Sekundärrohstoffen	37
		40	Erz. und Vert. von Elektrizität und Fernwärme	40.1/40.3
43	Erzeugung und Verteilung von Elektrizität			
44	Erzeugung und Verteilung von Gasen	41	Erz. und Vert. von Gasen	40.2
45	Erzeugung und Verteilung von Fernwärme			40.3
46	Gewinnung und Verteilung von Wasser	42	Gewinnung und Verteilung von Wasser	41
47	Vorbereitende Baustellenarbeiten, Hoch- und Tiefbauarbeiten	43	Vorbereitende Baustellenarbeiten, Hoch- und Tiefbauarbeiten	45.1–2
48	Bauinstallationsarbeiten und sonstige Bauarbeiten	44	Bauinstallationsarbeiten und sonst. Bauarbeiten	45.3–5
49	Handelsleistungen mit Kfz; Reparaturen an Kfz; Tankleistungen	45	Handelsleist. mit Kfz; Reparaturen an Kfz; Tankleist.	50
50	Handelsvermittlungs- und Großhandelsleistungen	46	Handelsvermittlungs- und Großhandelsleist.	51
51	Einzelhandelsleistungen; Reparaturen an Gebrauchsgütern	47	Einzelhandelsleist.; Reparaturen an Gebrauchsgütern	52
52	Beherbergungs- und Gaststättendienstleistungen	48	Beherbergungs- und Gaststätten-DL	55
53	Eisenbahndienstleistungen	49	EisenbahnDL	60.1
54	Sonstige Landverkehrsleistungen, Transportleistungen in Rohrfernleitungen	50	sonst. Landverkehrsleist., Transportleist. in Rohrfernleitungen	60.2-3
55	Schiffahrtsleistungen	51	Schiffahrtsleist.	61
56	Luftfahrtleistungen	52	Luftfahrtleist.	62
57	Dienstleistungen bezüglich Hilfs- und Nebentätigkeiten für den Verkehr	53	DL bezüglich Hilfs- und Nebentätigkeiten für den Verkehr	63
58	Nachrichtenübermittlungsdienstleistungen	54	Nachrichtenübermittlungs-DL	64
59	Dienstleistungen der Kreditinstitute	55	DL der Kreditinstitute	65
60	Dienstleistungen der Versicherungen (ohne Sozialversicherung)			66/67
		56	DL der Versicherungen (ohne Sozialversicherung)	66
		57	DL des Kredit- und Versicherungshilfsgewerbes	67
61	Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens	58	DL des Grundstücks- und Wohnungswesens	70
62	Dienstleistungen der Vermietung beweglicher Sachen (ohne Personal)	59	DL der Vermietung beweglicher Sachen (ohne Personal)	71
63	Dienstleistungen der Datenverarbeitung und von Datenbanken	60	DL der Datenverarbeitung und von Datenbanken	72
64	Forschungs- und Entwicklungsleistungen	61	Forschungs- und Entwicklungsleist.	73
65	Unternehmensbezogene Dienstleistungen	62	Unternehmensbezogene DL	74
66	Dienstleistungen der öffentlichen Verwaltung, Verteidigung	63	DL der öffentlichen Verwaltung, Verteidigung	75.1–2
67	Dienstleistungen der Sozialversicherung	64	DL der Sozialversicherung	75.3
68	Erziehungs- und Unterrichtsdienstleistungen	65	Erziehungs- und Unterrichts-DL	80
69	Dienstleistungen des Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesens	66	DL des Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesens	85
70	Abwasser-, Abfallbeseitigungs- und sonstige Entsorgungsleistungen	67	Abwasser-, Abfallbeseitigungs- und sonst. Entsorgungsleist.	90
71	Dienstleistungen von Interessenvertretungen, Kirchen u.ä.	68	DL von Interessenvertretungen, Kirchen u.ä.	91
72	Kultur-, Sport- und Unterhaltungsdienstleistungen	69	Kultur-, Sport- und Unterhaltungs-DL	92
73	sonstige Dienstleistungen und Dienstleistungen privater Haushalte			93/95
		70	sonst. DL	93
		71	DL privater Haushalte	95

*) Fettdruck: Aufteilung in der Energie-IOT.

1) Klassifikation der Wirtschaftszweige (Ausgabe 1993).

2) Bereichsabgrenzung vergleichbar mit der Statistischen Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftszweigen in der Europäischen Gemeinschaft (Ausgabe 1993).

Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen 2010

4.3 Methan- und Lachgasemissionen für tierische und pflanzliche Ernährungsgüter

4.3.1 Einführung

Methan und Lachgas zählen neben Kohlendioxid zu den Treibhausgasen. Methan (CH₄) ist auf 100 Jahre bezogen 21-mal mehr klimawirksam als Kohlendioxid (CO₂), Lachgas ist sogar 310-mal mehr klimawirksam als CO₂.

Die Angaben für Deutschland zu den Methan- und Lachgasemissionen aus der Landwirtschaft sind in der Berichterstattung des Umweltbundesamtes (UBA) für das UNFCCC enthalten¹⁵². In dem Tabellenteil 4 (Sectoral Report for Agriculture) werden die Klimagasemissionen in der Landwirtschaft – insbesondere von Methan und Lachgas - bilanziert. Methan entsteht bei der Fermentation in den Mägen von Nutztieren sowie beim Management von Wirtschaftsdünger. Lachgas entweicht insbesondere aus landwirtschaftlich genutzten Böden.

Diese Angaben wurden genutzt, um die Methanemissionen aus der Nutztierhaltung den tierischen Produkten zuzurechnen. Die Lachgasemissionen für Mineraldünger, Eintrag von Tierexkrementen, Weidedünger, Ernterückstände und indirekte Emissionen bei der Bodenbewirtschaftung wurden verschiedenen Gruppen von pflanzlichen Rohstoffen zugeordnet.

Um die Methanemissionen für tierische Produkte zu ermitteln, wurden Emissionskoeffizienten gebildet, in dem die Produktion tierischer Erzeugnisse zu den Methanemissionen der jeweiligen Tierkategorie in Beziehung gesetzt wurde. Die Berechnung der Lachgasemissionen nach Pflanzenarten erfolgte anhand eines Verteilungsschlüssels für den ausgebrachten Stickstoff bzw. den Wirtschaftsdünger aus der Tierhaltung nach einzelnen Pflanzenarten.¹⁵³

Anschließend wurden produktspezifische Emissionen berechnet, indem die Mengen an tierischen und pflanzlichen Produkten aus der inländischen Erzeugung, aus Importen und Exporten mit den Emissionskoeffizienten multipliziert wurden.

Die Methanemissionen aus der Fermentation und dem Wirtschaftsdünger werden im Tabellenanhang für die Inlandserzeugung, den Import, Export und den Inlandsverbrauch dargestellt. Dabei erfolgt eine Darstellung der Emissionen in Tonnen des jeweiligen Schadstoffs und in CO₂-Äquivalenten. Die Lachgasemissionen werden vergleichbar dargestellt.

Für die Berechnung der Methanemissionen der Inlandserzeugung und der Exporte wurden deutsche Emissionskoeffizienten verwendet. Für die Importe wurden landesspezifische Koeffizienten der wichtigsten Herkunftsländer der Importe von Erzeugnissen tierischen Ursprungs verwendet.

In einer gesonderten Berechnung wurde für die Lachgasemissionen der landwirtschaftlich genutzten Böden der Anteil ermittelt, der auf die Futtermittelerzeugung entfällt und somit indirekt den tierischen Erzeugnissen zuzurechnen ist. Dieser Anteil wurde auf Basis von Tabellen zur Futtermittelerzeugung geschätzt¹⁵⁴.

¹⁵² Inventartabellen siehe <http://www.umweltbundesamt.de/emissionen/publikationen.htm#2011>

¹⁵³ Siehe Zweites Forschungsprojekt des Von-Thünen-Instituts zum Aufbau eines Berichtsmoduls „Landwirtschaft und Umwelt“ für die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen:
<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/LandwirtschaftUmwelt.html>

¹⁵⁴ Hrsg. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz:
<http://www.bmelv-statistik.de/de/statistisches-jahrbuch/kap-c-landwirtschaft/>

4.3.2 Ausgangsdaten

UBA-Berichterstattung für UNFCCC¹⁵⁵

Ausgangspunkt für die Berechnung der Methanemissionen und der Lachgasemissionen bildet das „Common Reporting Format for the provision of inventory information“ (CRF) des UNFCCC. Die Berichterstattung für Deutschland wird vom UBA durchgeführt. Es liegen Angaben für alle Jahre seit 1990 vor, ausgewertet wurden hier aber nur die Angaben ab dem Jahr 2000.

Im CRF enthalten die Tabellen der Nummer 4 (Sectoral Report for Agriculture) die Angaben zu den Methan- und Lachgasemissionen der Landwirtschaft. In den Übersichtstabellen (4s1, 4s2) werden die entsprechenden Emissionen nach Kategorien aufgeführt, während in den Untertabellen 4A/B/C/D Hintergrunddaten gezeigt werden.

In dem vorliegenden Bericht wurden die Angaben zu den Methan- und Lachgasemissionen nach landwirtschaftlichen Kategorien verwendet (siehe Tabelle 4-16). Für Methan waren dies die Emissionsdaten für die Nutztierhaltung nach Tierkategorien für Fermentation und Wirtschaftsdünger. Für Lachgas beziehen sich die Emissionsdaten ebenfalls auf die Nutztierhaltung sowie auf die Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Böden. Entsprechend ergab sich eine Zusammenstellung der Methanemissionen für Fermentation und Wirtschaftsdünger nach den folgenden Tierkategorien und bei Lachgas zusätzlich nach landwirtschaftlichen Bodenarten:

Tabelle 4-16: CH₄- und N₂O-Emissionen nach landwirtschaftlichen Kategorien im CRF¹⁵⁶

	Methan	Lachgas
Fermentation	Tierbestand (Kühe, sonstige Rinder, Büffel, Schafe, Ziegen, Kamele/Lamas, Pferde, Mulis/Esel, Schweine, Geflügel)	
Wirtschaftsdünger	Tierbestand (Kühe, sonstige Rinder, Büffel, Schafe, Ziegen, Kamele/ Lamas, Pferde, Mulis/Esel, Schweine, Geflügel)	Tierbestand (Kühe, sonstige Rinder, Büffel, Schafe, Ziegen, Kamele/Lamas, Pferde, Mulis/Esel, Schweine, Geflügel)
Landwirtschaftliche Böden		Direkte Bodenemissionen, Wiesen und Weiden, Indirekte Emissionen

CRF: Common Reporting Format.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Die direkten Bodenemissionen können weiter unterteilt werden in Emissionen aus Mineraldünger, Tierexkrementen auf Böden, N-Fixierung von Pflanzen, Ernterückstände und Entwässerung von Torfgebieten. Indirekte Emissionen beinhalten die Auswaschung von Stickstoff aus Böden sowie die atmosphärische Deposition. Die N-Fixierung von Pflanzen und

¹⁵⁵ UNFCCC = United Nations Framework Convention on Climate Change

¹⁵⁶ Bei den weiteren Berechnungen wurden bei den Tieren die Büffel, die Kamele/Lamas und die Mulis/Esel nicht weiter betrachtet, da die Emissionsdaten aufgrund niedriger Bestände gering sind und keine Angaben zu deren tierischen Produkten verfügbar sind.

die Entwässerung von Torfgebieten wurden bei den Berechnungen hier nicht weiter berücksichtigt.

Neben den Angaben für Deutschland wurden die Angaben aus der Berichterstattung zum UNFCCC auch für weitere europäische (Dänemark, Frankreich, Irland, Niederlande, Österreich) und außereuropäische Länder (Neuseeland, Brasilien) ausgewertet, um die Produktionsverhältnisse im Ausland bei der Entstehung von Emissionen durch importierte tierische Produkte adäquat abzubilden.

Produktions-, Import- und Exportdaten

Die Bezugsgröße der inländischen Emissionen von Methan sind die Produktionsmengen von Fleisch- und Wurstwaren. Die Berechnung der Produktionsmengen von Fleisch- und Wurstwaren nach Tierarten wurde auf Basis der Angaben zu den Schlachtmengen aus der Agrarstatistik durchgeführt. In der Schlachtungsstatistik liegen Angaben zur Anzahl der geschlachteten Tiere und zur Schlachtmenge nach Tierarten vor. Von der Gesamtschlachtmenge wurde der Anteil an marktfähigem Fleisch und an Wurstwaren abgeleitet. Diese ist die Bezugsgröße für die inländischen Methanemissionen.

Angaben zur Erzeugung von Milchprodukten nach Arten sind in den verschiedenen Jahrgängen des Statistischen Jahrbuchs für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten enthalten. Um eine Vergleichbarkeit zwischen den verschiedenen Milchprodukten herstellen zu können, wurden bei den Berechnungen die Mengenangaben in Milchfetteinheiten herangezogen. Eine entsprechende Tabelle wurde vom Internetportal der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung heruntergeladen¹⁵⁷.

Bei den tierischen Produkten wurden drei Hauptgruppen mit weiteren Einzelprodukten unterschieden:

- „marktfähiges Fleisch“ (Kuhfleisch, sonstiges Rinderfleisch, Fleisch von Schweinen, Schafen/Ziegen, Hühnern)
- „Wurstwaren“ aus Kuhfleisch, übrigem Rindfleisch, Schweinefleisch, Schaffleisch, Fleisch von Geflügel
- Milcherzeugnisse (Milch u. Rahm, eingedickt und nicht eingedickt, Buttermilch, Joghurt, Molke u. ä., Butter, Fettstoffe, Käse und Quark)

Die Mengenangaben für die Importe und Exporte von Fleisch- und Milcherzeugnissen wurden der Außenhandelsstatistik entnommen. Dabei wurden Auswertungen nach Sechs- und Vierstellern vorgenommen (siehe Tabelle 4-17), um eine Vergleichbarkeit zu den Kategorien der Inlandsproduktion herstellen zu können. Eine Berücksichtigung der Sechsteller war dort notwendig, wo Produkte auf Viersteller-Ebene nicht eindeutig einer Tierkategorie zugeordnet werden konnten.

Für die Importe wurde auf Viersteller-Ebene eine Auswertung nach den wichtigsten Herkunftsländern durchgeführt, um die länderspezifische Tierhaltung zu berücksichtigen.

In Tabelle 4-17 werden für die Viersteller die drei wichtigsten Herkunftsländer der Importe von Erzeugnissen tierischen Ursprungs aufgelistet.

¹⁵⁷ http://www.ble.de/DE/01_Markt/09_Marktbeobachtung/02_MilchUndMilcherzeugnisse/TabellenMilchDeutschland.html?nn=2304392

Tabelle 4-17: Herkunftsländer der Importe von Erzeugnissen tierischen Ursprungs

WA	Bezeichnung	Hauptherkunftsland	Weitere Herkunftsländer	
0201	Fleisch von Rindern	Niederlande	Argentinien	Polen
0202	Vorderviertel von Rindern	Niederlande	Österreich	Uruguay
0203	Fleisch von Hausschweinen	Belgien	Dänemark	Niederlande
0204	Fleisch von Schafen	Neuseeland	Vereinigtes Königreich	Irland
0206	Schlachtnebenerzeugnisse	Niederlande	Schweiz	Dänemark
0207	Teile von Geflügel	Niederlande	Polen	Ver. Königreich
0209	Schweinespeck	Niederlande	Spanien	Frankreich
0210	Schinken/Bäuche	Brasilien	Italien	Spanien
1601	Wurst u.ä. Erzeugnisse	Österreich	Italien	Frankreich
1602	Zubereitungen aus Fleisch	Brasilien	Niederlande	Österreich
0401	Milch u. Rahm, nicht eingedickt	Tschechische Republik	Niederlande	Österreich
0402	Milch u. Rahm, eingedickt	Niederlande	Polen	Frankreich
0403	Buttermilch, Joghurt, u.ä.	Belgien	Österreich	Niederlande
0404	Molke	Italien	Österreich	Belgien
0405	Butter u.a. Fettstoffe	Irland	Niederlande	Belgien
0406	Käse und Quark	Niederlande	Frankreich	Dänemark

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Bei der Berechnung der ausländischen Emissionskoeffizienten wurden für die europäischen Länder die Angaben zu den Produktionsmengen von tierischen Produkten aus der europäischen Agrarstatistik herangezogen¹⁵⁸. Für Neuseeland und Brasilien wurden Eckzahlen von der Homepage der Statistischen Ämter dieser Länder heruntergeladen.

Bei den Erntemengen für pflanzliche Erzeugnisse konnte auf die Agrarstatistik des Statistischen Bundesamtes zurückgegriffen werden. Die Erntestatistiken geben Auskunft über die Erntemengen von Feldfrüchten, Obst und Wein. Ausgehend von mehr als 40 Kategorien wurde diese - bei der Bestimmung des Düngemittelverbrauchs - zu folgenden Positionen zusammengefasst:

- Getreide
- Gemüse
- Obst/Wein
- Kartoffeln
- Zuckerrüben
- Raps
- Wiesen und Weiden

Die Angaben zu den Exporten von pflanzlichen Erzeugnissen wurden wiederum der Außenhandelsstatistik entnommen.

¹⁵⁸ <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/agriculture/data/database>

4.3.3 Methan- und Lachgas-Emissionen von Erzeugnissen tierischen Ursprungs

Bei der Berechnung von Methanemissionen nach tierischen Produkten wurden die entsprechenden Emissionen durch Fermentation und Wirtschaftsdünger zugrunde gelegt. Diese liegen nach Tierarten vor. Zur Berechnung der Methan-Koeffizienten für Fleisch und Wurst wurden die Emissionen nach einzelnen Tierarten durch die Produktionsmengen der jeweiligen Produkte dividiert, und ein Koeffizient pro Mengeneinheit tierisches Produkt bestimmt. Bei den Kühen wurden die Emissionen entsprechend der wertmäßigen Bedeutung der erzeugten Produkte zu 14 Prozent dem Fleisch und zu 86 Prozent den Milchprodukten zugerechnet.

Diese Koeffizienten wurden in einem weiteren Schritt zur Berechnung der Methanemissionen von exportiertem Fleisch und Milchprodukten verwendet. Dieser Koeffizient bildet also die Produktionsverhältnisse der Tierhaltung in Deutschland ab. Bei den Importen ist dagegen die Art der Tierhaltung in den Herkunftsländern zu berücksichtigen. Deshalb wurden in einem weiteren Schritt Koeffizienten für die wichtigsten Herkunftsländer der deutschen Importe berechnet.

Da die Auswertung der Daten für eine Vielzahl von Ländern zu aufwändig wäre, wurden bei Fleisch und Wurstwaren und bei Milcherzeugnissen aus dem Ausland nur das Hauptherkunftsländern detailliert ausgewertet und für die anderen Ländern ein Durchschnittskoeffizient aus den Angaben verschiedener anderer Herkunftsländer bestimmt. Die Herkunftsländer für die „Hauptkoeffizienten“ sind dabei im Wesentlichen identisch mit den in Tabelle 4-18 aufgeführten (Haupt-) Herkunftsländern. Ausnahmen ergeben sich bei Rindfleisch, bei dem – mangels verfügbarer Daten – an Stelle Argentiniens Angaben für eine vergleichbare Tierhaltung in Brasilien verwendet wurden. Bei den europäischen Herkunftsländern wurde zudem eine Begrenzung auf die Hauptherkunftsländer vorgenommen.

Tabelle 4-18: Emissionskoeffizienten für Methan nach Art der Erzeugnisse und nach Herkunftsländern der Importe

Tierische Erzeugnisse	Hauptkoeffizient	Durchschnittskoeffizient
Rindfleisch	Brasilien	Niederlande/Österreich
Schweinefleisch	Dänemark	Dänemark/Niederlande/Deutschland
Schafffleisch	Neuseeland	Neuseeland/Irland
Wurst	Österreich	Österreich/Deutschland
Geflügelfleisch	Niederlande	Niederlande/Dänemark
Milch, Rahm, nicht eingedickt	Niederlande	Niederlande/Österreich, Frankreich/Irland
Milch, Rahm, eingedickt, mit Zucker	Niederlande	Niederlande/Österreich/Frankreich/Irland
Buttermilch, Joghurt, Molke, u.ä.	Österreich	Niederlande/Österreich/Frankreich/Irland
Butter u.a. Fettstoffe	Irland	Niederlande/Österreich/Frankreich/Irland
Käse und Quark	Niederlande	Niederlande/Österreich/Frankreich/Irland

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Bei der Berechnung der Emissionskoeffizienten für Methan wurden große Unterschiede zwischen Ländern mit einer Tierhaltung auf Wiesen und Weiden, wie in Südamerika und Neuseeland, und Ländern mit einer eher industriell geprägten Tierhaltung, wie in Europa, festgestellt. Die Methan-Emissionen durch die Viehhaltung auf Wiesen und Weiden führt vergleichsweise zu deutlich höheren spezifischen CH₄-Emissionen.

In Tabelle 4-19 werden die deutschen und ausländischen Koeffizienten gegenübergestellt. Bei den ausländischen Koeffizienten handelt es sich um die Koeffizienten für das wichtigste Herkunftsland der Importe.

Die Methanemissionen des Inlandverbrauchs ergeben sich durch die Multiplikation der Inlandserzeugung und der Exporte mit den deutschen Koeffizienten. Bei den Importen werden die ausländischen Koeffizienten angesetzt.

Bei der Berechnung der Lachgasemissionen für Wirtschaftsdünger wurde ähnlich vorgegangen. Allerdings lagen hier keine Emissionen nach Tierarten vor. Deshalb erfolgte eine Aufteilung des Gesamtwertes der Emissionen entsprechend dem Anteil der Tierarten an der Gesamtzahl der Tiere.

Tabelle 4-19: Emissionskoeffizienten für Methan für Erzeugnisse tierischen Ursprungs *)

	Einheit	2000	2005	2009
"Deutsche" CH₄-Koeffizienten durch Fermentation				
"marktfähiges" Fleisch				
Rinder				
Kühe	t CO ₂ -Äq./t	3,50	3,55	3,69
Mastrinder	t CO ₂ -Äq./t	11,23	11,38	10,91
Schweine	t CO ₂ -Äq./t	0,13	0,12	0,11
Schafe	t CO ₂ -Äq./t	10,22	8,56	9,94
Wurst aus				
Rindfleisch				
Kuhfleisch	t CO ₂ -Äq./t	3,50	3,55	3,69
übriges Rindfleisch	t CO ₂ -Äq./t	11,23	11,38	10,91
Schweinefleisch	t CO ₂ -Äq./t	0,13	0,12	0,11
Schaffleisch	t CO ₂ -Äq./t	10,22	8,56	9,94
Rohmilch				
Milch u. Rahm, nicht eingedickt	t CO ₂ -Äq./t	8,64	8,41	8,46
Milch u. Rahm, eingedickt mit Zucker	t CO ₂ -Äq./t	8,64	8,41	8,46
Buttermilch, Joghurt, Molke u.a	t CO ₂ -Äq./t	8,64	8,41	8,46
Butter u.a. Fettstoffe	t CO ₂ -Äq./t	8,64	8,41	8,46
Käse und Quark	t CO ₂ -Äq./t	8,64	8,41	8,46
"Ausländische" CH₄-Koeffizienten durch Fermentation				
"marktfähiges" Fleisch				
Mastrinder	t CO ₂ -Äq./t	13,11	15,69	15,69
Schweine	t CO ₂ -Äq./t	0,17	0,17	0,18
Schafe	t CO ₂ -Äq./t	19,08	19,86	20,08
Wurst aus				
Rindfleisch	t CO ₂ -Äq./t	12,44	11,74	11,75
Schweinefleisch	t CO ₂ -Äq./t	0,21	0,20	0,20
Rohmilch				
Milch u. Rahm, nicht eingedickt	t CO ₂ -Äq./t	7,60	7,80	7,45
Milch u. Rahm, eingedickt mit Zucker	t CO ₂ -Äq./t	7,60	7,80	7,45
Buttermilch, Joghurt, Molke u.a	t CO ₂ -Äq./t	11,35	10,41	10,25
Butter u.a. Fettstoffe	t CO ₂ -Äq./t	10,06	9,87	10,50
Käse und Quark	t CO ₂ -Äq./t	7,60	7,62	7,96

*) Bei Milchprodukten in Bezug auf Milchfetteinheiten.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

4.3.4 Lachgas-Emissionen von Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs

Die Berechnung der Lachgasemissionen nach pflanzlichen Erzeugnissen wurde auf Basis eines Verteilungsschlüssels für Stickstoff- bzw. Wirtschaftsdünger auf Pflanzenarten bei der landwirtschaftlichen Düngung vorgenommen. Hierzu liegen Schätzungen aus einem Landwirtschaftsprojekt vor, das vom von-Thünen-Institut für das Statistische Bundesamt durchgeführt wurde¹⁵⁹. Die Lachgasemissionen für Mineraldünger, Ernterückstände und indirekte Emissionen wurden mit dem Verteilungsschlüssel für Handelsdünger auf agrarische Erntemengen verteilt. Der Verteilungsschlüssel für Wirtschaftsdünger wurde bei der Zuordnung der Emissionen aus dem Eintrag von Tierexkrementen auf Böden, sowie bei der Ausbringung auf Wiesen und Weiden, herangezogen.

Tabelle 4-20: Eintrag von Stickstoff aus Handels- und Wirtschaftsdünger nach Feldfrüchten (Anteile in Prozent) *)

Feldfrüchte	Handelsdünger	Wirtschaftsdünger
Winterweizen	32,5	1,4
Sommerweizen	1,3	0,3
Roggen	7,3	0,6
Wintergerste	11,4	2,6
Sommergerste	5,5	0
Hafer	0,9	1,0
Körnermais	0	10,6
Sonstiges Getreide	3,3	0,6
Raps	5,2	6,8
NR-Raps auf Stilllegungsflächen	2,2	1,7
sonstige Ölfrüchte	0,1	0,3
Frühkartoffeln	0,2	0,0
Spätkartoffeln	2,9	0,4
Zuckerrüben	4,6	1,3
Gemüse	1,9	0
Obst	0,5	0
Rebland	0,7	0
sonstige Handelsgewächse	3,3	0
sonst. Pflanz. Produkte	0,6	0
Klee	0,3	0,5
Luzerne	0	0,1
Feldgras	0	4,6
Silomais	0	27,7
sonstige Hackfrüchte	0	0,4
Wiesen und Mähwiesen	13,4	31,3
Dauerweiden	1,9	7,3
Streuwiesen / Hutungen	0	0,4
Insgesamt	100,0	100,0

*) Klärschlamm und andere Formen des Stickstoffeintrags nicht berücksichtigt

¹⁵⁹ Siehe Fußnote 55.

Quelle: Von-Thünen-Institut 2009, siehe Fußnote 55.

Der Verteilungsschlüssel für die Lachgas-Emissionen wurde für alle Berichtsjahre verwendet und jeweils auf eine aggregierte Liste von pflanzlichen Rohstoffen angewendet. Durch Division der Emissionen durch die erzeugte Menge der pflanzlichen Rohstoffe wurden Koeffizienten für die inländische Erzeugung berechnet. Mit Hilfe dieser Koeffizienten wurden ebenfalls die Emissionen der Exporte ermittelt. Somit konnte durch Subtraktion der Exporte von der Inlandserzeugung der Inlandsverbrauch bestimmt werden. Die Lachgasemissionen für die Importe von pflanzlichen Erzeugnissen konnten bei den Berechnungen nicht berücksichtigt werden, da hierfür umfangreiche Zusatzberechnungen erforderlich gewesen wären.

4.4 Wasserverbrauch

4.4.1 Ernährungsgüter

4.4.1.1 Einführung

In einem Forschungsprojekt¹⁶⁰ der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen wurde der Wasserverbrauch aus Verbrauchs- bzw. Konsumentensicht untersucht. Dabei wurde der gesamte Wasserverbrauch im In- und Ausland, also auch das zur Herstellung der Importgüter im Ausland erforderliche Wasser („indirekter Wasserverbrauch“), ermittelt und den Endverbrauchsgütern zugerechnet.

In dem Projekt wurde insbesondere der mit dem inländischen Konsum von Ernährungsgütern in Deutschland verbundene weltweite Wasserverbrauch aufgezeigt. Hierbei wurde auch der Wasserverbrauch für unterschiedliche Ernährungskategorien (pflanzliche und tierische Ernährung) und -güter untersucht. Bei der Berechnung des Wasserfußabdrucks (WFA) wird zwischen grünem (Niederschlagswasser) und blauem Wasser (Prozess- und Bewässerungswasser) unterschieden, deren Verwendung unterschiedliche Auswirkungen auf das Ökosystem hat. Neben den Belastungen durch die Nachfrage nach Importgütern wurden auch die Belastungen durch die inländische Erzeugung von pflanzlichen und tierischen Produkten im Bereich der Ernährung analysiert.

Im Hinblick auf die Betrachtung des indirekten Wasserverbrauchs für Ernährungsgüter baut das Projekt insbesondere auf Arbeiten des „Waterfootprint“-Netzwerks, einem Zusammenschluss einer Vielzahl an Wissenschaftlern unter wissenschaftlicher Leitung von Arjen Hoekstra (Universität Twente) auf. Ein Ziel des Netzwerkes ist es, allgemeine Methoden und Konzepte für die Berechnung von Wasserfußabdrücken zu entwickeln.¹⁶¹

Die Methoden und Konzepte des Waterfootprint-Netzwerks wurden für die Berechnung des indirekten Wasserverbrauchs herangezogen. Anpassungen der Methoden waren in einigen Fällen notwendig, um die speziellen Verbrauchsverhältnisse und Produktionsbedingungen in Deutschland zu berücksichtigen. Um die Entwicklung des gesamten Wasserverbrauchs für Ernährungsgüter aufzuzeigen, wurde eine Zeitreihe für die Jahre 2000 bis 2010 erstellt.

Konzeptionelle Grundlagen des Wasserfußabdrucks

Der Wasserfußabdruck (WFA) ist die direkt und indirekt verbrauchte Wassermenge einer Nation, Region oder Konsumentengruppe (Chapagain/Hoekstra 2004, Volume 1). Der indirekte Wasserfußabdruck eines Landes ist definiert als die Menge an Wasser, die für die Produktion von Gütern und Dienstleistungen benötigt wird, die von der Bevölkerung eines Landes nachgefragt werden. Berechnet werden kann der Wasserfußabdruck eines Landes, indem von der Inlandserzeugung an Wasser das Wasser subtrahiert wird, das mit den Güterexporten exportiert wird und die Summe an virtuellem Wasser hinzuaddiert wird, die das Land über die importierten Güter vom Ausland bezieht.

Der Wasserfußabdruck setzt sich aus dem grünen und blauen Wasserfußabdruck zusammen. Der grüne Wasserfußabdruck ist definiert als Regenwasser (effektive Niederschlagsmenge) und die im Boden vorhandene Feuchtigkeit, die der Pflanze zur Verdunstung zur Verfügung stehen

¹⁶⁰ Das Projekt „Wasserverbrauch in Deutschland unter Einbeziehung des Wasserverbrauchs bei der Herstellung von Importgütern“ wurde von Eurostat finanziell unterstützt. Der ausführliche Projektbericht von Juli 2012 ist in einer deutschen und englischen Version verfügbar und kann unter ugr@destatis.de angefordert werden.

¹⁶¹ Internetlink: <http://www.waterfootprint.org/?page=files/home>

(Döll 2002). Der blaue Wasserfußabdruck ist definiert als Bewässerungswasser aus Grund- und Oberflächenwasser, Niederschlagswasser, das in das Grundwasser sickert oder von der Erde in Flüsse läuft, wird dem Modell zufolge zu blauem Wasser. Die Bewässerung von Pflanzen durch gesammeltes Regenwasser wird gemäß dieser Definition ebenso wie Teichwasser und damit wie blaues Wasser behandelt. Das bei der Verarbeitung von pflanzlichen Rohstoffen und tierischen Erzeugnissen eingesetzte Prozesswasser ist ebenfalls blaues Wasser.

Der grüne Wasserfußabdruck hängt lediglich von der effektiven Niederschlagsmenge und der Evapotranspiration der Pflanzen ab, während der blaue Wasserfußabdruck durch die Bewässerungsmenge und das Prozesswasser beeinflusst wird.

Der Wasserfußabdruck von Pflanzen

Für die Berechnung des WFA von Pflanzen wurden die Wasserkoeffizienten von Mekonnen und Hoekstra (2010) verwendet, die bereits für eine Vielzahl von Ländern und Regionen vorliegen.

Die Berechnung des WFA von Pflanzen kann nach Hoekstra et al. (2009) prinzipiell nach zwei unterschiedlichen Methoden erfolgen. Die Methode „Pflanzenwasserbedarf“ (CWR=crop water requirement) berechnet den WFA von Pflanzen, indem unterstellt wird, dass den Pflanzen durch Niederschläge und/oder Bewässerung genauso viel Wasser zur Verfügung gestellt wird, wie sie für ein optimales Wachstum unter optimalen Bedingungen benötigen. Der „Pflanzenwasserbedarf“ ist die für das Wachstum der Pflanze benötigte Verdunstungskraft der Pflanze.

Die Methode „Pflanzenwasserbedarf“ ist die einfachste Berechnungsmöglichkeit um den virtuellen Wassergehalt von Pflanzen zu berechnen. In diesem Fall wird nur ein Minimum an zusätzlichen Daten, wie Angaben zu Niederschlägen, Luftfeuchte, Temperatur und Sonneneinstrahlung sowie Daten zur Länge der unterschiedlichen Wachstumsphasen der Pflanzen benötigt. Die einzelnen Rechenschritte sind in CROPWAT, einer Datenbank der Food and Agriculture Organisation (FAO) der Vereinten Nation implementiert und werden in Allan et al. (1998) detailliert dargestellt. Aus diesem Grund wird die CWR-Methode in vielen Studien zur Berechnung des Pflanzenwasserbedarfs verwendet.

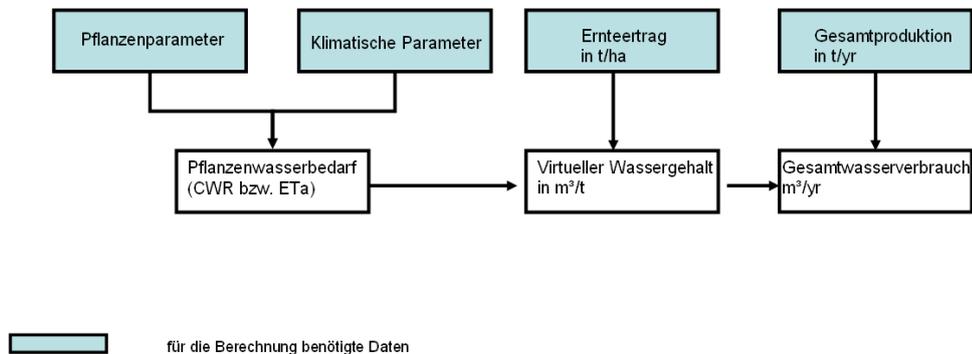
Mit der Methode „Bewässerungsplanung“ kann diese restriktive Annahme gelockert werden und die tatsächlichen Bewässerungsbedingungen berücksichtigt werden. Statt des Pflanzenwasserbedarfs wird in diesem Fall die adjustierte Evapotranspiration berechnet. Diese weicht von der idealen Evapotranspiration ab, falls nicht optimal bewässert wird¹⁶².

Die Berechnungen des Pflanzenwasserbedarfs, der adjustierten Evapotranspiration sowie der Bodenfeuchtebilanz können ebenfalls mittels CROPWAT erfolgen. Die dem Programm zugrunde liegenden Berechnungsschritte werden wiederum in Allan et al. (1998) umfassend beschrieben. Zu allen Faktoren des Pflanzenwachstums bzw. des Verdunstungsprozesses werden die entsprechenden Berechnungsverfahren z.B. durch die Berücksichtigung meteorologischer Daten, atmosphärischer Parameter, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Sonneneinstrahlung und Windstärke hergeleitet. In CROPWAT sind diese Berechnungsmodule sowie Angaben für ungefähr 30 Pflanzen automatisch hinterlegt. In Allan (1998) werden weitere Angaben für Pflanzen und ihre Verdunstungsparameter aufgelistet und können in CROPWAT ergänzt werden.

¹⁶² Zur detaillierten Beschreibung der Berechnungsmethoden des Wasserfußabdrucks der Pflanzen siehe Projektbericht: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen (2012): „Wasserverbrauch in Deutschland unter Einbeziehung des Wasserverbrauchs bei der Herstellung von Importgütern“. Wiesbaden 2012.

Abbildung 4-4 verdeutlicht das Schema zur Berechnung des WFA für pflanzliche Agrarprodukte.

Abbildung 4-4: Berechnung des WFA von pflanzlichen Agrarerzeugnissen



Quelle: Chapagain, Hoekstra (2004): Water footprint of nations, Volume 1: Main Report, S.16.

Der Wasserfußabdruck von Tieren und tierischen Produkten

Der WFA von Tieren setzt sich aus dem WFA des Futters, dem direkten Wasserverbrauch der Tiere (Tränkwasser) und dem Betriebswasser in der Tierhaltung zusammen. Der WFA für Futter stellt dabei den mit Abstand größten Anteil dar. Er variiert in Abhängigkeit von Tierart, Land und Produktionssystem. Es werden die Produktionssysteme „Weidewirtschaft“, „gemischte Haltung“ und „industrielle Haltung“ unterschieden. Da die Berechnung des WFA von Tieren nach einzelnen Produktionssystemen sehr aufwändig ist, wurde auf diese Unterscheidung nach Haltungsformen bei den Berechnungen verzichtet und ein Durchschnittswert für die Verwendung des Futters über alle Haltungsformen gebildet.

Beim Futter unterscheidet man zwischen Raufutter, das einen relativ geringen Anteil an Nährstoffen je Einheit Futter aufweist und häufig aus Reststoffen besteht, und Futterkonzentraten (Krafftutter), das einen hohen Anteil an Nährstoffen je Einheit Futter hat. Das Futter kann entweder importiert oder im Inland hergestellt werden, was bei der Berechnung des WFA zu berücksichtigen ist.

Zur Berechnung des WFA von Tieren und tierischen Produkten wurde im Wesentlichen die Methode Mekonnen und Hoekstra (2010b) verwendet. Zur Berechnung des Wasserbedarfs der Futterpflanzen wird ebenfalls das CROPWAT-Modell verwendet.

4.4.1.2 Ausgangsdaten

Außenhandelsstatistik

Eine wichtige Datengrundlage zur Berechnung der virtuellen Wasserimporte und -exporte ist die Außenhandelsstatistik. Sie enthält umfassende und detaillierte Informationen zum grenzüberschreitenden Warenverkehr und erfasst die Mengen und Werte der Güter sowie Ursprungs- und Versendungsland bzw. das Bestimmungsland. Die Warenklassifikation erfolgt anhand einer achtstelligen Warennummer (WA), die der kombinierten Nomenklatur (KN) folgt und für alle Länder der europäischen Gemeinschaft einheitlich ist.

Für die Berechnung der virtuellen Wasserimporte und –exporte wurden die Daten der Außenhandelsstatistik für die Jahre 2000 bis 2010¹⁶³ ausgewertet. Hierfür wurden die Außenhandelsdaten für landwirtschaftliche Erzeugnisse und Ernährungsgüter anhand der WA-Nummern auf Sechssteller-Ebene aggregiert.

Agrarstatistiken

Die Daten der Agrarstatistiken enthalten Angaben zur Erzeugung von landwirtschaftlichen Produkten sowie Angaben zum Tierbestand.

Die inländische Erzeugung pflanzlicher und tierischer Produkte wurde folgenden Agrarstatistiken entnommen:

- Bodennutzungshaupterhebung,
- Ernteerhebung,
- Gemüseanbau- und Zierpflanzenerhebung,
- Baumobstanbauerhebung,
- Weinbestandserhebung, Weinerzeugungserhebung sowie
- Erhebungen zu Tieren und tierischen Erzeugnissen der Landwirtschaft.

Ergebnisse aus diesen Erhebungen wurden für die Jahre von 2000 bis 2009 ausgewertet.

4.4.2 Berechnungsmethode: Ernährungsgüter

Der gesamte virtuelle Wasserverbrauch einer Volkswirtschaft ergibt sich aus dem Wasserverbrauch für die importierten und exportierten Güter und dem Wasserverbrauch für die inländische Produktion. Dabei wird der Wasserverbrauch für Importgüter und der Wasserverbrauch für die inländische Erzeugung addiert und der Wasserverbrauch für Exportgüter subtrahiert. Ergebnis ist der WFA für den gesamten inländischen Verbrauch von landwirtschaftlichen Produkten und Ernährungsgütern.

Wasserverbrauch von Importgütern

Ausgangspunkt der Berechnung des Wasserverbrauchs für die Importe sind die Angaben der Außenhandelsstatistik (AH). Daten für Importe und Exporte von landwirtschaftlichen Erzeugnissen und Ernährungsgütern liegen aufbereitet auf Ebene der sechsstelligen Positionen des Warenverzeichnisses der Außenhandelspositionen (WA) vor.

Angaben zum spezifischen WFA für ca. 289 pflanzliche und 106 tierische Produkte können unmittelbar aus den umfassenden Datensätzen von Mekonnen und Hoekstra (2010) entnommen werden. Die Datensätze sind nach ca. 200 Ländern differenziert. Diese Daten sind größtenteils entsprechend des Harmonisierten Systems (HS) strukturiert und werden auf der WA-Sechssteller-Ebene nachgewiesen. Zur Verknüpfung der Datensätze von Mekonnen/Hoekstra mit der Außenhandelsstatistik wurde eine Äquivalenzliste erstellt¹⁶⁴, die sämtliche WA6-Steller für landwirtschaftliche Erzeugnisse und Ernährungsgüter enthält. Konnte einer bedeutenden Außenhandelsposition keine Entsprechung im Datensatz zugewiesen werden, wurde ein Substitut angenommen.

¹⁶³ Die Daten für das Jahr 2010 enthalten noch Zuschätzungen aufgrund von Meldeausfällen, oder Versendungen die verspätet gemeldet wurden. Diese Daten werden gesammelt und im Oktober in den endgültigen Außenhandelsdaten für 2010 berücksichtigt. Aus diesem Grund sind die Daten für 2010 noch vorläufig.

¹⁶⁴ Die Äquivalenzliste befindet sich im Anhang (Tabelle 9) des ausführlichen Projektberichtes (siehe Fußnote 62)

Die Berechnung des WFA mit der Footprint-Methode erlaubt eine detaillierte Berechnung des Wassergehalts von einzelnen Gütern. Allerdings können bei Verwendung der Footprint-Methode Probleme bei der Zurechnung der Wasserinanspruchnahme nach Ursprungsländern entstehen: Die Berechnung des WFA für Importe erfolgt auf Basis der bilateralen Außenhandelsdaten und basiert zunächst auf der Annahme, dass die Wasserinanspruchnahme im unmittelbaren Herkunftsland der Importe stattfindet. Dies ist aber nicht immer der Fall. So wird beispielsweise ein bedeutender Teil an Soja und Kaffee aus den Niederlanden und Belgien nach Deutschland importiert. Ursprungsländer der entsprechenden Agrarrohstoffe sind in diesem Fall aber nicht die Niederlande oder Belgien. Die Wasserinanspruchnahme in Transitländern oder Ländern, die hauptsächlich importierte landwirtschaftliche Rohstoffe verarbeiten, würde so überschätzt werden, während die Wasserinanspruchnahme in den (eigentlichen) Ursprungsländern unterschätzt würde. Dieses Problem wird zusätzlich dadurch verstärkt, dass sich die Wasserkoeffizienten zwischen den Liefer- und Ursprungsländern unterscheiden.

Deshalb wurden für bestimmte Güter, die nicht in Europa produziert werden, aber von europäischen Ländern nach Deutschland importiert werden, die Ursprungsländer mit Hilfe der UN-COMTRADE-Datenbank identifiziert. Diese enthält länderweise Informationen zu Importen und Exporten. Aus diesen Informationen können die Importanteile für einzelne Länder und Güter berechnet werden. Hierbei wurden bis zu drei rückwärtige Importstufen betrachtet¹⁶⁵.

Trotz der erfolgten Anpassungen ist der Anteil der Importe aus europäischen Ländern vermutlich weiterhin leicht überschätzt, da sich die Anpassungen nur auf die wichtigsten Importgüter beschränken. Darüber hinaus werden die Anpassungen nur für landwirtschaftliche Erzeugnisse durchgeführt, die mit Sicherheit nicht in europäischen Ländern hergestellt werden. Es gibt jedoch eine Reihe von landwirtschaftlichen Erzeugnissen, die sowohl in europäischen als auch in außereuropäischen Ländern angebaut werden. Dies bedeutet, dass die Wasserinanspruchnahme Deutschlands in europäischen Ländern vermutlich weiterhin leicht überschätzt wird, während die Wasserinanspruchnahme in außereuropäischen Ländern unterschätzt sein könnte.

Wasserverbrauch von Exportgütern

Die Berechnung des Wasserverbrauchs für Exportgüter erfolgt analog zur Berechnung des Wasserverbrauchs für Importe, allerdings ohne Länderaufteilung. Reexporte¹⁶⁶ werden vor Berechnung des Wasserverbrauchs für Exportgüter von den Originalwerten abgezogen. Über die Äquivalenzliste werden die Exportdaten und die Daten zum spezifischen Wassergehalt von Gütern aus Deutschland miteinander verknüpft und so der Wassergehalt der deutschen Exportgüter ermittelt.

Bei der Berechnung des Wassergehalts werden importierte Vorleistungen explizit berücksichtigt. Diese müssen mit dem WFA der Rohprodukte ihres Ursprungslandes in die Berechnung eingehen und als Wasserentnahme im Ursprungsland verbucht werden. Aus diesem Grund wurden die Importanteile der Exportgüter berechnet. Dabei wird unterstellt, dass importierte Agrarrohprodukte nicht unverarbeitet exportiert werden.

¹⁶⁵ Siehe Projektbericht Kapitel 4.2.

¹⁶⁶ Siehe dazu auch den Projektbericht, Kapitel 4.2.

4.4.2.1 Wassergehalt der inländischen Produkte - pflanzliche Erzeugnisse

Zur Bestimmung des WFA der inländischen Produktion werden Rohprodukte, Produkte der 1. Verarbeitungsstufe bzw. Produkte der 2. Verarbeitungsstufe unterschieden. Für die Berechnung des WFA der Produkte der 1. und 2. Verarbeitungsstufe werden Versorgungsbilanzen aufgestellt (siehe Tabelle 4-26 am Ende des Abschnitts). Dabei werden für die agrarischen Rohstoffe deren Verwendung zum Direktverzehr und zur Verarbeitung sowie die Importe und Exporte der verarbeiteten Produkte dargestellt. Mit Hilfe der Versorgungsbilanzen können zudem die Importanteile an den Exporten bestimmt werden. Das Schwergewicht bei dem Projekt lag auf der Aufstellung von Versorgungsbilanzen der 1. Verarbeitungsstufe.

Abbildung 4-5 zeigt den schematischen Aufbau einer Versorgungsbilanz. Ausgehend von dem Aufkommen an agrarischen Rohstoffen wird unter Berücksichtigung der Importe und Exporte die Inlandsverwendung berechnet. Darüber hinaus geben die erstellten Bilanzen Auskunft über den Anteil der pflanzlichen Erzeugnisse, der direkt in den Konsum der privaten Haushalte geht sowie über den Anteil, der in die weitere Verarbeitung (1. und 2. Verarbeitungsstufe) der Nahrungsmittelindustrie oder andere Industriezweigen (z.B. chemische Industrie oder Erzeugung von Kraftstoffen) eingeht. Die Versorgungsbilanzen enthalten auch Informationen zum Futtermittelaufkommen zur Berechnung der tierischen Erzeugnisse.

Abbildung 4-5: Schematischer Aufbau der Versorgungsbilanzen

	Aufkommen
+	Importe
-	Exporte
=	Inlandsverwendung
	Direkter Konsum der privaten Haushalte Rohprodukt
	<i>darunter aus inl. Erzeugung</i>
	<i>darunter aus Importen</i>
	Weitere Inlandsverwendung Rohprodukte
	<i>darunter aus inl. Erzeugung</i>
	<i>darunter aus Importen</i>
	Verarbeitung:
	Pfl. Produkt der 1. Verarbeitungsstufe
	<i>darunter aus inl. Erzeugung</i>
	<i>darunter aus Importen</i>
+	Importe 1. Verarbeitungsstufe
-	Exporte 1. Verarbeitungsstufe
	<i>darunter aus inl. Erzeugung</i>
	<i>darunter aus Importen</i>
=	Inlandsverwendung 1. Verarbeitungsstufe
	Konsum der privaten Haushalte aus 1. Verarbeitungsstufe
	<i>darunter aus inl. Erzeugung</i>
	<i>darunter aus Importen</i>
	Weitere Inlandsverwendung für 2. Verarbeitungsstufe
	<i>darunter aus inl. Erzeugung</i>
	<i>darunter aus Importen</i>

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Aus den Informationen der Versorgungsbilanzen lassen sich ebenfalls die Importanteile der pflanzlichen Erzeugnisse der 1. Verarbeitungsstufe berechnen. Diese geben an, wie hoch der Prozentsatz der importierten Rohprodukte an der entsprechenden inländischen Produktion ist.

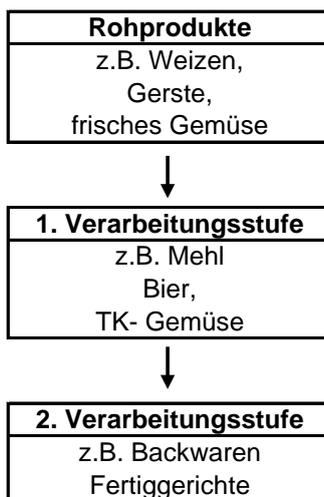
Die Importanteile sind für die Berechnung des WFA für den inländischen Verbrauch von Bedeutung, da sie berücksichtigen, dass ein Teil des eingesetzten Inputs zuvor importiert wurde und der entstehende WFA daher nicht vollständig als Wassernutzung in Deutschland verbucht werden kann.

Für die folgenden landwirtschaftlichen Erzeugnisse wurden Versorgungsbilanzen aufgestellt:

- Getreide
- Kartoffeln
- Zuckerrüben
- Ölsaaten und Ölfrüchte
- Gemüse
- Obst
- Trauben und Wein

Abbildung 4-6 zeigt beispielhaft für das pflanzliche Agrarerzeugnis „Getreide“ die Erzeugnisse der 1. und 2. Verarbeitungsstufe. In dem Projekt wurden die Erzeugnisse der 2. Verarbeitungsstufe allerdings nicht mehr gesondert berechnet.

Abbildung 4-6: Verarbeitungsstufen der inländischen Produktion



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Auf Basis der erstellten Versorgungsbilanzen lassen sich die WFA für einzelne pflanzliche Rohprodukte und Erzeugnisse der 1. Verarbeitungsstufe berechnen. Hierfür wird zunächst jedem Rohprodukt/Produkt der entsprechende Wasserkoeffizient für Deutschland aus den Daten von Mekonnen und Hoekstra (2010) zugewiesen. Wurden importierte Vorleistungen für die Herstellung eines Produktes verwendet, so wurde ein entsprechend dem Importanteil gewichteter Wasserkoeffizient berechnet. Für eine Reihe von Produkten lagen keine Wasserkoeffizienten vor. In diesen Fällen wurden diese auf Basis der Wasserkoeffizienten der Inputs geschätzt. Anschließend wurden die Mengenangaben der Versorgungsbilanzen mit den Wasserkoeffizienten (in m^3/t) multipliziert.

Die Menge der im Inland erzeugten Rohprodukte kann der Landwirtschaftsstatistik entnommen werden. Zur Bestimmung der Produktionsmenge der pflanzlichen Erzeugnisse der 1. Verarbeitungsstufe wurden Versorgungsbilanzen auf Basis der Versorgungsbilanzen des BMELV erstellt, die im Statistischen Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

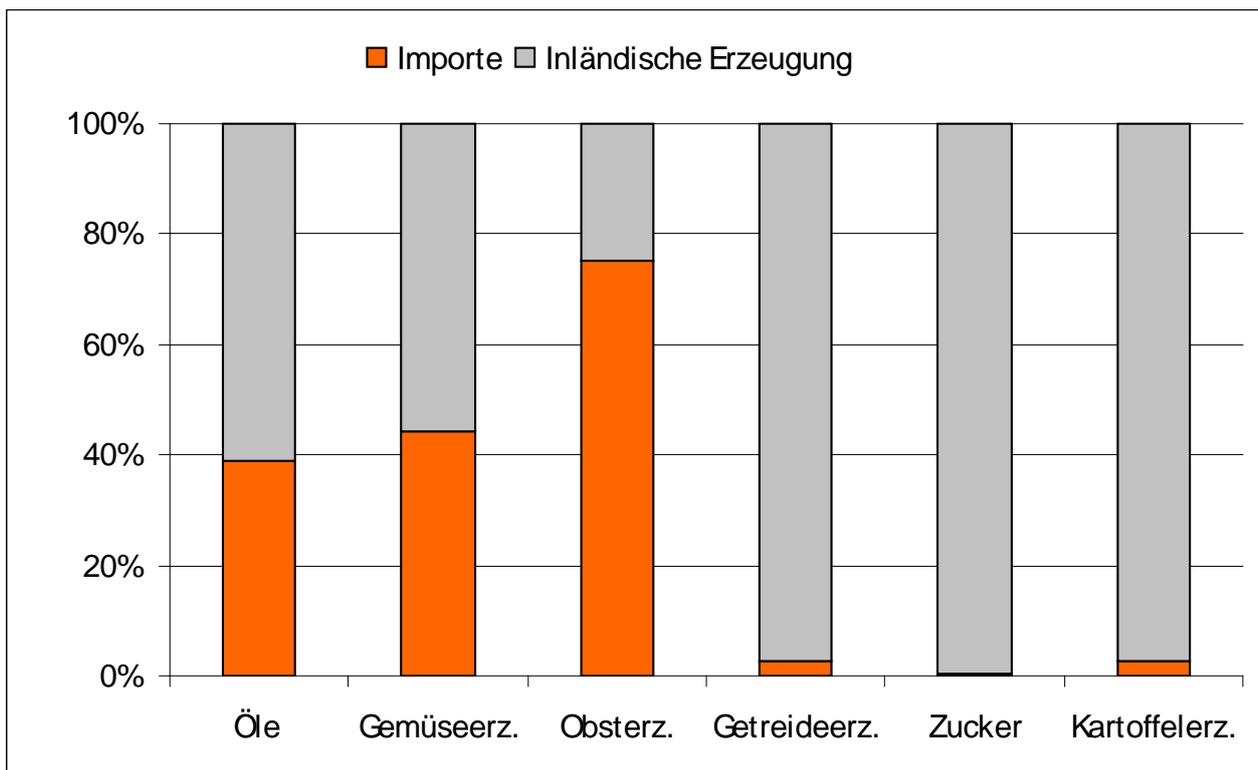
zusammengestellt sind (verschiedene Jahrgänge). Darüber hinaus wurde auf Angaben der Agrarstatistik sowie auf Daten der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) zurückgegriffen.

In einigen Fällen waren Zuschätzungen notwendig. Für Gemüse enthalten die Daten des BMELV keine Informationen zur Erzeugung in Haus- und Kleingärten sowie zum Obstanbau auf Streuobstwiesen (ab 2002), so dass dieser Anteil hinzu geschätzt wurde. Für die industrielle Verarbeitung wurde, falls keine anderen Daten vorlagen, zusätzlich auf die Daten der Produktionsstatistik zurückgegriffen.

Die Angaben zu Importen und Exporten wurden ausschließlich der Außenhandelsstatistik entnommen, um eine Anknüpfung an die Berechnung des WFA für Importe und Exporte zu gewährleisten.

Die Importanteile unterscheiden sich zwischen den einzelnen Agrarrohstoffen und damit auch zwischen den Erzeugnissen der 1. Verarbeitungsstufe erheblich. Importe von Getreide werden vornehmlich zur Fütterung verwendet, so dass der Importanteil für Getreideerzeugnisse sehr gering ist. Einzig für Hartweizen und Hartweizenerzeugnisse liegt der Importanteil bei 87 %. Auch für Zucker aus Zuckerrüben und Kartoffeln sind die Importanteile sehr gering. Die höchsten Anteile von Importen weisen Erzeugnisse aus Obst und Gemüse sowie Öle auf. Die Importanteile von pflanzlichen Erzeugnissen werden in Abbildung 4-7 gezeigt.

Abbildung 4-7: Importanteile pflanzlicher Erzeugnisse der 1. Verarbeitungsstufe 2010



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

4.4.2.2 Wasserverbrauch der inländischen Produktion – Tierhaltung und Erzeugnisse tierischen Ursprungs

Die Berechnung des Wasserfußabdrucks (WFA) von Nutztvieh und für tierische Erzeugnisse erfolgt in acht Berechnungsschritten (siehe Tabelle 4-21).

Tabelle 4-21: Berechnungsablauf der Berechnung des Wasserbedarfs von Nutztvieh und für Erzeugnisse tierischen Ursprungs

Nr.	Berechnungsschritte	Beschreibung
1	Futtermittelverbrauch pro Jahr	Ermittlung des Futtermittelverbrauchs aus inländischer Erzeugung und Importen auf Basis von Angaben des BMELV ¹⁶⁷ und der Außenhandelsstatistik
2	Futtermittelverbrauch des Nutztviehs nach der Lebensdauer der Tiere	Umrechnung des Futtermittelverbrauchs pro Jahr auf die Lebensdauer der Tiere
3	Wasserverbrauch für Futter	Nutzung von Wasserkoeffizienten von Mekonnen/Hoekstra (2010 b)
4	Tränkwasserbedarf	Berechnung auf Grundlage von Koeffizienten des KTBL
5	Wasserverbrauch pro Tier und Schlachtmenge; Milch, Eier	Ermittlung des WFA nach Tierarten. Ermittlung des WFA für Schlachtvieh (Schlachtmenge) und für erzeugte Milch und Eier
6	Fleisch und Wurstwaren (Mengen)	Ermittlung der im Inland erzeugten Fleisch- und Wurstwaren (Basis: Produktionsstatistik)
7	Frischwassereinsatz im Ernährungsgewerbe	Wasserverwendung beim Schlachten und in der Fleischverarbeitung: Auswertung der Wasserstatistik
8	Wasserverbrauch für Fleisch und Wurstwaren	Gesamter Wasserverbrauch des Nutztviehs in Beziehung zu den erzeugten Mengen an Fleisch und Wurstwaren

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Futterbedarf und Tränkwasserverbrauch für Tiere (Berechnungsschritte 1 und 4)

Bei der Berechnung des inländischen WFA des Nutztviehs und der tierischen Erzeugnisse ist eine Berechnung des Wasserbedarfs bei der Herstellung von Futtermitteln und eine Abschätzung des Bedarfs an Tränkwasser erforderlich¹⁶⁸.

Eine wichtige Grundlage der Berechnungen zum Verbrauch von Futtermitteln sind die Angaben zum Futteraufkommen aus der Inlandserzeugung und aus Einfuhren, die vom BMELV

¹⁶⁷ BMELV= Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.

¹⁶⁸ Zum methodischen Hintergrund der Berechnung des Wasserfußabdrucks von Nutztvieh und tierischen Erzeugnissen siehe Kapitel 1.4 und zu den Datengrundlagen Kapitel 3.1.2. im ausführlichen Projektbericht

für verschiedene Futterarten zusammengestellt werden.^{169 170} Für das Projekt wurden insbesondere die Angaben zur Inlandserzeugung von Futter für die Jahre 2000 bis 2009 genutzt. Die Importmengen an Futtermitteln wurden der Außenhandelsstatistik entnommen. Dadurch kann unmittelbar an die Berechnung des WFA der Importe angeknüpft werden¹⁷¹. In der Außenhandelsstatistik werden die Futtermittel nicht gesondert nachgewiesen, sondern setzen sich aus einer Vielzahl von unterschiedlichen Warennummern zusammen. Diese Warennummern wurden den Futtermittelarten entsprechend der Gliederung des BMELV zugeordnet.

Die mehr als 40 verschiedenen Futtermittelarten wurden zu 7 Gruppen aggregiert (siehe Tabelle 4-22). Für die sieben Futtergruppen liegen Angaben vom BMELV zur Futterverwendung nach einzelnen Tierkategorien vor (siehe Tabelle 4-23).

Tabelle 4-22: Futtermittel nach Untergruppen und Futterarten

Gruppe	Untergruppe	Futterarten
Getreide		Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Körnermais, anderes Getreide
Hülsenfrüchte		Futtererbsen, Ackerbohnen, andere Hülsenfrüchte
Kraftfutter	Ölkuchen	Ölkuchen
	Sonstiges Kraftfutter	Ölsaaten, Trockengrünfutter, Kleien, Trockenschnitzel, Nebenprodukte der Maisverarbeitung, Melasse, pflanzliche Öle und Fette, Nebenprodukte der Brauereien und Brennereien, Kartoffelpülpe, (bis 2002 Fischmehl, Tier- und Knochenmehl)
Hackfrüchte		Zuckerrübenblatt, Futterrübenblatt, Futterhackfrüchte, Kartoffeln
Grünfutter	Silomais	Silomais
	Sonstiges Grünfutter	Klee und Luzerne, Wiesen und Weiden, sonstige Futterpflanzen im Hauptanbau, Zwischenfrüchte
Stroh		Stroh
Milch	Molke	Molke
	Sonst. Milch	Vollmilch, Mager- und Buttermilch, Ziegenmilch, Magermilchpulver, Molkepulver

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Die Angaben des BMELV liegen allerdings vollständig nur für das Jahr 1997/1998 vor. Diese Angaben wurden sowohl bei den Futter- als auch bei den Tierarten weiter untergliedert. Bei den Rindern wurde eine Unterscheidung in Mastrinder, Kühe und Kälber vorgenommen, da diese

¹⁶⁹ Die Angaben zum Futteraufkommen werden jährlich im Statistischen Jahrbuch für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten veröffentlicht. Die Veröffentlichung der Daten erfolgt in Getreideeinheiten sowie in Tonnen.

¹⁷⁰ Getreideeinheiten: Die Getreideeinheit (GE) ist eine Kennzahl, die in Abhängigkeit von der Verwendungsstruktur des landwirtschaftlichen Erzeugnisses in der Fütterung das Energielieferungsvermögen eines Erzeugnisses im Verhältnis zum errechneten Energielieferungsvermögen von Futtergerste wiedergibt.

¹⁷¹ Die Importwerte der Außenhandelsstatistik und des BMELV sind nicht identisch. Die Datenquelle des BMELV konnte nicht ermittelt werden.

Rinderarten unterschiedlichen Zwecken –Fleischgewinnung, Milcherzeugung – dienen und die Endprodukte Produktgruppen zuzuordnen sind, die im weiteren Rechengang getrennt behandelt werden. Bei den Schweinen erfolgte eine Trennung in Mastschweine und Ferkel. Beim Geflügel wird in Legehennen (Eierproduktion) und Masthähnchen (Geflügelfleisch) unterschieden.

Tabelle 4-23: Futtermittelverwendung nach Tierarten 1997/1998 (in Getreideeinheiten)

Tierart	Getreide	Hülsenfrüchte	Kraftfutter ¹⁾	Hackfrüchte ²⁾	Grünfütter und Heu	Stroh	Milch	Insgesamt
nach Tierarten in %								
Rinder	28	51,9	56,6	75	94,7	77,9	62	63,5
Schweine	59,7	41,6	26,8	21,2	0	-	37,5	25,4
Geflügel	10,5	6	14,4	-	-	-	-	7,7
Pferde	0,8	-	1,4	2,5	2,6	10,3	0,3	1,7
Schafe und Ziegen	1	0,5	0,8	1,3	2,7	11,8	0,3	1,7
Zusammen	100	100	100	100	100	100	100	100
nach Futtermitteln in %								
Rinder	15,3	0,8	16,2	2,1	64,1	0,4	1,1	100
Schweine	76	1,6	19,3	1,5	0	-	1,7	100
Geflügel	65,1	0,8	34,1	-	-	-	-	100
Pferde	16,6	-	14,3	2,6	64,5	1,8	0,2	100
Schafe und Ziegen	20,2	0,2	8,8	1,5	66,2	2,8	0,2	100
Zusammen	34,6	1	18,2	1,8	43	0,3	1	100

¹⁾ Futterreis, Ölsaaten, Trockengrünfütter, Maniok, Kleien, Nebenerzeugnisse der Brauereien und Brennereien, Maiskleberfütter, Kartoffelpülpe, Trockenschnitzel, Melasse, Zitrus/Obsttrester, Ölkuchen und -schrote, pflanzliche und tierische Fette, Tier- und Fleischknochenmehl, Fischmehl.

²⁾ Einschl. Rübenblatt und Kartoffelabfälle.

Quelle: Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2002, Hrsg.: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucher.

Bei den Futterarten erfolgt eine weitere Untergliederung des Kraftfutters in Ölkuchen und sonstiges Kraftfutter. Das Grünfütter wurde in Silomais und sonstiges Grünfütter unterteilt, die verfütterte Milch in Molke und sonstige Milch. Diese zusätzlichen Untergliederungen wurden vorgenommen, da Ölkuchen, Grünfütter und verfütterte Milch eine große Bedeutung bei der Verfütterung haben und die Untergruppen sich in ihrem spezifischen WFA unterscheiden.

Bei den im Statistischen Jahrbuch des BMELV angegebenen Futtermengen wurden im Berichtszeitraum 2000 bis 2009 teilweise Korrekturen vorgenommen, da davon auszugehen ist, dass im Berichtszeitraum Futterpflanzen – wie Silomais und Körnermais – inzwischen verstärkt zur Energiegewinnung eingesetzt werden.

Nachdem die Futtermengen den Tierarten zugeordnet wurden, wurde eine Umrechnung von Getreideeinheiten in physischen Mengen (Tonnen) durchgeführt. Anschließend wurden die Futtermengen auf die gesamten Tierbestände des jeweiligen Berichtsjahres bezogen und die Futtermenge pro Tier und Jahr bestimmt. Die Berechnungen wurden getrennt für die Futtermittel aus Inlandserzeugung und aus Importen durchgeführt.

Tabelle 4-24 zeigt die wichtigsten Herkunftsländer von importierten Futtermitteln (geordnet nach der Menge im Jahr 2009). Neben den europäischen Nachbarländern wie Frankreich,

Niederlande und Tschechien werden große Mengen an Futtermitteln aus außereuropäischen Ländern importiert, darunter besonders aus Brasilien und den USA. Bei den Niederlanden und Tschechien dürfte es sich auch um Lieferungen aus anderen außereuropäischen bzw. osteuropäischen Importländern handeln¹⁷², die über diese Länder nach Deutschland liefern.

Tabelle 4-24: Herkunftsländer von Futterimporten nach Deutschland 2000, 2005 und 2009 *)

Länder	2009	2005	2000
	in 1.000 Tonnen		
Brasilien	4.170	3.648	2.018
Niederlande	2.222	1.787	2.410
Tschechische Republik	2.132	787	300
Frankreich	1.647	1.581	2.087
Polen	1.490	311	95
Argentinien	871	722	1.020
Vereinigte Staaten	745	1.167	2.058
Dänemark	655	216	504
Ungarn	558	709	103
Österreich	461	380	265
Sonstige	2.260	1.781	1.918
Insgesamt	17.210	13.087	12.778

*) Futterimporte für Nutztvieh, vor Korrektur der Werte nach Ursprungsländern, ohne Berücksichtigung von Re-Exporten.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Außenhandelsstatistik

Futtermittelverbrauch des Nutztviehs nach der Lebensdauer (Berechnungsschritt 2)

Um den WFA der tierischen Erzeugnisse ermitteln zu können, muss der Futtermittelverbrauch eines Tieres pro Jahr auf den Futterbedarf während der gesamten Lebensdauer abgeschätzt werden. Dabei wird je nach Lebensdauer des Nutztviehs (siehe Tabelle 4-25) der Jahreswert mit der entsprechenden durchschnittlichen Lebensdauer pro Tier multipliziert. Anschließend wird der Futterbedarf pro Tier mit der Anzahl der Schlachttiere im Berichtsjahr multipliziert, um so den gesamten Wasserbedarf in Bezug auf die Schlachttiere zu erhalten.

¹⁷² Siehe dazu auch Abschnitt 4.4.1.

Tabelle 4-25: Nutztvieh und Lebensdauer¹⁷³

Tierart	Lebensdauer in Jahren
Mastrinder	2,4
Kühe und weibliche Rinder	4,5
Kälber	0,5
Mastschweine	0,8
Legehennen	1,5
Masthähnchen	0,17
Schafe/Ziegen	0,7

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Nach der Berechnung des Futterbedarfs des Nutztviehs wird noch zusätzlich der Bedarf an Tränkwasser ermittelt. Der spezifische Wasserbedarf des Nutztviehs (Liter pro Tier und Tag) für Tränkwasser und die Reinigung von Ställen wurde einer internen Datensammlung des KTBL¹⁷⁴ entnommen.

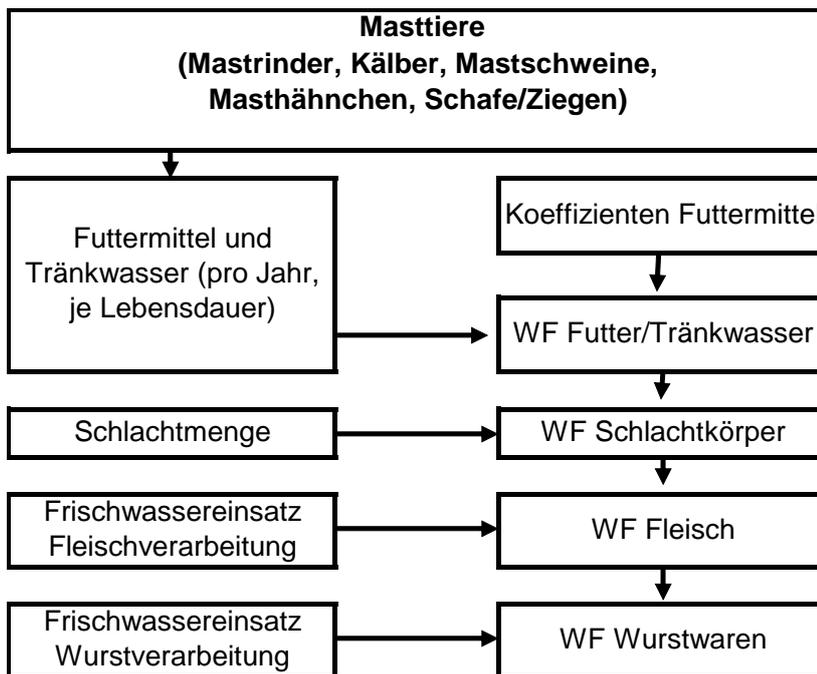
Wassergehalt des Futters (Berechnungsschritt 3)

Bei der Ermittlung des Wassergehaltes des Futters wurden die von den Tieren verbrauchten Futtermengen (nach Futterarten) mit den Wasserkoeffizienten je Tonne Futter (getrennt nach grünem und blauem Wasser) multipliziert. Die entsprechenden Koeffizienten für die verwendeten Futtermittel in Deutschland wurden der Studie von Mekonnen/Hoekstra (2010b) entnommen. Da bei wurde von der tiefsten Gliederung der Futterarten ausgegangen und durch eine geeignete Gewichtung der einzelnen Futterarten wurden Koeffizienten für die Futtergruppen abgeleitet.

¹⁷³ Eigene Annahmen auf Basis von Bernecke, Norbert (2000) der Mensch und seine Haustiere. Stuttgart zitiert bei tier-im-fokus.ch

¹⁷⁴ Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft

Abbildung 4-8: Berechnung des WFA für Nutztvieh und tierische Erzeugnisse (Beispiel Masttiere)



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Von Mekonnen/Hoekstra liegen spezifische Wasserkoeffizienten nach Futterarten und Anbauländern vor. In wenigen Fällen, für die keine Koeffizienten für bestimmte Futtermittel vorlagen, wurden Koeffizienten ähnlicher Futterarten verwendet. Nach Ermittlung des Wassergehaltes des Futters sowie des Tränkwassers (Berechnungsschritt 4) konnte durch Multiplikation mit der Anzahl des Nutztviehs der Wasserverbrauch des Nutztviehs für die einzelnen Berichtsjahre berechnet werden.

Der Wasserfußabdruck für Fleisch und Wurstwaren (Berechnungsschritte 6 bis 8)

Vor der Berechnung des WFA für Fleisch und Wurstwaren wird zunächst der WFA in Bezug auf die Schlachtmenge¹⁷⁵ ermittelt. Die Schlachtmenge ist die Einsatzgröße bei der Herstellung von Fleisch und Wurstwaren. Zur Berechnung des WFA der Schlachtmenge wird der Wassergehalt des Futters des geschlachteten Nutztviehs durch die Schlachtmenge dividiert. Angaben zu den Schlachtmengen können der Agrarstatistik entnommen werden¹⁷⁶. Anhand der Angaben zu den Schlachtmengen wird die Menge des erzeugten – marktfähigen – Fleisches und von Wurst abgeleitet. Dabei wird unterstellt, dass bei der Erzeugung von Fleisch 10 % und bei der Herstellung von Wurst weitere 10 % Abfälle anfallen. Bei der Ermittlung der Produktionsmengen für Wurstwaren wurden die Angaben der Produktionsstatistik¹⁷⁷ zu Grunde gelegt. Da die Produktionsstatistik Kleinbetriebe mit weniger als 20 Beschäftigten nicht berücksichtigt, wurde anhand der Ergebnisse der Handwerkserhebung¹⁷⁸ ein Zuschlag von 10 % bis 45 % – je nach tierischem Ursprung – für die Herstellung von Wurstwaren angesetzt. Nach Abzug von Wurstwaren und Abfällen von der gesamten Schlachtmenge ergibt sich als Bezugsgröße die Restgröße „unbearbeitetes Fleisch“ für die direkte Ernährung.

Bei den Wurstwaren wurden Annahmen bezüglich der Zusammensetzung nach Fleischarten getroffen. Es wurde angenommen, dass der Fleischanteil der Wurst zu 60 % aus Schweinefleisch, 30 % aus Rindfleisch und die restlichen Wurstwaren aus Geflügelfleisch bestehen. Bei Rindfleisch wurde eine weitere Unterteilung in Rind-, Kuh- und Kalbfleisch vorgenommen.

Der WFA für Fleisch und Wurstwaren wurde berechnet, indem der WFA der einzelnen Fleischarten den entsprechenden Mengen an marktfähigem Fleisch und Wurstwaren zugerechnet wurde.

¹⁷⁵ Die Schlachtmenge ist das Schlachtgewicht des geschlachteten und ausgeweideten Tieres, je nach Tierart ohne Kopf, Fell oder innere Organe.

¹⁷⁶ Statistisches Bundesamt, Fachserie 3: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei Reihe 4.2.1 Schlachtungen und Fleischerzeugung und Reihe 4.2.3. Erzeugung von Geflügel.

¹⁷⁷ Diese Daten wurden über das Datenportal des Statistischen Bundesamtes heruntergeladen <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>

¹⁷⁸ Statistisches Bundesamt, Fachserie 4 Reihe 7.2. Unternehmen, tätige Personen und Umsatz im Handwerk 2008.

Tabelle 4-26: Detaillierungsgrad der Versorgungsbilanzen *)

Agrarerzeugnis	Verwendung
Getreide	
Hartweizen	Mehl
Weichweizen	Stärkeerzeugung
Roggen	Alkoholerzeugung
Gerste	Bierherstellung
Zuckerrüben	
	Haushaltszucker
	Verarbeitungszucker
	Zucker zur Alkoholerzeugung
Kartoffeln	
	Direktverzehr
	Kartoffelprodukte
	Stärkeerzeugung
	Alkoholerzeugung
Ölsaaten	
Ölsaaten insgesamt	Speiseöle
Raps und Rübsen	Biodiesel
weitere Ölsaaten	Oleochemie
	Kraftstoff Pflanzenöl
	weitere Verwendungen
	Ölkuchen:
	Input in Biogasanlagen
	Proteinextraktion
Gemüse	
Gemüse insgesamt	Direktverzehr
Blattgemüse	Tiefkühlgemüse
Wurzelgemüse	Konserven
Kohlgemüse	eingelegtes Gemüse
Gurken	getrocknetes Gemüse
Tomaten	Gemüsesäfte
Spargel	
weitere Gemüse	
Obst	
Obst insgesamt	Direktverzehr
Äpfel	Tiefkühl Obst
Zitrusfrüchte	Konserven
Beerenobst	Konfitüren
weitere Obst	Fruchtzubereitungen
	Obstsäfte
	getrocknete Früchte
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>	
Trauben	Direktverzehr
	Most und Wein
	Traubensaft

*) Siehe Abschnitt 4.4.2.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

4.4.3 Wassergehalt von Baumwolltextilien

4.4.3.1 Einführung

Die Berechnung des Wassergehalts von Textilien und Bekleidung ist auf Textilien aus Baumwolle begrenzt. Die Herstellung von Textilien und Bekleidung aus Baumwolle ist durch einen hohen Wasserbedarf der Baumwollpflanze (seed cotton) geprägt. Dieser Wasserbedarf wird in den Anbauländern entweder durch Niederschlagswasser („grünes Wasser“) oder durch Bewässerungswasser („blaues Wasser“) gedeckt. Insbesondere die Bewässerung der Baumwollfelder über Fließwasser oder durch Nutzung von Grundwasservorkommen kann zu einer Verknappung der Ressource „Wasser“ führen. Neben dem Wasserbedarf auf der landwirtschaftlichen Erzeugerstufe fallen bei der Verarbeitung von Baumwolle zu Textilien und Bekleidung weitere wasserintensive Prozesse an, die hier ebenfalls in die Betrachtung einbezogen werden. Außer Betracht bleibt hier die Wassermenge, die erforderlich ist, um in den Anbauländern die nicht unbeträchtliche Menge an Schadstoffen - in Folge von Düngung und des Einsatzes von Pestiziden - auf ein unkritisches Niveau zu verdünnen. Dieses sogenannte „graue Wasser“ (dilution water) stellt ebenfalls eine quantitativ erhebliche Beanspruchung der Umwelt dar¹⁷⁹.

4.4.3.2 Ausgangsdaten

Als Ausgangsdaten zur Berechnung des Wassergehalts von Baumwolle und von Textilien und Bekleidung aus Baumwolle wurden zwei wesentliche Datenquellen herangezogen: zum einen die detaillierten Daten der Außenhandelsstatistik für die Importe (nach Herkunftsländern) und die Exporte (ohne Berücksichtigung der Bestimmungsländer), zum anderen spezifische Wasserkoeffizienten für Baumwolle und Baumwollerzeugnisse aus einer Veröffentlichung von Autoren aus dem Umfeld des „Water Footprint“-Netzwerkes¹⁸⁰.

Aus der Außenhandelsstatistik wurden für den Zeitraum 2000 bis 2010 die Daten für fünf Warenkapitel in der höchsten Detaillierung nach (achtstelligen) Warennummern (WA) aufbereitet:

- Rohe Baumwolle, Garne und Gewebe aus Baumwolle (52)
- Gewirke und Gestricke aus Baumwolle (60)
- Bekleidung und Bekleidungszubehör aus Gewirken und Gestricken (61)
- Bekleidung und Bekleidungszubehör ausgenommen aus Gewirken und Gestricken (62)
- Andere konfektionierte Spinnstoffwaren (63)

Anhand einer Textabfrage wurden die Baumwollerzeugnisse bestimmt^{181 182}.

¹⁷⁹ In der in Fußnote 2 aufgeführten Analyse wurde auch der Umfang des grauen Wassers auf Grund des Schadstoffeintrags in der Pflanzenproduktion und in der Verarbeitung von Baumwolle abgeschätzt. Für die gesamte Erzeugung von Baumwolle wurde hier ein volumenmäßiger Anteil von 19% am gesamten Wasserfußabdruck ermittelt. A.K. Chapagain, A.Y. Hoekstra, H.H.G. Savenije, R. Gautam: The Water Footprint of cotton consumption. Value of Water Research Report Series No. 18, September 2005, Seite 25.

¹⁸⁰ A.K. Chapagain, A.Y. Hoekstra, H.H.G. Savenije, R. Gautam: The Water Footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries; Ecological Economics 60 (2006), 186 bis 203.

¹⁸¹ Neben dem Warenverzeichnis für die Außenhandelsstatistik (WA) wird in der AH-Statistik für Veröffentlichungszwecke auch eine alternative „Gliederung der Waren im Ernährungsgewerbe und der gewerblichen Wirtschaft“ (EGW) benutzt. Diese dreistellige Gliederung gliedert im Bereich der Textilien und

Tabelle 4-27: Einfuhr und Ausfuhr von Baumwolle und Erzeugnisse daraus 2005 und 2010 - in EGW-Gliederung *)

EGW *)	Warenbenennung	2005	2010	2005	2010
		Tonnen		1.000 Euro	
Importe					
504	Baumwolle, roh oder bearbeitet, Reiss-Baumwolle, Abfälle	163.337	89.216	118.114	108.068
605	Garne aus Baumwolle	74.214	67.394	202.044	207.432
704	Gewebe, Gewirke und Gestricke aus Baumwolle	101.504	77.726	795.586	618.146
803	Bekleidung aus Gewirken oder Gestricken aus Baumwolle	357.336	431.190	4.748.038	6.374.144
806	Bekleidung aus Baumwolle ausgenommen aus Gewirken, Gestricken	293.519	312.924	5.104.192	6.084.237
	Insgesamt	989.909	978.450	10.967.974	13.392.027
Exporte					
504	Baumwolle, roh oder bearbeitet, Reiss-Baumwolle, Abfälle	54.994	39.239	57.962	45.598
605	Garne aus Baumwolle	38.308	33.873	156.187	156.037
704	Gewebe, Gewirke und Gestricke aus Baumwolle	109.946	80.868	1.168.327	861.190
803	Bekleidung aus Gewirken oder Gestricken aus Baumwolle	105.668	155.867	1.980.459	2.887.615
806	Bekleidung aus Baumwolle, ausgenommen aus Gewirken, Gestricken	80.504	121.517	2.403.888	3.172.494
	Insgesamt	389.420	431.364	5.766.823	7.122.934
Importe - Exporte					
504	Baumwolle, roh oder bearbeitet, Reiss-Baumwolle, Abfälle	108.343	49.977	60.152	62.470
605	Garne aus Baumwolle	35.906	33.521	45.857	51.395
704	Gewebe, Gewirke und Gestricke aus Baumwolle	-8.443	-3.142	-372.741	-243.044
803	Bekleidung aus Gewirken oder Gestricken aus Baumwolle	251.669	275.323	2.767.579	3.486.529
806	Bekleidung aus Baumwolle, ausgenommen aus Gewirken, Gestricken	213.014	191.407	2.700.304	2.911.743
	Insgesamt	600.489	547.086	5.201.151	6.269.093

*) EGW: Gliederung nach Warengruppen und -untergruppen der Ernährungs- und der Gewerblichen Wirtschaft in der Außenhandelsstatistik.

Bekleidung die Erzeugnisse nach Materialarten. Für Baumwolle und Baumwollerzeugnisse werden fünf Warengruppen ausgewiesen (siehe Tabelle 1).

¹⁸² Baumwollerzeugnisse nach vierstelligen Positionen des WA: siehe Tabelle 4-31 am Ende dieses Abschnitts.

Die Importe wurden in der Gliederung nach Vierstellern zusätzlich nach Herkunftsländern aufbereitet und eine Kreuztabellierung von mengen- und wertmäßigen Importen nach Herkunftsländern durchgeführt.

Aus einer Veröffentlichung von Chapagain u.a. (2006) konnten Wasserkoeffizienten für Rohbaumwolle, Baumwollfasern und Baumwollerzeugnisse (Garne, Gewebe und Fertigerzeugnisse) entnommen werden (siehe Tabelle 4-28).

Tabelle 4-28: Spezifischer Wassergehalt von Baumwolle und Baumwollerzeugnissen (m³/Tonne)

Land	Baumwollsamens			BW-Faser		Gewebe		Textilerzeugnis			
	Produktion *	Wassergehalt									
		Blau	Grün	Gesamt	Blau	Grün	Blau	Grün	Blau	Grün	Gesamt
	1	2	3	4	5	6	7	8	11	12	13
Argentinien	754	2.307	5.394	7.701	5.385	12.589	5.611	13.118	6.107	13.118	19.225
Australien	939	1.408	870	2.278	3.287	2.031	3.425	2.116	3.921	2.116	6.037
Brasilien	2.931	46	2.575	2.621	107	6.010	112	6.263	608	6.263	6.871
China	17.910	760	1.258	2.018	1.774	2.936	1.848	3.059	2.345	3.059	5.404
Ägypten	378	4.231	0	4.231	9.876	0	10.290	0	10.787	0	10.787
Griechenland	700	1.808	530	2.338	4.220	1.237	4.397	1.289	4.894	1.289	6.183
Indien	17.797	2.150	6.512	8.662	5.019	15.198	5.229	15.837	5.726	15.837	21.563
Pakistan	5.700	3.860	1.054	4.914	9.010	2.460	9.388	2.563	9.884	2.563	12.447
Syrien	628	3.252	88	3.340	7.591	205	7.909	214	8.405	214	8.619
Türkei	1.273	2.812	288	3.100	6.564	672	6.839	700	7.336	700	8.036
Turkmenistan	1.000	5.602	407	6.009	13.076	950	13.625	990	14.122	990	15.112
USA	9.474	576	1.673	2.249	1.344	3.905	1.401	4.069	1.897	4.069	5.966
Uzbekistan	3.443	4.377	83	4.460	10.217	194	10.646	202	11.140	202	11.342
Summe	62.925										
Durchschnitt											
Welt	68.299	1.818	1.827	3.645	4.242	4.264	4.421	4.443	4.917	4.443	9.359

*) 1000 Tonnen (2010). Quelle: FAO, Statistical data.

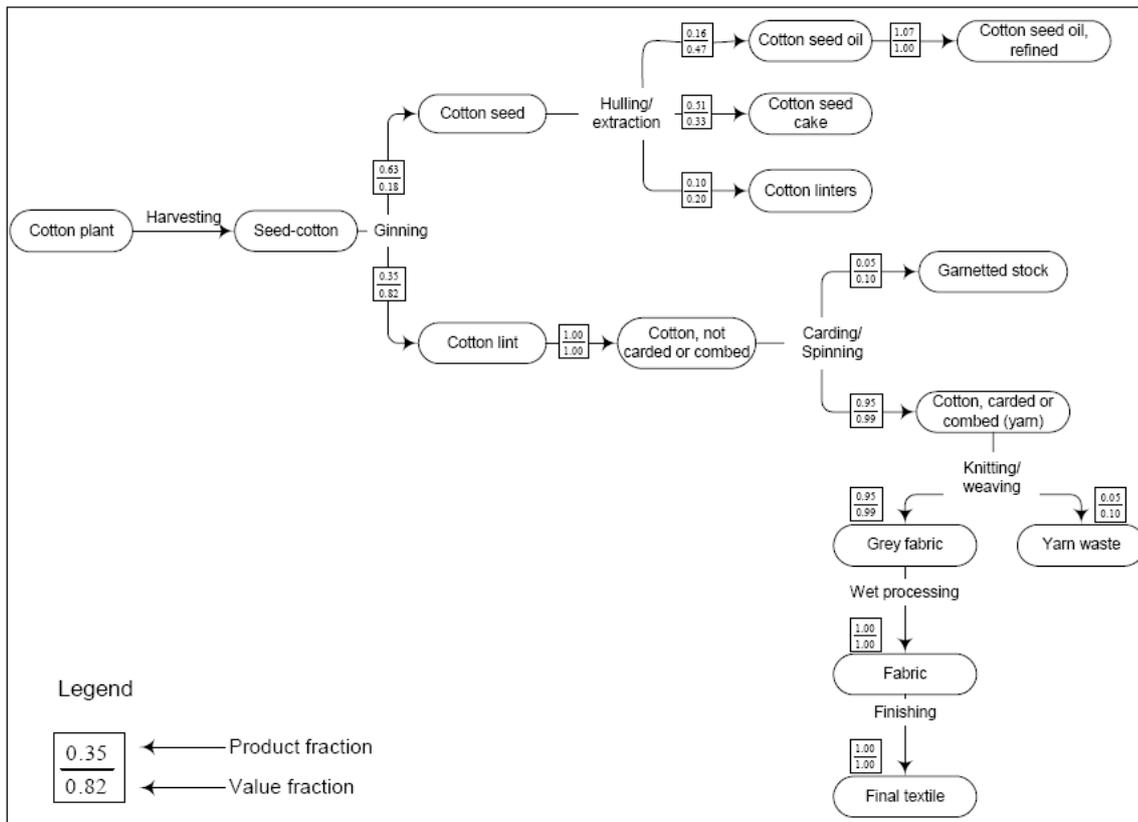
Quelle: A.K. Chapagain, A.Y Hoekstra, H.H.G. Savenije, R. Gautam: The Water Footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries; Ecological Economics 60 (2006), 186-203.

Die Wasserkoeffizienten – in der Unterteilung nach grünem und blauem Wasser - beruhen auf einer Abschätzung des Wasserbedarfs der Baumwollpflanze in den einzelnen Anbauländern und des Wassereinsatzes bei der Verarbeitung der Rohbaumwolle und der Textilien aus Baumwolle. Bei der Ermittlung der Wasserkoeffizienten von Textilien (Garne, Gewebe und Bekleidung) spielt der „Produktbaum“ eine große Rolle¹⁸³. Dieser zeigt die mengen- und wertmäßigen Anteile der weiterverarbeiteten Erzeugnisse in Bezug auf die Rohbaumwolle an (siehe Abbildung 4-9). Die Koeffizienten für die weiterverarbeiteten Erzeugnisse werden an Hand dieser Wertanteile bestimmt („the market value of the crop product divided by the aggregated market value of all crop products derived from one primary crop“¹⁸⁴).

¹⁸³ Die Produktbäume für die wichtigsten Agrarrohstoffe werden von der FAO erstellt. Siehe FAO (2003): Technical Conversion Factors for Agricultural Commodities, Food and Agriculture Organization, Rome.

¹⁸⁴ Chapagain u.a. (2005), Seite 16.

Abbildung 4-9: Produktbaum für Baumwolle mit Mengen- und Wertanteilen nach einzelnen Verarbeitungsstufen



Quelle: A.K. Chapagain, Hoekstra, Savenije, Gautam (2005): The Water Footprint of cotton consumption, Abbildung 3.1, Seite 17.

Bei der Verarbeitung der textilen Vorprodukte (Stufe „fabric“) – beim Bleichen, Trocknen und Bedrucken – und bei der Fertigstellung (Stufe „Final textile“) wird weiteres, zusätzliches Prozesswasser benötigt. Dieses „blaue“ Wasser wurde ergänzt.

4.4.3.3 Berechnungsmethode

Bei der Berechnung des Wassergehalts von Textilien und Bekleidung müssen zum einen die (eigentlichen) Ursprungsländer der importierten Baumwolle (Bw), der Bw-Textilien und der Bw-Bekleidung bestimmt werden. Zum anderen müssen den Textilien und der Bekleidung die geeigneten Wasserkoeffizienten der unterschiedlichen Prozessstufen zugeordnet werden.

Ein großer Teil der Textilien und der Bekleidung stammt aus den Hauptanbauländern von Baumwolle (siehe Tabelle 4-29). China ist sowohl der größte Produzent von Baumwolle, als auch der größte Lieferant von Textilien und Bekleidung aus Baumwolle nach Deutschland. Bedeutende Lieferländer von Textilien und Bekleidung sind auch Bangladesch (16 % der mengenmäßigen Importe in 2010), Italien und die Niederlande – Länder mit keiner bedeutenden Baumwollproduktion. Bei diesen Lieferländern ohne eigenen Baumwollanbau muss die Herkunft der verarbeiteten Baumwolle bzw. der verarbeiteten Garne und Gewebe aus anderen Quellen bestimmt bzw. geschätzt werden.

Tabelle 4-29: Rohbaumwolle, Textilien und Bekleidung aus Baumwolle 2010 nach Lieferländern

Land	Rohe BW, Garne und Gewebe	Gewirke und Gestricke	Bekleidung aus Gewirken und Gestricken	Bekleidung ausgenommen aus Gewirken und Gestricken	Andere konfektionierte Spinnstoffwaren	Insgesamt
	52*	60*	61*	62*	63*	
Tonnen						
China	9.045	132	112.803	123.927	9.365	255.272
Bangladesch	155	2	113.897	53.297	9.519	176.870
Türkei	29.863	1.062	62.886	23.285	16.329	133.425
Indien	31.484	43	30.546	14.589	16.644	93.306
Pakistan	25.472	0	9.031	14.674	16.979	66.156
Italien	28.096	247	3.494	4.399	521	36.757
Niederlande	4.627	110	11.418	7.836	2.666	26.657
Griechenland	18.537	148	2.813	30	64	21.592
Usbekistan	10.069	0	95	0	0	10.164
Ägypten	3.510	22	4.562	0	1.966	10.060
Summe	160.858	1.766	351.545	242.037	74.053	830.259
Übrige	112.994	3.206	75.136	68.777	18.476	278.589
Insgesamt	273.852	4.972	426.681	310.814	92.529	1.108.848
Anteile in Prozent						
China	3,3	2,7	26,4	39,9	10,1	23,0
Bangladesch	0,1	0,0	26,7	17,1	10,3	16,0
Türkei	10,9	21,4	14,7	7,5	17,6	12,0
Indien	11,5	0,9	7,2	4,7	18,0	8,4
Pakistan	9,3	0,0	2,1	4,7	18,3	6,0
Italien	10,3	5,0	0,8	1,4	0,6	3,3
Niederlande	1,7	2,2	2,7	2,5	2,9	2,4
Griechenland	6,8	3,0	0,7	0,0	0,1	1,9
Usbekistan	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9
Ägypten	1,3	0,4	1,1	0,0	2,1	0,9
Summe	58,7	35,5	82,4	77,9	80,0	74,9
Übrige	41,3	64,5	17,6	22,1	20,0	25,1
Insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

*) Kapitel des Warenverzeichnisses der Außenhandelsstatistik.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Außenhandelsstatistik

Die Berechnung des Wassergehalts erfolgt auf der Ebene der vierstelligen WA-Positionen (siehe Tabelle 4-31). Den Vierstellern wurden die entsprechenden Wasserkoeffizienten aus Tabelle 4-28 zugeordnet. Dabei wurden Koeffizienten für die 13 wichtigsten Exportländer nach Deutschland verwendet. Für die übrigen Herkunftsländer wurde die Herkunft der Rohbaumwolle und der Textilien anhand der räumlichen Nähe zu den 13 berücksichtigten

Hauptanbauländern geschätzt. Für diese Länder wurde genau ein Hauptbezugsland von Rohbaumwolle bestimmt.

Beispielsweise wurde als Ursprungsland für die Importe von Textilien aus europäischen Ländern – mit Ausnahme Italiens – die Türkei bestimmt. Für Italien und Bangladesch – zwei bedeutende Lieferanten von Textilien nach Deutschland – wurde mit Hilfe der COMTRADE-Datenbank¹⁸⁵ eine detaillierte Analyse der Hauptherkunftsländer von Rohbaumwolle und verarbeiteter Baumwolle durchgeführt. Danach wurde als Herkunftsland für Italien Ägypten und für Bangladesch Usbekistan bestimmt.

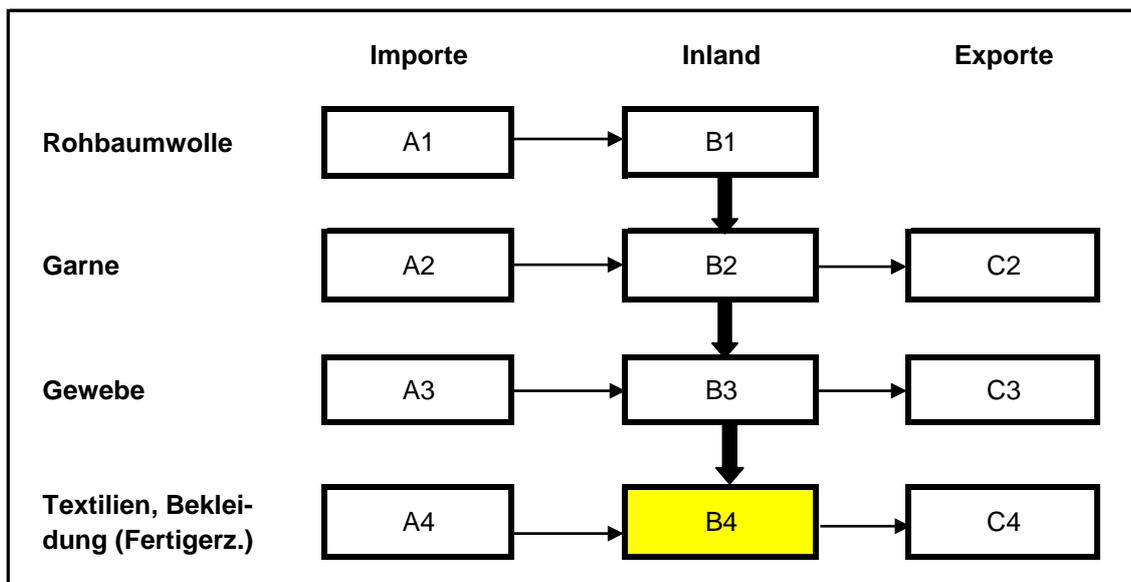
Bei der Berechnung des Wassergehalts von Garnen und Geweben mit einem Bw-Gehalt von weniger als 85 GHT – Mischgewebe (Gewichtshundertteile; WA 5206/5210/5211) wurde ein Baumwollanteil von 70 % angenommen.

Bei der Berechnung des Inlandsverbrauchs von Textilien und Bekleidung und von deren Wassergehalt müssen zusätzlich die inländische Produktion und die Exporte berücksichtigt werden.

Beim Wassergehalt ergibt sich der Wassergehalt (WFA) des Inlandsverbrauchs - wegen des Fehlens eines eigenen Baumwollanbaus - vereinfacht wie folgt:

WFA Inlandsverbrauch = WFA Importe – WFA Exporte (einschließlich Prozesswasser der inländischen Textil- und Bekleidungsindustrie)

Abbildung 4-10: Berechnung des Inlandsverbrauchs von Textilien (Fertigerzeugnisse) und deren Wassergehalt



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Es gilt:

$$B1 = A1$$

$$B2 = B1 + A2 - C2$$

$$B3 = A3 + B2 - C3$$

¹⁸⁵ United Nations Commodity Trade Database (UN Comtrade): <http://comtrade.un.org/>

Der Inlandsverbrauch von „Textilien und Bekleidung“ (Fertigerzeugnisse) (B4) ergibt sich aus der Saldierung der gesamten Importe und Exporte:

$$B4 = (A4 - C4) + B3$$

$$B4 = (A4 - C4) + A3 + (B1 + A2 - C2) - C3$$

$$B4 = A4 - C4 + A3 + A1 + A2 - C2 - C3 \text{ ist gleich } B4 = A - C$$

Diese indirekte Berechnung des Inlandsverbrauchs der Fertigerzeugnisse über die Berechnung der einzelnen Komponenten der Importe und Exporte wird sowohl bei der Berechnung des Wassergehalts, als auch der mengenmäßigen Bezugsgröße (Inlandsverbrauch von Textilien und Bekleidung) genutzt. Eine direkte Berechnung des mengenmäßigen Inlandsverbrauchs von Textilien und Bekleidung in Tonnen auf Basis von Angaben zur inländischen Produktion ist nicht möglich, da in der Produktionsstatistik die mengenmäßige Produktion von Bekleidung lediglich in Stückerheiten erfolgt.

Der Wassergehalt der Exporte wurde auf Basis der Ergebnisse für die importierten Rohprodukte bzw. Vorprodukte berechnet. Für die Exporte von Garnen und Geweben aus Baumwolle (WA 52) wurden die entsprechenden spezifischen Wasserkoeffizienten der Importe herangezogen (siehe Tabelle 4-30). Für die Exporte von Bekleidung aus Gewirken und Gestriken (WA 61) und von Bekleidung ausgenommen aus Gewirken und Gestriken (WA 62) wurden die spezifischen Koeffizienten der (gesamten) Importe von Gewebe aus Baumwolle (WA 5208 und 5210) verwendet. Dabei wurden die niedrigeren Koeffizienten von Mischgewebe (WA 5210) für die WA-Viersteller 6111 bis 6116 und 6211 bis 6214 und die höheren Koeffizienten von reinem Baumwoll-Gewebe (WA 5208) für die übrigen Bekleidungspositionen verwendet.

Tabelle 4-30: Spezifischer Wassergehalt der Importe von Rohbaumwolle, Garnen und Geweben aus Baumwolle 2000 und 2010

WA*	Bezeichnung	Blaues Wasser		Grünes Wasser		Insgesamt	
		2000	2010	2000	2010	2000	2010
		-Tsd. m ³ / t -					
5201	Baumwolle, weder gekrempelt noch gekämmt	8,9	7,3	1,4	2,3	10,2	9,5
5202	Abfälle von Baumwolle (einschließlich Garnabfälle und Reißspinnstoff)	6,3	5,9	1,8	4,0	8,2	9,9
5203	Baumwolle, gekrempelt oder gekämmt	6,2	5,3	0,9	1,8	7,1	7,2
5204	Nähgarne aus Baumwolle, auch in Aufmachungen für den Einzelverkauf	7,5	6,1	0,3	0,9	7,8	7,1
	Garne aus Baumwolle (andere als Nähgarne):						
5205	Anteil Baumwolle 85 GHT od. m., nicht in Aufmachungen für den Einzelverkauf	7,0	6,4	1,7	4,9	8,8	11,3
5206	Anteil Baumwolle < 85 GHT, nicht in Aufmachungen für den Einzelverkauf	5,8	5,2	0,3	0,6	6,1	5,8
5207	In Aufmachungen für den Einzelverkauf	6,7	6,7	0,8	0,8	7,4	7,5
	Gewebe aus Baumwolle:						
5208	Anteil Baumwolle 85 GHT oder mehr und einem m ² -Gewicht von <= 200 g	6,3	6,2	3,7	4,0	10,0	10,2
5209	Anteil Baumwolle 85 GHT oder mehr und einem m ² -Gewicht von > 200 g	7,3	7,3	1,6	2,2	8,9	9,6
5210	Anteil Baumwolle < 85 GHT, mit Chemiefasern gemischt, m ² -Gewicht von <= 200 g	4,6	3,9	0,9	1,3	5,5	5,2
5211	Anteil Baumwolle < 85 GHT, mit Chemiefasern gemischt, m ² -Gewicht von > 200 g	5,2	5,2	0,4	0,7	5,6	5,9
5212	Andere Gewebe aus Baumwolle	7,0	7,1	1,0	2,1	8,1	9,1
	Insgesamt	7,4	6,6	1,8	3,0	9,2	9,6

*) Warenverzeichnis der Außenhandelsstatistik.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Um das bei der inländischen Herstellung der Exporte von Bekleidung verwendete Prozesswasser (blaues Wasser) einzubeziehen, wurde der von Chapagain u.a. (2006) berechnete Zuschlag für die Fertigung innerhalb der Textilindustrie („fabric“) von 360 m³ pro Tonne angesetzt. Für das Jahr 2010 ergibt sich danach für die inländische Textil- und Bekleidungsindustrie ein rechnerischer Bedarf an Prozesswasser von 84 Mill. m³ allein bei der Herstellung der Exportwaren. Dies scheint im Vergleich zu dem in der Wasserstatistik ermittelten Wassereinsatz für die Textilindustrie von 69 Mill. m³ (2010) überhöht. Angesichts des sehr viel höheren gesamten Wassergehalts von exportierten Textilien und Bekleidung – allein der blaue Wassergehalt betrug im Jahr 2010 2.659 Mill. m³ - und des relativ geringen Anteils des Prozesswassers der Textilindustrie daran wurde auf eine Korrektur des errechneten Wertes verzichtet.

Tabelle 4-31: Gliederung von Textilien und Bekleidung aus Baumwolle in der Außenhandelsstatistik

WA-4	Bezeichnung
5201	BW, weder gekrempelt noch gekämmt
5202	Abfälle von BW (einschl. Garnabfälle und Reißspinnstoff)
5203	BW, gekrempelt od. gekämmt
5204	Nähgarne aus BW, auch in Aufmachungen für den Einzelverkauf
5205	Garne aus BW (andere als Nähgarne), Anteil BW 85 GHT od. mehr, nicht in Aufmach. f. d. Einzelverkauf
5206	Garne aus BW (andere als Nähgarne), Anteil BW weniger als 85 GHT, nicht in Aufmach. f. d. Einzelverkauf
5207	Garne aus BW (andere als Nähgarne), in Aufmachungen für den Einzelverkauf
5208	Gewebe aus BW, Anteil BW 85 GHT od. mehr und einem Quadratmetergewicht von 200 g od. weniger
5209	Gewebe aus BW, Anteil BW 85 GHT od. mehr und m2-Gewicht von mehr als 200 g
5210	Gewebe aus BW, Anteil BW <85 GHT, haupts. od. ausschl. mit Chemiefasern gemischt, m2-Gewicht <200 g
5211	Gewebe aus BW, Anteil BW <85 GHT, haupts. od. ausschl. mit Chemiefasern gemischt, m2-Gewicht >200 g
5212	Andere Gewebe aus BW
5299	Zuschätzungen
6001	Samt, Plüsch
6002	Gewirke und Gestricke
6003	Gewirke u. Gestricke, Breite b.30cm
6005	Kettengewirke
6006	andere Gewirke und Gestricke
6101	Mäntel, Umhänge u.ä. Waren, gewirkt od. gestr., für Männer od. Knaben, ausg. Pos. 6103
6102	Mäntel, Umhänge u.ä. Waren, gewirkt od. gestr., für Frauen od. Mädchen, ausg. Pos. 6104
6103	Anzüge, Kombinationen, Jacken, lange Hosen u.ä. Hosen, gewirkt od. gestr., für Männer od. Knaben
6104	Kostüme, Kombinationen, Jacken, Kleider, Röcke, lange Hosen, gewirkt od. gestr., für Frauen od. Mädchen
6105	Hemden gewirkt od. gestr., für Männer od. Knaben
6106	Blusen und Hemdblusen, gewirkt od. gestr., für Frauen od. Mädchen
6107	Slips u.a. Unterhosen, Schlafanzüge, Bademäntel u.ä. Waren, gewirkt od. gestr., für Männer od. Knaben
6108	Unterkleider, Unterröcke, Slips u.a. Unterhosen u.ä. Waren, gewirkt od. gestr., für Frauen od. Mädchen
6109	T-Shirts und Unterhemden, gewirkt od. gestr.
6110	Pullover, Strickjacken, Westen u.ä. Waren, einschl. Unterziehpullis, gewirkt od. gestr.
6111	Bekleidung und Bekleidungszubehör, gewirkt od. gestr., für Kleinkinder
6112	Trainingsanzüge, Skianzüge, Badeanzüge und Badehosen, gewirkt od. gestr.
6114	Andere Bekleidung gewirkt od. gestr.
6115	Strumpfhosen, Strümpfe, Kniestrümpfe, Socken u.a. Strumpfwaren, gewirkt od. gestr.
6116	Fingerhandschuhe, Handschuhe ohne Fingerspitzen und Fausthandschuhe, gewirkt od. gestr.
6201	Mäntel (einschl. Kurzmäntel), Umhänge u.ä. Waren, für Männer od. Knaben, ausg. Pos. 6203
6202	Mäntel (einschl. Kurzmäntel), Umhänge u.ä. Waren, für Frauen od. Mädchen, ausg. Pos. 6204
6203	Anzüge, Kombinationen, Jacken, lange Hosen u.ä. Hosen, für Männer od. Knaben
6204	Kostüme, Kombinationen, Jacken, Kleider, Röcke, Hosenröcke, lange Hosen, für Frauen od. Mädchen
6205	Hemden für Männer od. Knaben
6206	Blusen und Hemdblusen, für Frauen od. Mädchen
6207	Unterhemden, Slips u.a. Unterhosen, Nachthemden, Schlafanzüge u.ä. Waren, für Männer od. Knaben
6208	Unterhemden, Unterkleider, Slips u.a., Nachthemden, Schlafanzüge u.ä. Waren, für Frauen od. Mädchen
6209	Bekleidung und Bekleidungszubehör, für Kleinkinder
6211	Trainingsanzüge, Skianzüge, Badeanzüge und Badehosen; andere Bekleidung
6213	Taschentücher und Ziertaschentücher
6214	Schals, Umschlagtücher, Halstücher, Kragenschoner, Kopftücher, Schleier u.ä. Waren
6301	Decken
6302	Bettwäsche, Tischwäsche, Wäsche zur Körperpflege und Küchenwäsche
6303	Gardinen, Vorhänge und Innenrollos; Fenster- und Bettbehänge (Schabracken)
6304	Andere Waren zur Innenausstattung, ausgen. Waren der Pos. 9404
6305	Säcke und Beutel zu Verpackungszwecken
6306	Planen und Markisen; Zelte; Segel für Wasserfahrzeuge u.ä.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

4.4.4 Grenzen und Möglichkeiten des Wasserfußabdrucks

Der WFA kann Auskunft darüber geben, in welchem Umfang Nationen, Unternehmen oder Konsumenten die Ressource Wasser in Anspruch nehmen. Im Gegensatz zu Daten über den direkten Wasserverbrauch betrachtet der WFA auch das „versteckte“ Wasser in Nahrungsmitteln oder Industrieprodukten auf globaler Ebene und kann damit Hinweise zur Beanspruchung der Wasserressourcen weltweit geben.

Hoekstra et al. (2011) betonen, dass der WFA lediglich ein Indikator für die Belastung der Wasserressourcen ist. Der grüne und der blaue WFA beziehen sich dabei auf quantitative Aspekte, während der graue WFA einen Indikator für die Wasserqualität darstellt.

Weitere ökologische oder sozioökonomische Probleme, wie der Zugang der Bevölkerung zu sauberem Trinkwasser, können anhand des WFA nicht abgebildet werden. Darüber hinaus beschränkt sich der WFA auf Süßwasser. Die Trinkwassergewinnung aus Salzwasser oder die Verschmutzung der Ozeane werden folglich nicht betrachtet (Hoekstra et al. 2011).

Die Kritik am Konzept des WFA richtet sich hauptsächlich auf die Aussagekraft des WFA in Bezug auf eine nachhaltige Nutzung der Wasserressourcen. Der WFA gibt an, wie viel grünes und blaues Wasser durch die Produktion von Waren und Dienstleistungen verwendet wird. Unterscheidet der WFA nicht zwischen grünem und blauem Wasser, ist die Aussagekraft beschränkt, wie Jewitt (2009) betont. Jewitt führt an, dass der grüne WFA wenig Aussagekraft besitze, da das Regenwasser ohnehin verdunsten würde und auch die natürliche Vegetation Wasser verdunste. Der WFA für Fleisch sei dadurch vermutlich deutlich überschätzt, da sich Rinder hauptsächlich von Gras ernährten, das ohnehin Wasser verdunsten würde. Dem ist allerdings entgegenzustellen, dass ein Großteil der Rinder jedoch nicht in der traditionellen Weidewirtschaft gezüchtet wird und häufig Zufütterungen von Futterkonzentraten erfolgen, zu deren Herstellung zusätzliches blaues Wasser eingesetzt wird.

Der WFA stellt einen Indikator zur Ressourceninanspruchnahme des Wassers dar. Aussagen über die Folgen einer zu starken Beanspruchung der Ressourcen können mit Hilfe dieses Konzeptes nicht getroffen werden¹⁸⁶. Darüber hinaus ist der Wasserverbrauch vor dem Hintergrund der lokalen Wasserverfügbarkeit entscheidend. Ein hoher WFA in wasserreichen Gebieten ist weniger problematisch als ein hoher WFA in ariden oder semiariden Regionen. Eine wünschenswerte Größe für den WFA kann aus diesen Gründen nicht festgelegt werden. Diese Kritik greifen auch Gawel und Bernsen (2011) auf und betonen, dass der WFA im Gegensatz zum CO₂- Fußabdruck in Abhängigkeit von Entstehungsort unterschiedliche ökologische Auswirkungen habe, so dass die politischen Implikationen des WFA begrenzt seien.

Der WFA einer Nation, Region oder Konsumentengruppe kann allerdings in Beziehung zum durchschnittlichen Wasserverbrauch weltweit gesetzt werden. Diesen Ansatz verfolgen auch Treitler und Berrer (2010) und definieren den nachhaltigen WFA eines Produktes als einen Wert unter dem weltweiten WFA für dieses Produkt.

Hoekstra et al. (2011, S. 94 ff) schlagen eine Gewichtung des regionalen WFA für ein bestimmtes Produkt für grünes, blaues und graues Wasser mit einem Wasserknappheitsindex für diese Region pro Monat vor. Durch Aufsummieren der monatlichen Belastungen erhält man die jährliche Belastung durch dieses Produkt und kann Produkte unterschiedlicher Herkunft in Hinblick auf ihre Wasserbeanspruchung vergleichen.

¹⁸⁶ Zur Darstellung der Nutzung von Wasserressourcen kann der WSI (water stress index) verwendet werden. Siehe dazu auch Smakhtin, V. Revenga, C und P. Döll (2004): Taking into account environmental water requirements in global-scale water resources assessments. International Water Management Institute et.al. Research Report 2.

Nachhaltigkeit kann aber nicht nur regional begrenzt betrachtet werden (Hoekstra et al. 2011, Seite 53 ff). So kann der Anbau von Pflanzen regional durchaus nachhaltig sein. Durch den Anbau können aber eventuell andere Pflanzen nicht am gleichen Ort angebaut werden, und müssen möglicherweise in Gebieten angebaut werden, in denen der Anbau aus Wassergesichtspunkten nicht nachhaltig ist. Das heißt, zur Bewertung der Nachhaltigkeit der Wassernutzung darf der globale Kontext nicht vernachlässigt werden.

4.5 Flächenbelegung

4.5.1 Flächenbelegung von Erzeugnissen tierischen Ursprungs

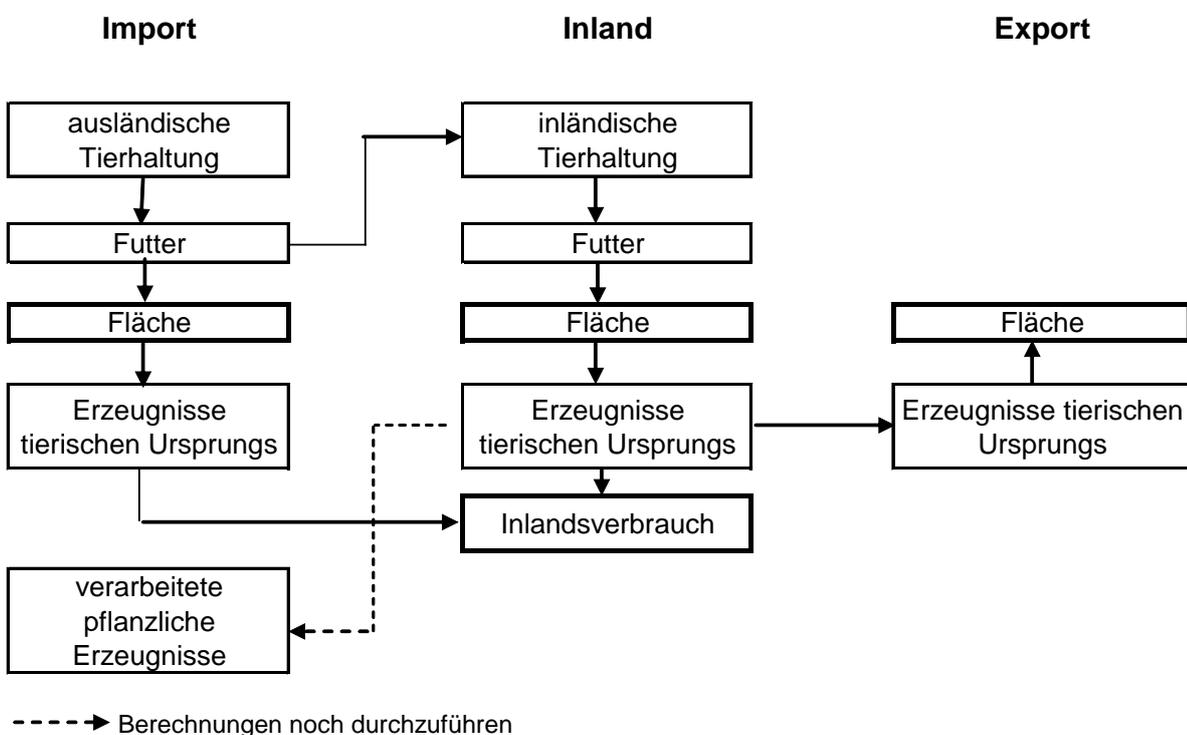
4.5.1.1 Einführung

Im Bereich der Ernährungsgüter wird die landwirtschaftlich genutzte Fläche einerseits den Erzeugnissen tierischen Ursprungs andererseits den pflanzlichen Ernährungsgütern zugeordnet.

Die Herstellung von Erzeugnissen tierischen Ursprungs (Fleisch, Milchprodukte, Eier) ist mit dem Verbrauch von pflanzlichen Agrarrohstoffen verbunden. Diese werden in Form von Futter von den Nutztieren aufgenommen. Für die Erzeugung von Futter werden im Inland sowie im Ausland landwirtschaftliche Flächen genutzt. Ein Teil dieser inländischen Flächennutzung kann dem Export von Erzeugnissen tierischen Ursprungs zugerechnet werden. Im Ausland entsteht ebenso eine Flächenbelegung für die nach Deutschland importierten Erzeugnisse tierischen Ursprungs.

Abbildung 4-11 zeigt die Berechnungsschritte für die Berechnung der Flächennutzung von Erzeugnissen tierischen Ursprungs. Ausgangspunkt der Berechnungen ist die Flächenbelegung für das Futteraufkommen des Nutztviehs. Dieses Futter stammt sowohl aus dem Inland als auch aus dem Ausland. Dementsprechend ergibt sich eine inländische oder ausländische Flächenbelegung. Zur Berechnung der Flächenbelegung des Inlandsverbrauchs von Erzeugnissen tierischen Ursprungs wird die Flächenbelegung für exportierte Erzeugnisse subtrahiert und die Flächenbelegung für importierte Erzeugnisse addiert.

Abbildung 4-11: Berechnung der Flächennutzung von Erzeugnissen tierischen Ursprungs



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Die Berechnung der Flächennutzung für Erzeugnisse tierischen Ursprungs (z.B. Milch, Eier) bei der Verarbeitung von pflanzlichen Erzeugnissen konnte hier aus Zeitgründen nicht durchgeführt werden.

4.5.1.2 Ausgangsdaten

Für die Berechnung der Flächennutzung zur Erzeugung von Futtermitteln wurden verschiedene Datenquellen herangezogen. Die Inlandserzeugung von Futtermitteln wurde dem statistischen Jahrbuch für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten entnommen¹⁸⁷. Der Import und der Export von Futtermitteln wurden auf Basis der Außenhandelsstatistik des Statistischen Bundesamtes ermittelt.

Die Daten zum Tierbestand, zu den Schlachtungen von Nutztieren sowie zu den Schlachtmengen stammen aus der Agrarstatistik¹⁸⁸ von Destatis und aus dem Statistischen Jahrbuch des BMELV. Die Angaben zu den Produktionsmengen von Erzeugnissen tierischen Ursprungs wie Wurstwaren stammen ebenfalls aus dem Statistischen Jahrbuch des BMELV¹⁸⁹. Die Produktion von Milcherzeugnissen in Milchfetteinheiten sowie in Tonnen wurde den Tabellen des Statistikangebotes der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung¹⁹⁰ sowie dem Statistischen Jahrbuch des BMELV¹⁹¹ entnommen.

Um die Flächennutzung der Importe und Exporte von Erzeugnissen tierischen Ursprungs zu berechnen wurden die Import- und Exportmengen an Erzeugnissen tierischen Ursprungs aus der Außenhandelsstatistik des Statistischen Bundesamtes ausgewertet.

Flächenkoeffizienten

Für die Berechnung der Flächenbelegung durch Futtermittel wurden verschiedene Angaben zu den Hektarerträgen verwendet (siehe Tabelle 4-32). Diese hängen davon ab, ob die Futtermittel im Inland oder im Ausland angebaut wurden und ob es sich um unverarbeitete oder um verarbeitete Futtermittel handelt.

¹⁸⁷ Tabelle „Futterraufkommen aus der Inlandserzeugung“ aus verschiedenen Jahrgängen des Statistischen Jahrbuchs für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten auf Basis von Berechnungen des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV).

Die Tabellen des Statistischen Jahrbuchs des BMELV können auch über die Homepage des BMELV heruntergeladen werden:

<http://www.bmelv-statistik.de/de/statistisches-jahrbuch/>

¹⁸⁸ Viehbestand, Fachserie 3 Reihe 4, verschiedene Jahrgänge.

<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ViehbestandTierischeErzeugung/FleischuntersuchungHj.html>

„Anzahl der geschlachteten Tiere aus dem In- und Ausland“ und „Gesamtschlachtmenge von Tieren aus dem In- und Ausland“, Internettabellen bzw. Fachserie 3 Reihe 4.2.1 und Reihe 4.2.3, verschiedene Jahrgänge.

<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaft/TierischeErzeugung/TierischeErzeugung.html>

Angaben zu Schlachtmengen von Schafen und Ziegen wurden der Tabelle „Tierische Erzeugung“ aus dem Statistischen Jahrbuch über Ernährung; Landwirtschaft und Forsten entnommen.

¹⁸⁹ Tabelle „Produktion ausgewählter Erzeugnisse des Produzierenden Ernährungsgewerbes“ aus verschiedenen Jahrgängen. Berechnungen auf Basis der Produktionsstatistik des Statistischen Bundesamtes und des BMELV.

¹⁹⁰ http://www.ble.de/DE/01_Markt/09_Marktbeobachtung/02_MilchUndMilcherzeugnisse/TabellenMilchDeutschland.html?nn=2304392

¹⁹¹ Kapitel VIII „Milch, Käse, Eier“.

Tabelle 4-32: Verwendung von Flächenkoeffizienten bei der Berechnung der Flächennutzung von Futtermitteln

	Koeffizienten	Quelle
Pflanzliche Rohstoffe	Hektarerträge (physisch)	Agrarstatistik, FAO-Datenbank
Pflanzliche Erzeugnisse der 1. Verarbeitungsstufe	Hektarerträge (teilweise wertgewichtet)	Projekt, vergleiche. Abschnitt 4.5.2
Abfälle	Keine Zuordnung von Flächen	
Futtermittel tierischen Ursprungs	Keine Zuordnung von Flächen	

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Um die Flächenbelegung im Inland für unverarbeitete Futtermittel (z.B. Getreide, Grünfutter, Hackfrüchte) zu berechnen, wurden die inländischen Hektarerträge herangezogen. Die Hektarerträge für die Agrarrohstoffe im Inland wurden der Agrarstatistik entnommen¹⁹². Bei den verarbeiteten Futtermitteln (z.B. Kleien, Ölkuchen- und schrote, Melasse) wurden die Hektarerträge aus einer gesonderten Berechnung für importierte pflanzliche Rohstoffe verwendet. Für die importierten unverarbeiteten Futtermittel wurden die Hektarerträge aus der FAO-Datenbank entnommen. Bei den Hektarerträgen für verarbeitete pflanzliche Rohstoffe, z.B. Ölkuchen, wurden sogenannte „wertgewichtete Hektarerträge“ verwendet.

Bei der Berechnung von wertgewichteten Hektarerträgen werden bei der Herstellung von Produkten aus ölhaltigen Pflanzen die Preise der Haupt- und Nebenprodukte (Kuppelprodukte) berücksichtigt¹⁹³. So war im Jahr 2010 eine Tonne Sojaöl – im Weltdurchschnitt – fast drei Mal so teuer wie eine Tonne Sojakuchen. Dieser niedrigere Preis verringert den Anteil der Kuppelprodukte am Flächenfußabdruck. Ölkuchen wird in großen Mengen für Fütterungszwecke nach Deutschland eingeführt und würde bei einer rein gewichtsmäßigen Gewichtung eine deutlich höhere Flächennutzung verursachen. Wird dagegen der Einfuhrpreis des Produktes pro Tonne berücksichtigt, getrennt für Haupt- und Nebenprodukt, wird der Flächenabdruck für die niedriger bepreisten Nebenprodukte kleiner.

Für die in der Berechnung verwendeten Angaben zu den Hektarerträgen wurde ein Zehnjahresdurchschnitt verwendet. Keine Flächen wurden den Futtermitteln zugeordnet, die aus Abfällen bei der Verarbeitung pflanzlicher Rohstoffe entstehen (Nebenprodukte der Brauereien, Pflanzenabfälle) und keinen ökonomischen Wert besitzen. Auch den Futtermitteln aus tierischer Erzeugung, wie z.B. Molke, wurden keine Flächen zugeordnet.

Futterarten

Bei der Berechnung der Flächennutzung von Futtermitteln wurde von einer detaillierten Liste der Futtermittel entsprechend der Darstellung im Statistischen Jahrbuch des BMELV ausgegangen¹⁹⁴. Auch die entsprechenden Positionen aus der Außenhandelsstatistik wurden

¹⁹² Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3.1.2, verschiedene Jahrgänge.

<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/Bodennutzung/BodennutzungErzeugung.html>

¹⁹³ Eine ausführliche Beschreibung der Berechnungsmethode erfolgt in Abschnitt 4.5.2 unter „Berechnungsmethoden“.

¹⁹⁴ Futtermittelarten entsprechend der Tabelle „Futteraufkommen aus der Inlandserzeugung“ (Liste der Futtermittelarten bis zur Ausgabe 2010 des Stjb BMELV einheitlich, ab Jahrbuch 2011 Revision der Gliederung).

diesen Kategorien zugeordnet. Die detaillierten Futterarten befinden sich in Spalte drei der Tabelle 4-33. Die im Rechengang verwendeten Gruppen und Untergruppen von Futtermitteln werden in den Spalten 1 und 2 aufgeführt.

Tabelle 4-33: Gliederung der Futtermittel nach Futterarten *)

Gruppe	Untergruppe	Futterarten
Getreide		Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Körnermais, anderes Getreide
Hülsenfrüchte		Futtererbsen, Ackerbohnen, andere Hülsenfrüchte
Krafftutter	Ölkuchen	Ölkuchen
	Sonstiges Krafftutter	Ölsaaten, Trockengrünfutter, Kleien, Trockenschnitzel, Nebenprodukte der Maisverarbeitung, Melasse, pflanzl. Öle und Fette, Nebenprodukte der Brauereien und Brennereien, Kartoffelpülpe, (bis 2002 Fischmehl, Tier- und Knochenmehl)
Hackfrüchte		Zuckerrübenblatt, Futterrübenblatt, Futterhackfrüchte, Kartoffeln
Grünfutter	Silomais	Silomais
	Sonstiges Grünfutter	Klee und Luzerne, Wiesen und Weiden, sonstige Futterpflanzen im Hauptanbau
Stroh		Stroh
Milch	Molke	Molke
	Sonst. Milch	Vollmilch, Mager- und Buttermilch, Ziegenmilch, Magermilchpulver, Molkepulver

*) Eigene Gliederung entsprechend der Futtermittelarten in der Tabelle „Futterraufkommen aus Inlandserzeugung“ des Statistischen Jahrbuchs des BMELV.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

4.5.1.3 Berechnungsmethode¹⁹⁵

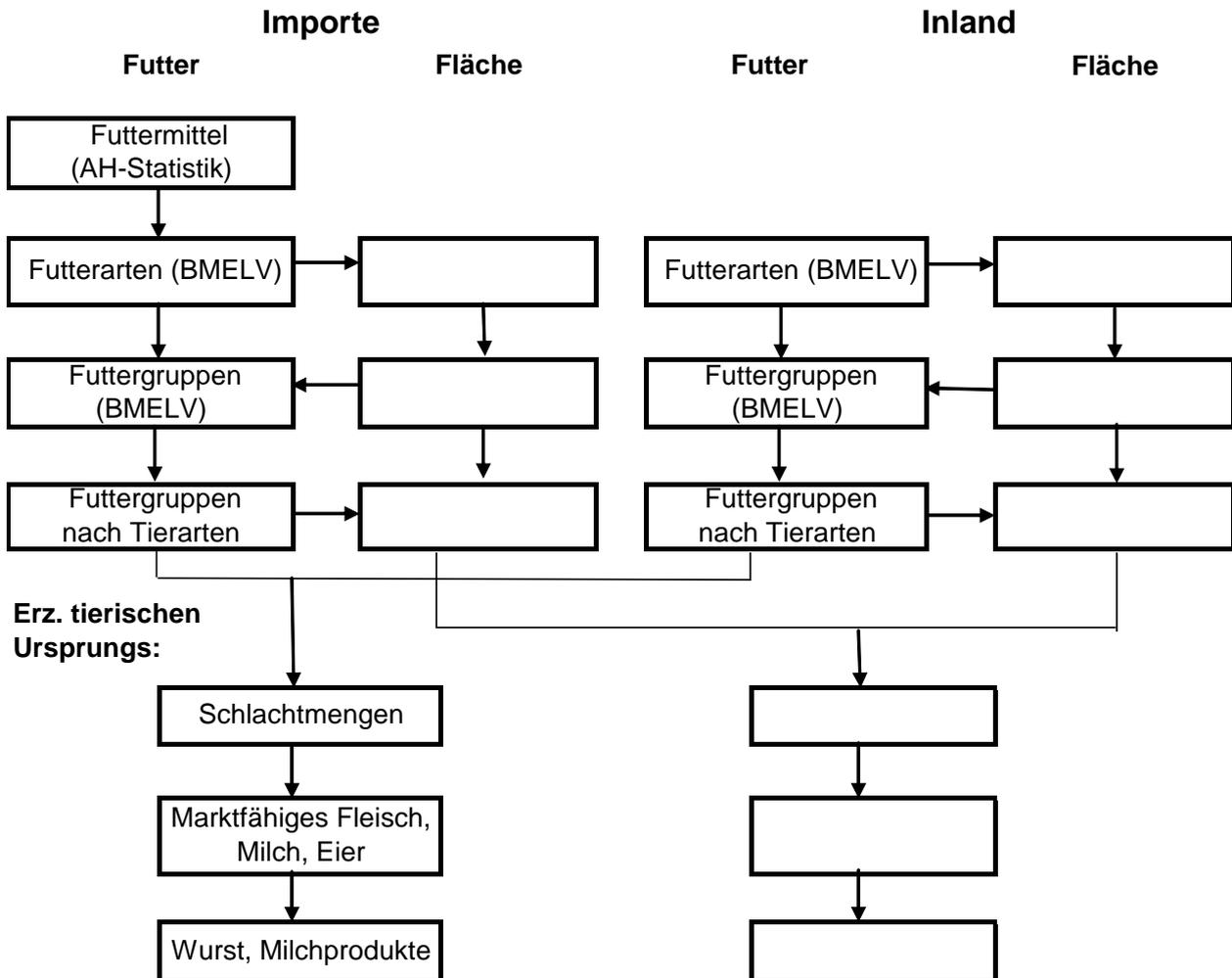
Die Vorgehensweise bei der Berechnung der Flächenbelegung von Futtermitteln und von tierischen Erzeugnissen wird in Abbildung 4-12 dargestellt. Bei der Berechnung wird eine getrennte Berechnung für Futter aus dem Inland und für importiertes Futter vorgenommen. Erst bei der Berechnung der Flächennutzung von Erzeugnissen tierischen Ursprungs werden die beiden Rechengänge zusammengeführt.

Zunächst wird für inländisches und für importiertes Futter die Flächenbelegung auf der Ebene der Futterarten berechnet. Dazu werden die güter- und länderspezifischen Angaben zu den Hektarerträgen herangezogen. Anschließend werden die Futterarten nach Gruppen (siehe

¹⁹⁵ Die detaillierte Beschreibung der Methode für die Zurechnung von Futtermitteln zu Nutztierarten sowie der Berechnung von „marktfähigem Fleisch“ und Wurst befindet sich in der Methodenbeschreibung „Berechnung des indirekten Wasserverbrauchs von Ernährungsgütern“ (Abschnitt 4.4.1) und in einem Projektbericht Flachmann, C., Mayer, H. und Manzel, K.: „Wasserverbrauch in Deutschland unter Einbeziehung des Wasserverbrauchs bei der Herstellung von Importgütern“, Wiesbaden 2012.

Tabelle 4-33) zusammengefasst und die Hektarerträge auf dieser Gliederungsebene ermittelt. Auf der Ebene der Futtergruppen liegt ein Verteilungsschlüssel nach Tierarten vor. Mit Hilfe dieses Verteilungsschlüssels und der berechneten Hektarerträge wird die Flächenbelegung nach Tierarten bestimmt.

Abbildung 4-12: Berechnung der Flächennutzung für Erzeugnisse tierischen Ursprungs



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Diese Berechnungen werden sowohl für die Flächenbelegung der Tiere aus dem jährlichen Futtermittelverzehr als auch in Bezug auf die Flächenbelegung über die gesamte Lebensdauer der Tiere durchgeführt.

Von der Flächennutzung über die gesamte Lebensdauer der Tiere wird die Flächenbelegung für die Bezugsgröße „Schlachtmenge“ abgeleitet. Diese Angabe ist die Basis für die Bestimmung der Flächenbelegung für marktfähiges Fleisch und Wurstwaren¹⁹⁶. Eine Besonderheit bildet der Flächenbedarf für die Erzeugnisse der Kühe. Hier wird eine Zuordnung der gesamten Fläche zu Milch und zu Fleisch in einer Relation von 86 % zu 14 % vorgenommen. Da Rohmilch zu einer Vielzahl von Milchprodukten weiterverarbeitet wird, wurde hier - über eine Umrechnung der

¹⁹⁶ Der Flächenbedarf für die Schlachtmenge wird „top down“ ermittelt. Der Flächenbedarf für „marktfähiges Fleisch und Wurst“ „bottom up“. Dies führt zu geringen Abweichungen in den jeweiligen Gesamtsummen (jedoch weniger als 5 %).

Milchprodukte in Milchfetteinheiten - eine weitere Zurechnung der Fläche zu einzelnen Milcherzeugnissen vorgenommen.

Bei der Berechnung der Flächenbelegung der Exporte wurde der spezifische Flächenfußabdruck für marktfähiges Fleisch, Wurstwaren, Milchprodukten und Eiern aus der Inlandserzeugung auf die Exportmengen dieser Produktkategorien bezogen. Bei den Importen wurde die gleiche Methode angewandt. Grund dafür ist, dass die Mehrzahl der importierten Erzeugnisse tierischen Ursprungs aus europäischen Ländern stammt und deshalb ähnliche Flächenfußabdrucke angenommen wurden wie in Deutschland. Eine Ausnahme bildet der spezifische Flächenfußabdruck für Rindfleisch. Da große Menge an Rindfleisch aus dem außereuropäischen Ausland eingeführt werden (z.B. Brasilien, Argentinien) und dort extensive Nutztierhaltung dominiert, wurde hier ein höherer spezifischer Flächenfußabdruck angenommen. Hier wurde der Flächenfußabdruck für Rindfleisch aus der WWF-Studie „Fleisch frisst Land“ zugrunde gelegt¹⁹⁷.

4.5.2 Flächenbelegung von Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs

4.5.2.1 Einführung

Mit Importen von Agrarrohstoffen und Ernährungsgütern belegt Deutschland - zusätzlich zu den im Inland genutzten landwirtschaftlichen Flächen - auch landwirtschaftliche Flächen im Ausland. Deutschland ist aber zugleich ein bedeutender Exporteur von Ernährungsgütern. Zu deren Herstellung werden Agrarrohstoffe und Vorprodukte aus dem In- und Ausland verwendet, die ebenfalls mit einer entsprechenden Flächenbelegung im In- und Ausland verbunden ist. Auf Basis der Berechnungen zur Flächenbelegung von Import- und Exportgütern und der Inlandserzeugung wird dann die gesamte Flächenbelegung durch den Inlandsverbrauch von pflanzlichen Erzeugnissen berechnet.

Bei den Berechnungen werden zunächst alle pflanzlichen Erzeugnisse – unabhängig von deren Verwendung - berücksichtigt. Bei den weiteren Berechnungen und Darstellungen werden diese auf den Bereich der Erzeugnisse für Ernährungszwecke eingegrenzt. Außerdem erfolgt eine Zuordnung der Futterpflanzen und Futtermittel mit ihrem „Flächenrucksack“ zu den Ernährungsgütern tierischen Ursprungs (siehe Abschnitt 4.5.1).

Bei der Berechnung der Flächenbelegung wurde eine Berechnungsmethode gewählt, die an die Footprint-Methode angelehnt ist. Bei der Methodenwahl wurde - neben den Anforderungen an die Ausgangsdaten - insbesondere die Zielsetzung einer möglichst detaillierten Ergebnisdarstellung nach Produkten und Ländern berücksichtigt.

Die ganz überwiegende Flächenbelegung bei der Herstellung von Ernährungsgütern erfolgt bei der Herstellung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse im Agrarsektor. Die Flächennutzung durch verbundene Produktionsbereiche (Ernährungsgewerbe, Handel, Transport) wird hier nicht näher untersucht. Für den Bereich der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und der Erzeugnisse des Ernährungsgewerbes können mit der Footprint-Methode gütermäßig tief gegliederte Ergebnisse berechnet werden. Im Bereich der Agrarrohstoffe können die Angaben zu den mengenmäßigen Importen (nach Herkunftsländern) direkt mit den Flächenkoeffizienten - auf Basis von FAO-Angaben - verknüpft werden. Bei den verarbeiteten Erzeugnissen sind weitergehende Berechnungen erforderlich.

¹⁹⁷ WWF-Studie 2011 „Fleisch frisst Land“ Abbildung 5.14 „Kalkulatorischer Flächenbedarf zur Erzeugung einer Einheit tierischen Produkts in Deutschland/der EU und außerhalb der EU“ nach Berechnungen des WWF und Angaben von de Vries und de Boer (2010) sowie Schlatzer (2010).

4.5.2.2 Ausgangsdaten

Als wichtigste Ausgangsdaten wurden zwei Datenquellen herangezogen: Zum einen die gütermäßig detaillierten Daten der Außenhandelsstatistik zu den Import- und Exportmengen – mit einer zusätzlichen Unterteilung der Importe nach Herkunftsländern. Zum anderen länderspezifische Flächenkoeffizienten (Hektarerträge) für Agrarrohstoffe aus der Datenbank der Welternährungsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) für alle der dort 162 aufgeführten „agriculture items“¹⁹⁸.

Aus der Außenhandelsstatistik wurden für den Zeitraum 2000 bis 2010 die Daten für folgende landwirtschaftliche Erzeugnisse und Ernährungsgüter in der Detaillierung nach (6-stelligen) Warennummern aufbereitet (Gliederung der Warenkapitel siehe Tabelle 4-34)¹⁹⁹:

Tabelle 4-34: Gliederung der pflanzlichen Erzeugnisse in der Außenhandelsstatistik.

WA	Bezeichnung
07	Gemüse
08	Früchte und Nüsse
09	Kaffee, Tee, Gewürze
10	Getreide
11	Müllereierzeugnisse
12	Ölsamen u. ölhaltige Früchte
15	Tierische und pflanzliche Fette und Öle
17	Zucker und Zuckerwaren
18	Kakao und Zubereitungen aus Kakao
19	Zubereitungen aus Getreide
20	Zubereitungen von Gemüse, Früchte u.a.
21	Verschied. Lebensmittelzubereitungen
22	Getränke, alkoholhaltige Flüssigkeiten
23	Rückst. d. Lebensmittelind., Zubereitungen von Futter

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Aus der FAO-Datenbank wurden die Angaben zu den Erntefläche und Erntemengen für 48 Länder für den Zeitraum 2000 bis 2010 ausgewertet und die Hektarerträge berechnet (Länderauswahl siehe Tabelle 4-35).

¹⁹⁸ Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>

¹⁹⁹ Bei den weiteren Berechnungen wurden die Kapitel 06/24/52/53 ausgeklammert.

Tabelle 4-35: Länderauswahl für die Berechnung der Flächennutzung

Lfd. Nr.	Land	Länder-Code	Lfd. Nr.	Land	Länder-Code
1	Frankreich	001	25	Togo	280
2	Niederlande	003	26	Nigeria	288
3	Italien	005	27	Äthiopien	334
4	Vereinigtes Königreich	006	28	Uganda	350
5	Irland	007	29	USA	400
6	Dänemark	008	30	Kanada	404
7	Griechenland	009	31	Honduras	424
8	Portugal	010	32	Costa Rica	436
9	Spanien	011	33	Panama	442
10	Belgien	017	34	Dom. Republik	456
11	Luxemburg	018	35	Kolumbien	480
12	Schweden	030	36	Ecuador	500
13	Finnland	032	37	Peru	504
14	Österreich	038	38	Brasilien	508
15	Türkei	052	39	Chile	512
16	Polen	060	40	Paraguay	520
17	Tschechien	061	41	Uruguay	524
18	Slowakei	063	42	Argentinien	528
19	Ungarn	064	43	Indien	664
20	Rumänien	066	44	Vietnam	690
21	Bulgarien	068	45	Indonesien	700
22	Ägypten	220	46	Philippinen	708
23	Elfenbeinküste	272	47	China	720
24	Ghana	276	48	Neuseeland	804

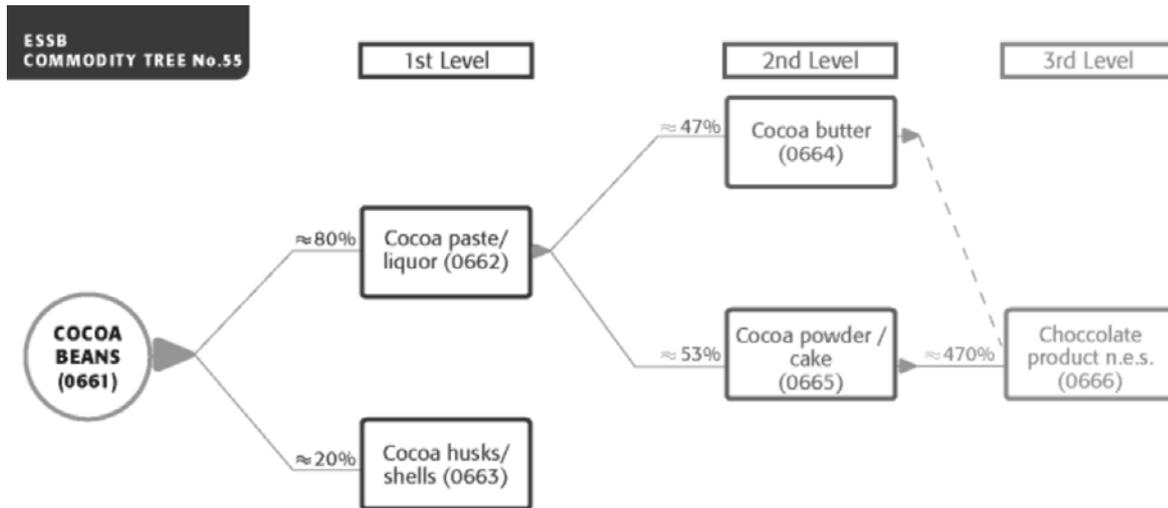
Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Für nicht aufgeführte Ursprungsländer wurde ein Mittelwert der Hektarerträge aus den einbezogenen 48 Ländern für die Jahre 2006 bis 2010 gebildet. Die Verwendung des Mittelwertes erfolgte, um die auftretenden Schwankungen bei den Hektarerträgen aufgrund des Wettereinflusses in einzelnen Jahren zu glätten.

Bei den verarbeiteten Agrarrohstoffen wurden bei der Abschätzung der Mengenrelationen von verarbeiteten Erzeugnissen zu den Agrarrohstoffen die „Produktbäume“ aus der FAO-Publikation: „Technical Conversion Factors for Agricultural Commodities“²⁰⁰ zugrunde gelegt (Beispiel s. Abbildung 4-13).

²⁰⁰ s. www.fao.org/fileadmin/templates/ess/documents/methodology/tcf.pdf

Abbildung 4-13: Produktbaum für Kakao mit Mengenanteilen nach einzelnen Verarbeitungsstufen²⁰¹



Quelle: Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO) (o.J.): Technical Conversion Factors for Agricultural Commodities, S. 776.

Wie der Abbildung zu entnehmen ist, entstehen aus 100 kg Kakaobohnen in der ersten Verarbeitungsstufe ca. 80 kg Kakaopaste und ca. 20 kg Kakaoschalen als Abfall. In der zweiten Verarbeitungsstufe werden aus den 80 kg Kakaopaste ca. 38 kg Kakaomasse (47 % von 80 kg) und 42 kg Kakaopulver (53 %) gewonnen. Kakaomasse wird in der dritten Verarbeitungsstufe im Verhältnis 1:1 bei der Herstellung von Schokolade eingesetzt. Sofern dazu Kakaopulver (cocoa powder) verwendet wird, kann man ca. die fünffache Menge an Schokolade herstellen.

Analog zum Produktbaum „Kakaobohnen“ wurden alle anderen Agrarrohstoffe analysiert und entsprechende Koeffizienten für weiterverarbeitete Produkte abgeleitet.

4.5.2.3 Berechnungsmethoden

Die einzelnen Verarbeitungsstufen von Agrarerzeugnissen sind im Vergleich zu den Prozessketten von industriell gefertigten Erzeugnissen noch relativ „überschaubar“. Landwirtschaftliche Erzeugnisse gelangen oftmals direkt vom Erzeuger oder bereits nach einer Verarbeitungsstufe zum Verbraucher, wie z.B. Zucker, Mehl usw. Bei weiterverarbeiteten Erzeugnissen, wie z.B. Back- oder Süßwaren, kann deren Flächenbelegung an Hand der Flächenbelegung der Inputs an agrarischen Rohstoffen und der Erzeugnisse der ersten Verarbeitungsstufe ermittelt werden.

Die Berechnung der Flächenbelegung der Import- und Exporterzeugnisse erfolgt in einer Unterteilung nach drei Produktkategorien: Agrarrohstoffe, Erzeugnisse der ersten Verarbeitungsstufe und Erzeugnisse der zweiten Verarbeitungsstufe²⁰².

²⁰¹ A.a.O. Seite 776.

²⁰² Als pflanzliche Erzeugnisse der 1. Verarbeitungsstufe bezeichnet man Agrarrohstoffe, die ersten einfachen Bearbeitungen, wie Trocknen, Entsaften, Raffinieren, Mahlen, Rösten, Schälen etc. unterzogen werden. Eine Aufstellung dieser Güter erfolgt in Tabelle 4-42.

Tabelle 4-36 zeigt die Erzeugnisse für die bei den Importen eine detaillierte Berechnung nach Warennummern und Ländern durchgeführt wurde. Für eine Reihe von Produkten konnten aus Zeitgründen - wegen der ‚Komplexität‘ dieser Produkte – keine Berechnungen durchgeführt werden. Diese Produkte bestehen oftmals aus einer großen Anzahl von einzelnen Vorprodukten. Bei den Berechnungen müssen diese Anteile quantitativ bestimmt und die Herkunftsländer ermittelt werden.

Nach einer Bereinigung der Importe im Bereich der Getränke ergibt sich für die detaillierte Berechnung eine durchschnittliche Abdeckung von 70 %²⁰³. Geringere Abdeckungsgrade ergeben sich bei Lebensmittelzubereitungen (WA 21), Zucker und Zuckerwaren (WA 17) und Getränken (WA 22). Bei diesen Waren handelt es sich überwiegend um Erzeugnisse der zweiten Verarbeitungsstufe für die eine vollständige Bestimmung der Flächenbelegung schwierig und zeitaufwändig ist und daher in diesem Projekt nicht durchgeführt werden konnte.

Tabelle 4-36: Importe von Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs 2010 nach Verarbeitungsstufen

WA	Bezeichnung	Importe					
		Agrar- roh- stoffe	Erste Verarbei- tungs- stufe	Zweite Verarbei- tungs- stufe	Summe		Insgesamt
		1.000 t				in % von insg.	1.000 t
07	Gemüse	2.767	688	0	3.455	73	4.724
08	Früchte und Nüsse	4.068	367	0	4.435	76	5.854
09	Kaffee; Tee u.ä.	936	72	0	1.008	74	1.359
10	Getreide	7.049	245	0	7.294	87	8.375
11	Müllereierzeugnisse	5	436	263	703	78	907
12	Ölsamen und ölhaltige Früchte	4.085	263	0	4.348	61	7.136
15	Tierische und pflanzliche Fette und Öle	0	3.017	80	3.096	80	3.888
17	Zucker und Zuckerwaren	61	345	0	406	24	1.705
18	Kakao und Zubereitungen aus Kakao	330	92	182	605	57	1.059
19	Zubereitungen aus Getreide	0	8	1.024	1.032	68	1.510
20	Zubereitungen von Gemüse, Früchte u.a.	138	2.011	508	2.656	78	3.427
21	Verschiedene Lebensmittelzubereitungen	0	0	85	85	10	849
22	Getränke, alkoholhaltige Flüssigkeiten u.a.	0	2.303	1.295	3.598	53	6.802
22a	darunter Mineralwasser ohne Zucker ¹⁾						1.833
23	Rückstände der Lebensmittelindustrie., zubereitetes Futter	0	4.409	0	4.409	61	7.221
	Insgesamt	19.440	14.255	3.437	37.132	68	54.816
	Insgesamt ohne 22a	19.440	14.255	3.437	37.132	70	52.982

¹⁾ Warenverzeichnis (WA) 2201.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

²⁰³ Mineralwasser ohne Zucker verursacht keine Flächenbelegung und wird daher nicht einbezogen.

Tabelle 4-37: Importe von pflanzlichen Ernährungsgütern und Flächenbelegung 2010

WA ¹⁾	Bezeichnung	Ergeb. nach Ländern	Zuschätzungen		Summe		Insgesamt
			WA4	WA2		% von insg.	
	Importmengen:		1.000 t				1.000 t
07	Gemüse	3.455	785	484	4.724	100	4.724
08	Früchte und Nüsse	4.435	1.064	352	5.851	100	5.854
09	Kaffee; Tee u.ä.	1.008	287	62	1.358	100	1.359
10	Getreide	7.294	990	91	8.375	100	8.375
11	Müllereierzeugnisse	703	164	39	907	100	907
12	Ölsamen und ölhaltige Früchte	4.348	2.573	128	7.049	99	7.136
15	Tierische und pflanzliche Fette und Öle	3.096	302	109	3.507	90	3.888
17	Zucker und Zuckerwaren	406	172	75	653	38	1.705
18	Kakao und Zubereitungen aus Kakao	605	156	160	921	87	1.059
19	Zubereitungen aus Getreide	1.032	306	171	1.510	100	1.510
20	Zubereitung von Gemüse, Früchte u.a.	2.656	545	218	3.419	100	3.427
21	Verschiedene Lebensmittelzubereitungen	85	0	141	226	27	849
22	Getränke, alkoholhaltige Flüssigkeiten.	3.598	994	345	4.937	73	6.802
22a	darunter Mineralwasser oh. Zucker						1.833
23	Rückstände der Lebensmittelindustrie, zubereitetes Futter	4.409	666	129	5.203	72	7.221
	Insgesamt	37.132	9.004	2.505	48.641	89	54.816
	Insgesamt ohne 22a	37.132	9.004	2.505	48.641	92	52.982
	Flächenbelegung:		1.000 ha			ha/t	
07	Gemüse	682	46	96	823	0,17	
08	Früchte und Nüsse	351	152	28	531	0,09	
09	Kaffee; Tee u.ä.	999	325	61	1.386	1,02	
10	Getreide	1.499	205	19	1.723	0,21	
11	Müllereierzeugnisse	144	25	8	176	0,19	
12	Ölsamen und ölhaltige Früchte	1.866	956	55	2.876	0,41	
15	Tierische und pflanzliche Fette und Öle	1.327	294	47	1.668	0,48	
17	Zucker und Zuckerwaren	19	8	4	30	0,05	
18	Kakao und Zubereitungen aus Kakao	1.043	160	276	1.479	1,61	
19	Zubereitungen aus Getreide	248	101	41	390	0,26	
20	Zubereitung von Gemüse, Früchte u.a.	384	91	32	506	0,15	
21	Verschiedene Lebensmittelzubereitungen	4	0	6	10	0,05	
22	Getränke, alkoholhaltige Flüssigkeiten u.a.	419	149	40	608	0,12	
23	Rückstände der Lebensmittelindustrie, zubereitetes Futter	1.728	144	51	1.923	0,37	
	Insgesamt	10.714	2.654	762	14.130	0,29	

¹⁾ WA: Warenverzeichnis der Außenhandelsstatistik.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Durch Zuschätzungen auf der Gliederungsebene der Vier- und Zweisteller konnte die Abdeckung in den Berechnungen auf durchschnittlich 92 % (siehe Tabelle 4-37) erhöht werden. Lediglich bei Zucker und Zuckerwaren und bei Lebensmittelzubereitungen verbleibt eine relativ niedrige Abdeckung von 38 % bzw. 27 %. Bei allen anderen Warengruppen liegt die Abdeckung bei über 70 %, bei den meisten bei nahezu 100 %. Bei 75,8 % (10,7 Mill. ha) der gesamten Flächenbelegung wurde die Flächenbelegung nach den Ursprungsländern ermittelt. Einschließlich der Zuschätzungen wurde für die Importe von Erzeugnissen pflanzlichen Ursprungs (einschl. Futtermittel) eine Flächenbelegung von 14,1 Mill. Hektar errechnet.

Flächenbelegung der Importe nach Ursprungsländern

Bei der Berechnung der Flächenbelegung der Importe müssen die Ursprungsländer der importierten Agrarrohstoffe und der verarbeiteten Erzeugnisse bestimmt werden und passende Flächenkoeffizienten zugeordnet werden. Dabei ist zu prüfen, ob die Erzeugnisse aus den Lieferländern auf Basis von Produkten des Lieferlandes selbst oder von bereits importierten Produkten hergestellt wurden.

Bei den Agrarrohstoffen wird die Flächenbelegung direkt durch Multiplikation der Importmengen mit dem jeweiligen Ertrag pro Hektar errechnet. Für nicht gelistete Länder wurde der durchschnittliche Hektarertrag der erfassten Länder eingesetzt. Für bestimmte Güter wie etwa Orangen, Kaffeebohnen, Sojabohnen etc. wurde eine Plausibilitätsprüfung hinsichtlich des Ursprungslands durchgeführt: Treten diese Güter bei Ländern auf, die laut FAO keine Anbaufläche für diesen Agrarrohstoff aufweisen, dann wurde das eigentliche Ursprungsland mit Hilfe der COMTRADE Datenbank der Vereinten Nationen ermittelt²⁰⁴. Diese Datenbank enthält weltweite Angaben zu den Importen und Exporten nach Ursprungs- und Bestimmungsländern.

Bei der Einfuhr von verarbeiteten Erzeugnissen zur weiteren Verarbeitung im Inland, wie beispielsweise von Soja-Ölkuchen zu Futtermitteln, oder bei der Einfuhr von Fertigerzeugnissen für den unmittelbaren Verbrauch, wie beispielsweise (Röst-) Kaffee, kann es bei der Berechnung der Flächenbelegung und bei der räumlichen Zurechnung zu Zuordnungsproblemen kommen: Bei diesen Erzeugnissen kann das eigentliche Ursprungsland der Agrarrohstoffe – hier die Sojabohne bzw. der Rohkaffee (Kaffeebohnen) – vom angegebenen Ursprungsland der Außenhandelsstatistik abweichen. In diesen Fällen sind die vorgelagerten Lieferketten dieser Ländern näher zu analysieren und der Flächenbedarf den (eigentlichen) Ursprungsländern zuzuordnen. Beispielweise wurde bei importiertem Röstkaffee aus den Niederlanden ermittelt, dass die Niederlande Rohkaffee überwiegend aus Vietnam und Brasilien importieren. Dementsprechend wurden bei diesen Datensätzen die Hektarerträge für Rohkaffee dieser Ursprungsländer berücksichtigt und entsprechende Korrekturen beim „Ursprungsland“ vorgenommen.

4.5.2.4 Flächenbelegung von verarbeiteten Agrarrohstoffen - Beispiel „Soja“

Während bei den Agrarrohstoffen die Flächennutzung relativ einfach aus der Menge der Importe und der Hektarerträge des Herkunftslands errechnet werden kann, ist dies bei Produkten der ersten Verarbeitungsstufe schwieriger, weil hier oftmals Kuppelproduktion stattfindet, wie zum Beispiel bei der Herstellung von Öl, bei der gleichzeitig Ölkuchen entsteht.

Bei den Berechnungen wurden zunächst die Produkte der ersten Verarbeitungsstufe klassifiziert und die jeweiligen Mengen für den Berichtsraum 2000 bis 2010 bestimmt.

²⁰⁴ United Nations Commodity Trade Database (UN Comtrade): <http://comtrade.un.org/>

Im zweiten Schritt wurden aus der FAO- Datenbank die „Technical Conversion Factors for Agricultural Commodities“²⁰⁵ (TCF) analysiert und die Koeffizienten der ersten Verarbeitungsstufe ausgewählt. Diese Koeffizienten geben die Mengenverhältnisse des verarbeiteten Produkts in Bezug auf das Ausgangsprodukt an. Zum Beispiel gibt ein TCF-Wert von 0,2 für Öl an, dass aus 1 Tonne Agrarrohstoff 200 kg Öl hergestellt werden. Die Warennummer der verarbeiteten Produkte werden mit der Warennummer des Agrarrohstoffs verkettet, um „Produktfamilien“ zu bilden – wie etwa für Sojaprodukte – Sojaöl als Hauptprodukt (HP) und Ölkuchen als Nebenprodukt (NP) mit dem Ausgangsprodukt „Sojabohne“. Die Haupt- und Nebenprodukte bilden die Summe der marktfähigen Produkte, die aus dem Ausgangsprodukt hergestellt werden. Abfälle, z.B. nicht verwendbare Schalen, werden bei der Allokation der Fläche nicht berücksichtigt, sofern ihnen keine marktfähige Nachfrage zugeordnet werden kann.

Im Folgenden werden die Berechnungen beispielhaft an Hand des Agrarrohstoffs „Soja“ erläutert.

Tabelle 4-38: Beispiel Produktbaum „Soja“

WA ¹⁾	Ausgangs- produkt	1. Verarbeitungsstufe	Bezeichnung	TCF (%)
120100	Sojabohnen	Hauptprodukt	Sojaöl	20
		Nebenprodukt	Ölkuchen	70
			Summe marktfähige Produkte	90
			Abfall	10
			Insgesamt	100

1) WA - Warenverzeichnis der Außenhandelstatistik.

TCF: Technical conversion factor (FAO).

²⁰⁵ Siehe: www.fao.org/fileadmin/templates/ess/documents/methodology/tcf.pdf

Es gibt drei mögliche Verfahren zur Berechnung der Flächenbelegung (siehe Tabelle 4-39):

Tabelle 4-39: Berechnungsmethoden der Flächenbelegung durch Agrarrohstoffe bei Produktionsprozessen mit Kuppelprodukten am Beispiel „Soja“

Methode / Produkt		Prod. Art	TCF		Hektarertrag		Flächen-Koeff.	Preis	Wert	Wert-Koeff.	Im-porte	Flächen-abdruck
					(t/ha)							
			1a	2	3=1a*2		4=1/3(sum)	5	6=2*3	7=1/6(sum)	8	9
Sojabohne				2								
Methode 1: Haupt- produkt- bezogen												9=8*4*(1/1a)
	Sojaöl	HP	0,2			0,5				4		10,0
	Ölkuchen	NP	0,7							4		0
	Summe		0,9									
	Abfall		0,1									
	Insgesamt		1									10,0
Methode 2: Mengen- bezogene Gewichtung												9=8*4
	Sojaöl	HP	0,2	0,4	0,556					4		2,22
	Ölkuchen	NP	0,7	1,4	0,556					4		2,22
	Summe	sum	0,9	1,8	0,556							
	Abfall		0,1	0,2								
	Insgesamt		1	2								4,44
Methode 3: Wertge- wichtung												9=5*7*8
	Sojaöl	HP	0,2	0,4	0,556	3	1,2	0,38		4		4,62
	Ölkuchen	NP	0,7	1,4	0,556	1	1,4	0,38		4		1,54
	Summe	sum	0,9	1,8	0,556		2,6	0,38				
	Abfall		0,1	0,2								
	Insgesamt		1	2								6,15

Prod. Art: Produktart, HP: Hauptprodukt, NP: Nebenprodukt.

TFC: Technical Conversion Factors for Agricultural Commodities.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

1. Methode: Hauptproduktbezogene Allokation

Die erste Berechnungsmethode der Flächennutzung ist „hauptproduktbezogen“. Bei dieser Methode werden die Nebenprodukte bei der Flächenzurechnung vernachlässigt und die Flächenbelegung des Agrarrohstoffs vollständig dem Hauptprodukt zugerechnet²⁰⁶. Es wird davon ausgegangen, dass die Nebenprodukte den ungewollten Anfall von Produkten während der Produktion darstellen. Laut den Umrechnungskoeffizienten (TCF) der FAO resultiert aus einer Tonne Soja ungefähr 200 kg Sojaöl. Daraus ergibt sich umgekehrt, dass für vier importierte Tonnen Sojaöl 20 Tonnen Soja geerntet werden müssen. Im gewählten Beispiel werden dafür - bei einem durchschnittlichen Hektarertrag von 2t/ha - 10 Hektar Fläche benötigt. Somit ist der Flächenabdruck für vier Tonnen Sojaöl 10 Hektar.

²⁰⁶ Die Begriffe „Nebenprodukt“ und „Kuppelprodukt“ werden bei dieser Beschreibung synonym verwendet.

2. Methode: Mengenbezogene Gewichtung

Bei der zweiten Methode erfolgt eine Allokation der Anbaufläche auf Haupt- und Nebenprodukte. Dabei wird mit Hilfe einer mengenmäßigen Gewichtung unter Berücksichtigung der Kuppelprodukte ein „bereinigter“ Hektarertrag ermittelt, der aus der Summe der Multiplikation der TCF-Koeffizienten – in diesem Fall 0,2 und 0,7 – mit dem Hektarertrag des Agrarrohstoffs besteht. Der Kehrwert der Summe des bereinigten Hektarertrages multipliziert mit der Importmenge des Haupt- und Nebenproduktes ergibt dann die Flächennutzung für das jeweilige Produkt – in diesem Beispiel 2,22 Hektar für Sojaöl und 2,22 Hektar für Ölkuchen. In der Summe ergibt sich in diesem Beispiel eine deutlich niedrigere Flächennutzung als bei Methode 1.

3. Methode: Allokation mit Wertgewichtung

Bei der dritten Rechenmethode wird zusätzlich zum bereinigten Hektarertrag eine Wertgewichtung - unter Berücksichtigung der Preise der Haupt- und Nebenprodukte - vorgenommen.

Im Jahr 2010 war eine Tonne Sojaöl – im Weltdurchschnitt – fast drei Mal so teuer, wie eine Tonne Sojakuchen (siehe Spalte 2 von Tabelle 4-39). Dieser Preis verringert bei einer Allokation mit Wertgewichtung den Anteil von Kuppelprodukten am Flächenfußabdruck. Ölkuchen wird oftmals in großen Mengen für Fütterungszwecke nach Deutschland eingeführt und würde bei einer rein gewichtsmäßigen Gewichtung wie in Methode 2 eine deutlich höhere Flächenbelegung verursachen als bei einer Allokation mit Wertgewichtung. In Spalte 5 (Tabelle 4-39) wird der Einfuhrpreis des Produktes pro Tonne einbezogen, getrennt nach Haupt- und Nebenprodukt.

Im ersten Schritt wurde – wie bei der zweiten Berechnungsmethode – die Summe der bereinigten Hektarerträge gerechnet. Durch Multiplikation der bereinigten Hektarerträge (in diesem Beispiel 1,8 t/Hektar, siehe Spalte 3) mit dem Preis der Haupt- und Nebenprodukte wird eine Normierung der Produkte vorgenommen. Im letzten Schritt wird der Wertkoeffizient mit der jeweiligen Importmenge und dem Preis multipliziert. Die Flächennutzung für das Hauptprodukt beträgt nach dieser Methode 4,6 Hektar – was in Bezug auf das Sojaöl mehr als eine Verdopplung der Flächen im Vergleich zur zweiten Rechenmethode (2,2 Hektar) darstellt. Für das Nebenprodukt ergibt sich – im Vergleich zu Methode 2 – eine geringere Flächennutzung von 1,5 Hektar. Im vorliegenden Beispiel ist der gesamte Flächenabdruck höher als bei der zweiten Methode, weil bei der Allokation mit Wertgewichtung die Bedeutung von Sojaöl steigt.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde bei den Berechnungen für Kuppelprodukte mit ökonomischem Wert die Allokation mit Wertgewichtung verwendet.

Tabelle 4-40 zeigt die Liste der Kuppelprodukte, für die ein ökonomischer Wert ermittelt wurde.

Tabelle 4-40: Liste der wichtigsten Kuppelprodukte mit ökonomischem Wert

Nr.	WA*	Produktfamilie	WA*	Bezeichnung
1	080119	Kokosnüsse	120300	Kopra
			230650	Ölkuchen u.a. feste Rückstände
2	120400	Leinsamen	230620	Ölkuchen u.a. feste Rückstände
3	120710	Ölpalme	230660	Ölkuchen u.a. feste Rückstände
4	120500	Raps	230640	Ölkuchen u.a. feste Rückstände
			230641	Ölkuchen, feste Rückstände
			230649	Ölkuchen, feste Rückstände
5	120720	Baumwollsamens	230610	Ölkuchen u.a. Rückstände
6	120100	Sojabohne	230400	Ölkuchen u.a. feste Rückstände
7	120600	Sonnenblumen	230630	Ölkuchen u.a. Rückstände
8	080610	Trauben	220600	Tresterwein
			230800	Traubentrester, Alkoholgehalt bis 4,3%
			230890	Traubentrester, Alkoholgehalt
9	170112	Zuckerrüben	230320	Ausgelaugte Zuckerrübenschnitzel

*) WA: Warenverzeichnis der Außenhandelsstatistik.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Zusätzlich zu den Verarbeitungsprozessen mit Kuppelprodukten gibt es Agrarrohstoffe, die eine einfache Verarbeitung in der ersten Stufe durchlaufen, wie etwa getrocknete Korinthen. In diesen Fällen entstehen bei dem Verarbeitungsprozess keine oder nur geringe Mengen an Abfällen. Mit Hilfe der technischen Koeffizienten der FAO kann auch bei diesen Erzeugnissen eine unmittelbare Berechnung der Flächenbelegung durchgeführt werden²⁰⁷.

4.5.2.5 Verarbeitete Agrarrohstoffe der zweiten Verarbeitungsstufe

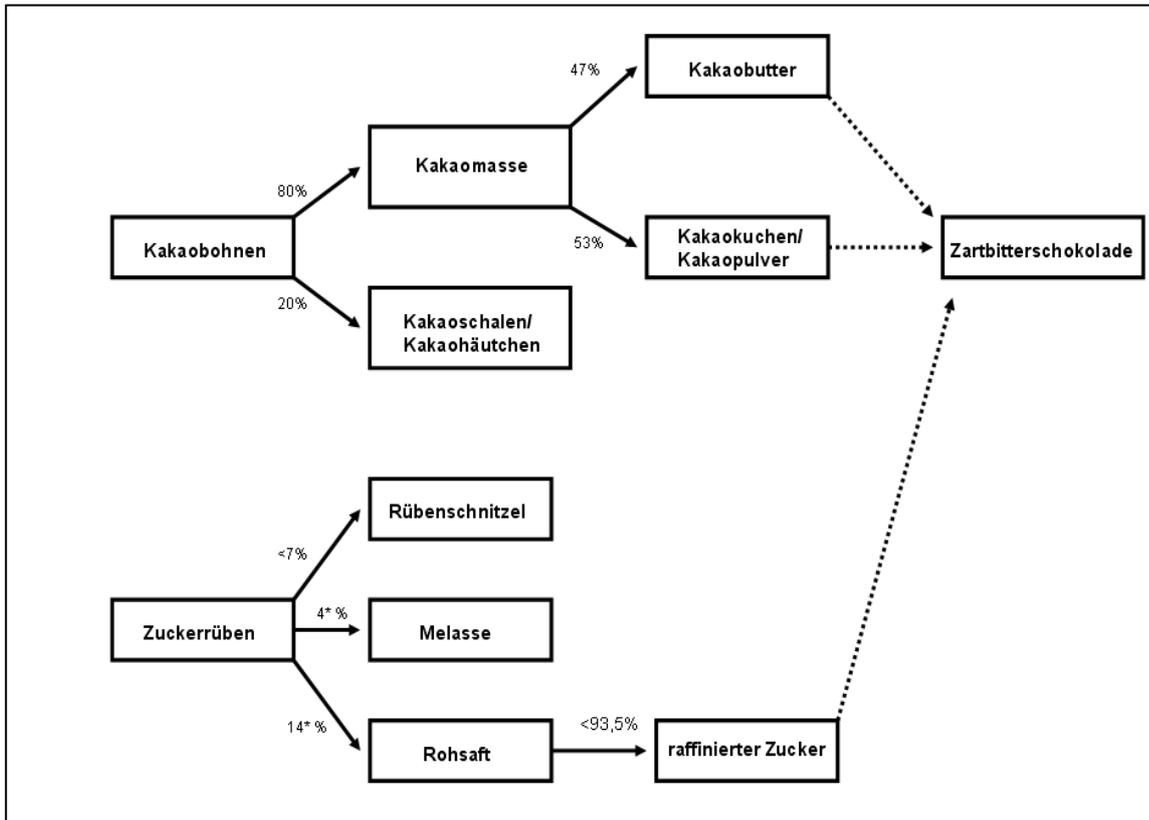
Im Ernährungsgewerbe werden in der zweiten Verarbeitungsstufe z.B. Teigwaren, alkoholische Getränke und Fertiggerichte und Verarbeitungsprodukte hergestellt. In den Berechnungen wurde eine begrenzte Anzahl von Produkten einbezogen, wie etwa Teigwaren, Lebkuchen, Kekse, Schokolade, verarbeitetes Obst und ausgewählte alkoholische Getränke.

Die Produkte der zweiten Verarbeitungsstufe, wie etwa Schokolade, bestehen aus mehreren Agrarrohstoffen, in diesem Beispiel aus verarbeiteten Kakaobohnen und Zuckerrüben. Zusätzlich zu diesen beiden Ausgangsprodukten wird bei Schokolade ein Anteil von 20% an Milch angenommen. Bei den durchgeführten Berechnungen für die Flächenbelegung von pflanzlichen Ernährungsgütern konnte die Flächenbelegung der verwendeten tierischen Produkte, wie etwa Milch, nicht berücksichtigt werden. Diese Flächenbelegung wäre bei einer Weiterentwicklung der Berechnungsmethoden – durch eine Berücksichtigung von Ergebnissen der Berechnungen für die Erzeugnisse tierischen Ursprungs - einzubeziehen.

²⁰⁷ Tabelle 4-42 am Ende des Abschnitts enthält eine Aufstellung zu den verarbeiteten Agrarrohstoffen mit einem Nachweis der technischen Koeffizienten der FAO.

Die Vorgehensweise bei der Berechnung des Flächenabdrucks von Erzeugnissen der zweiten Verarbeitungsstufe soll am Beispiel von Importschokolade aus Polen illustriert werden. Grundlage hierfür sind die Angaben der FAO zum Produktbaum „Schokolade“ (siehe Abbildung 4-14).

Abbildung 4-14: Produktbaum für Zartbitterschokolade



Quelle: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): Technical Conversion Factors for Agricultural Commodities.

Die Abbildung 4-14 zeigt die mengenmäßigen Bestandteile von Schokolade bis zurück zum Agrarrohstoff. Bei den Berechnungen wird angenommen, dass die Schokolade zu 40 % aus Kakaobutter, zu 40 % Zucker und zu 20 % aus Milch besteht. Die Kakaobohnen zur Produktion der Kakaobutter werden der Elfenbeinküste, dem Hauptproduzenten von Kakaobohnen, zugeordnet. Der Zucker wurde Polen zugeordnet, weil dort Zuckerrüben angebaut werden. Der Flächenabdruck von Milch konnte bei dieser Rechnung – wie oben erläutert – nicht berücksichtigt werden. Mit Hilfe der Angaben aus dem Produktbaum und von Angaben zu den Hektarerträgen für Kakaobohnen und Zuckerrüben ergibt sich bei einer unterstellten Importmenge von 1 Tonne Schokolade eine Flächenbelegung von knapp 0,9 Hektar, davon 0,06 Hektar in Polen und 0,83 Hektar in der Elfenbeinküste (s. Tabelle 4-41).

Tabelle 4-41: Flächenabdruck von importierter Schokolade aus Polen

Bestandteile	Ursprungsland	An- teile	TCF 1. Ver arb.- stufe	TCF 2. Ver arb.- stufe	Import- menge	Hektarertrag			Flächen- abdruck
		%			t	t/ ha	ha / t	Rohstoff	ha
			1	2	3	4	5		3*5/1
Kakaobutter	Elfenbeinküste	0,4	0,80	0,47	0,4	0,6	1,67	Kakaobohne	0,83
Zucker	Polen	0,4	0,14	0,94	0,4	49	0,02	Zuckerrübe	0,06
Milch	Polen	0,2			0,2				
Insgesamt		1			1,0				0,89

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

4.5.2.6 Flächenbelegung der Exportgüter (Importanteile)

Die Berechnung der Flächenbelegung für Exportgüter erfolgt weitgehend analog zur Berechnung der Flächennutzung für Importe, jedoch ohne eine Berücksichtigung der Bestimmungsländer der Exporte. Wie bei den Importen wurde eine Berechnung nach drei Verarbeitungsstufen durchgeführt. Über die Äquivalenzliste werden die Exportdaten und die Daten zu den spezifischen Flächenkoeffizienten miteinander verknüpft und die Flächenbelegung ermittelt.

Bei der Berechnung der Flächennutzung werden importierte Vorleistungen explizit berücksichtigt. Diese müssen mit der Flächenbelegung der Rohprodukte ihres Ursprungslandes in die Berechnung eingehen und als Flächenbelegung im Ursprungsland verbucht werden. Aus diesem Grund werden zunächst die Importanteile der Exportgüter bestimmt. Dabei wird unterstellt, dass importierte Agrarrohprodukte nicht unverarbeitet wieder exportiert werden. Die Importanteile für Getreide- und Kartoffelerzeugnisse, für Zucker, Ölsaaten und Ölf Früchte, Gemüse- und Obsterzeugnisse sowie für Säfte und Wein sind in sogenannten „Versorgungsbilanzen“ enthalten, die Angaben zur Herkunft der verarbeiteten Agrarrohstoffe in den ersten Verarbeitungsstufe (Getreide- und Ölmühlen, Stärkeherstellung, Zuckerraffinerien, u.a.) enthalten²⁰⁸.

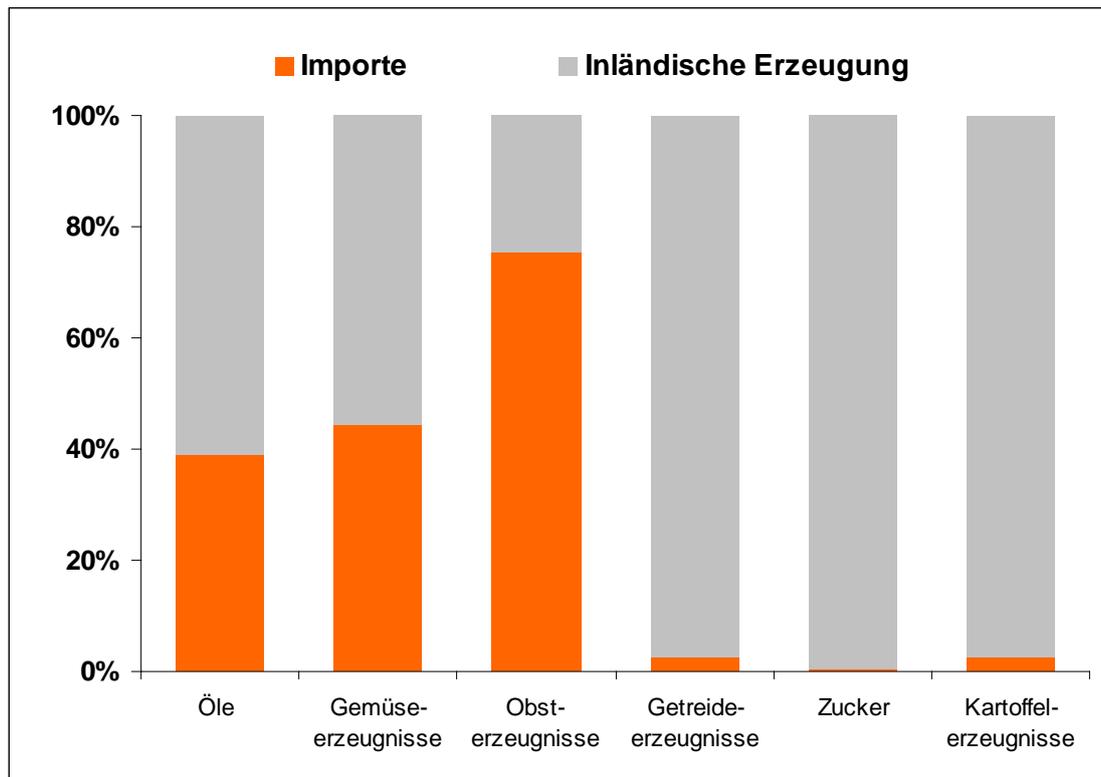
Abbildung 4-15 zeigt in einer zusammengefassten Gliederung die Importanteile bei der Verarbeitung von Agrarrohstoffen²⁰⁹.

²⁰⁸ Diese Versorgungsbilanzen wurden im Rahmen eines Forschungsprojekts zur Berechnung des Wassergehalts von Ernährungsgütern erstellt. Siehe Statistisches Bundesamt, UGR (2012): „Wasserverbrauch in Deutschland unter Einbeziehung des Wasserverbrauchs bei der Herstellung von Importgütern“. Endbericht, Abschnitt 4.2.1 und Tabellen 15 bis 35 im Tabellenanhang. Ein Ergebnisbericht zu diesem Projekt steht als Download bei DESTATIS zur Verfügung:

https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/Wasserrussabdruck5851301129004.pdf?__blob=publicationFile

²⁰⁹ Detaillierte Angaben zu den Importanteilen von Produkten der 1. Verarbeitungsstufe wurden in Tabelle 36 des Tabellenanhangs zum o.a. Projektbericht (s. Fußnote 110) veröffentlicht.

Abbildung 4-15: Importanteile von pflanzlichen Erzeugnissen der 1. Verarbeitungsstufe 2010



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

Tabelle 4-42: Umrechnungskoeffizienten für verarbeitete Agrarrohstoffe

Rohstoff	WA	Bezeichnung	TCF
Ananas	200940	Ananassaft, Zucker, über 1,33g/cm ³ (bis 2001)	20
	200941	Ananassaft, Brixwert unter 20, Zuckerzusatz	20
	200949	Ananassaft, Brixwert ab 67	20
Äpfel	081330	Äpfel, getrocknet	12
	200970	Apfelsaft, Zuckerzusatz, üb. 1,33g/cm ³ (bis 2001)	65
	200971	Apfelsaft, Brixwert bis 20, Zuckerzusatz (bis 2007)	65
	200979	Apfelsaft, Brixwert über 67	65
	200980	Birnensaft, Brixwert über 67	80
	200990	Mischungen aus Apfel- und Birnensaft, bis 22 EUR	72
Aprikosen	081290	Aprikosen, vorläufig haltbar gemacht	95
	081310	Aprikosen, getrocknet	10
Spargel	200560	Spargel, ohne Essig zubereitet	82
Bananen	110630	Mehl, Grieß und Pulver von Bananen	70
Bohnen	071022	Bohnen, gekocht, gefroren	60
	071331	Getrocknete, ausgelöste Bohnen geschält	10
	071333	Getrocknete, ausgelöste Gartenbohnen, Aussaat	10
	071339	Getrocknete and., ausgelöste Bohnen, geschält	10
	071350	Getrocknete, ausgelöste Puffbohnen u.a.	10
	200551	Bohnen, ausgelöst, ohne Essig zubereitet	80
	200559	Bohnen, ohne Essig zubereitet	80
Maniok	110814	Stärke von Maniok	24
Rizinus	151530	Rizinusöl und Fraktionen, für Chemiefasern	45
Kichererbsen	071320	Getrocknete, ausgelöste Kichererbsen, geschält	10
Capsicum	071190	Früchte der Gattung Capsicum u.a., vorl. haltbar	95
	090420	Gemüsepaprika oder Paprika, getrocknet	12
	200590	Früchte Gattung Capsicum, brennend (b.2006)	95
	200599	Früchte Gattung Capsicum, brennendem Geschmack	95
Pfeffer	090412	Pfeffer der Gattung Piper, gemahlen	65
Zimt	090620	Zimt und Zimtblüten, gemahlen	12
Kaffee	090121	Kaffee, geröstet, nicht entkoffeiniert	84
	090122	Kaffee, geröstet, entkoffeiniert	84
Gurken, Cornichons	071140	Gurken und Cornichons, vorläufig haltbar	90
	200110	Gurken und Cornichons, mit Essig	110
Tropische Früchte	081190	Tropische Früchte u.a., gekocht, über 13 GHT	80
	081350	Mischungen von getrockneten tropischen Früchten	29
	200930	Saft aus Zitrusfrüchten, üb. 1,33g/cm ³ (bis 2001)	70
	200931	Saft aus Zitrusfrüchten, m. Zuckerzusatz Brixwert b. 20	70
	200939	Saft aus Zitrusfrüchten, Brixwert über 67	70
Gerste	110421	Getreidekörner von Gerste, geschält bis 2001)	19
	110429	Getreidekörner von Gerste, geschält	19
	110720	Malz, geröstet	73

Rohstoff	WA	Bezeichnung	TCF
Ingwer	200899	Ingwer, zubereitet, bis 11,85 %	15
Grapefruit	200920	Saft aus Pampelmusen oder Grapefruits (bis 2001)	47
	200921	Saft a. Pampelmusen od. Grapefruits, Brixwert b. 20	47
	200929	Saft a. Pampelmusen od. Grapefruits, Brixwert ab 67	47
Hafer	110422	Getreidekörner von Hafer, geschält	20
Hopfen	121020	Hopfen, gemahlen, zerkleinert, in Form von Pellets	11
Kakaobohnen	180200	Kakaoschalen, Kakaohäutchen u.a. Kakaoabfall	20
	180310	Kakaomasse, nicht entfettet	80
	180320	Kakaomasse, ganz oder teilweise entfettet	80
Kartoffeln	071010	Kartoffeln, gekocht, gefroren	50
	071090	Mischungen von Gemüse, gekocht, gefroren	50
	071290	Kartoffeln, getrocknet	15
	110510	Mehl, Grieß und Pulver von Kartoffeln	20
	110813	Stärke von Kartoffeln	20
	200410	Kartoffeln, gegart, gefroren	53
	200520	Kartoffeln in Form von Mehl, Grieß	20
Mais	071040	Zuckermais, gekocht, gefroren	40
	110220	Mehl von Mais, Fettgehalt von 1,5 GHT oder weniger	82
	110423	Getreidekörner von Mais, geschält, geschnitten	20
	200490	Zuckermais, ohne Essig zubereitet, gefroren	60
	200580	Zuckermais, ohne Essig zubereitet	60
	230210	Kleie u.a. Rückstände, von Mais, bis 35 GHT	11
Pilze	071151	Pilze d. Gattung Agaricus vorl. haltbar	95
	071159	Pilze, Trüffel, vorläufig haltbar	95
	071230	Pilze und Trüffeln, getrocknet u.a. (bis 2001)	95
	071231	Pilze, Gattung Agaricus, getrocknet	95
	071239	Andere Pilze	95
	200390	And. Pilze, ohne Essig zubereitet o. haltbar gemacht	100
Oliven	071080	Oliven, gekocht, gefroren	90
	071120	Oliven, vorläufig haltbar gemacht	40
	150990	Olivenöl und seine Fraktionen, raffiniert	20
	151000	Rohe Öle, ausschließlich aus Oliven gewonnen	20
	200570	Oliven, nicht mit Essig o. -säure Zubereitungen	100
Zwiebeln	071110	Speisezwiebeln, vorl. haltbar gemacht (bis 2001)	95
	071220	Speisezwiebeln, getrocknet u.a.	30
Orangen	200911	Orangensaft, gefroren, Zucker, bis 30 EUR	50
	200912	Orangensaft, nicht gefroren, Brixwert unter 20	55
	200919	Orangensaft, nicht gefroren, Brixwert über 67	55
Pfirsiche	081340	Pfirsiche, einschl. Nektarinen, getrocknet	29

Rohstoff	WA	Bezeichnung	TCF
Erbsen	071310	Getrocknete, ausgelöste Erbsen, zur Aussaat	10
	071021	Erbsen, gekocht, gefroren	40
	110610	Mehl, Grieß und Pulver von Erbsen, Bohnen, Linsen	72
	200540	Erbsen, ohne Essig zubereitet	80
Pflaumen	081320	Pflaumen, getrocknet	35
	200799	Pflaumenmus und Pflaumenpaste, über 30 GHT	18
Hülsengemüse	071029	Hülsengemüse and., gekocht, gefroren	40
Himbeeren	081120	Himbeeren u.a., gekocht Zuckergehalt über 13 GHT	80
Reis	100620	Geschälter Reis, parboiled, rundkörnig	77
	100630	Halbgeschliffener Reis, parboiled, rundkörnig	60
	230240	Kleie u.a. Rückstände, von Reis, Stärke < 35 GHT	8
Roggen	110210	Mehl von Roggen	80
	110319	Grobgrieß und Feingrieß von Roggen	17
Rohrzucker	170310	Rohrzuckermelasse aus Raffination von Zucker	4
	170390	Melassen aus Raffination von Zucker	4
	220710	Ethylalkohol, Alkoholgehalt über 80 % vol.	20
	220720	Ethylalkohol und Branntwein, vergällt	20
Sesam	151550	Rohes Sesamöl, zu industriellen Zwecken	43
Gewürze	091050	Curry (b. 2006)	12
Spinat	071030	Gartenspinat u.a., gekocht, gefroren	10
Erdbeeren	081110	Erdbeeren, gekocht, gefroren, Zuckergehalt üb 13 GHT	80
Tee	090230	Schwarzer Tee, aromatisiert, Inhalt bis 3 kg	20
	090240	Schwarzer Tee, aromatisiert, Inhalt über 3 kg	20
Grüner Tee	090210	Grüner Tee, aromatisiert, Inhalt bis 3 kg	20
	090220	Grüner Tee, aromatisiert, Inhalt über 3 kg	20
Tomaten	200210	Tomaten, ganz oder in Stücken, geschält	80
	200950	Tomatensaft, zugesetzten Zucker enthaltend	75
Weizen	110100	Mehl von Hartweizen	79
	110311	Grobgrieß und Feingrieß von Hartweizen	95
	110419	Getreidekörner von Weizen, gequetscht, Flocken	18
	110430	Getreidekeime von Weizen, ganz, gequetscht u.a.	2
	190430	Bulgur-Weizen	95
	230230	Kleie u.a. Rückstände, von Weizen, bis 28 GHT	18

Quelle: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): Technical Conversion Factors for Agricultural Commodities.

5 Quellenverzeichnis (nach Themenbereichen)

Allgemeine Konzepte und Methoden

- Bundesamt für Umwelt (Schweiz) BAFU (2011): Qualitätsanforderungen an Umweltinformationen (Herleitung, Definition und Anwendung auf die Berichterstattung zur Umweltbelastung von Konsum und Produktion), Bern 2011.
- Die Bundesregierung, Nationale Nachhaltigkeitsstrategie, Fortschrittsbericht 2008 und 2012, Berlin.
- FAO Food and Agricultural Organisation (2003): Technical Conversion Factors for Agricultural Commodities. Rom.
- IFEU (2003), Institut für Energie- und Umweltforschung: Entwicklung von Schlüsselindikatoren für eine Nachhaltige Entwicklung, Projektbericht für das Umweltbundesamt, Heidelberg, März 2003.
- Hirschfeld, J., Weiß, J., M. Preidl und T. Korbun (2008): Klimawirkungen der Landwirtschaft in Deutschland. Schriftenreihe des IÖW 186/08. Berlin.
- Rat für Nachhaltige Entwicklung (2011): Nachhaltigkeit verlässlich messen – Indikatoren fortentwickeln, Bericht an Bundesminister Pofalla (Chef Bundeskanzleramt), Berlin.
- Rat für Nachhaltige Entwicklung (2009): Konsum und Nachhaltigkeit. Wie Nachhaltigkeit in der Konsumgesellschaft käuflich und (er)lebbar wird. Eine Aufgabe für Politik, Bürgerinnen und Bürger. Texte RNE Nr. 30. Berlin.
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU)(2012): Umweltgutachten 2012, Verantwortung in einer begrenzten Welt, Juni 2012. Berlin.
- Sachverständigenrat für Wirtschaft (SRW) (2010): Wirtschaftsleistung, Lebensqualität und Nachhaltigkeit: Ein umfassendes Indikatorensystem, Expertise im Auftrag des Deutsch-Französischen Ministerrates, Dezember 2010.
- Stiglitz/Sen/Fitoussi (2009): Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress, September 2009.
- Statistisches Bundesamt (2012): Umweltnutzung und Wirtschaft. Bericht und Tabellenband zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Wiesbaden.
<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/Querschnitt/UmweltnutzungundWirtschaftBericht.html>
- United Nations Department of Economic and Social Affairs (UN-DESA) (2007): Sustainable Consumption and Production – Promoting Climate-Friendly Household Consumption Patterns, April 2007.
- Wuppertal-Institut (2005): Analyse vorhandener Konzepte zur Messung des nachhaltigen Konsums in Deutschland einschließlich der Grundzüge eines Entwicklungskonzeptes, Forschungsprojekt i.A. der BLE und des BMVEL, 2005.
<http://wupperinst.org/projekte/details/wi/p/s/pd/140/>

Direkte Energie und direkte CO₂-Emissionen

Wohnen

Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V., Berlin.

Anwendungsbilanzen <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=255>

Auswertungstabellen <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=139>

Energiebilanzen <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=63>

Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW, vormals VDEW), Projektgruppe „Nutzenergiebilanzen“: Endenergieverbrauch in Deutschland. Verschiedene Jahrgänge.

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2012): Erster Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“. Berlin.

http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1931/DE/DieBundesnetzagentur/MonitoringEnergieZukunft2012/2_2ErsterMonitoringberichtEnergieZukunft2012/ErsterMonitoringberichtEnergieZukunft2012_node.html

Diefenbach, N., Cischinsky, H und M. Rodenfels (2010): Datenbasis Gebäudebestand. Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand, Institut Wohnen und Umwelt (IWU). Darmstadt.

Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (FH-ISI) (2000): Detaillierung des Stromverbrauchs privater Haushalte in der Bundesrepublik Deutschland 1997 - 2010. Karlsruhe.

Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (FH-ISI), Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), GfK Marketing, GfK Panel, Institut für Energetik und Umwelt (Leipzig, Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik an der TU München (TUM) (2004): Energieverbrauch der privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Abschlussbericht an das BM für Wirtschaft und Arbeit, Teil 2 Haushalte, April 2004.

Institut Wohnen und Umwelt (IWU): Berechnungsblatt zur Bestimmung der tatsächlichen Heizgradtage (HGT) bzw. der Gradtagzahl (GTZ) für 42 deutsche Wetterstationen (Daten des D deutschen Wetterdienstes)

<http://www.iwu.de/downloads/fachinfos/energiebilanzen/#c205>

Kott, K. und S. Behrends (2009): Ausstattung mit Gebrauchsgütern und Wohnsituation privater Haushalte in Deutschland. Wirtschaft und Statistik Heft 5/2009. Wiesbaden.

Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) (2011a): Erstellung der Anwendungsbilanz 2008 für den Sektor Private Haushalte, Endbericht, Februar 2011.

Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) (2011b): Erstellung der Anwendungsbilanzen 2009 und 2010 für den Sektor Private Haushalte, Endbericht, November 2011.

RWI/Forsa (2004): Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, FORSA Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen mbH: Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für das Jahr 2003. Endbericht für das Forschungsprojekt Nr 61/04 des BMWi, 2004.

- RWI/Forsa (2006): Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, FORSA Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen mbH: Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für das Jahr 2006. Endbericht für das Forschungsprojekt Nr. 15/06 des BMWi, 2006.
- RWI/Forsa (2011): Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, FORSA Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen mbH: Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für die Jahre 2006-2008. Teilbericht für das Projekt Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für die Jahre 2006 - 2010. Oktober 2011.
- Schröder, F., Boegelein, T., Papert, O. u.a. (2009): Universelle Energiekennzahlen für Deutschland. In Bauphysik, Sonderdruck aus Heft 6 (2009), Heft 1(2010), Heft 4 (2011).
- Schröder, F., Engler, H.J., Boegelein, T. und Ch. Ohwärter (2010): Spezifischer Heizenergieverbrauch und Temperaturverteilungen in Mehrfamilienhäusern. In: HLH Band 61 (2010) Nr. 11 November.
- Statistisches Bundesamt (2008): Fachserie 15 Heft 1: Einkommens- und Verbrauchsstichprobe – Ausstattung privater Haushalte mit ausgewählten Gebrauchsgütern 2008, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2011): Fachserie 1 Reihe 3: Bevölkerung und Erwerbstätigkeit. Haushalte und Familie – Ergebnisse des Mikrozensus 2010. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2011): Fachserie 5 Reihe 3: Bauen und Wohnen, Bestand an Wohnungen 31. Dezember 2010, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2011): Fachserie 15 Reihe 2: Wirtschaftsrechnungen. Laufende Wirtschaftsrechnungen – Ausstattung privater Haushalte mit ausgewählten Gebrauchsgütern 2010. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2012): Fachserie 5 Heft 1: Bauen und Wohnen, Mikrozensus – Zusatzerhebung 2010. Bestand und Struktur der Wohneinheiten, Wohnsituation der Haushalte 2010. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2012): Fachserie 18 Reihe 1.4: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Inlandsproduktsberechnung – Detaillierte Jahresergebnisse 2011. Wiesbaden.
- Techem (2010): Energiekennwerte – Hilfen für den Wohnungswirt – eine Studie der Techem GmbH, Ausgabe 2010.

Verkehr

- Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), DIW-Wochenberichte (verschiedene Ausgaben), Berlin.
- DIW (2005): Gutachten: Aktualisierung und Weiterentwicklung der Berechnungsmodelle für die Fahrleistungen von Kraftfahrzeugen und das Aufkommen und für die Verkehrsleistung im Personenverkehr (MIV), Endbericht: im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen von Dominika Kalinowska, Jutta Kloas, Hartmut Kuhfeld, Uwe Kunert, Berlin, April 2005.
 - DIW (2011): Weiteres Wachstum und hohe Bedeutung von Firmenwagen von Uwe Kunert und Sabine Radke; in Wochenbericht 48/2011, Seite 15 - 25, Berlin.
 - DIW (2012): Verkehr in Zahlen 2011/2012, Berlin.
- FUR (Forschungsgemeinschaft Urlaub und Reisen e.V.), Reiseanalyse, verschiedene Jahrgänge. Kiel.

IFEU (2010): Endbericht: Fortschreibung und Erweiterung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960 - 2030 (TREMODO, Version 5), im Auftrag des Umweltbundesamtes, Heidelberg, März 2010.

Infas/DIW (2003): Mobilität in Deutschland 2002 – Kontinuierliche Erhebung zum Verkehrsverhalten im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Endbericht, Juni 2003, Bonn und Berlin, Projektinformationen unter <http://www.mobilitaet-in-deutschland.de>

Infas/Institut für angewandte Sozialforschung GmbH/Institut für Verkehrsforschung am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (2010): Mobilität in Deutschland 2008 – Kontinuierliche Erhebung zum Verkehrsverhalten im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Ergebnisbericht, Februar 2010, Bonn und Berlin, Projektinformationen unter <http://www.mobilitaet-in-deutschland.de>

Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung (IVT) (2003): Fahrleistungserhebung 2002, Teil: Grenzüberschreitender Verkehr, Gutachten im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, Aachen.

Kraftfahrtbundesamt (2002): Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland 2002 (KiD 2002). Befragung von Kraftfahrzeughaltern im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Wohnungswesen.

Kraftfahrtbundesamt (KBA): Statistische Mitteilungen des Kraftfahrtbundesamtes: Fahrzeugzulassungen (FZ) – Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern; FZ6, Download im Shop des Kraftfahrtbundesamtes unter <http://www.kba.de>

Statistisches Bundesamt: Fachserie 8 Luftverkehr, Reihe 6.1 Luftverkehr auf ausgewählten Flugplätzen, verschiedene Jahrgänge.

Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen (2011): Weiterentwicklung der Berechnungen zum Energieverbrauch und zu den CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs im Rahmen des NAMEA Rechenansatzes. Wiesbaden

TREMODO, Transport Emission Estimation Model: Experten-Modell zur Berechnung der Luftschadstoffemissionen aus dem motorisierten Verkehr in Deutschland, im Auftrag des Umweltbundesamtes.

Umweltbundesamt (2005): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen 2006: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2004. Dessau.

Indirekte Energie und indirekte CO₂-Emissionen

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA): Amtliche Mineralölstatistik.

http://www.bafa.de/bafa/de/energie/mineraloel/amtliche_mineraloeldaten/index.html

Eurostat, Datenbank für Energiebilanzen in Form von Zeitreihen für die einzelnen Merkmale der Energiebilanz:

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/database>

International Energy Agency (IEA), Energiebilanzen, verschiedene Jahrgänge.

<http://www.iea.org/stats/index.asp>

OECD „Structural Analysis (STAN) Database“.

http://www.oecd.org/document/62/0,3343,en_2649_34445_40696318_1_1_1_1,00.html

OECD (2006): The OECD Input-Output Database: 2006 Edition, STI Working Paper 2006/8 N. Yamano, N. Ahmad, Oktober 2006.

Link zur OECD-STAN Datenbank: Input-Output Tables (<http://www.oecd.org/sti/inputoutput/>).

Statistisches Bundesamt, Außenhandelsstatistik, Fachserie 7 Reihe 1, verschiedene Jahrgänge.

<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Navigation/Statistiken/Aussenhandel/Aussenhandel.psml>

Statistisches Bundesamt: Fachserie 4, Reihe 8.1, Produzierendes Gewerbe – Eisen und Stahl, verschiedene Ausgaben.

Statistisches Bundesamt: Fachserie 18, Reihe 1.4., Inlandsproduktsberechnung, Detaillierte Ergebnisse.

Statistisches Bundesamt: Fachserie 18, Reihe 2, Input-Output-Rechnung, verschiedene Jahrgänge

Statistisches Bundesamt: Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken, Ausgabe 1995, Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen (2011): Erweitertes Input-Output Modell für Energie und Treibhausgase. Wiesbaden.

<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/EnergieRohstoffe/FachbeitraegeEnergie.html>

Umweltbundesamt und Öko-Institut (Hrsg.), PROBAS: Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement Instrumente.

<http://www.probas.umweltbundesamt.de/php/sektoren.php?&PHPSESSID=08f0732b3084c496d402088af39100de>

United Nation Framework Convention for Climate Change (UNFCCC), Data interface.

<http://unfccc.int/di/DetailedByCategory.do>

United Nations Statistics Division: Energy Statistics Database.

<http://data.un.org/Explorer.aspx?d=EDATA>

US Geological Survey Minerals Yearbook, verschiedene Jahrgänge.

<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/myb.html>

Wirtschaftsvereinigung Metalle, Metallstatistik.

http://www.wvmetalle.de/welcome.asp?page_id=172&sessionid=

Methan- und Lachgasemissionen

Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen: Berichtsmodul Landwirtschaft und Umwelt, von Thomas Schmidt und Bernhard Osterburg, verschiedene Jahrgänge.

<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/LandwirtschaftUmwelt.html>

Umweltbundesamt (2005): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen 2006. Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2004. Dessau.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), National Inventory Submissions.

http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/6598.php

Wasser

Allan, J.A. (1998): Watersheds and problemsheds: Explaining the absence of Armed Conflict over water in the Middle East. Middle East Review of International Affairs, 2 (1).

Allan, R.G., L.S. Pereira, D. Raes und M. Smith (1998): Crop evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirement – FAO Irrigation and drainage paper 56, Food and agriculture organization, Rome.

http://www.sowamed.ird.fr/resource/RES270_FAOpaper56_CropWaterRequirement_2.pdf

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland (verschiedene Jahrgänge).

<http://www.bmelv-statistik.de/de/statistisches-jahrbuch>

Chapagain, A.K. und A.Y. Hoekstra (2003): Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products, Value of Water Research Report Series No. 13, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

<http://www.waterfootprint.org/Reports/Report13.pdf>

Chapagain, A.K. und A.Y. Hoekstra (2004): Water footprints of nations. Volume 1: Main Report. Value of Water Research Report Series No. 16, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

<http://www.waterfootprint.org/Reports/Report16Vol1.pdf>

Chapagain, A.K. und A.Y. Hoekstra (2004): Water footprints of nations. Volume 2: Appendices. Value of Water Research Report Series No. 16, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

<http://www.waterfootprint.org/Reports/Report16Vol2.pdf>

Chapagain, A.K., A.Y. Hoekstra, H.H.G. Savenije, R. Gautam (2005) The Water Footprint of cotton consumption. Value of Water Research Report Series No. 18.

Chapagain, A. K., A.Y. Hoekstra, H.H.G. Savenije, R. Gautam (2006): The Water Footprint of cotton consumption: an assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. Ecological Economics 60, Seite 186 - 203 .

Chapagain, A.K. und A.Y. Hoekstra (2008): The global component of freshwater demand and supply: An assessment of virtual water flows between nations as a result of trade in agricultural and industrial products. Water international 33 (1), Seite 19 – 32.

<http://www.waterfootprint.org/Reports/ChapagainHoekstra-2008-GlobalVirtualWaterFlows.pdf>

Döll, P. (2002): Impact of Climate Change and Variability on Irrigation Requirements: A Global Perspective. Climatic Change, 45 (3), Seite 269 – 293.

EUROSTAT database for water statistics:

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/environment/data/main_tables

EUROSTAT database for external trade, depending of product different SITC level:

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/external_trade/data/main_tables

Food and Agricultural Organisation (FAO) (2003): Food and Agricultural Organization of the United Nations: Review of World Water Resources by country, Rom.

Food and Agricultural Organisation (FAO) (2003): Technical Conversion Factors for Agricultural Commodities.

<http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/documents/methodology/tcf.pdf>

Food and Agricultural Organisation (FAO)

- AQUASTAT database shows figures for agricultural water use and water use productivity (climate data, water use, irrigation)

http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/index.stm

- CROPWAT: Food and Agricultural Organization of the United Nations, Land and water division:

http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html

- Food Balance Sheets: Information on production of crops in all countries for 1960 - 2007

<http://faostat.fao.org/site/368/DesktopDefault.aspx?PageID=368#ancor>

Gawel, E. und K. Bernsen (2011): Virtuelles Wasser

– Chancen und Problem

Wasserfußabdrucks, in: Wirtschaftsdienst, Jg. 91, Seite 558 – 564.

Hoekstra, A.Y., A.K. Chapagain, M.M. Aldaya, M.M. Mekonnen, (2009): Water Footprint Manual. State of the Art 2009. Water Footprint Network. Enschede, the Netherlands.

<http://www.waterfootprint.org/downloads/WaterFootprintManual2009.pdf>

Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M. and Mekonnen, M.M. (2011): The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard, Earthscan, London, UK.

Jewitt, G. (2009): Interactive comment on „The water footprint of Indonesian provinces related to the consumption of crop products” by Bulski et al., Hydrology and Earth System Sciences Discussions.

<http://www.hydrol-earth-syst-sci-discuss.net/6/C2254/2009/hessd-6-C2254-2009.pdf>

Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2010): The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products, Value of Water Research Report Series No. 47, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands. Volume I and II

<http://www.waterfootprint.org/Reports/Report47-WaterFootprintCrops-Vol1.pdf>

<http://www.waterfootprint.org/Reports/Report47-WaterFootprintCrops-Vol2.pdf>

Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2010b): The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products, Value of Water Research Report Series No. 48, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands. Volume I and II

<http://www.waterfootprint.org/Reports/Report-48-WaterFootprint-AnimalProducts-Vol1.pdf>

<http://www.waterfootprint.org/Reports/Report-48-WaterFootprint-AnimalProducts-Vol2.pdf>

Pfister, St.; Koehler, A.; Hellweg, St.: Assessing the Environmental Impacts of Freshwater Consumption in LCA, in: Environmental Science & Technology, Vol 43, No. 11, Seite 4098 - 4104, 2009.

Portmann, F; Siebert S; Bauer, C.; Döll, P. (2008): Global dataset of monthly growing areas of 26 irrigated crops. Frankfurt Hydrology Paper 6, Frankfurt/Main.

Smakhtin, V. Revenga, C. and Döll, P.: Taking into account Environmental water requirements in global-scale water resources assessments. Comprehensive Assessment Research Report 2. Colombo, Sri Lanka. 2004.

Sonnenberg, A.; A.K. Chapagain, M. Geiger und D. August (2009): Der Wasser-Fußabdruck Deutschlands. WWF Deutschland, Frankfurt am Main

http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/pdf_neu/wwf_studie_wasserfussabdruck.pdf

Statistisches Bundesamt: Fachserie 3, Land- und Forstwirtschaft, siehe unter „Flächenbelegung von Erzeugnissen pflanzlichen und tierischen Ursprungs“

Statistisches Bundesamt (2008): Fachserie 4 Reihe 7.2. Unternehmen, tätige Personen und Umsatz im Handwerk 2008. Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen (2012): Wasserverbrauch in Deutschland unter Einbeziehung des Wasserverbrauchs bei der Herstellung von Importgütern. Wiesbaden. Deutsche und englische Fassung dieser Veröffentlichung kann angefordert werden unter uqr@destatis.de

Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen (2012): Wasserfußabdruck von Ernährungsgütern in Deutschland 2000-2010. Wiesbaden.
<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/PrivateHaushalte.html>

Treitler, B. und H. Berrer (2010): Modellbasierte Analyse von Wasserströmen im internationalen Handel von Agrarprodukten. FIW-Research Reports 2010/11 N°01.

http://www.fiw.ac.at/fileadmin/Documents/Publikationen/Studienpool_II/01.ResearchReport.Treitler.Berrer.Wasserstr%C3%B6me_internationaler%20Handel.pdf

United Nations Database: Commodities trade (COMTRADE) statistics database. Imports, Exports, Re-Imports, Re-exports, Data on 6.digit level according International Trade Classification (SITC, Rev.3).

<http://data.un.org/Explorer.aspx?d=EDATA>

Water Footprint Network, Enschede, the Netherlands.

<http://www.waterfootprint.org/?page=files/Publications>

Flächenbelegung von Erzeugnissen pflanzlichen und tierischen Ursprungs

Elferink, E.V. und Nonhebel, S. (2007): Variations in land requirements for meat production. Journal of Cleaner Production 15 (2007), Seite 1778 - 1786.

Friends of the Earth (2011): Europe's land import dependency. Brussels.

http://www.foeeurope.org/sites/default/files/publications/FoEE_Briefing_Europe_Global_Land_Demand_1011.pdf

Giljum, S. et al. (2006): Wissenschaftliche Untersuchung und Bewertung des Indikators „Ökologischer Fußabdruck“, Forschungsbericht 363 01 135 UBA-FB 001089. Wien/Berlin, UBA.

<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/3486.html>

Koerber von, K.; Kretschmer, J.; Prinz, S. und E. Drasch (2009): Globale Nahrungssicherung für eine wachsende Weltbevölkerung – Flächenbedarf und Klimarelevanz sich wandelnder Ernährungsgewohnheiten. J. Verbr. Lebensm. 4, Seite 174 - 189. Basel .

Lugschitz, B.; Bruckner, M., Stefan Giljum (2011): Europe's global land demand - A study on the actual land embodied in European imports and exports of agricultural and forestry products. Sustainable Europe Research Institute (SERI). Vienna, 36 Seiten.

<http://seri.at/global-responsibility/2011/10/19/europes-global-land-demand-a-study-on-the-actual-land-embodied-in-european-imports-and-exports-of-agricultural-and-forestry-products/>

Noleppa, Steffen und Harald von Witzke (2012): Tonnen für die Tonne. WWF Deutschland (Hrsg.). Berlin.

NOVA-Institut (2010): Entwicklung von Förderinstrumenten für die stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland (Kurzfassung). Hürth.

Oertel, D. (2007): Industrielle stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Sachstandsbericht zum Monitoring „Nachwachsende Rohstoffe“. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag. Berlin.

http://www.itas.fzk.de/deu/lit/2007/oert07a_einleitung.htm

Seemüller, M. (2000): Der Einfluss unterschiedlicher Landbewirtschaftungssysteme in Deutschland in Abhängigkeit des Konsumverhaltes der Verbraucher. Öko-Institut. Freiburg.

Statistisches Bundesamt: Außenhandelsergebnisse, verschiedene Jahrgänge, Download über GENESIS-Online.

Statistisches Bundesamt: Fachserie 3 Land- und Forstwirtschaft, Reihe 3.1.2. Landwirtschaftliche Bodennutzung, verschiedene Jahrgänge.

<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/Bodennutzung/AnbauAckerlandVorbericht.html>

Statistisches Bundesamt: Fachserie 3 Land- und Forstwirtschaft, Reihe 4, Viehbestand und tierische Erzeugung, verschiedene Jahrgänge.

<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ViehbestandTierischeErzeugung/ViehbestandTierischeErzeugung.html>

Statistisches Bundesamt: Fachserie 3 Land- und Forstwirtschaft, Reihe 4.2.1. Schlachtungen und Fleischerzeugung, verschiedene Jahrgänge.

<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ViehbestandTierischeErzeugung/FleischuntersuchungHj.html>

Statistisches Bundesamt: Fachserie 3 Land- und Forstwirtschaft Reihe 4.2.3. Erzeugung von Geflügel, verschiedene Jahrgänge.

<https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ViehbestandTierischeErzeugung/FleischuntersuchungHj.html>

Statistisches Bundesamt: Produktionsstatistik, GENESIS-Online.

Steger, S. (2005): Der Flächenrucksack des europäischen Außenhandels mit Agrarprodukten, Wuppertal, Wissenschaftszentrum Nordrhein-Westfalen/Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie. Wuppertal.

Tukker, A. u.a. (2011): Environmental impacts of changes to healthier diets in Europe. Ecological Economics 60, Seite 1776 - 1788.

Umweltbundesamt (2009): Nachhaltige Flächennutzung und nachwachsende Rohstoffe – Optionen einer nachhaltigen Flächennutzung und Ressourcenschutzstrategien unter besonderer Berücksichtigung der nachhaltigen Versorgung mit nachwachsenden Rohstoffen. Texte 34/2009

<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/3861.html>

Umweltbundesamt (2012): Globale Landflächen und Biomasse nachhaltig und ressourcenschonend nutzen. Dessau-Roßlau.

<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/4321.html>

United Nations Commodity Trade Database (UN Comtrade): <http://comtrade.un.org>

Witzke, Harald von, Noleppa, Steffen und Inga Zhirkova (2011): Fleisch frisst Land. WWF Deutschland (Hrsg.) Berlin.

World Wide Fund for Nature (WWF) Deutschland (2011): Fleisch frisst Land. Berlin 2011

World Wide Fund for Nature (WWF) Deutschland (2012): Tonnen für die Tonne. Berlin 2012