

Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues
der Technischen Universität München

**Auswirkungen einer Einschränkung des Verzehrs von
Lebensmitteln tierischer Herkunft auf ausgewählte
Nachhaltigkeitsindikatoren – dargestellt am Beispiel
konventioneller und ökologischer Wirtschaftsweise**

Axel Woitowitz

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Haushalts- und Ernährungswissenschaften
(Dr.oec.troph.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. Klaus-Jürgen Hülsbergen
Prüfer der Dissertation: 1. Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Alois Heißenhuber
2. apl. Prof. Dr. Frieder Schwarz

Die Dissertation wurde am 11.05.2007 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt am 18.09.2007 angenommen.

Wir leben in einem gefährlichen Zeitalter. Der Mensch beherrscht die Natur, bevor er gelernt hat, sich selbst zu beherrschen.

(Albert Schweitzer)

Danksagung

...die mich auf diesem Weg begleitet haben, allen voran Ulrike und Roland, Teena, Katharina und Christine...

Inhaltsverzeichnis

I	KURZFASSUNG	1
II	EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG	3
II.1	Ernährungssituation in Deutschland	5
II.1.1	Verbrauch bzw. Verzehr an Fleisch, Milch und Eiern	6
II.1.2	Nährstoffzufuhr über tierische Lebensmittel	9
II.1.3	Einordnung von Landwirtschaft und Ernährung in den Kontext nachhaltiger Entwicklung	11
II.2	Ziele und Mindestanforderungen nachhaltiger Entwicklung	13
II.2.1	Generelle Ziele nachhaltiger Entwicklung	13
II.2.1.1	Sicherung der menschlichen Existenz	14
II.2.1.2	Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials	15
II.2.1.3	Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten	16
II.2.2	Indikatoren nachhaltiger Entwicklung	17
II.2.2.1	Schutz der menschlichen Gesundheit	17
II.2.2.2	Selbstständige Existenzsicherung	18
II.2.2.3	Gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten	19
II.2.2.4	Nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen	20
II.2.2.5	Nachhaltige Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen	22
II.2.2.6	Nachhaltige Nutzung der Umwelt als Senke	23
II.3	Auswahl des Indikatoren-Sets	24
II.3.1	Primärenergieverbrauch	24
II.3.2	Treibhausgasemissionen	25
II.3.3	Beschäftigung (Arbeitsplätze)	25
II.3.4	Flächeninanspruchnahme	26
III	METHODEN	28
IV	ERGEBNISSE	36
IV.1	Errechnung der Nutztierbestände	36
IV.1.1	Rinderbestand (konventionelle Haltung)	37
IV.1.2	Rinderbestand (ökologische Haltung)	39
IV.1.3	Schweinebestand (konventionelle Haltung)	41
IV.1.4	Schweinebestand (ökologische Haltung)	42
IV.1.5	Geflügelbestand (konventionelle Haltung)	44
IV.1.6	Geflügelbestand (ökologische Haltung)	46
IV.1.7	Zusammenfassung der Ergebnisse	47
IV.2	Primärenergieverbrauch in der Landwirtschaft	51
IV.2.1	Milchkuhhaltung	51
IV.2.2	Rindermast	59
IV.2.3	Schweinemast	64
IV.2.4	Geflügelhaltung	69

IV.2.5	Legehennenhaltung	75
IV.2.6	Zusammenfassung	76
IV.2.7	Verarbeitung	77
IV.2.7.1	Milchverarbeitung (konventionell)	77
IV.2.7.2	Milchverarbeitung (ökologisch)	84
IV.2.8	Transporte von Tieren und tierischen Lebensmitteln	86
IV.2.9	Schlachtung von Tieren	87
IV.2.10	Fleischverarbeitung	88
IV.2.11	Verarbeitung von Eiern	90
IV.2.12	Lagerung von Fleisch und Eiern	90
IV.2.13	Verpackungen von Fleisch/Fleischwaren und Eiern	90
IV.2.14	Vergleich des PEV unterschiedlicher tierischer Lebensmittel bei der Weiter- verarbeitung	91
IV.2.15	PEV zur Bereitstellung tierischer Lebensmittel bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise	92
IV.3	Klimarelevante Treibhausgasemissionen	95
IV.3.1	Methanemissionen	95
IV.3.1.1	Milchkuhhaltung	96
IV.3.1.2	Rindermast	99
IV.3.1.3	Schweinemast	102
IV.3.1.4	Geflügelhaltung	104
IV.3.1.5	Zusammenfassung	105
IV.3.2	Lachgasemissionen	105
IV.3.2.1	Milchkuhhaltung	114
IV.3.2.2	Rindermast	117
IV.3.2.3	Schweinemast	119
IV.3.2.4	Geflügelhaltung	121
IV.3.2.5	Zusammenfassung	125
IV.3.3	Kohlendioxidemissionen	127
IV.3.3.1	Milchkuhhaltung	128
IV.3.3.2	Rindermast	129
IV.3.3.3	Schweinemast	130
IV.3.3.4	Geflügelhaltung	130
IV.3.3.5	Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	131
IV.3.4	Emissionen aus Verarbeitung und Transport	135
IV.3.4.1	Emissionen bei der Milchbereitstellung	136
IV.3.4.2	Emissionen aus Transport und Verarbeitung von Fleisch und Eiern	136
IV.3.5	Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen bei eingeschränktem Verzehr an tierischen Lebensmitteln bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise	138
IV.3.6	Einordnung der Ergebnisse	141
IV.4	Arbeitszeitbedarf und Arbeitsplätze	144
IV.4.1	Konventionelle Erzeugung tierischer Lebensmittel	144
IV.4.1.1	Milchkuhhaltung	146
IV.4.1.2	Rindermast	148
IV.4.1.3	Schweinemast	149
IV.4.1.4	Mastgeflügelhaltung	151

IV.4.1.5	Legehennenhaltung.....	153
IV.4.1.6	Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	154
IV.4.2	Ökologische Erzeugung tierischer Lebensmittel.....	157
IV.4.2.1	Milchkuhhaltung.....	158
IV.4.2.2	Rindermast	160
IV.4.2.3	Schweinemast	161
IV.4.2.4	Mastgeflügelhaltung.....	163
IV.4.2.5	Legehennenhaltung	165
IV.4.2.6	Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	166
IV.4.3	Arbeitsbedarf bei der Verarbeitung	170
IV.4.3.1	Milchverarbeitung.....	170
IV.4.3.2	Fleischverarbeitung	171
IV.4.3.3	Zusammenstellung der Ergebnisse	175
IV.4.3.4	Arbeitsplätze beim Transport tierischer Lebensmittel	175
IV.4.3.5	Zusammenfassung der Ergebnisse	178
IV.5	Flächeninanspruchnahme	179
IV.5.1	Flächeninanspruchnahme in der Landwirtschaft.....	179
IV.5.1.1	Milchkuhhaltung.....	179
IV.5.1.2	Rindermast	181
IV.5.1.3	Schweinemast	182
IV.5.1.4	Mastgeflügelhaltung.....	184
IV.5.1.5	Legehennenhaltung.....	185
IV.5.2	Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	187
IV.5.3	Flächenfreisetzung.....	190
V	SCHLUSSBETRACHTUNG UND DISKUSSION	194
VI	ZUSAMMENFASSUNG	202
VII	SUMMARY	208
VIII	LITERATURVERZEICHNIS	213

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Fleischverbrauch und -verzehr in Deutschland (2002)	6
Tabelle 2:	Versorgung der deutschen Bevölkerung mit Milch/-Erzeugnissen und Eiern (2002)	7
Tabelle 3:	Durchschnittlicher Verzehr tierischer Lebensmittel in Deutschland differenziert nach Geschlecht	8
Tabelle 4:	Durchschnittliche tägliche Energie- und Nährstoffzufuhr und Anteil der energieliefernden Nährstoffe	10
Tabelle 5:	Substanzielle Mindestanforderungen nachhaltiger Entwicklung	14
Tabelle 6:	Tägliche Proteinzufuhr aus tierischen Lebensmitteln pro Person	31
Tabelle 7:	Aktuelle und angestrebte Proteinzufuhr in Deutschland	32
Tabelle 8:	Durchschnittliche Reduktion der Zufuhr von Energie pro Person und Jahr bzw. Tag	33
Tabelle 9:	Durchschnittliche Differenzen in der Energieversorgung bei einer Reduktion des Verzehrs tierischer Lebensmittel	34
Tabelle 10:	Milchkuh- und Rinderbestände bei reduzierten Verzehrsmengen tierischer Lebensmittel bei konventioneller bzw. ökologischer Tierhaltung	41
Tabelle 11:	Schweinebestand bei reduzierten Verzehrsmengen tierischer Lebensmittel bei konventioneller bzw. ökologischer Tierhaltung	43
Tabelle 12:	Geflügelbestand bei reduzierten Verzehrsmengen tierischer Lebensmittel bei konventioneller bzw. ökologischer Tierhaltung	47
Tabelle 13:	Primärenergieverbrauch bei der Erzeugung von Kuhmilch bei verschiedenen Wirtschaftsweisen	51
Tabelle 14:	Primärenergieverbrauch bei konventioneller bzw. ökologischer Erzeugung von Kuhmilch	56
Tabelle 15:	Primärenergieaufwand bei der Erzeugung von Kuhmilch	58
Tabelle 16:	Primärenergieverbrauch bei der Erzeugung von Rindfleisch bei konventioneller und ökologischer Wirtschaftsweise	60
Tabelle 17:	Primärenergieverbrauch für die Bereitstellung von Futtermitteln für die konventionelle Rindermast	62
Tabelle 18:	Primärenergieverbrauch für die Bereitstellung von Futtermitteln für die ökologische Rindermast	62
Tabelle 19:	Primärenergieverbrauch bei der Erzeugung von Schweinefleisch bei verschiedenen Wirtschaftsweisen – Literaturübersicht	64
Tabelle 20:	Primärenergieverbrauch bei konventioneller und ökologischer Erzeugung von Schweinefleisch	67
Tabelle 21:	Primärenergieverbrauch bei der Erzeugung von Geflügelfleisch bei verschiedenen Wirtschaftsweisen – Literaturübersicht	70
Tabelle 22:	Primärenergieverbrauch der Mastgeflügelhaltung bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise	73
Tabelle 23:	Primärenergieverbrauch bei konventioneller, konventionell ressourcenschonender und ökologischer Erzeugung von Geflügelfleisch	74

Tabelle 24:	Primärenergieverbrauch bei konventioneller, konventionell ressourcenschonender und ökologischer Legehennenhaltung	75
Tabelle 25:	Primärenergieverbrauch bei Aufbereitung und Vertrieb von Trinkmilch in einer Molkerei mit überregionalem Vertriebsschwerpunkt	81
Tabelle 26:	Energieverbrauch bei der Weiterverarbeitung tierischer Lebensmittel	91
Tabelle 27:	Primärenergieverbrauch zur Bereitstellung tierischer Lebensmittel bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise	92
Tabelle 28:	Methanemissionen aus konventioneller bzw. ökologischer Milchviehhaltung	99
Tabelle 29:	Methanemissionen aus der konventionellen Rinderhaltung	101
Tabelle 30:	Methanemissionen aus der ökologischen Rinderhaltung	101
Tabelle 31:	Methanemissionen aus konventioneller bzw. ökologischer Schweinemast	103
Tabelle 32:	Methanemissionen aus der Nutztierhaltung auf Systemniveau	105
Tabelle 33:	Spezifische Lachgasemissionsfaktoren durch den Anfall im Stall und die Lagerung von Wirtschaftsdüngern sowie im Weidebetrieb	113
Tabelle 34:	Betriebsmittelbedingte Lachgasemissionen der konventionellen, konventionell ressourcenschonenden und ökologischen Milchproduktion	114
Tabelle 35:	Lachgasemissionen der Kuhmilcherzeugung bei unterschiedlichen Wirtschaftsformen	116
Tabelle 36:	Lachgasemissionen aus der Bereitstellung der Futtermitteln bei konventioneller, ressourcenschonender und ökologischer Rindermast	117
Tabelle 37:	Lachgasemissionen aus konventioneller, ressourcenschonender und ökologischer Rindermast	118
Tabelle 38:	Betriebsmittelbedingte Lachgasemissionen der konventionellen, ressourcenschonenden und der ökologischen Schweinemast	119
Tabelle 39:	Lachgasemissionen bei der Schweinemast unter konventionellen, ressourcenschonenden und ökologischen Produktionsverfahren	120
Tabelle 40:	Bereitstellung von Futtermitteln innerhalb der Geflügelhaltung	121
Tabelle 41:	Betriebsmittelbedingte und biogene Lachgasemissionen aus der Geflügelhaltung durch die Bereitstellung der Futtermittel	122
Tabelle 42:	Stickstoffausscheidungen aus der konventionellen bzw. ökologischen Geflügelhaltung	124
Tabelle 43:	Lachgasemissionen aus Exkrementen verschiedener Haltungsformen innerhalb der Geflügelhaltung	125
Tabelle 44:	Lachgasemissionen aus konventioneller, ressourcenschonender und ökologischer Geflügelhaltung	125
Tabelle 45:	Spezifische Lachgasemissionswerte aus der konventionellen, ressourcen-schonenden und ökologischen Nutztierhaltung	126
Tabelle 46:	Betriebsmittelbedingte CO ₂ -Emissionen der konventionellen, ressourcen-schonenden und ökologischen Milcherzeugung	128

Tabelle 47:	Betriebsmittelbedingte CO ₂ -Emissionen in der konventionellen, ressourcenschonenden und ökologischen Rindfleischerzeugung	129
Tabelle 48:	Betriebsmittelbedingte CO ₂ -Emissionen in der konventionellen, ressourcenschonenden und ökologischen Schweinefleischerzeugung	130
Tabelle 49:	Betriebsmittelbedingte CO ₂ -Emissionen in der konventionellen, ressourcenschonenden und ökologischen Geflügelhaltung	131
Tabelle 50:	CO ₂ -Emissionen bei der konventionellen, ressourcenschonenden und ökologischen Nutztierhaltung	131
Tabelle 51:	Tierbezogene CO ₂ -Äquivalente aus der konventionellen, ressourcenschonenden und ökologischen Nutztierhaltung	132
Tabelle 52:	Produktbezogene CO ₂ -Äquivalente aus konventioneller, ressourcenschonender und ökologischer Nutztierhaltung	133
Tabelle 53:	Treibhausgasemissionen aus der Milchbereitstellung bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise	136
Tabelle 54:	Treibhausgasemissionen aus der Bereitstellung von Fleisch und Eiern bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise	137
Tabelle 55:	Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen bei eingeschränktem Verzehr tierischer Lebensmittel aus konventioneller Produktion	139
Tabelle 56:	Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen bei eingeschränktem Verzehr tierischer Lebensmittel aus ökologischer Produktion	140
Tabelle 57:	Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen bei eingeschränktem Verzehr tierischer Lebensmittel aus ressourcenschonender Produktion	140
Tabelle 58:	Verringerung des Primärenergieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen durch eingeschränkten Verzehr tierischer Lebensmittel	141
Tabelle 59:	Einfluss des eingeschränkten Verzehrs tierischer Lebensmittel auf den Primärenergieverbrauch in Deutschland bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise	142
Tabelle 60:	Einfluss des eingeschränkten Verzehrs tierischer Lebensmittel auf die Treibhausgasfreisetzung Deutschlands bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise	142
Tabelle 61:	Bestandsgrößenklassen nach höchstem Anteil der Betriebe sowie nach höchstem Anteil gehaltener Tiere	144
Tabelle 62:	Arbeitszeitbedarf in der konventionellen Milchviehhaltung bei unterschiedlichen Bestandsgrößen	147
Tabelle 63:	Arbeitszeitbedarf in der konventionellen Mastrinderhaltung bei unterschiedlichen Bestandsgrößen	149
Tabelle 64:	Arbeitszeitbedarf in der konventionellen Mastschweinehaltung bei unterschiedlichen Bestandsgrößen	150
Tabelle 65:	Arbeitszeitbedarf in der konventionellen Mastgeflügelhaltung	152
Tabelle 66:	Arbeitszeitbedarf in der konventionellen Legehennenhaltung	154

Tabelle 67:	Arbeitszeitbedarf bei der konventionellen Erzeugung tierischer Lebensmittel	155
Tabelle 68:	Bedarf an Arbeitskräften zur konventionellen Erzeugung tierischer Lebensmittel bei aktuellen und eingeschränkten Konsummengen	156
Tabelle 69:	Arbeitszeitbedarf in der ökologischen Milchviehhaltung bei unterschiedlichen Bestandgrößen	159
Tabelle 70:	Arbeitszeitbedarf in der ökologischen Mastrinderhaltung bei unterschiedlichen Betriebsgrößen	161
Tabelle 71:	Arbeitszeitbedarf in der ökologischen Mastschweinehaltung bei unterschiedlichen Bestandgrößen	162
Tabelle 72:	Arbeitszeitbedarf in der ökologischen Mastgeflügelhaltung bei unterschiedlichen Bestandgrößen	164
Tabelle 73:	Arbeitszeitbedarf in der ökologischen Legehennenhaltung bei unterschiedlichen Bestandgrößen	166
Tabelle 74:	Arbeitszeitbedarf bei der ökologischen Erzeugung tierischer Lebensmittel	167
Tabelle 75:	Bedarf an Arbeitskräften zur ökologischen Erzeugung tierischer Lebensmittel bei aktuellen und eingeschränkten Konsummengen	168
Tabelle 76:	Beschäftigung in der Milchverarbeitung bei eingeschränktem Milchverzehr in Deutschland	171
Tabelle 77:	Beschäftigung im Wirtschaftszweig Schlachten und Fleischverarbeitung	172
Tabelle 78:	Beschäftigung in der Fleischwarenindustrie/Schlachtung bei eingeschränktem Fleischverzehr in Deutschland	172
Tabelle 79:	Beschäftigung in der Fleischverarbeitung in Deutschland	173
Tabelle 80:	Beschäftigung in der Fleischverarbeitung bei eingeschränktem Fleischverzehr in Deutschland	173
Tabelle 81:	Beschäftigung in der Fleischverarbeitung bei eingeschränktem Fleischverzehr in Deutschland anhand eines Beispielbetriebes	174
Tabelle 82:	Abschätzung des Bedarfs an Beschäftigten für den Transport von Milch, Fleisch und Eiern	177
Tabelle 83:	Arbeitsplätze in Landwirtschaft, Verarbeitung und Transport tierischer Lebensmittel bei reduziertem Verbrauch	178
Tabelle 84:	Hektarerträge und Futtermittelverbrauch in der konventionellen Milchviehhaltung	180
Tabelle 85:	Hektarerträge und Futtermittelverbrauch in der ökologischen Milchviehhaltung	181
Tabelle 86:	Hektarerträge und Futtermittelverbrauch in der konventionellen Mastrinderhaltung	181
Tabelle 87:	Hektarerträge und Futtermittelverbrauch in der ökologischen Mastrinderhaltung	182
Tabelle 88:	Hektarerträge und Futtermittelverbrauch in der konventionellen Mastschweinehaltung	183

Tabelle 89:	Hektarerträge und Futtermittelverbrauch in der ökologischen Mastschweinehaltung	183
Tabelle 90:	Hektarerträge und Futtermittelverbrauch in der konventionellen Mastgeflügelhaltung	184
Tabelle 91:	Hektarerträge und Futtermittelverbrauch in der ökologischen Mastgeflügelhaltung	185
Tabelle 92:	Hektarerträge und Futtermittelverbrauch in der konventionellen Legehennenhaltung	186
Tabelle 93:	Hektarerträge und Futtermittelverbrauch in der ökologischen Legehennenhaltung	186
Tabelle 94:	Flächenbedarf für die Erzeugung tierischer Lebensmittel bei konventioneller und ökologischer Wirtschaftsweise	187
Tabelle 95:	Vergleich der Ergebnisse mit den Angaben aus der Literatur	188
Tabelle 96:	Flächenfreisetzung bei konventioneller Landbewirtschaftung und eingeschränktem Konsum an tierischen Lebensmitteln	191
Tabelle 97:	Flächenfreisetzung bei ökologischer Landbewirtschaftung und eingeschränktem Konsum an tierischen Lebensmitteln	192
Tabelle 98:	Auswirkungen eines eingeschränkten Verzehrs tierischer Lebensmittel auf ausgewählte Nachhaltigkeitsindikatoren bei unterschiedlicher Bewirtschaftungsform	195
Tabelle 99:	Berechnungen zum Primärenergieverbrauch durch den Verzehr von Brot	198
Tabelle 100:	Berechnungen zu Treibhausgasemissionen durch den Verzehr von Brot	198
Tabelle 101:	Berechnungen zum Flächenverbrauch durch den Verzehr von Brot	199
Tabelle 102:	Berechnungen zum Arbeitskraftbedarf durch den Verzehr von Brot	199

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Verflechtungen im Agribusiness	12
Abbildung 2:	Vergleich der für die Proteinversorgung der deutschen Bevölkerung erforderlichen Tierbestände in Großvieheinheiten (GVE) und bezogen auf den realen Tierbestand von 2001	49
Abbildung 3:	Vergleich der für die Proteinversorgung der deutschen Bevölkerung erforderlichen Tierbestände in Anzahl der Tiere und bezogen auf den realen Bestand von 2001	50
Abbildung 4:	Aufteilung des Primärenergieverbrauchs pro kg erzeugter Kuhmilch bei konventioneller und ökologischer Wirtschaftsweise	57
Abbildung 5:	Aufteilung des Primärenergieverbrauchs pro kg erzeugter Kuhmilch bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise	59
Abbildung 6:	Aufteilung des Primärenergieverbrauchs für Rindfleisch pro kg Schlachtgewicht bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise	64
Abbildung 7:	Primärenergieverbrauch pro kg Fleisch bei konventioneller und ökologischer Schweinemast	68
Abbildung 8:	Primärenergieverbrauch bei konventioneller, ressourcenschonender und ökologischer Schweinemast	69
Abbildung 9:	Primärenergieverbrauch bei der Erzeugung von Geflügelfleisch bei konventioneller, ressourcenschonender und ökologischer Wirtschaftsweise	74
Abbildung 10:	Primärenergieverbrauch zur Erzeugung tierischer Lebensmittel bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise bezogen auf den Nahrungsenergiegehalt	76
Abbildung 11:	Primärenergieverbrauch bei der Erzeugung tierischer Lebensmittel bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise	77
Abbildung 12:	Verteilung des Primärenergieverbrauchs bei der Bereitstellung konventioneller Trinkmilch	81
Abbildung 13:	Verteilung des Primärenergieverbrauchs bei der Bereitstellung ökologischer Trinkmilch	85
Abbildung 14:	Energiefließschema innerhalb eines fleischverarbeitenden Betriebes	88
Abbildung 15:	Primärenergieverbrauch zur Bereitstellung tierischer Lebensmittel bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise	93
Abbildung 16:	Stickstoffhaushalt des Bodens	107
Abbildung 17:	CO ₂ -Äquivalente bei ressourcenschonender bzw. ökologischer Wirtschaftsweise tierischer Lebensmittel im Vergleich zur konventionellen Produktion	134
Abbildung 18:	Treibhausgasemissionen bei ressourcenschonender bzw. ökologischer Wirtschaftsweise tierischer Lebensmittel im Vergleich zur konventionellen Produktion	138
Abbildung 19:	Anteil des Primärenergieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen in Deutschland bei reduziertem Verzehr tierischer Lebensmittel	143
Abbildung 20:	Bedarf an Arbeitskräften zur Erzeugung tierischer Lebensmittel bei aktuellen und eingeschränkten Konsummengen bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise	169

Abbildung 21: Auswirkungen einer Reduktion des Konsums an Fleisch und Milch auf die Arbeitsplätze in der Fleisch-/Milchverarbeitung	175
Abbildung 22: Personenspezifischer Flächenbedarf für die Erzeugung tierischer Lebensmittel bei gegenwärtigem und eingeschränktem Konsum	193

Abkürzungsverzeichnis

AKE	Arbeitskrafteinheit
Akh	Arbeitskraftstunde
Akmin	Arbeitskraftminute
AZ	Arbeitszeit
AZB	Arbeitszeitbedarf
BE	Bruttoenergie
BMI	Body Mass Index
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlendioxid
EVS	Einkommens- und Verbrauchsstichprobe
FV	Flächenverbrauch/Flächenbedarf
GVE	Großvieheinheiten
GWP	Global Warming Potential (= Treibhausgaspotenzial)
HGF	Helmholtz-Gemeinschaft deutscher Forschungszentren
IZ	Ist-Zustand (aktueller Zustand)
kcal	Kilokalorien
KEA	Kumulierter Energieaufwand
KL	Konventioneller Landbau
KStE	Kilostärkeeinheit
LEH	Lebensmitteleinzelhandel
LF	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
LM	Lebendmasse
ME	Umsetzbare Energie
MJ	Megajoule
MKE	Milchkuheinheit
MRE	Mastrindereinheit
N	Stickstoff
N ₂ O	Lachgas (Distickstoffoxid)
ÖL	Ökologischer Landbau
PE	Polyethylen
PEV	Primärenergieverbrauch
PoS	Point of Sale
RS	Ressourcenschonende Wirtschaftsweise
SG	Schlachtgewicht
SVG	Selbstversorgungsgrad
THE	Treibhausgasemissionen
tkm	Tonnenkilometer
TM	Trockenmasse
VG	Verzehrs-/Vermarktungsgewicht

I Kurzfassung

In der vorliegenden Arbeit werden die Auswirkungen eines eingeschränkten Verzehrs der tierischen Lebensmittel Fleisch, Milch und Eier auf ausgewählte Indikatoren zur Abbildung einer nachhaltigen Entwicklung im Bereich Landwirtschaft und Ernährung abgeschätzt. Dies geschieht vor dem Hintergrund wissenschaftlicher Erkenntnisse denen zufolge die deutsche Bevölkerung mit Energie im Allgemeinen und einzelnen Nährstoffen im Besonderen überversorgt ist, z.B. Fett oder Protein.

Im Sinne einer Systemanalyse werden in der Arbeit alle Stufen der Bereitstellung der Lebensmittel, von der Landwirtschaft und deren Vorleistungen über die Verarbeitung bis hin zu den jeweiligen Einzelhandelsgeschäften, berücksichtigt. Da die Auswirkungen entscheidend von der Art der Landbewirtschaftung, Verarbeitung und Distribution der Lebensmittel abhängen, werden in der Arbeit unterschiedliche Wirtschaftsformen betrachtet. Neben einer konventionellen Produktionsweise werden eine flächendeckend ökologisch ausgerichtete Land- und Ernährungswirtschaft sowie eine dritte, sogenannte konventionell ressourcenschonende Wirtschaftsweise – ein Teil der mineralischen Düngemittel wird hierbei durch betriebseigene organische Dünger ersetzt und an Stelle von zugekauftem Fertigfutter werden hofeigene Kraftfuttermischungen verwendet – untersucht.

Am Anfang der Arbeit steht die Berechnung des Fleischbedarfs entsprechend den Empfehlungen zur Proteinzufuhr sowie zur Höhe des Konsums tierischer Lebensmittel (hier: Fleisch). Dadurch wird gleichfalls die Energiezufuhr reduziert. Wie die Ergebnisse zeigen, müsste in Deutschland der Fleischverzehr von gegenwärtig rd. 60 kg auf etwa 20 kg pro Person und Jahr eingeschränkt werden, um eine Überversorgung und damit einhergehende gesundheitliche Risiken zu vermeiden. Der Konsum von Milch würde im gleichen Zug von rd. 330 kg auf 260 kg und der Verzehr von Hühnereiern von 220 Stück auf 130 Stück pro Person und Jahr reduziert werden. Durch diese Einschränkungen im Verzehr tierischer Lebensmittel würde in der Folge die Proteinzufuhr aus tierischen Lebensmitteln von ca. 50 g pro Person und Tag auf ca. 30 g sinken.

Die geringeren Verzehrsmengen an Fleisch, Milch und Eiern würden sich direkt auf die Tierbestände in Deutschland auswirken. Hierdurch käme es zu einer Bestandsminderung unter der Annahme, dass sich der Umfang der im Inland erzeugten tierischen Lebensmittel am vollen Selbstversorgungsgrad der einheimischen Bevölkerung orientiert. Anstelle von 14,8 Mio. GVE (2001) wären in Deutschland bei konventioneller Wirtschaftsweise nur noch rd. 7,0 Mio. GVE zur Deckung des Fleischbedarfs erforderlich. Dies entspräche einem Rückgang von mehr als 50 %. Unter ökologischer Wirtschaftsweise wäre ein größerer Tierbestand (8,4 Mio. GVE) erforderlich als unter konventionellen Bedingungen. Dies entspräche einem Rückgang von gut 40 % gegenüber dem derzeitigen Tierbestand in Deutschland. Grund hierfür sind die extensiveren Produktionsverfahren innerhalb ökologisch wirtschaftender Betriebe und die damit verbundenen geringeren tierischen Leistungen.

Da die einzelnen Wirtschaftsweisen (konventionell, ressourcenschonend und ökologisch) jeweils im Sinne von Kettenbetrachtungen untersucht werden, werden in der Arbeit vornehmlich solche Nachhaltigkeitsindikatoren ausgewählt, die möglichst an allen betrachteten Gliedern der Prozesskette relevant sind. Hierzu gehören der Primärenergieverbrauch, die Treibhausgasemissionen, die Beschäftigungseffekte sowie die Flächeninanspruchnahme. Anhand dieser Indikatoren für eine nachhaltige Entwicklung werden die

Auswirkungen eines eingeschränkten Verzehrs an Lebensmitteln tierischer Herkunft bei unterschiedlicher Produktionsweise untersucht.

Die Ergebnisse zum Primärenergieverbrauch zeigen, dass die Erzeugung einer reduzierten Menge tierischer Lebensmittel unter konventionellen Wirtschaftsmethoden 2.240 MJ Primärenergie pro Person und Jahr erfordern würde im Vergleich zu 3.980 MJ, um eine Person mit tierischen Lebensmitteln unter derzeitigen Konsummustern zu versorgen. Dies entspräche einem Rückgang von knapp 50 %. Der jährliche Gesamtenergieverbrauch zur Erzeugung tierischer Lebensmittel für Deutschland ginge somit von 329 PJ auf 185 PJ zurück. Bei Erzeugung unter ökologischer Bewirtschaftung läge der Rückgang im Primärenergiebedarf in vergleichbarer Höhe, auf 2.190 MJ pro Person und Jahr bzw. 181 PJ/Jahr in Deutschland. Die Bereitstellung tierischer Lebensmittel aus einer ressourcenschonenden Landwirtschaft würde hingegen ausschließlich 1.980 MJ pro Person und Jahr bzw. 163 PJ pro Gesamtbevölkerung und Jahr erfordern.

Die Einschränkung des Verzehrs an tierischen Lebensmitteln würde auch zu positiven Effekten hinsichtlich der Freisetzung klimarelevanter Gase führen. Die Treibhausgasemissionen verringerten sich von derzeit 65 Mio. t CO₂-Äquivalenten auf 36 Mio. t CO₂-Äquivalente (konventionelle Erzeugung) bzw. 32 Mio. t CO₂-Äquivalente (ressourcenschonende Erzeugung) bzw. 37 Mio. t CO₂-Äquivalente (ökologische Erzeugung). Dies entspräche einem Rückgang um 45 % bzw. 50 % bzw. 43 % im Vergleich zur gegenwärtigen Situation.

Die Bereitstellung der betrachteten tierischen Lebensmittel unter ökologischen Rahmenbedingungen schneidet damit in Hinblick auf Treibhausgase und Primärenergieverbrauch etwa gleich zur konventionellen Wirtschaftsweise ab. Die ressourcenschonende Wirtschaftsweise führt dagegen zu deutlich höheren Einsparungen im Bereich Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen.

Die Zahl der Arbeitsplätze im Bereich der Bereitstellung tierischer Lebensmittel würde sich von aktuell 476.560 auf 255.150 bei konventioneller bzw. ressourcenschonender Wirtschaftsweise sowie auf etwa 369.355 bei ökologischer Wirtschaftsweise reduzieren. Dies entspricht Verlusten an Beschäftigungsmöglichkeiten in Höhe von 46 % (konventionell) bzw. rd. 20 % (ökologisch) im Vergleich zur Ausgangssituation.

Für die Versorgung der deutschen Bevölkerung mit tierischen Lebensmitteln werden unter aktuellen Konsummustern etwa 10 Mio. ha LF benötigt. Diese Fläche würde sich bei einer Reduzierung des Konsums tierischer Lebensmittel auf 6 Mio. ha (konventionell bzw. ressourcenschonend) bzw. etwa 8,4 Mio. ha (ökologisch) verringern. Unter konventionellen/ressourcenschonenden Rahmenbedingungen würden demnach etwa 40 % der derzeit in Anspruch genommenen LF frei gestellt, während es bei ökologischer Bereitstellung immer noch 15 % wären.

Hinsichtlich der Flächeninanspruchnahme würden bei eingeschränktem Verzehr an Lebensmitteln tierischen Ursprungs und konventioneller Wirtschaftsweise im Vergleich zur Ist-Situation (konventionelle Bewirtschaftung) in Deutschland rd. 4 Mio. ha LF nicht mehr für die Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft benötigt. Bei ökologischer Erzeugung der reduzierten Verzehrsmengen würden immerhin noch rd. 1,5 Mio. ha freigesetzt. Wenn diese Flächen für Naturschutzzwecke oder zur Erzeugung nachwachsender Rohstoffe und Bioenergieträger zur Verfügung stünden, könnten indirekt positive Auswirkungen auf die gewählten sowie auf andere Nachhaltigkeitsindikatoren, z.B. Biodiversität, erzielt werden.

II Einleitung und Zielsetzung

Die Ernährung des Menschen ist eines der existenziellen Grundbedürfnisse. Eine ausreichende Ernährung schafft die Grundlage für Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit. Darüber hinaus spiegeln sich im Essen kulturelle und soziale Funktionen wider.

Für den Bereich der Landwirtschaft und der Ernährung hat der Begriff der Nachhaltigkeit eine spezifische Bedeutung. Nachhaltigkeit impliziert hier eine dauerhafte Sicherung der individuellen, der regionalen, der nationalen und der internationalen Ernährung (Ernährungssicherheit). Dieser Zustand liegt dann vor, wenn jeder Mensch zu jeder Zeit und an jedem Ort physisch und wirtschaftlich die Möglichkeit hat, ausreichende, gesundheitlich unbedenkliche und nahrhafte Nahrung zu erlangen. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Ernährungsbedürfnisse und Präferenzen ist dies die Grundlage für ein aktives und gesundes Leben (vgl. hierzu Welternährungsgipfel 1996).

Ziel der deutschen Verbraucherschutz- und Agrarpolitik ist spätestens seit der BSE-Krise im Jahr 2001 eine qualitäts- und verbraucherorientierte Erzeugung von Lebensmitteln, eine natur- und umweltverträgliche Landwirtschaft und eine deutliche Ausweitung des ökologischen Landbaus (UBA 2002b).

Eine nachhaltige Lebensmittelproduktion beinhaltet neben einer *nachhaltigen Landwirtschaft* ebenso eine nachhaltige *Lebensmittelverarbeitung* und *-vermarktung*. Die nachhaltige Landwirtschaft lässt sich auf mehrere Säulen verteilen. Zu nennen sind hier umweltgerechte Produktion, Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle, Transparenz für Verbraucherinnen und Verbraucher und ein Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit landwirtschaftlicher Betriebe. Als Koppelprodukt einer angepassten landwirtschaftlichen Produktion werden im Sinne der Gesellschaft gewollte ökologische Leistungen für den Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen und der Kulturlandschaft erbracht. Dabei ist denkbar, dass ein Teil der Kosten aus anderen Bereichen, z.B. im Gesundheitswesen oder im Bereich der Kosten für die Beseitigung von Umweltschäden wie Wasserverschmutzung oder Hochwasserschäden, vermieden werden könnte (UBA 2002b).

Eine nachhaltige Lebensmittelverarbeitung und -vermarktung umschließt die Bereiche der Herstellung, Verarbeitung, Verpackung, des Transportes der Lebensmittel und der Entsorgung ihrer Rest- und Abfallprodukte. Es ist zu berücksichtigen, dass eine nachhaltige Entwicklung in diesem Bereich neben weiteren technischen Fortschritten maßgeblich von veränderten Ansprüchen, Verbrauchsgewohnheiten sowie Änderungen überkommener individueller und gesellschaftlicher Prioritäten beeinflusst wird (UBA 2002b). Nachhaltige Lebensmittelproduktion zeichnet sich aus durch arbeits- und wissensintensive Methoden. Natürliche begrenzte Ressourcen wie z.B. fossile Energieträger sollen weitestgehend geschont werden, damit sie auch noch von nachfolgenden Generationen genutzt werden können (intergenerationelle Nachhaltigkeit). Das bedeutet für die aktuellen Gesellschafts- und Wirtschaftsbereiche grundlegende Umorientierungen hinsichtlich der Art der Produktivität (UBA 2002b).

Dem Ziel einer nachhaltigen Entwicklung innerhalb des deutschen Ernährungssystems muss die derzeitige Situation gegenüber gestellt werden. Fehlernährung und deren Folgekrankheiten, wie Übergewicht, Bluthochdruck u.a., sind in Deutschland weit verbreitet und bedeuten enorme finanzielle Aufwendungen für das Gesundheitswesen. Die Ursachen für diese Fehlernährung werden großteils im Verzehr zu vieler, zu fettiger, zu süßer

und zu salziger Lebensmittel gesehen (von Koerber et al. 2000). Im Durchschnitt aller Bundesbürger liegt die Zufuhr an Energie, an Protein sowie an Fett über den Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr, während der Anteil der Kohlenhydrate an der Ernährung im Schnitt unter den wünschenswerten Mengen liegt (DGE 2004).

An dieser Situation beteiligt ist zu einem maßgeblichen Teil der hohe Verzehr tierischer Lebensmittel, allen voran Fleisch, Fleischwaren und Eier (von Koerber et al. 2000). Innerhalb dieser Lebensmittelgruppe ist der Anteil der Fette und Proteine vergleichsweise hoch, während der Kohlenhydratanteil eher gering ausfällt.

Vor diesem Hintergrund interessiert besonders, welches Ausmaß eben diese Gruppe tierischer Lebensmittel am Gesamtbild einer nachhaltigen Ernährungsweise hat und wie sich Änderungen in der Höhe des Verzehrs dieser Lebensmittelgruppe auf Kriterien der Nachhaltigkeit auswirken.

In dieser Arbeit wurde den Fragen nachgegangen,

- welchen Einfluss eine Veränderung des Konsums tierischer Lebensmittel auf wesentliche Nachhaltigkeitsdefizite im Bereich Landwirtschaft und Ernährung hat,
- in welchem Maße eine Einschränkung im Verzehr dieser Lebensmittelgruppe zu positiven Effekten bei ausgewählten Nachhaltigkeitsindikatoren führen kann, und
- ob die Art der Bereitstellung tierischer Lebensmittel (konventionelle, ressourcenschonende oder ökologische Wirtschaftsweise) einen Einfluss auf wichtige Nachhaltigkeitsindikatoren hat.

Es gibt einige Arbeiten, die sich, je nach Fokus mehr oder weniger intensiv, mit einigen dieser Fragen auseinander gesetzt haben (z.B. Heißenhuber 1998, Bockisch 2000, Faist 2000, Flachowsky 2000, Jungbluth 2000, Seemüller 2000, Taylor 2000). Literatur, die sich mit der Gesamtheit der in der vorliegenden Arbeit dargestellten Zusammenhänge und der speziellen Fragestellung beschäftigt, kann derzeit jedoch nicht aufgefunden werden.

Um Antworten auf die gestellten Fragen zu erhalten, wurde folgende Vorgehensweise gewählt:

- Der Verzehr an tierischen Lebensmitteln wird auf ein Maß beschränkt, welches der Gesundheit aus ernährungswissenschaftlicher Sicht als zuträglich angesehen wird.
- Die Effekte dieses reduzierten Konsums auf die Struktur der deutschen Agrar- und Ernährungswirtschaft, z.B. eine Minderung der Nutztierbestände, werden berechnet.
- Anhand ausgewählter Kenngrößen (Indikatoren) zur Beschreibung von Nachhaltigkeit werden die damit verbundenen sozio-ökonomischen und umweltrelevanten Veränderungen analysiert.

Die Analysen beziehen sich auf die gesamte Prozesskette, d.h. von der Erzeugung tierischer Lebensmittel inklusive der Futtermittelbereitstellung über Transporte, Be- und Verarbeitung, Lagerhaltung bis hin zur Darbietung der konsumfertigen Lebensmittel in den jeweiligen Verkaufsstellen. Dabei wird einmal davon ausgegangen, dass alle Prozessschritte konventionell durchgeführt werden und ein anderes mal wird eine ökologische Produktionsweise unterstellt. Als weitere Variante wird die so genannte konventionell ressourcenschonende Wirtschaftsweise betrachtet, innerhalb derer ein Teil der mineralischen Düngemittel durch organische ersetzt wird und die verwendeten Kraftfuttermittel teilweise vom Betrieb selbst erzeugt werden.

Im ersten Teil dieser Arbeit (Kapitel II) wird die aktuelle Ernährungssituation in Deutschland abgebildet. Dabei wird ein besonderer Fokus auf den Verbrauch der tierischen Lebensmittel Fleisch, Milch und Eier gelegt. Anschließend werden die wesentlichen Nachhaltigkeitsdefizite im Bereich Landwirtschaft und Ernährung dargestellt. Ebenfalls im ersten Teil dieser Arbeit wird dargestellt, dass es zur Messbarkeit der Nachhaltigkeit verschiedene von Politik und Wissenschaft entwickelte Indikatorensets gibt, und welche Indikatoren für diese Arbeit ausgewählt wurden.

An den ersten Teil schließt die Vorgehensweise an, die zur Ermittlung der gemäß offiziellen Empfehlungen notwendigen Reduktion des Verzehrs tierischer Lebensmittel verwendet wird (Kapitel III). Hier wird aufgezeigt, welche Mengen an Milch, Fleisch und Eiern eine Person im Durchschnitt (noch) konsumieren könnte, wenn diese Vorgaben umgesetzt werden.

Das Kapitel IV umschließt die Berechnungen zu den sozio-ökonomischen und den umweltrelevanten Nachhaltigkeitseffekten. Hierzu gehören der produktspezifische *Primärenergieverbrauch*, die *Treibhausgasemissionen*, die *Arbeitsplätze* sowie der *Flächenverbrauch*. Anhand der ermittelten Zahlen können die Einsparungen in der Höhe des Konsums tierischer Lebensmittel hinsichtlich Nachhaltigkeit bewertet werden.

In Kapitel V folgen eine Schlussbetrachtung sowie die Diskussion der ermittelten Ergebnisse.

II.1 Ernährungssituation in Deutschland

Betrachtet man die Trends in der Ernährung der vergangenen 50 Jahre in Deutschland für ausgewählte Produktgruppen, so lassen sich langfristige Tendenzen im Verbrauch erkennen. Hierbei entwickelt sich die Nachfrage nach einigen Produktgruppen positiv, während andere Produktgruppen etwa konstant oder aber weniger stark nachgefragt werden (BMVEL 2003a).

So ist beispielsweise der Verbrauch an Kartoffeln seit 1950 im früheren Bundesgebiet von über 180 kg auf unter 75 kg pro Kopf und Jahr zurück gegangen. Auch der Verbrauch an Getreideerzeugnissen oder an Milch ist, wenngleich in einem geringeren Ausmaß, innerhalb der vergangenen 50 Jahre gesunken, von etwa 125 kg auf etwa 80 kg (Getreide) bzw. von gut 110 kg auf etwa 90 kg (Konsummilch, nicht Milchprodukte) pro Kopf und Jahr (BMVEL 2003a).

Tendenziell eher konstant geblieben, unter Berücksichtigung leichter Schwankungen innerhalb des Betrachtungszeitraumes, ist hingegen der Verbrauch an tierischen Fetten mit etwa 11 kg pro Kopf und Jahr.

Deutliche Anstiege im jährlichen Pro-Kopf-Verbrauch von Lebensmitteln gab es hingegen bei Gemüse von etwa 50 kg auf knapp 100 kg, bei Frischobst und Zitrusfrüchten von knapp 25 kg bzw. von null auf etwa 100 kg bzw. mehr als 25 kg, bei Eiern von gut 2 kg auf knapp 14 kg, bei Käse von etwa 3 kg auf über 20 kg oder auch bei pflanzlichen Fetten von gut 10 kg bis auf etwa 18 kg (BMVEL 2003a).

II.1.1 Verbrauch bzw. Verzehr an Fleisch, Milch und Eiern

Im Bereich des Verbrauchs an Fleisch zeichnen sich in den letzten 50 Jahren ebenfalls deutliche Tendenzen ab. Während der Verbrauch¹ der „roten“ Fleischsorten (v.a. Schwein und Rind) u.a. bedingt durch „Fleischskandale“ (BSE-Krise) zeitweise rückläufig war², stieg dieser insgesamt von gut 60 kg im Jahr 1960 über mehr als 100 kg (1990) auf knapp unter 90 kg pro Kopf und Jahr (2002; DGE 2004). Der eigentliche Verzehr von Fleisch liegt deutlich unter diesen Angaben, und zwar bei rd. 60 kg pro Person und Jahr (BMVEL 2003a, s. Tabelle 1). Der Gesamtverbrauch an Fleisch für Deutschland entspricht etwa 7,33 Mio. t pro Jahr.

Tabelle 1: Fleischverbrauch und -verzehr in Deutschland (2002)

	Verbrauch	Verzehr
	in kg pro Person und Jahr	
Rind-/Kalbfleisch	12,3	8,4
Schweinefleisch	53,6	38,7
Geflügelfleisch	17,5	10,4
Sonstiges Fleisch (Schaf, Ziege, Pferd etc.)	2,6	1,6
Innereien	3,0	0,8
Fleisch gesamt	89,0	59,9

Quelle: BMVEL 2003a

Wie Tabelle 1 zeigt, steht der Verbrauch an Schweinefleisch mit etwa 60 % des Gesamtverbrauchs an erster Stelle. Während der Verbrauch von Rind- und Kalbfleisch zu Beginn der 1990er Jahre mit über 20 kg pro Person und Jahr noch an zweiter Stelle zu finden ist, steht er nunmehr mit unter 15 % an dritter Stelle. Der Verbrauch von Geflügelfleisch hat innerhalb der letzten Jahre deutlich zugenommen und liegt nun bei knapp 20 % des insgesamt verbrauchten Fleisches.

Diese drei Fleischsorten stellen insgesamt knapp 95 % des Fleischverbrauchs in Deutschland. Der Verbrauch weiterer Fleischsorten hat im Vergleich lediglich untergeordnete Bedeutung.

Die insgesamt pro Person in Deutschland verbrauchte Menge an Kuhmilch (Vollmilchwert) betrug im Jahr 2002 etwa 334 kg (BMVEL 2003a). Da diese Gesamtmenge in verschiedener Form dem menschlichen Verzehr zugeführt wird, z.B. Käse, Sahne, Kondensmilch etc., lag der Anteil des Verzehrs von Frischmilcherzeugnissen (Konsummilch, Buttermilch, Sauermilcherzeugnisse und Milchmischgetränke) bei etwa 92 kg pro Person und Jahr. Knapp drei Viertel der Gesamtmenge an Milch werden für höher verarbeitete Milcherzeugnisse wie z.B. Käse, Trockenmilchprodukte oder Butter aufgewendet (vgl. Tabelle 2).

Der Verbrauch an Hühnereiern liegt im Jahr 2002 bei 217 Stück pro Jahr und Person.

¹ Der Verbrauch umfasst den Anteil für den menschlichen Verzehr (Nahrungsverbrauch) sowie nicht verzehrte Mengen an Knochen, Verluste, Verwendung für Heimtiefutter sowie industrielle Verwertung (BMVEL 2003a).

² Die neusten Angaben (BMVEL 2006) zeigen, dass der Verbrauch bei allen Fleischarten erneut ansteigt.

Tabelle 2: Versorgung der deutschen Bevölkerung mit Milch/-Erzeugnissen und Eiern (2002)

	Verbrauch pro Person und Jahr
	kg
Vollmilch gesamt (entspricht Vollmilchwert)	334
- Konsummilch	62,3
- Buttermilch, Sauermilch- und Milchmodiggetränke	29,7
- Käse gesamt	21,7
- Kondensmilcherzeugnisse	5,5
- Trockenmilchprodukte	2,9
	Stück
Hühnereier	217

Quelle: BMVEL 2003a

Wenngleich der Verbrauch der höher verarbeiteten Milchprodukte im Vergleich zur Konsummilch relativ gering erscheint, entspricht die eingesetzte Milchmenge zur Herstellung oftmals dem Vielfachen vom Gewicht des Endproduktes.

Die in der Tabelle 1 und 2 ausgewiesenen Angaben zum Verbrauch/Verzehr von Fleisch, Milch, Milchprodukten und Eiern entstammen der Agrarstatistik über den gesamtwirtschaftlichen Lebensmittelverbrauch der Bevölkerung. Die Verbrauchsmengen errechnen sich aus der inländischen Erzeugung zuzüglich der importierten und abzüglich der exportierten Erzeugnisse unter Berücksichtigung der Lagerbestände. Aus der Gesamtmenge pro Jahr kann über die Gesamtbevölkerung der Pro-Kopf-Verbrauch ermittelt werden (DGE 2004).

Wenngleich die Agrarstatistik Vorteile durch *Repräsentativität* (gesamt zur Verfügung stehende Menge an Lebensmitteln ohne Einschränkung auf bestimmte Verbrauchergruppen), *Aktualität* und *Vergleichbarkeit* (auch international) aufweist, so ist diese Vorgehensweise nicht unproblematisch, da der tatsächliche Anteil der pro Kopf verzehrten Lebensmittel hierdurch nicht erfasst wird (*Validität* der Daten). Dieser ist aufgrund von Lager- und Verzehrverlusten geringer als der errechnete Verbrauch. Weiterhin lassen sich die ermittelten Angaben nicht für verschiedene Verbrauchergruppen differenzieren, wie z.B. nach Alter oder Geschlecht (Mangel an *Differenziertheit*; DGE 2004).

Mit Hilfe der *Einkommens- und Verbrauchsstichprobe* kann eine deutlich höhere Differenzierung beim Lebensmittelverbrauch im Vergleich zur Agrarstatistik erfolgen. Hierbei sind Abstufungen zwischen verschiedenen Personengruppen (Alter und Geschlecht) möglich. Darüber ist eine höhere *Validität* der Daten aufgrund der Verbrauchernähe im Vergleich zur Agrarstatistik zu erwarten. Es werden demnach die real verzehrten Mengen genauer dargestellt als dies innerhalb der Agrarstatistik möglich ist (DGE 2004).

Die *Einkommens- und Verbrauchsstichprobe* (EVS) wird im 5-Jahres-Rhythmus vom Statistischen Bundesamt als Haushaltsbudget-Erhebung durchgeführt. Diese Erhebung, an der im Jahr 1998 62.000 Haushalte beteiligt waren, setzt sich zusammen aus einer Grob- und einer Feinschreibung. Bei der Grobschreibung werden von den Haushalten im Zeitraum von 3 Monaten jegliche Ein- und Ausgaben erfasst. Ein Fünftel der Gesamt-

haushalte führt zudem innerhalb der Feinanschreibung den mengen- und wertmäßigen Verbrauch an Nahrungs- und Genussmitteln auf. Die Grundgesamtheit wird als repräsentativ für den Großteil der privaten Haushalte in Deutschland erachtet. Personen ohne festen Wohnsitz bzw. Personen in Gemeinschaftsunterkünften oder Anstalten (bspw. Seniorenheime) sowie Haushalte mit einem monatlichen Nettoeinkommen von mehr als 17.900 € werden nicht in die Stichprobe aufgenommen (Chlumsky et al. 1997; Kühnen 1999; Statistisches Bundesamt 2000; Krebs 2002).

Die Schwäche der EVS liegt in ihrer relativ geringen *Aktualität*, die sich wiederum aus dem langen Erhebungsintervall (alle fünf Jahre) sowie aus der bis zu zwei Jahre dauernden Bereitstellung erhobener Daten durch das Statistische Bundesamt ergibt (DGE 2004).

Die innerhalb der EVS erhobenen Daten differenzieren neben dem Alter, dem Geschlecht sowie neben alten und neuen Bundesländern ebenfalls nach insgesamt 24 Lebensmittelgruppen. In den Bereich der für diese Arbeit relevanten Lebensmittelgruppen fallen Fleisch, Wurstwaren und Fleischerzeugnisse, Eier, Milch, Milcherzeugnisse, Käse und Quark sowie Butter (DGE 2004). In Tabelle 3 finden sich für diese Gruppen die jeweils durchschnittlich verzehrten Mengen, untergliedert nach Geschlecht.

Tabelle 3: Durchschnittlicher Verzehr tierischer Lebensmittel in Deutschland differenziert nach Geschlecht

	durchschnittlicher Verzehr in kg pro Person und Jahr	
	männliche Personen	weibliche Personen
Fleisch	23,4	21,2
Wurstwaren und Fleischerzeugnisse	25,6	18,8
Eier	7,1	6,6
Milch	59,7	49,6
Milcherzeugnisse	20,8	24,3
Käse und Quark	12,6	14,8
Butter	5,1	5,5

Quelle: DGE 2004

Durchschnittliche Werte aus alten und neuen Bundesländern.

Ein Vergleich zwischen dem durchschnittlichen Verzehr männlicher und weiblicher Personen zeigt, dass Männer mehr Fleisch, Wurstwaren und Fleischerzeugnisse, Eier und Milch aufnehmen. Frauen hingegen verzehren mehr Milcherzeugnisse, Käse und Quark sowie Butter als Männer.

Ein Vergleich der aus der Agrarstatistik und der EVS gewonnenen Ergebnisse kann aufgrund der unterschiedlichen Betrachtungszeiträume sowie aufgrund der andersartigen Bezugsgrößen/Lebensmittelgruppen nur eingeschränkt erfolgen. Dennoch ergibt sich eine relative Übereinstimmung beim Verzehr/Verbrauch von Konsummilch. Hier liegen die Angaben innerhalb der Agrarstatistik für das Jahr 2002 bei 62 kg pro Person und Jahr. Die EVS weist hierfür einen Durchschnitt von knapp 55 kg aus.

Wird hingegen beispielsweise der Verbrauch/Verzehr von Hühnereiern gewählt, so erscheinen die Angaben aus der Agrarstatistik mit etwa 13,5 kg pro Person und Jahr knapp doppelt so hoch wie die knapp 7 kg aus der EVS. Eine Erklärung hierfür ist, dass in der

Befragung der Haushalte lediglich der Verzehr von Hühnereiern als solche angegeben wird und keine Berücksichtigung der Eier in weiter verarbeiteten Lebensmitteln (z.B. Nudeln, Backwaren) erfolgt. Innerhalb der Agrarstatistik wird hingegen die Gesamtzahl der zur Verfügung stehenden Eier durch die Gesamtbevölkerung dividiert, wodurch ein höherer Gesamtverzehr zustande kommt.

II.1.2 Nährstoffzufuhr über tierische Lebensmittel

Die aus der EVS gewonnenen Daten werden innerhalb der Literatur anhand des Bundeslebensmittelschlüssels (BLS) in Nährstoffzufuhrdaten umgerechnet. Hierdurch können Angaben zur Zufuhr von Nahrungsenergie und den jeweiligen relativen und absoluten Anteilen der energieliefernden Nährstoffe (z.B. Protein, Fett, Kohlenhydrate) gemacht werden.

In Tabelle 4 wird die Höhe der täglichen Energieaufnahme in kcal pro Tag und Person sowie der absoluten Zufuhr in Gramm pro Tag und Person von Protein, Fett und Kohlenhydraten für männliche und weibliche Personen in Deutschland ausgewiesen. Die Höhe des Anteils von Proteinen, Fett und Kohlenhydraten wird auf die Gesamtration bezogen, jeweils weiter unterteilt nach tierischen und pflanzlichen Anteilen.

Die Zufuhr von Energie, Proteinen, Fett und Kohlenhydraten wird ins Verhältnis zu den entsprechenden *D-A-CH-Referenzwerten* für die Nährstoffzufuhr gesetzt. Diese Referenzwerte wurden erstmals im Jahre 2000 als wissenschaftlicher Konsens der Ernährungsgesellschaften Deutschlands (D), Österreichs (A) sowie der Schweiz (CH) in den „Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr“ nieder gelegt (DGE et al. 2000b). Die in dieser Literatur empfohlenen Zufuhrmengen stellen bei fast allen Personen (etwa 98 %) einer gesunden Bevölkerung eine adäquate Nährstoffversorgung sicher. Das bedeutet, dass gesunde Personen, deren Zufuhr den *D-A-CH-Referenzwerten*³ entspricht, mit einer Wahrscheinlichkeit von 98 % ausreichend mit Nährstoffen versorgt sind. Eine unterhalb dieser Referenzwerte ernährte Person ist jedoch nicht zwangsläufig unterversorgt, wobei der individuelle Nährstoffbedarf umso weniger gesichert ist, je weiter die Zufuhr von den Empfehlungen abweicht (DGE 2004).

Aus den *D-A-CH-Referenzwerten* für die Nährstoffzufuhr geht hervor, dass die gesamte Energiezufuhr einer Person zu mindestens 50 % aus Kohlenhydraten und zu weniger als 30 % aus Fett bestehen sollte. Die Zufuhr von Protein sollte bei 0,8 g pro kg Körpergewicht und Tag liegen. Aus dieser Angabe lässt sich für die Höhe der Energiezufuhr aus Proteinen ein Gesamtanteil zwischen 8 und 10 % ableiten (DGE et al. 2000b).

³ Basis der Referenzwerte bildet der Durchschnittsbedarf eines gesunden Menschen ohne chronischen Medikamentengebrauch und ohne Belastungen durch Alkohol- und Nikotinkonsum. Altersbedingte ernährungsmedizinische Besonderheiten sind ebenfalls berücksichtigt (DGE et al. 2000b).

Tabelle 4: Durchschnittliche tägliche Energie- und Nährstoffzufuhr und Anteil der energieliefernden Nährstoffe

	männliche Personen					weibliche Personen				
	Menge	Anteil [%]			% von D-A-CH	Menge	Anteil [%]			% von D-A-CH
		gesamt	pflzl.	tier.			gesamt	pflzl.	tier.	
Energie	2.436 kcal	100	70	30	109	2.190 kcal	100	69	31	121
Protein	80 g	13	41	59	158	73 g	14	43	57	168
Fett	100 g	36	46	54	128	89 g	36	44	56	149
Kohlenhydrate	272 g	45	94	6	90	255 g	47	94	6	103

Quelle: DGE 2004, Werte gerundet

Aus Tabelle 4 lässt sich entnehmen, dass bis auf die Kohlenhydratzufuhr bei Männern wie Frauen die aufgenommenen Nährstoffmengen stets über den *D-A-CH-Referenzwerten* liegen. So liegt die zugeführte Energie bei Männern im Durchschnitt um knapp 10 % und bei Frauen um gut 20 % über den Referenzwerten. Bei der Zufuhr von Protein werden um knapp 60 % bzw. knapp 70 % höhere Werte erreicht und bei der Zufuhr von Fett liegen die verzehrten Mengen um ca. 30 % (Männer) bzw. 50 % (Frauen) zu hoch. Die Zufuhr von Kohlenhydraten an der Gesamtration männlicher Personen liegt um etwa 10 % unter den Referenzwerten, während Frauen die Referenzwerte etwa gerade erreichen. Das heißt, dass die Zufuhr von Nährstoffen – mit Ausnahme der Kohlenhydrate – innerhalb der deutschen Bevölkerung über den aus wissenschaftlicher Sicht empfohlenen Mengen liegt. Die Folgen dieses deutlich über dem Bedarf angesiedelten Nährstoffverbrauchs spiegeln sich in der steigenden Zahl übergewichtiger Menschen in Deutschland wider. Allerdings ist der überhöhte Nährstoffverbrauch nicht die alleinige Ursache für Übergewicht; Bewegungsmangel ist hier ebenfalls von entscheidender Bedeutung. Als von Übergewicht betroffen, mit einem BMI⁴ von ≥ 25 , gilt in Deutschland mittlerweile mehr als die Hälfte aller Bürger (DGE 2004).

Eine überhöhte Zufuhr an Proteinen stellt nach heutigem Stand der Wissenschaft bei gesunden Personen zwar kein direktes Gesundheitsrisiko dar. Da jedoch etwa 60 % des aufgenommenen Proteins tierischen Ursprungs sind (s. Tabelle 4), ist die Aufnahme aufgrund des zumeist gleichzeitig aufgenommenen Fettes (v.a. gesättigte Fettsäuren; hier wird der empfohlene Richtwert von 10 % der Energiezufuhr um durchschnittlich 30 bis 60 % überschritten), Cholesterols oder von Purinen jedoch nicht unkritisch (DGE 2004). Die durchschnittlich zugeführte Menge an Fett – und hier steht wiederum tierisches Fett im Verhältnis mit etwa 55 % an erster Stelle – liegt mit 28 % bei den Männern und 49 % bei den Frauen deutlich über den Referenzwerten. Ein überhöhter Fettverzehr kann zur Entstehung von Stoffwechselkrankheiten, Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder z.B. Brustkrebs beitragen (DGE et al. 2000b; WHO 2003) und ist somit gesundheitsrelevant.

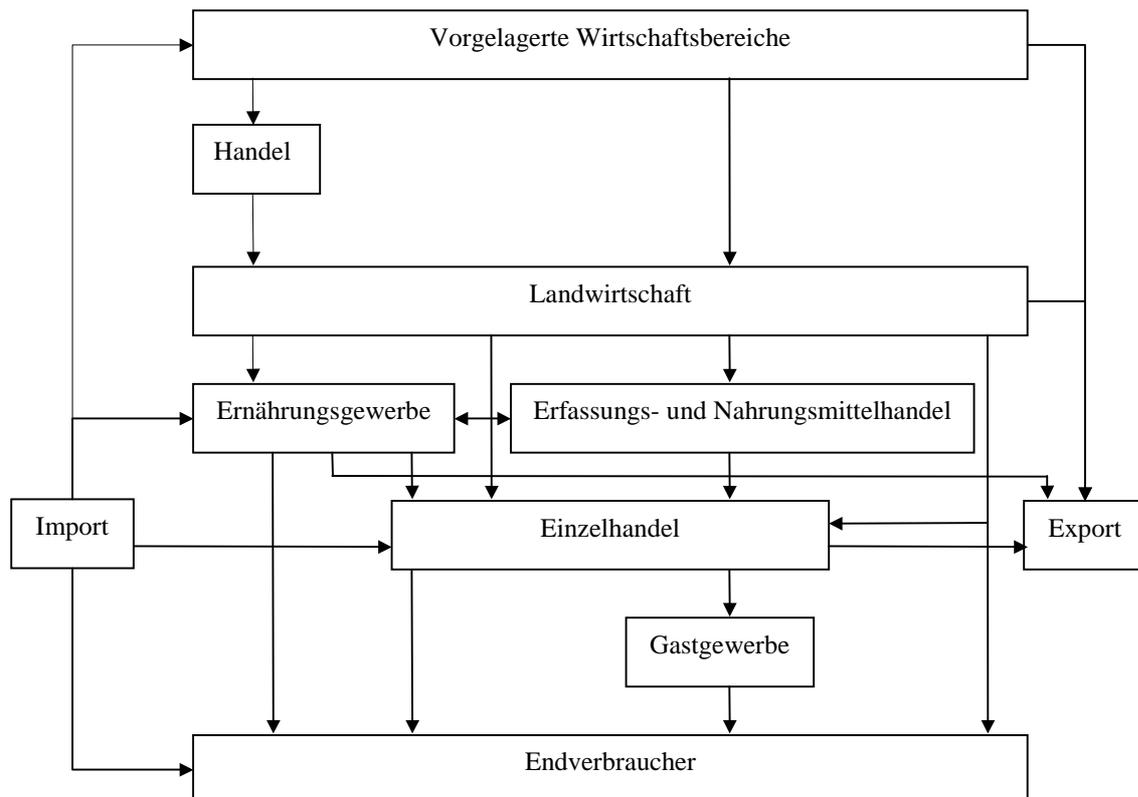
⁴ BMI = Body Mass Index: Körpergewicht [kg]/Quadrat der Körperlänge [m²] (DGE 2004).

II.1.3 Einordnung von Landwirtschaft und Ernährung in den Kontext nachhaltiger Entwicklung

Der Bereich Landwirtschaft und Ernährung (Agribusiness⁵) ist durch ökonomische, ökologische und ressourcenbezogene Parameter in die in- und ausländische Gesamtwirtschaft eingeflochten. Er besitzt in Deutschland einen Anteil von knapp 7 % an der volkswirtschaftlichen Bruttowertschöpfung. Hier sind etwa 4,3 Mio. Erwerbstätige, das entspricht gut 11 % aller Erwerbstätigen in Deutschland, beschäftigt. Darüber hinaus gilt Deutschland weltweit als drittgrößter Agrarimporteure und als fünftgrößter Agrarexporteur (BMELF 2000).

Obwohl der Anteil der Landwirtschaft an der Bruttowertschöpfung mit etwa 1 % nur einen relativ geringen Teil aller Wirtschaftsbereiche stellt (BMVEL 2004b), erschließt sich die volkswirtschaftliche Bedeutung dieses Wirtschaftsbereiches durch die enge Vernetzung mit anderen Zweigen der Wirtschaft. Eine Betrachtung der rein quantitativen Nahrungsmittelproduktion würde die gesellschaftspolitische Bedeutung vernachlässigen. Die Ernährungssicherheit, die Regionalpolitik (Sicherung von Arbeitsplätzen in strukturschwächeren Regionen) sowie die Entwicklung und der Erhalt der Kulturlandschaft werden zu beträchtlichen Teilen von der Landwirtschaft getragen (UBA 2002b). Gleichzeitig tragen die derzeitigen agrarpolitischen Rahmenbedingungen und das Ernährungsverhalten der deutschen Bevölkerung auch zu aktuellen ökologischen, ökonomischen, sozialen und gesundheitlichen Defiziten im Ernährungssystem bei (Coenen et al. 2003).

⁵ Zum Bereich Ernährung und Landwirtschaft zählen jegliche Güter und Dienstleistungen, die unmittelbar oder mittelbar für die Ernährung Verwendung finden. Infolgedessen sind hierin alle Vorleistungen für die Landwirtschaft (wie Saatgut, Dünge- oder Futtermittel), die eigentliche landwirtschaftliche Erzeugung und die Fischereiwirtschaft enthalten. Die Glieder nach der Landwirtschaft umfassen die Verarbeitung der landwirtschaftlich produzierten Erzeugnisse, den Handel und die Lagerung von Lebensmitteln sowie die jeweiligen Verbraucheraktivitäten (Aufbewahren, Zubereiten und Entsorgen von Resten und Abfällen). In der Gesamtheit werden die vor- und nachgelagerten Wirtschaftsbereiche der Landwirtschaft unter dem Begriff „Agribusiness“ zusammen gefasst.

Abbildung 1: Verflechtungen im Agribusiness

Quelle: BMELF 2000

Durch einen eingeschränkten Verzehr an Lebensmitteln tierischer Herkunft könnten die ernährungsbedingten Gefährdungen der menschlichen Gesundheit und die mit der Nahrungsproduktion verbundenen Nachhaltigkeitsdefizite verringert werden. Des Weiteren könnte zusätzliche Fläche für die Erzeugung von nachwachsenden Rohstoffen zur Verfügung gestellt werden. Andererseits könnten damit aber auch negative Auswirkungen auf die Beschäftigung in der Landwirtschaft und im ländlichen Raum einhergehen.

Ob ein eingeschränkter Verzehr an Lebensmitteln tierischer Herkunft zu einer insgesamt nachhaltigen Entwicklung des Bereichs Ernährung und Landwirtschaft beitragen kann und wo im Einzelnen die Chancen und Herausforderungen liegen, das soll durch eine Einordnung des eingeschränkten Verzehrs an Lebensmitteln tierischer Herkunft in den Kontext einer nachhaltigen Entwicklung untersucht werden.

Zu diesem Zweck wird das von der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren am Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse ITAS entwickelte Integrative Nachhaltigkeitskonzept herangezogen und an die Fragestellung angepasst. Dieses „Integrative Konzept nachhaltiger Entwicklung“ (Kopfmüller et al. 2001; Grunwald et al. 2001; Coenen et al. 2003) wurde ausgewählt, weil es im Vergleich zu anderen Arbei-

ten zur Operationalisierung von Nachhaltigkeit⁶ die unterschiedlichen Bereiche der Nachhaltigkeit integrativ betrachtet.

Nachfolgend werden zunächst die Grundzüge des *Integrativen Nachhaltigkeitskonzeptes* vorgestellt⁷. Dazu zählen die generellen Ziele nachhaltiger Entwicklung und die definierten Mindestbedingungen, die erfüllt sein müssen, um diese Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Anschließend wird das Nachhaltigkeitskonzept an die Fragestellung der Arbeit angepasst, d. h. der Katalog an zu erfüllenden Mindestbedingungen, so genannte Regeln, wird einem Screening unterzogen mit dem Ziel, die für die weitere Bearbeitung relevanten Regeln herauszuarbeiten. Dann werden für die „betroffenen“ Nachhaltigkeitsregeln Indikatoren ausgewählt, mit denen die Wirkung eines reduzierten Verbrauchs an tierischen Lebensmitteln auf die Mindestanforderungen abgelesen werden kann. Anhand der ausgewählten Indikatoren nachhaltiger Entwicklung wird der eingeschränkte Verzehr an Lebensmitteln tierischer Herkunft in den Kontext nachhaltiger Entwicklung eingeordnet.

II.2 Ziele und Mindestanforderungen nachhaltiger Entwicklung

II.2.1 Generelle Ziele nachhaltiger Entwicklung

Das Integrative Nachhaltigkeitskonzept versteht Nachhaltigkeit – in Anlehnung an den Bericht der Brundtland-Kommission und die Rio-Dokumente – als Bestandteil einer globalen Vision für die Entwicklung der menschlichen Zivilisation. Das Konzept übersetzt die konstitutiven Elemente von Nachhaltigkeit in drei generelle Ziele nachhaltiger Entwicklung:

- Sicherung der menschlichen Existenz
- Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials
- Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten

Diese Ziele werden durch Mindestbedingungen einer nachhaltigen Entwicklung konkretisiert, auf deren Gewährleistung alle Mitglieder der globalen Gesellschaft – unter Einschluss kommender Generationen – einen moralischen Anspruch haben. Diese Mindestanforderungen, die als Handlungsleitlinien oder „Regeln“ formuliert sind, beinhalten sowohl ökologische als auch ökonomische und soziale Aspekte. Sie bilden den normativen Bezugsrahmen, der als Leitorientierung für die Kontextualisierung von Nachhaltigkeitsbetrachtungen dient.

Zu den Voraussetzungen für eine nachhaltige Entwicklung gehören zum einen die 15 substanziellen Mindestanforderungen (Tabelle 5), die den Nachhaltigkeitsbegriff in Bezug auf gesellschaftliche Bereiche, wie z.B. den Umgang mit natürlichen Ressourcen, konkretisieren. Zum anderen gehören dazu Bedingungen, die definieren, unter welchen

⁶ Die im Bereich Landwirtschaft bislang durchgeführten Nachhaltigkeitsanalysen sind meist nur mit einem begrenzten Spektrum an Indikatoren durchgeführt worden, die überwiegend aus dem ökologischen Bereich stammen (z. B. MAFF 2000, Meyer-Aurich 2000, Gottschick et al. 2003, Roedenbeck 2004, Schäfer et al. 2004, Oppermann et al. 2005)

⁷ Grundlage der Ausführungen ist Jörissen et al. 2005 und Coenen et al. 2003. Zur ausführlichen Darstellung des integrativen Ansatzes siehe Kopfmüller et al. 2001.

Voraussetzungen im Hinblick auf institutionelle Bedingungen eine Einhaltung der substanziellen Mindestbedingungen überhaupt möglich ist. Diese werden aber nicht weiter ausgeführt, da sie aufgrund des regionalen Bezugs des Forschungsvorhabens hier keine Relevanz haben.

Tabelle 5: Substanzielle Mindestanforderungen nachhaltiger Entwicklung

Generelle Nachhaltigkeitsziele		
Sicherung der menschlichen Existenz	Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials	Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten
Mindestanforderungen (Regeln)		
Schutz der menschlichen Gesundheit (1)	Nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen (6)	Chancengleichheit im Hinblick auf Bildung, Beruf, Information (11)
Gewährleistung der Grundversorgung (2)	Nachhaltige Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen (7)	Partizipation an gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen (12)
Selbstständige Existenzsicherung (3)	Nachhaltige Nutzung der Umwelt als Senke (8)	Erhaltung des kulturellen Erbes und der kulturellen Vielfalt (13)
Gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten (4)	Vermeidung unvermeidbarer technischer Risiken (9)	Erhaltung der kulturellen Funktion der Natur (14)
Ausgleich extremer Einkommens- und Vermögensunterschiede (5)	Nachhaltige Entwicklung des Sach-, Human- und Wissenskapitals (10)	Erhaltung der sozialen Ressourcen (15)

Quelle: Kopfmüller et al. 2001

Nachfolgend werden vorerst die drei generellen Nachhaltigkeitsziele und anschließend die diesen zugeordneten Mindestbedingungen kurz erläutert (vgl. Kopfmüller et al. 2001).

II.2.1.1 Sicherung der menschlichen Existenz

Eine Grundbedingung für die Sicherung der menschlichen Existenz ist, dass die Umweltbedingungen derart beschaffen sind, dass sie zu keinen Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit führen. Das bedeutet, dass anthropogen bedingte Umweltbelastungen, durch die die menschliche Gesundheit gefährdet oder geschädigt werden kann, zu minimieren sind (Regel 1). Diese Forderung betrifft in erster Linie gesundheitsrelevante Einflüsse aus der Umwelt, wie z.B. gesundheitsrelevante Schadstoffemissionen, denen alle Teile der Bevölkerung mehr oder weniger stark ausgesetzt sind. Eine zweite Forderung betrifft die Befriedigung der materiellen Grundbedürfnisse, die als unverzichtbare Voraussetzung für eine menschenwürdige Existenz anzusehen ist. Für alle Mitglieder der Gesellschaft muss ein Mindestmaß an Grundversorgung (z.B. Ernährung, Energieversorgung, medizinische Grundversorgung) sowie die Absicherung gegen zentrale Lebensrisiken (z.B. Krankheit) gewährleistet sein (Regel 2).

Ein weiteres Ziel der Sicherung der menschlichen Existenz ist es, für alle Gesellschaftsmitglieder die Rahmenbedingungen und Möglichkeiten zu schaffen, ihre Existenz – einschließlich Kindererziehung und Altersversorgung – durch eine frei übernommene Tätigkeit zu sichern und ihr Leben in aktiver und produktiver Weise selbst gestalten zu können (Regel 3). Hier geht es darum, die Menschen in die Lage zu versetzen, sich selbst mit allem Nötigen versorgen zu können, statt durch Transferzahlungen oder andere externe Hilfeleistung nur versorgt zu sein. Die Wahrnehmung dieser aktiven Rolle dient nicht nur der Erzielung von Einkommen, sondern gewährleistet u.a. Autonomie und Sinnerfüllung und bildet die Basis für die Anerkennung des Einzelnen als vollwertiges Mitglied der Gesellschaft (Kopfmüller et al. 2001).

Das Einlösen der Forderung nach selbständiger Existenzsicherung setzt voraus, dass der Zugang zu den dafür notwendigen Ressourcen gesichert ist. Eine Mindestbedingung hierfür ist eine gerechte Verteilung der Nutzungsmöglichkeiten an den global zugänglichen Umweltgütern (z.B. Erdatmosphäre, Weltmeere, Wasser, biologische Vielfalt) unter fairer Beteiligung aller Betroffenen (Regel 4). Die Forderung nach Gewährleistung menschenwürdiger Lebensbedingungen und selbständiger Existenzsicherung impliziert auch, dass extreme Unterschiede in der Einkommens- und Vermögensverteilung möglichst ausgeglichen werden sollen (Regel 5). Die Vermögensverteilung muss zumindest insofern gerecht sein, als extreme Armut, die eine aktive Teilnahme am gesellschaftlichen Leben unmöglich macht und zur sozialen Ausgrenzung führen würde, ausgeschlossen ist.

II.2.1.2 Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials

Das in einer Generation insgesamt vorhandene Produktivpotenzial muss möglichst ungeschmälert an nachfolgende Generationen weitergegeben werden, wenn eine Entwicklung als nachhaltig eingestuft werden soll. Das Integrative Nachhaltigkeitskonzept geht dabei davon aus, dass Naturkapital nur in begrenztem Umfang durch künstliches Kapital (z.B. Sachkapital) substituiert werden kann, sofern die grundlegenden Funktionen der Natur erhalten bleiben. Im Hinblick auf die erneuerbaren Ressourcen wird gefordert, dass deren Nutzungsrate ihre Regenerationsrate nicht übersteigen und die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des jeweiligen Ökosystems nicht gefährden darf (Regel 6). Da auf eine Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen jedoch nicht gänzlich verzichtet werden kann, muss ihr Verbrauch ausgeglichen werden. Das bedeutet, dass die Reichweite der nachgewiesenen nicht erneuerbaren Ressourcen über die Zeit konstant zu erhalten ist (Regel 7). Diese Mindestbedingung ist nur zu erfüllen, wenn entweder der Verbrauch solcher Ressourcen durch Verhaltensänderungen eingeschränkt oder die Ressourcenproduktivität erhöht wird und nicht erneuerbare Ressourcen durch erneuerbare substituiert oder neue Reserven erschlossen werden.

Um die für den Menschen unentbehrlichen Regelungs- und Trägerfunktionen dauerhaft zu erhalten, wird gefordert, dass die anthropogenen Stoffeinträge die Aufnahmefähigkeit der Umweltmedien und Ökosysteme nicht überschreiten dürfen (Regel 8). Darüber hinaus wird gefordert, dass technische Risiken mit möglicherweise katastrophalen Auswirkungen für Mensch und Umwelt zu vermeiden sind (Regel 9), weil ansonsten das gesellschaftliche Produktivkapital gefährdet würde – ganz abgesehen von den Folgen für Gesundheit und Umwelt.

Das gesellschaftliche Produktivkapital enthält über das natürliche Kapital hinaus auch soziale, ökonomische und kulturelle Kapitalarten. Dieses Sach-, Human- und Wissenskapital ist so zu entwickeln, dass die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit zumindest erhalten bleibt bzw. verbessert wird (Regel 10). Vor allem bezüglich des Sachkapitals schließt der hier verwendete Begriff der Entwicklung nicht nur die Möglichkeit von Erhaltung oder Anpassung im Sinne von Aufbau oder Umbau ein, sondern ggf. auch den Abbau.

II.2.1.3 Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten

Dem Integrativen Nachhaltigkeitskonzept zufolge gehören neben den materiellen Lebensgrundlagen auch immaterielle Aspekte, wie Integration in kulturelle und soziale Zusammenhänge oder ästhetische Erfahrungen, zu den Mindestbedingungen nachhaltiger Entwicklung. Bezogen auf den einzelnen Menschen bedeutet dies, dass die individuellen Entfaltungsmöglichkeiten heute und in Zukunft gesichert sein müssen. Eine Mindestbedingung dafür ist, dass alle Mitglieder einer Gesellschaft gleichwertige Chancen in Bezug auf den Zugang zu Bildung, Information, Kultur, beruflicher Tätigkeit, Ämtern und sozialen, politischen und ökonomischen Positionen haben müssen (Regel 11). Der freie Zugang zu diesen Gütern wird als Voraussetzung dafür betrachtet, dass alle Mitglieder der Gesellschaft die gleichen Möglichkeiten haben, ihre eigenen Talente und Lebenspläne zu realisieren.

Eine weitere Mindestbedingung nachhaltiger Entwicklung ist die Möglichkeit aller Mitglieder einer Gesellschaft zur Partizipation an gesellschaftlich relevanten Entscheidungsprozessen (Regel 12). Hinter dieser Regel steht die Annahme, dass sich eine Gesellschaft nur dann in der gewünschten Weise entwickeln wird, wenn sie ihren Mitgliedern die Chance zur Teilhabe an der gesellschaftlichen Willensbildung einräumt. Die Regel zielt auf die Erhaltung, Erweiterung und Verbesserung demokratischer Formen der Entscheidungsfindung und Konfliktregulierung, insbesondere im Hinblick auf solche Entscheidungen, die für die künftige Entwicklung und Gestaltung der Gesellschaft von zentraler Bedeutung sind.

Weiterhin dürfen in kultureller Hinsicht die heute bestehenden Wahlmöglichkeiten nicht vermindert werden. Eine Mindestbedingung dafür ist, dass das kulturelle Erbe der Menschheit sowie die Vielfalt kultureller, ästhetischer und sozialer Werte erhalten bleiben (Regel 13). Diese Forderung schließt den Schutz der Natur – über ihre wirtschaftliche Funktion als Rohstofflieferant und Senke für Schadstoffe hinaus – mit ein. Das bedeutet, dass Kultur- und Naturlandschaften bzw. Landschaftsteile von besonders charakteristischer Eigenart und Schönheit wegen ihrer kulturellen Bedeutung als Gegenstand kontemplativer, spiritueller, religiöser und ästhetischer Erfahrung zu erhalten sind (Regel 14).

Im Interesse einer langfristig nachhaltigen Entwicklung einer Gesellschaft ist es schlussendlich auch notwendig, dass für die Integration, Sozialisation und Motivation ihrer Mitglieder Sorge getragen wird. Eine Mindestvoraussetzung dafür wird in der Erhaltung der „sozialen Ressourcen“ gesehen. Dies bedeutet, dass Rechts- und Gerechtigkeitssinn, Toleranz, Solidarität und Gemeinwohlorientierung sowie Potenziale der gewaltfreien Konfliktregelung gestärkt werden müssen, um den sozialen Zusammenhalt der Gesellschaft zu gewährleisten (Regel 15).

II.2.2 Indikatoren nachhaltiger Entwicklung

Bei der Anwendung der vorgestellten 15 konstitutiven Regeln des Integrativen Konzeptes nachhaltiger Entwicklung auf die Themenstellung dieser Arbeit stellte sich heraus, dass viele Regeln in dem Kontext dieser Arbeit keine wesentliche Rolle spielen. Ausschlaggebend war bei einigen Regeln, dass die „Einschränkung des Verzehrs an Nahrungsmitteln tierischer Herkunft“ keine oder nur unwesentliche Berührungspunkte mit der jeweiligen Nachhaltigkeitsregel aufweisen. Auswirkungen der Fragestellung sind lediglich bei folgenden sieben Nachhaltigkeitsregeln zu erwarten:

- Schutz der menschlichen Gesundheit (1)
- Selbstständige Existenzsicherung (3)
- Gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten (4)
- Nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen (6)
- Nachhaltige Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen (7)
- Nachhaltige Nutzung der Umwelt als Senke (8)
- Erhalt der kulturellen Funktion der Natur (14)

Mit den für eine weitere Bearbeitung ausgewählten Mindestanforderungen werden alle drei Nachhaltigkeitsziele angesprochen. Es wird allerdings deutlich, dass die Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials den Schwerpunkt bildet und Interaktionen mit dem Ziel der Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten eher gering sind und nur die Mindestanforderung an den Erhalt der kulturellen Funktionen der Natur betreffen.

Den „betroffenen“ Nachhaltigkeitsregeln werden nachfolgend Indikatoren zur Operationalisierung zur Seite gestellt. Für die Auswahl der Indikatoren war das Hauptkriterium die Validität, d.h. der Indikator muss die Auswirkungen des eingeschränkten Verzehrs an Lebensmittel tierischen Ursprungs sachgerecht widerspiegeln. Als weitere Kriterien wurden die Zuverlässigkeit, d.h. die Genauigkeit und die Objektivität des Indikators, sowie die Datenverfügbarkeit herangezogen. Außerdem musste eine Richtungssicherheit vorhanden sein. Dies bedeutet, dass aus Nachhaltigkeitssicht klar sein muss, ob ein Ansteigen des Indikatorwertes positiv oder negativ zu bewerten ist. Die Richtung der zeitlichen Entwicklung dient als Orientierung für die Nachhaltigkeitsbewertung.

II.2.2.1 Schutz der menschlichen Gesundheit

Fehlernährung und ernährungsbedingte Krankheiten sind in Deutschland weit verbreitet. Neben dem für das Gesundheitswesen wichtigen Problem der Adipositas (Fettsucht) und des Übergewichtes spielen z.B. auch Karies, Hypertonie (Bluthochdruck), Hyperlipidämien (erhöhte Blutfettwerte) oder Diabetes mellitus eine entscheidende Rolle (Coenen et al. 2003).

In 2003 war mit 49 % fast die Hälfte der erwachsenen Bevölkerung ab 18 Jahre übergewichtig, ein Prozentpunkt mehr als 1999 (Statistisches Bundesamt 2004). Nach Berechnung mit einem Body-Mass-Index⁸ hatten 13 % der Bevölkerung starkes Übergewicht. In allen Altersgruppen waren Männer häufiger übergewichtig als Frauen. Insgesamt waren 58 % der Männer (1999: 56 %) und 41 % der Frauen übergewichtig (1999: 40 %). Starkes Übergewicht lag bei 14 % der Männer und bei 12 % der Frauen vor.

Die Folgen von Übergewicht können Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems, des Verdauungstraktes oder der Gelenke sein. Neben den rein gesundheitlichen Aspekten solcher Erscheinungen sind auch soziale Probleme zu erwarten (z.B. Diskriminierungen; Coenen et al. 2003). Neben der individuellen Ebene solcher Erkrankungen existiert eine allgemeine Ebene, die sich durch die im Gesundheitswesen hervorgerufenen Kosten ergibt. Vorsichtige Schätzungen gehen von einem Anteil von etwa 30 % der Gesamtkosten im Gesundheitswesen für die Folgen ernährungs(mit)bedingter Krankheiten aus (von Koerber et al. 2000; Coenen et al. 2003). Als sicher gilt, dass durch eine entsprechend gesündere Ernährung der Bevölkerung, z.B. mit mehr Obst und Gemüse, sowie körperliche Aktivität das Risiko von Übergewicht und damit einhergehender Leiden/Krankheiten eingeschränkt werden könnte.

Die Ursachen von Übergewicht sind multifaktoriell begründet. Hier spielen soziale, kulturelle, politische, strukturelle und persönliche Einflüsse eine Rolle (Coenen et al. 2003). Auf der Lebensmittelebene lassen sich nach von Koerber et al. (2000) zwei Hauptursachen ableiten: Demnach konsumieren die Deutschen im Durchschnitt zu viele tierische Lebensmittel, insbesondere Fleisch, Fleischwaren und Eier. Daneben werden zu viele verarbeitete bzw. konzentrierte Produkte verzehrt, z.B. Auszugsprodukte, Süßigkeiten, Konserven oder Fertigprodukte.

In der Diskussion zur Operationalisierung des Nachhaltigkeitsziels des Schutzes der menschlichen Gesundheit vor Überernährung ist u. a. der „Body-Mass-Index“.

II.2.2.2 Selbstständige Existenzsicherung

Das Erfüllen der Nachhaltigkeitsforderung, allen Gesellschaftsmitgliedern die Möglichkeit zu geben, ihre Existenz durch eine frei übernommene Tätigkeit selbst zu sichern, hängt entscheidend von der Arbeitsplatz- und Einkommenssituation ab. Deshalb wird der Indikator „Beschäftigung“ zur Operationalisierung des Nachhaltigkeitsziels der selbstständigen Existenzsicherung verwendet.

Der Arbeitsmarkt in Deutschland ist mit einer Arbeitslosenzahl von etwa 4,8 Mio. und einer Arbeitslosenquote von etwa 12 % (Statistisches Bundesamt Deutschland 2006) nicht nachhaltig⁹. Ein Anstieg der Arbeitslosigkeit ist besonders für den ländlichen Raum prob-

⁸ Die Körpermaße zu Größe und Gewicht (Körpergewicht (kg) dividiert durch Körpergröße zum Quadrat) dienen als Grundlage zur Bestimmung des sog. Body-Mass-Index, mit dem Übergewicht festgestellt wird. Dieser Index wird errechnet, indem man das Körpergewicht (in kg) durch die Körpergröße (in Metern, quadriert) teilt, Geschlecht und Alter bleiben unberücksichtigt. Die Weltgesundheitsorganisation stuft Erwachsene mit einem Body-Mass-Index (BMI) über 25 als übergewichtig, mit einem Wert über 30 als stark übergewichtig ein. So gilt beispielsweise ein 1,80 m großer Erwachsener ab 81 kg als übergewichtig und ab 97 kg als stark übergewichtig.

⁹ Eine Arbeitslosenquote von ca. 3 % gilt als Vollbeschäftigung (Brandl et al. 2003) und damit als nachhaltig.

lematisch, da hier das Arbeitsplatzangebot in der Regel geringer ist als in den Verdichtungsräumen, was Alternativen für einmal verloren gegangene Arbeitsplätze deutlich einschränkt. Die Auswirkungen hiervon zeigen sich auch darin, dass die Dynamik sowohl der Bevölkerungsentwicklung als auch die der Beschäftigten im ländlichen Raum hinter den Entwicklungen im Landesdurchschnitt zurück bleibt.

Die Zahl der Beschäftigten in der Landwirtschaft, die früher den Hauptteil der Beschäftigten im ländlichen Raum ausgemacht haben, ist in den vergangenen 20 Jahren stark zurückgegangen und liegt derzeit bei unter 3 % in Bezug auf alle Erwerbstätigen in Deutschland (BMVEL 2003a). Auch wenn sich der Rückgang der Beschäftigten in den letzten Jahren etwas abgeschwächt hat, so ist dennoch davon auszugehen, dass der Strukturwandel in der Landwirtschaft und der damit verbundene Verlust an Arbeitsplätzen anhalten wird. Bei Betrachtung aller Arbeitsplätze, die direkt und indirekt von der Landwirtschaft abhängen, liegt der Anteil jedoch bei mehr als 10 % (Maschinenindustrie, Großhandel, Ernährungsindustrie und -handwerk, Groß- und Einzelhandel, Gastgewerbe etc.; BMVEL 2003b).

Die Einkommen, die der Landwirt im Durchschnitt erzielt, bewegen sich im unteren Bereich der Einkommensskala. Etwa 70 % der landwirtschaftlichen Haupteinzelbetriebe erreichen kein Einkommen entsprechend dem gewerblichen Vergleichslohn (BMVEL 2002). Der Einkommensabstand zwischen der Landwirtschaft¹⁰ und dem gewerblichen Vergleichslohn liegt gegenwärtig bei rund 34 % (DBV 2005) und viele der kleinen und mittleren landwirtschaftlichen Betriebe erwirtschaften lediglich Einkommen im Bereich der Armutsgrenze¹¹.

II.2.2.3 Gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten

Ausgangspunkt der Überlegungen zu dieser Regel ist die Gleichverteilung der Nutzungsrechte, das bedeutet eine Nutzung der Umwelt nach den Prinzipien der Gerechtigkeit unter fairer Beteiligung aller Betroffenen. Hinter dieser Forderung steht die normative Grundannahme, dass jeder Mensch ein Recht auf einen vergleichbar großen Ressourcenverbrauch hat und eine gerechte Verteilung der zur Verfügung stehenden Flächen zum Zwecke der Versorgungslage der Bevölkerung gewährleistet werden soll.

Dieser Gleichverteilung zugrunde liegen dabei die intergenerative aber auch die intragenerative Gerechtigkeit. Damit wird die Verteilung dann gerecht, wenn kommende Generationen vergleichbare Möglichkeiten der Umweltnutzung vorfinden wie sie der derzeitigen Generation zur Verfügung stehen. Die intragenerativ gerechte Verteilung wird damit zur Voraussetzung für die intergenerative Gerechtigkeit, da bei Beibehaltung der derzeit vorherrschenden Ungleichheit in der Verteilung diese an kommende Generationen weiter gegeben würde.

Richtet man den Fokus dieser Regel auf den Nettoflächensaldo (Flächenrucksack; Steger 2005) der EU-15, so wird deutlich, dass die vorherrschenden Bedingungen nicht mit einer intra- bzw. intergenerative Gerechtigkeit kompatibel sind. Der Nettoflächensaldo der EU-15 aus Importüberschüssen im Handel mit Agrargütern beträgt derzeit etwa 25 bis

¹⁰ Ein selbständig tätiger Landwirt verdiente im Jahr 2003/04 im Bundesdurchschnitt 17.600 Euro brutto; dies entspricht einem Monatseinkommen von 1.470 Euro (DBV 2005).

¹¹ Zu berücksichtigen ist jedoch an dieser Stelle, dass das Vermögen landwirtschaftlicher Unternehmen i.d.R. überproportional hoch ist.

30 Mio. ha pro Jahr. Umgerechnet auf eine Person liegt der Flächenverbrauch damit um 20 % höher als in der EU-15 an landwirtschaftlicher Nutzfläche zur Verfügung steht: Zu den rein rechnerischen europäischen 0,37 ha importiert die EU-15 zusätzlich solche Mengen an Agrargütern, dass für deren Produktion im Ausland weitere 0,07 ha landwirtschaftliche Nutzfläche erforderlich sind¹².

Betrachtet man die in der EU-15 pro Person zur Verfügung stehenden Acker- und Dauerkulturflächen, so stehen sogar ausschließlich 0,22 ha zur Verfügung. Die Differenz zu o.g. 0,37 ha ergibt sich aus Flächen für Weideland.

Dieser enorme Flächenrucksack dürfte nach Ansicht von Experten hauptsächlich auf die Importe von Futtermitteln zurückzuführen sein, denn sofern aus dem europäischen Agrarhandel der Handel mit Soja und deren Nebenprodukten herausgerechnet würde, wandelt sich der Importüberschuss in ein Defizit und der Flächenrucksack wird kleiner (Steger 2005). Somit zeichnet sich ab, dass die Futtermittelerzeugung in anderen Regionen dieser Erde eine notwendige Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit der gegenwärtigen Form der europäischen Massentierproduktion darstellt (Steger 2005). Aber auch in der EU selber sind nach Schätzungen von Fachleuten derzeit ca. 75 % aller landwirtschaftlichen Flächen direkt oder indirekt mit der Herstellung tierischer Produkte verknüpft. Dies hat zur Folge, dass derzeit schon etwa die Hälfte bis Dreiviertel allen in der EU-15 angebauten Getreides in der Viehwirtschaft Verwendung findet (Lang et al. 2003).

Zu den o.g. Zahlen ist darüber hinaus hinzuzufügen, dass diese ausschließlich die Flächenbelegung für Agrarrohstoffe sowie Güter für die Lebensmittelindustrie umschließen. Es existieren jedoch auch andere Wirtschaftssektoren (z.B. die Textilindustrie), die ebenfalls auf Agrarprodukte angewiesen sind (z.B. Baumwolle). Der Flächenverbrauch zur Erzeugung dieser Agrarrohstoffe ist in den o.g. Zahlen nicht mit inbegriffen, so dass davon auszugehen ist, dass der europäische Flächenrucksack noch höher liegt.

Die Einsparungen in der Herstellung und im Konsum tierischer Lebensmittel wären somit eine grundlegende Voraussetzung auf dem Weg zu einer gerechten Verteilung der Flächennutzungsmöglichkeiten, sofern von einer weiteren Ausweitung der Ackerflächen und/oder einer Realisierung von Ertragszuwächsen in der Landwirtschaft abstrahiert wird. Durch die Verringerung an Futtermittelimporten sowie Reduktion der Verfütterung von innereuropäisch erzeugtem Getreide könnten die pro Kopf beanspruchten Mengen landwirtschaftlicher Nutzfläche eingedämmt werden.

II.2.2.4 Nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen

Eine wesentliche Voraussetzung nachhaltiger Entwicklung ist, dass die Nutzungsrate sich erneuernder Ressourcen deren Regenerationsrate nicht überschreiten sowie die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des jeweiligen Ökosystems nicht gefährden darf. Diese Forderung betrifft im Kontext der Energiegewinnung aus dem Grünland vor allem den nachfolgend betrachteten Aspekt der „Biodiversität“ sowie die in den folgenden Absätzen dargestellten Bereiche „Bodenschutz“ und „Schutz der Grund- und Oberflächengewässer“.

¹² Es wird die Nettoflächenbelegung dargestellt, d.h. den Flächen im Ausland für den Import von Agrarerzeugnissen werden die Flächen zum Anbau der exportierten Agrarerzeugnisse gegenübergestellt und verrechnet.

Die Erzeugung von Lebensmitteln aber auch die Zubereitung innerhalb der Haushalte ist unweigerlich mit dem Verbrauch fossiler Primärenergie¹³ und damit auch gleichzeitig mit der Emission klimawirksamer Gase (s.u.) verbunden. Da es hierbei zwischen den jeweiligen Lebensmitteln und deren spezifischen Produktionsweisen teilweise zu deutlichen Unterschieden in der Höhe des Verbrauchs kommt, lässt sich durch die Zusammenstellung und die Menge der verzehrten Lebensmittel tierischer Herkunft der Grad der Beanspruchung von (nicht) erneuerbaren Ressourcen beeinflussen.

Die Landwirtschaft ist durch den bedeutenden Anteil an der Gesamtfläche der Bundesrepublik Deutschland (etwa 54 %) entscheidend an der Ausbreitung und dem Erhalt der pflanzlichen und tierischen Artenvielfalt beteiligt. So wurden die heutige Kulturlandschaft und die Artenvielfalt an wildlebenden Pflanzen und Tieren in den vergangenen Jahrhunderten maßgeblich durch die Landwirtschaft ermöglicht und geprägt. Heute ist diese jedoch einer der Hauptverursacher des Artenschwundes in der Agrarlandschaft. Während früher z.B. die auf ungünstigen Standorten beheimateten Arten vor allem durch Melioration des Standorts (z. B. Drainage) oder Intensivierung der Nutzung gefährdet waren, stellt heute die Aufgabe ertragsschwacher oder schlecht zu bewirtschaftender Produktionsstandorte die wichtigste Bedrohung der Artenvielfalt in der Agrarlandschaft dar.

Der Boden bildet die Basis für die Produktion von Biomasse und die Bereitstellung von Lebensmitteln, Lebensraum für Flora und Fauna und vieles mehr. Daneben erfüllt der Boden zahlreiche ökologische Funktionen wie die Bindung und Lieferung von Nährstoffen, die Speicherung von Kohlenstoff, die Aufrechterhaltung des Wasserhaushalts und den Abbau von Schadstoffen. Durch diese vielfältigen Funktionen des Bodens für den Naturhaushalt und den Menschen ist der Erhalt des Bodens und seiner Funktionen von großer Wichtigkeit für eine nachhaltige Entwicklung.

Grund und Boden können zwar im eigentlichen Sinne nicht „verbraucht“ werden, wohl aber in einer Weise genutzt werden, die das Spektrum künftiger Nutzungsoptionen erheblich einschränkt. Da das Angebot an Fläche begrenzt und nicht vermehrbar ist, stehen die verschiedenen Nutzungsformen untereinander in Konkurrenz. Auch wenn bestimmte Nutzungen miteinander kompatibel sind – so kann z.B. eine Grünlandfläche gleichzeitig der Produktion von Milch und Fleisch dienen, den Lebensraum für Tiere und Pflanzen bilden und eine Erholungsfunktion für den Menschen erfüllen – schließen sich die meisten Nutzungsformen gegenseitig ganz oder teilweise aus. Außerdem tragen viele Arten der Flächennutzung dazu bei, die ökologischen Funktionen des Bodens (Puffer- und Filterkapazität, Regulierung des Wasserhaushalts etc.) schwerwiegend zu beeinträchtigen oder ganz zu zerstören (BVB 2001). Böden können sich zwar im Prinzip erneuern; da Neubildung und Regeneration aber äußerst lange Zeiträume beanspruchen, sind viele Schädigungen praktisch irreversibel (Wissenschaftlicher Beirat Bodenschutz 2000).

Die ganzjährige Bedeckung des Bodens unter Grünland – dessen Aufwuchs zur Fütterung der Raufutterfresser dient – stellt eine der effektivsten Bodenschutzmaßnahmen dar, die insbesondere an hängigen Standorten den Bodenverlust durch Erosion effektiv verhindern kann. Die Umwandlung von Grünland in Ackerfläche und deren Nutzung z. B. für den

¹³ Unter Primärenergie wird diejenige Energie verstanden, wie sie natürlicherweise in der Natur vorkommt (z.B. die in Rohöl, Kohle oder Holz enthaltene Energie). Durch die Umwandlung dieser Primärenergie in Nutzenergie (z.B. Strom, Wärme) entstehen je nach Energieträger Umwandlungsverluste (Rösch et al. 2004).

Anbau von Ackerfutterpflanzen kann zu Erosion und anderen Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen führen.

Der Gewässerschutz gehört zu den wichtigen Voraussetzungen für eine nachhaltige Entwicklung. Seit der Novellierung des baden-württembergischen Wassergesetzes 1996 gibt es entlang von Flüssen, Bächen und Seen geschützte Gewässerrandstreifen. Auf einer Länge von rund 50.000 km darf hier Grünland nicht mehr umgebrochen werden, damit Nähr- und Schadstoffe nicht in die Gewässer abgeschwemmt werden. Trotz verschiedener Agrarumweltmaßnahmen des Bundes und der Länder ist das Grundwasser immer noch mit Nitraten und Pestizidrückständen oder deren Metabolite belastet. Belastungsschwerpunkte sind vor allem Gebiete mit landwirtschaftlichen Intensivkulturen und leicht durchlässigen Böden.

II.2.2.5 Nachhaltige Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen

In Anbetracht des langen Zeithorizonts der Nachhaltigkeitsbewertung stellt sich die Frage, in welchem Umfang nicht erneuerbare Ressourcen verbraucht werden dürfen, ein schwer lösbares Problem dar: Entscheidet man sich für den Abbau, gehen die Ressourcen für spätere Generationen verloren; entscheidet man sich gegen den Abbau, sind sie weder der gegenwärtigen noch den kommenden Generationen von Nutzen, die dann ebenfalls an das Abbauverbot gebunden wären. Entscheidet man sich für einen auch noch so minimalen Teilabbau, schließt man auf lange Sicht künftige Generationen gleichwohl von jeder Nutzungsmöglichkeit aus (Harborth 1991).

Anhänger einer vermittelnden Position sehen die Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen zumindest für einen Übergangszeitraum als akzeptabel an, sofern ihre Funktionen äquivalent ausgeglichen werden. Das Nutzungspotenzial des verringerten Ressourcenbestandes muss dabei mindestens ebenso groß sein wie das Nutzungspotenzial des ursprünglichen Bestandes (Lerch et al. 1996; Knaus et al. 1998). Dies kann über eine Effizienzsteigerung bei der Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen, über die Substitution nicht erneuerbarer Ressourcen durch erneuerbare oder über die Erschließung neuer Rohstoffvorkommen erreicht werden.

Unter den nicht erneuerbaren Ressourcen nehmen die nicht erneuerbaren Energierohstoffe – bestehend aus fossilen Energieträgern (Erdöl, Kohle, Erdgas) und Uran – eine zentrale Rolle ein, da moderne Gesellschaften auf eine hohe Verfügbarkeit von Energie angewiesen sind. Die Reichweiten der Vorkommen an nicht erneuerbaren Energierohstoffen sind je nach Rohstoff unterschiedlich und in der Fachwelt umstritten. Entscheidend für die Reichweitenbestimmung ist, ob nur die Reserven¹⁴ oder auch die Ressourcen¹⁵ in

¹⁴ Unter Reserven sind diejenigen Mengen noch nicht geförderter Rohstoffe zu verstehen, die in den Lagerstätten mit großer Genauigkeit erfasst sind und mit den derzeitigen technischen Möglichkeiten wirtschaftlich gewonnen werden können (BGR 2003).

¹⁵ Als Ressourcen werden hingegen Vorkommen bezeichnet, die zwar nachgewiesen sind, bei denen aber die Ausbeutung aus heutiger Sicht entweder technisch nicht möglich oder wirtschaftlich nicht lohnend erscheint. Ferner gehören dazu Vorkommen, die auf der Basis von geologischen Indikatoren noch erwartet werden und durch Exploration nachgewiesen werden können. Zwischen beiden Begriffen bestehen fließende Übergänge, da die Klassifikation von wirtschaftlichen Faktoren (derzeitige Preise und zu erwartende Verkaufserlöse), von technischen Entwicklungen (Fortschritte in der Explorations- und Fördertechnik) sowie von politisch-ökonomischen Bedingungen beeinflusst wird. Reserven und Ressourcen zusammengenommen bilden die Gesamtressourcen (ebd.).

die Betrachtung einbezogen werden. Danach ergeben sich Reichweiten, die beim Mineralöl zwischen 43 und 157 Jahren und bei der Kohle zwischen 203 und 1.345 Jahren liegen (Rösch et al. 2005).

Vor diesem Hintergrund sind eine deutliche Senkung des Energieverbrauchs und eine Erhöhung des Anteils an regenerativ erzeugter Energie erforderlich, um die Verringerung der Reichweite der nicht erneuerbaren Energieträger zu verlangsamen.

II.2.2.6 Nachhaltige Nutzung der Umwelt als Senke

Die Forderung nach einer nachhaltigen Nutzung der Umwelt als Senke bezieht sich auf den Erhalt der für den Menschen unentbehrlichen Regelungs- und Trägerfunktionen der Natur. Dabei beinhaltet die Regelungsfunktion die Fähigkeit der Umwelt, die essenziellen stofflichen, energetischen und biochemischen Prozesse des Naturhaushalts aufrechtzuerhalten sowie die Folgen anthropogener Eingriffe auszugleichen. Die Nutzung der Umwelt als Senke darf deren Assimilationskapazität für anthropogene Stoffeinträge nicht überschreiten.

Im Falle der zusätzlichen Freisetzung klimarelevanter Gase, insbesondere von CO₂ durch die Verbrennung fossiler Energierohstoffe, scheinen die Grenzen der Puffer- und Aufnahmefähigkeit der Umwelt bereits überschritten zu sein mit der Folge, dass ein anthropogen verstärkter Klimawandel mit stellenweise dramatischen Auswirkungen stattfindet (IPCC 2001; WBGU 2003; EEA 2004). Die Phänomene und Auswirkungen des Klimawandels, wie etwa die gestiegene globale mittlere Temperatur, die veränderten globalen Niederschlagsverteilungen und das Abschmelzen von Gletschern sowie die Folgeeffekte hiervon, werden von der weit überwiegenden Mehrheit der Experten als eines der zentralen globalen Nachhaltigkeitsprobleme eingestuft.

In Deutschland wurden im Jahr 2003 rd. 842 Mio. t CO₂ emittiert; diese machen fast 88 % der anthropogen bedingten zusätzlichen THE aus (Statistisches Bundesamt 2003). Gemäß Kyoto-Protokoll hat sich Deutschland im Rahmen des „EU Burden Sharing“¹⁶ dazu verpflichtet, die Emissionen des so genannten „Kyoto-Korbs“ (bestehend aus CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆) im Durchschnitt der Jahre 2008 bis 2012 um 21 % bezogen auf das Basisjahr 1990¹⁷ zu verringern (UBA 2004, Coenen et al. 1998). Andere, vor allem längerfristige Ziele sind in der Diskussion. So erachtet die Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung“ für 2020 eine Reduzierung um 40 % und für 2050 um 80 % gegenüber 1990 als notwendig (Enquete-Kommission 2002). Obwohl die CO₂-Gesamtemissionen in Deutschland in den letzten 13 Jahren um fast 17 % reduziert werden konnten, ist die Erreichung des Kyoto-Ziels in Gefahr, da die Abnahmeraten der CO₂-Emissionen in den letzten Jahren nur noch gering waren.

¹⁶ Im „EU Burden Sharing“ ist festgelegt, wie die von der EU im Rahmen des Kyoto-Protokoll-Prozesses insgesamt zugesagte 8 %-Einsparung an THE auf die einzelnen EU-Länder verteilt wird. Danach müssen einige Länder ihre THE deutlich reduzieren, während anderen Ländern noch Erhöhungen ihrer THE, u. a. wegen wirtschaftlichen Nachholbedarfs, zugestanden werden.

¹⁷ Eigentlich handelt es sich um ein gemischtes Basisjahr 1990/1995, da im Kyoto-Protokoll das Basisjahr für die CO₂-, CH₄- und N₂O-Emissionen 1990 und für die Emissionen von HFC, PFC und SF₆, die allerdings ein geringes Gewicht haben, 1995 ist.

Vor diesem Hintergrund ist ein Verringern des Verbrauchs fossiler Energieträger und ein Erhöhen des Anteils regenerativer Energieträger zur Erreichung der CO₂-Reduktionsziele notwendig. Die erzielbare Netto-CO₂-Minderung hängt vom Energiebedarf der Prozesskette und der Freisetzung anderer klimarelevanter Emissionen, wie Methan (CO₂-Äquivalent: 21), Lachgas (CO₂-Äquivalent: 310) oder Ammoniak (CO₂-Äquivalent: 3,1) ab.

II.3 Auswahl des Indikatoren-Sets

Als Folge der zeitlichen Begrenzung zur Bearbeitung der Indikatoren wurde aus den oben dargestellten, für das Thema relevanten, Indikatoren eine Auswahl getroffen. Da in dieser Arbeit davon ausgegangen wird, dass der Verzehr an Lebensmitteln tierischer Herkunft eingeschränkt wird, um die menschliche Gesundheit vor den Gefahren der Überernährung zu schützen, dies aber ein langfristiger und schwer messbarer Effekt ist, wird diese Regel an dieser Stelle nicht weiter betrachtet. Sie geht jedoch als Prämisse in die Arbeit ein, da von einem nach wissenschaftlichen Empfehlungen reduzierten Verzehr an tierischen Produkten ausgegangen wird. Darauf aufbauend wird analysiert, welche Effekte diese Änderung im Verzehr an Lebensmitteln tierischer Herkunft auf andere Nachhaltigkeitsindikatoren hat.

Nachfolgend werden vier Nachhaltigkeitsindikatoren betrachtet:

- der Primärenergieverbrauch für die nachhaltige Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen,
- die Treibhausgasemissionen für die nachhaltige Nutzung der Umwelt als Senke,
- die Beschäftigung (dargestellt in Arbeitsplätzen) als Indikator zur selbständigen Existenzsicherung, und
- die Flächeninanspruchnahme als Indikator zur gerechten Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten¹⁸.

Weitere Indikatoren werden in dieser Arbeit nicht berücksichtigt. Für den Bereich Landwirtschaft und Ernährung wird jedoch eine Reihe weiterer Nachhaltigkeitsindikatoren in der Literatur beschrieben.

II.3.1 Primärenergieverbrauch

Der Sektor „Landwirtschaft und Ernährung“ beansprucht in etwa ein Fünftel der gesamt verbrauchten Primärenergie aller wirtschaftlichen Sektoren (BUND & Misereor 1997). Dabei liegt der Verbrauch an energetischen Reserven bei der Erzeugung und Verarbeitung tierischer Lebensmittel, sowohl pro kg Produkt als auch pro Nahrungsenergieertrag, im Allgemeinen über jenem der bei der Bereitstellung pflanzlicher Lebensmittel erforderlich ist (Enquete-Kommission 1994).

¹⁸ Dabei gilt zu beachten, dass die Zuordnung der Indikatoren zu den Nachhaltigkeitsregeln nicht als abschließende Zuordnung erfolgt. Eine Zuordnung zu weiteren Nachhaltigkeitsregeln ist daher nicht ausgeschlossen.

Ein Großteil des Energiegehaltes von pflanzlichen Nahrungsmitteln geht bei der Umwandlung zu tierischen Produkten verloren– das Tier benötigt den größten Teil der Nahrungsenergie für den eigenen Stoffwechsel sowie für den Aufbau nicht-fleischliefernder Gewebe. Von einer bestimmten Energiemenge der gleichen Ackerfläche, die zur Erzeugung pflanzlicher Produkte benötigt wird, könnten viel mehr Menschen ernährt werden, wenn die darauf angebaute Nahrung direkt der menschlichen Ernährung diene.

Die Landwirtschaft inklusive vorgelagerter Wirtschaftsbereiche (z.B. Futtermittelproduktion) beansprucht innerhalb der betrachteten Prozesskette den größten Teil der eingesetzten Energie. Durch eine Reduktion des Verzehrs und damit der Erzeugung tierischer Lebensmittel ist mit deutlichen Einsparungen des Primärenergieverbrauchs (PEV) im Bereich Landwirtschaft und Ernährung zu rechnen.

Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, dass die Verwertung von Nebenprodukten aus der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft eine ressourcenschonende Maßnahme darstellt, sofern diese zur Fütterung von Nutztieren verwendet werden können (z.B. Presskuchen aus der Ölherstellung etc.). Angaben über das Reduktionspotenzial durch die Nutzung von Nebenprodukten in der Tierfütterung liegen jedoch nicht vor (Bockisch 2000).

Der Indikator zeigt den Primärenergieaufwand auf, der pro Jahr und Person in Deutschland für die Versorgung mit tierischen Lebensmitteln (Fleisch, Milch, Eier) aufgewendet werden muss. Als Richtungsvorgabe für diesen Indikator gilt eine generelle Reduktion des PEV im Sinne einer Bewahrung nicht erneuerbarer Ressourcen.

II.3.2 Treibhausgasemissionen

Der Indikator „Treibhausgasemissionen“ durch die Bereitstellung tierischer Lebensmittel fasst die Einzelwerte der klimarelevanten Emissionen von Methan, Lachgas und Kohlendioxid zum Gesamt-Treibhauspotenzial zusammen. Zur Vereinheitlichung und Vergleichbarkeit der verschiedenen Wirksamkeiten der einzelnen Emissionsgase wird die jeweilige Emissionsintensität auf diejenige von Kohlendioxid bezogen und als Kohlendioxid-Äquivalent ausgedrückt.

Neben der Emission von Kohlendioxid durch den Verbrauch fossiler Energieträger (z.B. Erdöl, Erdgas, Kohle) werden im Bereich der Erzeugung und Verarbeitung von Lebensmitteln weitere klimawirksame Gase emittiert. Hierzu zählen Methan und Lachgas, die sowohl durch die Bereitstellung tierischer als auch pflanzlicher Lebensmittel anfallen, z.B. Ruminantion der Wiederkäuer oder Düngemittleinsatz.

Als Zielwerte gelten die im Rahmen des nationalen Klimaschutzziels und der eingegangenen internationalen Verpflichtungen zur Reduktion der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2005 um 25 % gegenüber 1990 sowie der sechs „Kyoto-Gase“ um 21 % im Zeitraum 2008 - 2012 (AK Land- und Forstwirtschaft 2000; UBA 2001).

II.3.3 Beschäftigung (Arbeitsplätze)

Der Indikator „Arbeitsplätze“ für die Bereitstellung tierischer Lebensmittel operationalisiert die Nachhaltigkeitsregel „Sicherung menschlicher Existenz“.

Im Gegensatz zu den CO₂-Emissionen lässt sich für den Indikator „Arbeitsplätze“ kein konkreter Zielwert angeben. Prinzipiell ist davon auszugehen, dass eine Sicherung von Arbeitsplätzen eine Grundlage für die Existenzsicherung ist. Es ist jedoch auch denkbar, dass eine Reduktion des Anteils der Erwerbstätigen innerhalb eines Sektors/Wirtschaftsbereiches durch einen anderen Bereich aufgefangen oder überkompensiert wird. Auch kann eine Reduktion des Anteils an Beschäftigten aufgrund gesteigerter Effizienzen ermöglicht werden. Effizienzsteigerungen sind jedoch generell mit den Grundprinzipien der Nachhaltigkeit vereinbar. In dieser Arbeit wird bei gleichbleibenden Rahmenbedingungen von konstanten Effizienzen ausgegangen, d.h. dass die Verringerung der Arbeitsplätze ausschließlich eine Folge des eingeschränkten Verzehrs an Lebensmitteln tierischen Ursprungs ist. Da weiterhin von einer Kompensation der wegfallenden Arbeitsplätze durch andere Wirtschaftsbereiche abstrahiert wird, ist durch eine Reduktion des Verzehrs tierischer Lebensmittel ein Nettoverlust an Arbeitsplätzen zu erwarten. Insofern wäre eine Situation A mit einer höheren Beschäftigungszahl als nachhaltiger zu interpretieren als eine Situation B mit einem geringeren Anteil an Beschäftigten.

II.3.4 Flächeninanspruchnahme

Der Indikator „Flächeninanspruchnahme“ ermöglicht eine Zuordnung der für die Erzeugung einer Einheit (z.B. kg Produkt) beanspruchten Fläche. Da die Flächennutzung für die Pflanzenproduktion den größten „Flächenbedarf“ der Prozesskette aufweist, wird hier zwischen ökologischer und konventioneller Pflanzenproduktion mit unterschiedlichen Flächenerträgen sowie bei der Tierhaltung mit differierenden Futterverwertungen und Produktionsleistungen gerechnet.

Die in Deutschland insgesamt verfügbare Fläche kann in verschiedene Hauptnutzungsarten aufgeteilt werden. Hierzu zählen die Siedlungs- und Verkehrsflächen, Waldflächen, Wasserflächen und die landwirtschaftlich genutzten Flächen¹⁹. Die Landwirtschaftsfläche hat in den 1990er Jahren täglich zwischen 130 und 140 ha an andere Bereiche abtreten müssen. Dieser tägliche Rückgang an landwirtschaftlicher Fläche (LF) hat sich seither verringert und liegt derzeit bei etwa 105 ha pro Tag bzw. etwa 0,23 % der LF pro Jahr (BMVEL 2004a).

Aus den verschiedenen Ansprüchen der einzelnen Nutzungsarten sowie der Tatsache einer konstanten Gesamtfläche ergibt sich, dass bei höheren Flächenproduktivitäten relativ mehr Flächen für sonstige Nutzungsarten zur Verfügung stehen. Anders formuliert kann die Versorgung einer Person mit einer bestimmten Menge an Lebensmitteln auf einer kleineren Fläche erfolgen, so dass die Grenze der Leistungsfähigkeit eines Ökosystems nach oben verlagert wird²⁰. Für diesen Indikator existiert kein Zielwert, jedoch lässt

¹⁹ Ein weiterer geringer Anteil sonstiger Flächen wird keinem dieser Hauptnutzungsarten zugewiesen.

²⁰ Im globalen Kontext spielt auch die Beanspruchung von Flächen im Ausland für die Versorgung der inländischen Bevölkerung eine tragende Rolle. Wenngleich die Nachfrage nach Importgütern (hier seien z.B. Eiweißfuttermittel wie Soja erwähnt) wirtschaftliche Anreize in der Erzeugerregion hervorruft, so kann es gleichfalls zu Verdrängungsmechanismen bzgl. der einheimischen Versorgung kommen. Diese globalen Aspekte werden jedoch in dieser Arbeit nicht weiter als bis zu der Tatsache verfolgt, dass für die Fütterung der (konventionellen) Tiere auf Eiweißfuttermittel aus dem Ausland zurückgegriffen wird. Die hierfür erforderlichen Flächen gehen in die Berechnungen mit ein.

sich ableiten, dass zum Erreichen anderer Ziele nachhaltiger Entwicklung (v.a. im Bereich Energiepflanzen) ein größerer Flächenbedarf erforderlich ist.

Betrachtet man die Forderung aus der diesem Indikator zugrundeliegenden Regel (4) (Gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten), so lässt sich ableiten, dass der Flächenverbrauch als Bestandteil der Umweltnutzung der Forderung einer intra- und intergenerativ gerechten Verteilung unterliegt. Rein rechnerisch steht jedem Menschen nur eine bestimmte Fläche zu, auf der die ihn versorgenden Agrarerzeugnisse erzeugt werden. Anhand dieses Indikators kann somit abgeschätzt werden, ob durch eine Minderung des Verzehrs tierischer Lebensmittel eine Annäherung an die Gleichverteilung der Flächennutzung möglich ist und wie hoch diese ausfällt.

III Methoden

Die Basis für die Abschätzungen der Auswirkungen eines verringerten Verzehrs tierischer Lebensmittel auf die Dimensionen der Nachhaltigkeit bildet die einschlägige Fachliteratur. Aus dieser leiten sich die aktuellen Gegebenheiten und Forschungsergebnisse ab. Darauf aufbauend werden eigene Berechnungen und Abschätzungen vorgenommen, um Ergebnisse zu den spezifischen Fragen zu erlangen. Die Rahmenbedingungen und Annahmen werden unter Berücksichtigung des Zielhorizontes dieser Arbeit und der Datengrundlage konkretisiert.

Vorerst werden die Verzehrsmengen tierischer Lebensmittel auf ein den ernährungswissenschaftlichen Empfehlungen entsprechendes Ausmaß reduziert. Diese Reduktion fußt auf der Tatsache, dass die durchschnittliche Proteinzufuhr, und hier speziell die aus tierischen Lebensmitteln, über den Verzehrsempfehlungen liegt. Demzufolge wird die durchschnittliche tägliche Proteinzufuhr pro Person auf das von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung mit 0,8 g Protein pro kg Körpergewicht empfohlene Ausmaß reduziert (DGE et al. 2000b). Mit dieser Reduzierung einher geht auch eine Verringerung der Nutztierbestände, da die gesamt verzehrte Menge tierischer Lebensmittel zurückgeht. Dabei werden durchschnittliche Leistungen bei der Erzeugung tierischer Lebensmittel zu Grunde gelegt. Über das Ausmaß der nach der Reduktion des Konsums tierischer Lebensmittel noch erforderlichen Mengen werden die Tierbestände abgeschätzt.

Im Anschluss werden die spezifischen Indikatoren zur Abschätzung der Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit erarbeitet. Konzeptionell lehnt sich die Auswahl dabei an das unter der Federführung vom ITAS entwickelte „Integrative Nachhaltigkeitskonzept“ (Kopfmüller et al. 2001; Grunwald et al. 2001; Coenen et al. 2003) an. Dieses Konzept beinhaltet drei wesentliche Ziele einer nachhaltigen Entwicklung und definierte Mindestbedingungen. Die Erfüllung dieser Mindestbedingungen bildet die Voraussetzung für die Erlangung der wesentlichen Ziele. Die Anpassung des Nachhaltigkeitskonzept an die Fragestellung der Arbeit, d.h. der Katalog an zu erfüllenden Mindestbedingungen, wird einem Screening unterzogen mit dem Ziel, die für die weitere Bearbeitung relevanten Regeln herauszuarbeiten. Dann werden für die „betroffenen“ Nachhaltigkeitsregeln Indikatoren ausgewählt, mit denen die Wirkung eines reduzierten Verbrauchs an tierischen Lebensmitteln auf die Mindestanforderungen nachhaltiger Entwicklung abgelesen werden kann. Bei der Anwendung der vom ITAS vorgeschlagenen konstitutiven Regeln des Integrativen Konzeptes nachhaltiger Entwicklung auf die Themenstellung dieser Arbeit stellte sich heraus, dass viele Regeln in dem Kontext dieser Arbeit keine wesentliche Rolle spielen. Ausschlaggebend war bei einigen Regeln, dass die „Einschränkung des Verzehrs an Nahrungsmitteln tierischer Herkunft“ keine oder nur unwesentliche Berührungspunkte mit der jeweiligen Nachhaltigkeitsregel aufweisen. Dies war bei acht der 15 Regeln der Fall. Knapp die Hälfte der Regeln lassen Auswirkungen auf die definierte Fragestellung erwarten. Mit den für eine weitere Bearbeitung ausgewählten Mindestanforderungen werden alle drei Nachhaltigkeitsziele angesprochen.

Für die Auswahl der Indikatoren war das Hauptkriterium die Validität, d.h. der Indikator muss die Auswirkungen des eingeschränkten Verzehrs an Lebensmittel tierischen Ursprungs sachgerecht widerspiegeln. Als weitere Kriterien wurden die Zuverlässigkeit, d.h. die Genauigkeit und die Objektivität des Indikators, sowie die Datenverfügbarkeit herangezogen. Außerdem musste eine Richtungssicherheit vorhanden sein. Dies bedeutet, dass aus Nachhaltigkeitssicht klar sein muss, ob ein Ansteigen des Indikatorwertes posi-

tiv oder negativ zu bewerten ist. Die Richtung der zeitlichen Entwicklung dient als Orientierung für die Nachhaltigkeitsbewertung.

Anhand der ausgewählten Indikatoren nachhaltiger Entwicklung (s. hierzu auch Kapitel II.3) wird der eingeschränkte Verzehr an Lebensmitteln tierischer Herkunft aus konventioneller bzw. ökologischer Bewirtschaftung in den Kontext nachhaltiger Entwicklung eingeordnet.

Bei der Abschätzung der Ergebnisse zu den einzelnen Indikatoren wird auf vorhandene Literaturquellen zurückgegriffen, soweit diese den Ansprüchen der vorliegenden Arbeit gerecht werden. Die wichtigsten Quellen bei der Zusammenstellung der Ergebnisse waren dabei NÖL 1999, Bockisch 2000, BAL/BLT 2002 und Redelberger 2002. Aus diesen Quellen lassen sich wesentliche Grundlagen für die eigenen Berechnungen herausarbeiten. Darüber hinaus stellten sie zum Zeitpunkt der Erstellung der Berechnungen die einzig auffindbare Literatur zu dieser Thematik dar, um aussagekräftige Ergebnisse zu den einzelnen Indikatoren zu generieren. Die Methodik zur Berechnung wird dabei individuell an die Erfordernisse des jeweiligen Indikators angepasst.

Im Bereich der ökologisch ausgerichteten Indikatoren Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen werden die in der Literatur vorzufindenden Angaben durch eigene Berechnungen und Abschätzungen ergänzt und angepasst. Dabei werden die Einzelergebnisse aus den Teilabschnitten bis zur Bereitstellung des Lebensmittels (Landwirtschaft, Transporte, Verarbeitung, Lagerung) aufsummiert. Sofern die Literatur keine verwendbaren Daten hergibt, werden eigene Berechnungen durchgeführt.

Ein ähnliches Vorgehen wird auch bei der Abschätzung des Arbeitszeitbedarfs zur Bereitstellung tierischer Lebensmittel angewandt. Die Kalkulationsdaten im Bereich Landwirtschaft werden den dieser Arbeit entsprechenden Bedürfnissen angepasst und um die zeitlichen Ressourcen bei Transport und Verarbeitung erweitert.

Der Flächenverbrauch zur Bereitstellung tierischer Lebensmittel kann aus den zur Erzeugung der erforderlichen Futtermittel benötigten landwirtschaftlichen Flächen abgeschätzt werden. Dabei werden durchschnittliche Flächenerträge und Futterrationen aus der Literatur übernommen. Eine Betrachtung der nach der Landwirtschaft folgenden Kettenglieder (Transporte, Verarbeitung, Lagerung) bleibt bei diesem Indikator aus.

Es ist zu beachten, dass die Vergleichbarkeit der Annahmen und Parameter zwischen den einzelnen Indikatoren nur eingeschränkt möglich ist, da aufgrund unzureichender Datenbasis nicht immer mit gleichen Annahmen und Parametern gerechnet werden konnte. Innerhalb eines Kapitels wird jeweils eine Berechnung unter konventionellen und ökologischen Produktionsbedingungen durchgeführt. Darüber hinaus findet sich bei den umweltrelevanten Indikatoren Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen zusätzlich eine dritte landwirtschaftliche Bewirtschaftungsform, die ressourcenschonende Variante.

Reduktion des Verzehrs tierischer Lebensmittel

Die durchschnittliche Aufnahme von Nahrungsenergie und -inhaltsstoffen der deutschen Bevölkerung weicht zum Teil deutlich von den *Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr* ab. Das bedeutet, dass die durchschnittliche Ernährung der deutschen Bevölkerung nicht den Vorgaben der Ernährungswissenschaften entspricht (DGE et al 2000b; DGE 2004).

Nachfolgend wird der Konsum tierischer Lebensmittel den wissenschaftlichen Empfehlungen folgend modellhaft reduziert. Dies erfolgt über die tatsächliche bzw. empfohlene Zufuhr von Protein sowie über Empfehlungen zur Höhe des Verzehr von Fleisch²¹ (DGE 2006). Wie in Tabelle 4 aufgezeigt liegt die durchschnittliche Proteinzufuhr männlicher Personen in Deutschland bei 80 g pro Tag und bei weiblichen Personen bei knapp 73 g (DGE 2004)²². Dies übersteigt die in den Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr angestrebte Zufuhr um knapp 60 % (Männer) bzw. um knapp 70 % (Frauen). Die durchschnittliche Zusammensetzung dieser jeweiligen Gesamtmengen an Protein besteht zu etwa 60 % aus tierischen Proteinquellen.

Aus Tabelle 4 lässt sich über die durchschnittliche absolute Proteinzufuhr der jeweilige Anteil tierischen sowie pflanzlichen Ursprungs abschätzen. Im Mittel werden insgesamt gut 76 g Protein pro Person und Tag aufgenommen, hiervon entstammen gut 44 g (entspricht etwa 58 %) dem Verzehr tierischer sowie knapp 32 g (entspricht etwa 42 %) dem Verzehr pflanzlicher Lebensmittel (DGE 2004).

Ein vergleichbares Verhältnis lässt sich aus der Agrarstatistik errechnen. Hier werden die pro Person durchschnittlich verbrauchten Lebensmittel tierischer Herkunft mit deren durchschnittlichen Proteinanteilen verrechnet. Im Ergebnis verbleiben knapp 60 g Protein aus tierischen Lebensmitteln. Wird des Weiteren eine Verderb- und Verlustrate von durchschnittlichen 20 % für tierische Lebensmittel vorausgesetzt²³, so reduziert sich die pro Tag und Person aufgenommene Proteinmenge auf knapp 48 g²⁴ (s. Tabelle 6).

²¹ Die empfohlene Menge Fleisch wird von der DGE auf zwischen 300 und 600 g pro Person und Woche angegeben (DGE 2006).

²² Die Zufuhr von Proteinen bei Kindern in den alten Bundesländern liegt bei knapp 250 % (42 bis 45g/d) der D-A-CH-Referenzwerte und der Anteil tierischer Proteinquellen bei etwa 55 % (DGE 2004). Die geringste Überschreitung der Proteinzufuhr wird von männlichen Personen der neuen Bundesländer im Alter von 15 bis 19 Jahren (127 % der D-A-CH-Referenzwerte, entspricht 76 g/d) sowie von weiblichen Personen der neuen Bundesländer im Alter von 13 bis 15 Jahren (121 % bzw. 70 g/d) erreicht. Auch hier liegt der Anteil tierischer Proteine bei etwa der Hälfte der zugeführten Proteine (DGE 2004).

²³ Der exakte Anteil der essbaren Lebensmittel, welche durch Verderb oder Verwerfen nicht dem menschlichen Konsum zugänglich werden, kann nur geschätzt werden. Die Angaben reichen von zwischen 10 und 15 % (Gedrich 2002) über 20 bis 25 % (BAG 1998) bis hin zur Hälfte der produzierten Lebensmittel in Industrienationen (ISOE 1994).

²⁴ Ohne Berücksichtigung der sonstigen Fleischsorten (Pferd, Ziege, Schaf) sowie der Innereien.

Tabelle 6: Tägliche Proteinzufuhr aus tierischen Lebensmitteln pro Person

	Verzehr pro Person und Jahr [kg/(p*a)]	Durchschnittlicher Proteinanteil des Lebensmittels [%]	Durchschnittlicher Gehalt an Protein in verzehrter Menge pro Person und Tag [g/(p*d)]	Durchschnittlicher Gehalt an Protein in verzehrter Menge pro Person und Tag abzgl. 20 % Verluste ²⁵ [g/(p*d)]
Rind-/Kalbfleisch	8,4	19,0	4,4	3,5
Schweinefleisch	38,7	15,0	15,9	12,7
Geflügelfleisch	10,4	20,0	5,7	4,6
Milch	334,0	3,2	29,3	23,4
Eier	13,5	12,0	4,2	3,4
Summe			59,5	47,6

Quelle: eigene Berechnungen nach Flachowsky 2000; BMVEL 2003a

Die leicht höheren Proteinzufuhrmengen in Tabelle 6 im Vergleich zu Tabelle 4 können damit begründet werden, dass innerhalb der Daten aus der Erhebung der EVS keine exakte Trennung zwischen tierischen und pflanzlichen Lebensmitteln vollzogen wird. Somit ist denkbar, dass tierische Proteine in weiter verarbeiteten Lebensmitteln (z.B. Eier in Gebäck) zum Anteil der pflanzlichen Proteine gezählt werden und umgekehrt. Darüber hinaus wird in Tabelle 6 mit durchschnittlichen Angaben zum Proteingehalt gerechnet. Eine Berücksichtigung unterschiedlicher Proteingehalte in verschiedenen Erzeugnissen aus tierischen Rohstoffen, z.B. unterschiedliche Fleischpartien, Wurst, Käse etc., erfolgt nicht.

Über die Zufuhr von pflanzlichen Lebensmitteln und Getränken werden weitere 32 g Protein pro Person und Tag aufgenommen (vgl. Tabelle 4). In der Gesamtheit liegt der durchschnittliche Proteinverzehr pro Person und Tag somit bei knapp 80 g.

Für die weiteren Berechnungen innerhalb dieser Arbeit soll der Konsum tierischer Lebensmittel drastisch reduziert werden. Zur Ableitung der Werte für den eingeschränkten Verzehr an Lebensmitteln tierischen Ursprungs dienen zum einen die wissenschaftlichen Empfehlungen zur täglichen Proteinzufuhr in Bezug auf das jeweilige Körpergewicht (s.o.). Eine empfohlene Zufuhr von 0,8 g Protein pro kg Körpergewicht und Tag (DGE et al. 2000b) entspräche bei erwachsenen Personen, je nach Körperbau, etwa 45 bis 60 g/d (DGE 2000a). Innerhalb dieser Zufuhrempfehlungen sind bereits individuelle Bedarfsschwankungen, besondere Umstände wie z.B. Krankheiten und die teilweise geringere Qualität einzelner Lebensmittelproteine berücksichtigt (Biesalski et al. 1999). Um diese Empfehlungen umzusetzen, wäre im bundesweiten Durchschnitt eine Reduzierung der Proteinaufnahme vorzunehmen. Als Orientierung für eine entsprechende Reduktion wird die obere Grenze der empfohlenen Bandbreite gewählt: Die tägliche Gesamtzufuhr von Proteinen, tierischen und pflanzlichen Ursprungs, soll demnach gut 60 g pro Person entsprechen.

Zum anderen wird von Seiten der DGE eine jährliche Verzehrsmenge von Fleisch in Höhe von zwischen 16 und 32 kg pro Kopf und Jahr angestrebt (DGE 2002; DGE 2006).

²⁵ Vgl. Fußnote 23

Aus der Umrechnung der Zufuhr einer verminderten Menge tierischen Proteins (vgl. Tabelle 7) anhand durchschnittlicher spezifischer Proteinanteile folgt, dass der Verzehr tierischer Lebensmittel bei Fleisch auf etwa 20 kg pro Person und Jahr, bei Milch auf knapp 210 kg sowie bei Eiern auf etwa 6 kg reduziert werden kann²⁶. Dies entspricht einem Rückgang von den aktuellen Konsummustern auf ein Drittel bei Fleisch, auf etwa zwei Drittel bei Milch sowie auf gut die Hälfte beim Konsum von Eiern. In der Gesamtheit ergibt sich hierdurch eine tägliche Proteinzufuhr aus tierischen Proteinquellen von knapp 30 g pro Person und Tag. In Tabelle 7 ist darüber hinaus gezeigt, welche Proteinmenge sich bei gleich hohem Verzehr pflanzlicher Lebensmittel insgesamt ergeben würde. Fische und Meerestiere bleiben hierbei unberücksichtigt. Da jedoch davon ausgegangen werden kann, dass ein Teil der nicht verzehrten tierischen Lebensmittel durch pflanzliche substituiert wird, bemisst die Menge pflanzlichen Proteins in Tabelle 7 die untere Grenze der Zufuhr. Tendenziell wird dieser Anteil und damit die Gesamtzufuhr an Protein eher etwas höher liegen.

Tabelle 7: Aktuelle und angestrebte Proteinzufuhr in Deutschland

	durchschnittliche Proteinzufuhr in Deutschland	angestrebte Proteinzufuhr gem. Empfehlungen
	[g/(p*d)]	
Fleisch gesamt	20,8	9,0
Milch/-produkte	23,4	18,0
Eier	3,4	2,0
pflanzliche Lebensmittel/Getränke	32,0	32,0
Gesamtzufuhr	79,6	61,0
Anteil tier. Protein (%)	57	48
Anteil pflzl. Protein, inkl. Getränke (%)	43	52

Quelle: eigene Berechnungen nach BMVEL 2003a; DGE 2004

Wie aus Tabelle 7 hervorgeht, verschiebt sich das Verhältnis der Aufnahme von Protein aus tierischen und pflanzlichen Quellen zugunsten der pflanzlichen Proteinquellen. Während das Verhältnis in der aktuellen Situation stärker tierisch betont ist (Anteil tierischer Proteinquellen entspricht in etwa dem Anteil tierischer Proteinquellen aus der EVS, vgl. Tabelle 4), so liegt in der Zielsituation der Anteil zugeführten tierischen Proteins geringfügig unter dem Anteil pflanzlichen Proteins.

Eine Reduzierung des Verzehrs an Lebensmitteln tierischer Herkunft führt darüber hinaus zu Einschränkungen bei der Energieversorgung sowie bei der Zufuhr weiterer Nährstoffinhaltsstoffe. Die Zufuhr von Nährstoffen, Spurenelementen und Vitaminen ist gemessen an den *D-A-CH-Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr* bis auf wenige Ausnahmen im Durchschnitt der gesamten Bevölkerung gedeckt (DGE 2004). Ausnahmen bilden bei Männern aller Altersklassen mehrfach ungesättigte Fettsäuren, Kohlenhydrate und Ballaststoffe. Darüber hinaus liegen leichte negative Abweichungen von den Referenzwerten bei Calcium, β -Carotin, Vitamin D sowie Pantothersäure vor (bis maximal 20 % unter den jeweiligen Referenzwerten). Deutlich zu geringe Zufuhren weisen die Versorgung mit Jod und Folsäure auf. Hier wird nur etwa die Hälfte der jeweiligen Zufuhrempfehlungen auf-

²⁶ Reiner Verzehr, Verluste bereits berücksichtigt.

genommen (DGE 2004). Bei der Betrachtung der Frauen aller Altersstufen zeichnet sich ein ähnliches Bild ab. Allein die Versorgung mit β -Carotin ist im Durchschnitt im Vergleich zu den Männern gedeckt (DGE 2004).

Bei den genannten Nährstoffen, Spurenelementen und Vitaminen spielt die Versorgung über tierische Lebensmittel stets eine maßgebliche Rolle, wenngleich auch eine Versorgung über pflanzliche Lebensmittel möglich ist (Biesalski et al. 1999). Die Versorgungslage entspricht bereits bei der derzeitigen Nahrungsaufnahme nicht den Anforderungen der Ernährungswissenschaften. Eine Reduktion des Verzehrs tierischer Lebensmittel würde diese Situation sicher weiter verschlechtern. Gleichzeitig fordern die Wissenschaftler jedoch auch eine deutliche Einschränkung im Verzehr tierischer Lebensmittel (von Koerber et al. 2000; DGE 2004). Der hier aufgezeigte Konflikt könnte zu einem großen Teil durch die Erhöhung des Verzehranteils pflanzlicher Lebensmittel entschärft werden. Dieser Aspekt wird im Weiteren jedoch nicht berücksichtigt.

Der verringerte Verzehr tierischer Lebensmittel hat darüber hinaus Folgen für die Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsenergie. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Aufnahme von Energie in Deutschland im Durchschnitt sowohl bei Männern als auch bei Frauen über den jeweiligen Empfehlungen liegt²⁷ (vgl. Tabelle 4; DGE 2004).

Werden für die Hauptgruppen der tierischen Lebensmittel Fleisch, Milch und Eier durchschnittliche Energiegehalte herangezogen, so lassen sich die jeweiligen Differenzen im Verzehr abschätzen. Eine ähnliche Vorgehensweise erfolgt in den Kapiteln mit durchschnittlichen Proteingehalten der Lebensmittelhauptgruppen (vgl. Flachowsky 2000). Die Abschätzungen zur Reduktion der täglich aufgenommenen Energiemenge aufgrund der Einschränkungen im Verzehr tierischer Lebensmittel finden sich in der folgenden Tabelle 8 und Tabelle 9.

Tabelle 8: Durchschnittliche Reduktion der Zufuhr von Energie pro Person und Jahr bzw. Tag

	jährl. Minderverzehr tier. Lebensmittel in der Zielsituation [kg / (p*a)]	durchschnittlicher Energiegehalt [kcal/100 g]	durchschnittliche jährliche Energie-reduktion [kcal/(p*a)]
Fleisch	26,4	175	-46.281
Milch	61,9	70	-43.321
Eier	4,2	170	-7.100
	durchschnittliche tägliche Energiereduktion [kcal/(p*d)]		
Gesamt tier. Lebensmittel		-265	

Quelle: eigene Berechnungen nach DGE 1986; DGE 1992; Flachowsky 2000; BMVEL 2003a; DGE 2004

In Tabelle 8 werden die pro Person und Jahr weniger konsumierten Lebensmittel tierischer Herkunft ausgewiesen. Diese Differenzen zu den aktuellen Konsummengen werden mit durchschnittlichen Energiegehalten der Hauptgruppen tierischer Lebensmittel mul-

²⁷ Allein bei Jungen/Männern unter 25 Jahren sowie bei Mädchen unter 15 Jahren werden die altersspezifischen Zufuhrempfehlungen für Energie nicht erreicht. Sie liegen jedoch unter Berücksichtigung der jeweiligen Altersstufen nur wenige bis maximal 15 Prozent unter den Empfehlungen (DGE 2004).

tipliziert. In der Summe ergeben sich hierdurch die jährlich bzw. täglich minder verzehrten Mengen an Energie pro Person.

Werden diese Ergebnisse kombiniert mit den durchschnittlichen Zahlen zur Energieaufnahme zum aktuellen Zeitpunkt sowie mit den *D-A-CH-Zufuhrempfehlungen*, so zeigt sich, dass die durchschnittlichen Empfehlungen zur Energieaufnahme durch eine Einschränkung im Verzehr tierischer Lebensmittel bei Männern nur marginal und bei Frauen gar nicht unterschritten würden (Tabelle 9):

Tabelle 9: Durchschnittliche Differenzen in der Energieversorgung bei einer Reduktion des Verzehrs tierischer Lebensmittel

	durchschnittliche Ist-Energiezufuhr in % der D-A-CH-Werte	durchschnittliche Ist-Energiezufuhr (1998) [kcal/(p*d)]	durchschnittliche Soll-Energiezufuhr (nach D-A-CH) [kcal/(p*d)]	Differenz Ist zu Soll [kcal/(p*d)]	Differenz Ziel zu Soll [kcal/(p*d)]
Männer	109,0	2.436	2.235	+201	-64
Frauen	120,5	2.190	1.817	+373	+108

Quelle: eigene Berechnungen nach DGE et al. 2000b; DGE 2004

Die Energieaufnahme männlicher Personen liegt bei einer Reduktion des Verzehrs tierischer Lebensmittel gut 60 kcal unter den *D-A-CH-Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr*. Frauen nehmen nach Reduktion des Verzehrs tierischer Lebensmittel noch über 100 kcal mehr auf als die *D-A-CH-Zufuhrempfehlungen* ausweisen.

Dazu muss jedoch angemerkt werden, dass sich durch eine Reduktion des Verzehrs tierischer Lebensmittel, ggf. darüber hinaus auch durch die Steigerung des Verzehrs pflanzlicher Lebensmittel, das Gesamtgefüge der Kost verschieben würde. So würden bei einer Versorgung mit tierischen Produkten weitere entscheidende Lebensmittel/-gruppen genossen, die durch eine geänderte Kostform ebenfalls entfielen, z.B. Fett zum Braten, Saucen etc.. Das heißt, die o.g. energetische Reduktion durch einen verminderten Konsum tierischer Produkte zöge weitere Änderungen der Kostform nach sich, die wiederum eine Änderung der Gesamtzufuhr an Nahrungsenergie und Nahrungsinhaltsstoffen bewirken würde. Da sich diese Änderungen jedoch einer sinnvollen theoretischen Abbildung in dieser Arbeit entziehen, müssen sie aus dem Betrachtungsrahmen ausgeklammert werden. Sie wären jedoch in der Gesamtheit der Einschätzungen von Auswirkungen stets mit aufzuführen.

Abschließend ist zu folgern, dass die durch eine Reduktion bei der Aufnahme tierischer Lebensmittel erzielten Konsummuster den aktuellen Ernährungsempfehlungen, unter Berücksichtigung der oben getroffenen Aussagen bei der Aufnahme bestimmter Nährstoffe, Spurenelemente und Vitamine, in punkto Protein- und Energiezufuhr näher kämen als es die aktuellen Konsummuster zulassen (DGE et al. 2000b; DGE 2004).

Vor diesem Hintergrund wird davon abgesehen, das kalorische Defizit bei den Männern durch die Verringerung der Aufnahme tierischer Lebensmittel mit einer Steigerung pflanzlicher Lebensmittel zu kompensieren. Es wird jedoch in Kapitel V aufgezeigt, wie sich eine Substitution der eingesparten Kalorien durch eine erhöhte Zufuhr von pflanzlichen Lebensmitteln (hier Brot) auf die in dieser Arbeit analysierten Indikatoren auswirken würde. Dazu wird die kalorische Einsparung pro Person und Jahr durch die Reduzierung des Verzehrs tierischer Lebensmittel hochgerechnet auf die Gesamtbevölkerung. In einem weiteren Schritt wird aufgezeigt, wie viel Primärenergie, Treibhausgasemissionen,

Arbeitsplätze und Fläche zu den in dieser Arbeit errechneten Ergebnissen wieder hinzu gefügt werden müssten, wenn pro Person 265 kcal (vgl. Tabelle 8) durch den Konsum von Brot ergänzt würden. Koppelprodukte, die mit dem Verzehr tierischer Lebensmittel verbunden sind (wie Bratfette, Saucen etc.) werden von dieser Betrachtung ausgespart.

Durch die Zielvorstellung deutlich reduzierter Verzehrsmengen tierischer Lebensmittel wäre ein geringerer Bestand an Nutztieren in Deutschland erforderlich. Im folgenden Kapitel werden hierzu Berechnungen durchgeführt. Es wird von der pro Person angestrebten Proteinzufuhr jeder Lebensmittelgruppe (Fleisch, Milch, Eier, vgl. Tabelle 7) auf die erforderliche Menge an Lebensmitteln hochgerechnet. Dies erfolgt jeweils unter Bezugnahme auf unverarbeitete Rohstoffe, also frisches Fleisch statt Wurstwaren, Vollmilchwert statt Milchprodukte oder Käse etc.. Anhand durchschnittlicher Leistungen im Bereich der Erzeugung tierischer Lebensmittel wird dann der Bestand an Tieren abgeschätzt.

IV Ergebnisse

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der Berechnungen dargestellt. Beim Vergleich der Resultate ist zu beachten, dass die Vergleichbarkeit der Annahmen und Parameter – vor allem bei den Tierhaltungssystemen – zwischen den Unterkapiteln nur eingeschränkt möglich ist, da aufgrund unzureichender Datenbasis nicht immer mit gleichen Annahmen und Parametern gerechnet werden konnte. Innerhalb eines Kapitels wurde jeweils eine Berechnung unter konventionellen und ökologischen Produktionsbedingungen durchgeführt. Darüber hinaus findet sich bei den umweltrelevanten Indikatoren Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen zusätzlich eine dritte landwirtschaftliche Bewirtschaftungsform, die ressourcenschonende Variante.

IV.1 Errechnung der Nutztierbestände

Da die ökologische Landwirtschaft in vielen Aspekten als eine nachhaltige Produktionsweise bezeichnet wird, soll der erforderliche Bedarf an Tieren bzw. tierischen Erzeugnissen zum einen über eine konventionelle und zum anderen über eine ökologische Tierhaltung berechnet werden.

Die im August 2000 in Kraft getretene *EU-Verordnung Nr. 1804/1999* zum Einbezug der tierischen Erzeugung stellt eine Ergänzung zur *EU-Verordnung Nr. 2092/91 (EU-Öko-Verordnung)* über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel dar. In der hier erstgenannten Verordnung werden die Rahmenbedingungen der ökologischen Tierhaltung definiert, insbesondere die Umstellung auf die ökologische Produktion, die Herkunft der Tiere, die zulässigen Futtermittel, die Vorsorge und Behandlung von Krankheiten sowie Tierhaltungspraktiken inklusive Gestaltung von Ställen und Ausläufen.

Neben dieser für Europa allgemein gültigen Verordnung existieren in Deutschland weitergehende privatrechtliche Richtlinien einzelner ökologischer Anbauverbände wie z.B. Bioland, Demeter oder Naturland.

Bei den Berechnungen der Tierbestände in der ökologischen Tierhaltung werden einige Schwierigkeiten offenbar: Die Datenlage war zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit aufgrund bis dahin nur vereinzelt durchgeführter Studien und Erhebungen, zum großen Teil Fallbeispiele mit nur eingeschränkter Repräsentativität, eher lückenhaft²⁸. Aus diesem Grund wurden verschiedene Institutionen, Verbände, Unternehmen und Experten kontaktiert, deren Aussagen und Angaben als Basisannahmen für die Berechnungen zugrunde gelegt wurden.

Des Weiteren ergeben sich Probleme, die z.T. direkt mit den Zielen und Anforderungen des ökologischen Landbaus zusammenhängen: Es lassen sich kaum, im Gegensatz zum konventionellen Bereich, eingrenzbar Produktions- und Leistungsparameter angeben, da die Bandbreiten i.d.R. größer sind. Dies hängt zum einen damit zusammen, dass sich der Markt für ökologische Erzeugnisse noch in der Entwicklung befindet und somit die landwirtschaftliche Produktion mehr von Angebot und Nachfrage abhängt. Zum anderen bestehen zwischen den verschiedenen Regelwerken (*EU-Öko-Verordnung* im Vergleich zu den Verbandsrichtli-

²⁸ Die Ergebnisse entsprechender Arbeiten (u.a. im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau) lagen bei Erstellung dieses Kapitels noch nicht vor.

nien) in einigen Bereichen Unterschiede, die sich auf die erzielten Leistungen auswirken können²⁹.

Allgemein formuliert ist jedoch bei extensiven Produktionsmethoden mit geringeren Leistungen, geringeren Wachstumsintensitäten und gleichfalls mit Einbußen beim Schlachtkörperwert³⁰ und der Fleischbeschaffenheit zu rechnen (Sundrum 1998). Diese Annahmen liegen auch den weiteren Ausführungen zugrunde.

IV.1.1 Rinderbestand (konventionelle Haltung)

Grundlage der Berechnungen ist einerseits der angestrebte Verzehr tierischen Proteins aus Milch von durchschnittlich 18 g pro Tag und Person (s. Tabelle 7; entspricht 257 kg Kuhmilch pro Jahr und Person bei einem Proteinanteil von 3,2 % und einer Verlustrate (inklusive Verderb) von 20 %) und andererseits die durchschnittliche Leistung konventionell gehaltener Milchkühe mit einer Jahresleistung von 6.100 kg Milch, bei einem mittleren Proteingehalt von 3,2 % (Flachowsky 2000; DBV 2002).

Bei dieser Milchleistung und einem Verbrauch von 257 kg sind zur Versorgung der Bevölkerung (82,5 Mio. Einwohner) knapp 3,6 Mio. Milchkühe erforderlich³¹. Wird mit einer Verlustrate von 3 % des Gesamtmilchkuhbestandes kalkuliert, so muss der Bestand auf knapp 3,7 Mio. Tiere erhöht werden.

Neben der Kuhmilch liefert jedes Tier zusätzlich tierisches Protein in Form von Fleisch, sobald die hier mit drei Jahren angesetzte Laktationsdauer überschritten und das Tier geschlachtet wird. Bei einem durchschnittlichen Lebendgewicht von 600 kg kann mit einem SG von etwa 300 kg sowie einem VG von 200 kg³² gerechnet werden (Flachowsky 2000). Bezogen auf die Nutzungsdauer von drei Jahren folgt daraus eine verzehrbare Fleischmenge von knapp 67 kg pro Tier und Jahr.

Ausgehend von 3,6 Mio. Milchkühen ergibt sich eine jährliche Fleischmenge von knapp 240.000 t bzw. unter Berücksichtigung einer Verlust- und Verderbrate von 20 % etwa 2,3 kg pro Einwohner). Umgerechnet auf die Menge Protein entspricht dies, bei einem durchschnittlichen Proteingehalt von 19 % in Rindfleisch (Flachowsky 2000) einer täglich zur Verfügung stehenden Menge von gut 1,2 g tierischem Protein pro Person und Tag.

Die Erzeugung von Kuhmilch ist gekoppelt an die Geburt von Kälbern. Angestrebt wird jährlich ein Kalb pro Kuh (Flachowsky 2000). Die weiblichen Jungtiere werden für die Bestandserhaltung der Milchkühe aufgezogen, während die männlichen Tiere für die Mast bestimmt

²⁹ Im ökologischen Landbau lassen sich auch heute schon Leistungen erzielen, die denen im konventionellen Bereich nahe kommen. Voraussetzung ist hierbei ein entsprechendes Management, da es bislang keine eigene „ökologische Tierzucht“ gibt und die Rassen (überwiegend auf Hochleistung gezüchtete Tiere) im ökologischen Landbau zum größten Teil die gleichen wie im konventionellen Bereich sind (vgl. z.B. Bauer 2002; Deerberg 2002; Idel 2002).

³⁰ Der Schlachtkörperwert setzt sich zusammen aus dem Anteil wertvoller Fleischstücke sowie der Fleisch- und Fettqualität.

³¹ Es wird davon ausgegangen, dass die Fütterung der konventionell gehaltenen Kälber ebenso wie im ökologischen Bereich u.a. durch die Gabe von Vollmilch (195 kg pro Kalb) erfolgt und somit von der Milchleistung von 6.100 kg pro Jahr lediglich etwa 5.900 kg für die menschliche Ernährung zur Verfügung stehen.

³² Schlachtgewicht = Gewicht des Tieres nach dem Schlachten. Entspricht dem Lebendgewicht abzüglich Blut, Schwarte, Borsten und anderen Abfällen. Verkaufsgewicht/Verzehrsgewicht = Gewicht des verkaufsfertigen Fleisches, entspricht dem SG abzüglich der Verluste durch Ausbeinen.

sind. Bei der Mast werden die Tiere bei Lebendmassezunahmen von 1.250 g pro Tag in 14 Monaten zu einem Endgewicht von 690 kg gemästet³³. Bei einer durchschnittlichen Schlachtausbeute von 56 % stehen hiervon 386 kg SG bzw. ein VG von 259 kg (67 % des SG) zur Verfügung (FiBL 1998; NÖL 1999).

Umgerechnet auf ein Jahr entspricht dies einer verzehrfertigen Fleischmenge von etwa 170 kg pro Tier, bzw. knapp 32 kg Protein jährlich oder knapp 88 g täglich. Unter Berücksichtigung der Verluste von durchschnittlich 20 % verbleiben lediglich 70 g Protein pro Tag bzw. 135 kg Fleisch pro Tier im Jahr.

Bei jährlichen Neugeburten und Aufzuchten von knapp 1,7 Mio. Mastrindern³⁴ folgt daraus eine zur Verfügung stehende Menge an verzehrfertigem Fleisch von knapp 223.000 t. Pro Einwohner entspricht dies 2,7 kg pro Jahr bzw. 1,4 g Protein pro Person und Tag.

In der Summe folgt pro Person eine täglich zur Verfügung stehende Menge an Protein von knapp 2,6 g. Dies entspricht einer Fleischmenge von gut 5 kg pro Person und Jahr.

Bei 3,6 Mio. Milchkühen mit einer Nutzungsdauer von drei Jahren werden jährlich knapp 1,2 Mio. Tiere geschlachtet. Diesen Schlachtungen stehen jährliche Neugeburten von gut 1,7 Mio. weiblichen Kälbern gegenüber³⁵. Die Differenz von etwa 0,5 Mio. potenziell produktiven Milchkühen wird annahmegemäß jährlich geschlachtet, um den Milchkuh- und den Gesamtbestand konstant zu halten.

Bei einer mittleren LM von 350 kg pro Milchkuh im Alter von einem Jahr und den o.g. Schlacht- und Verzehrskoeffizienten ergibt sich pro Tier eine verzehrbare Fleischmenge von 131 kg, was in der Gesamtheit knapp 47.500 t Fleisch entspricht³⁶ (Flachowsky 2002). Pro Person ergibt sich hieraus eine zusätzliche jährliche Fleischmenge von knapp 0,6 kg.

Die somit insgesamt zur Verfügung stehende Fleischmenge aus Milchkühen und Mastrindern erhöht sich auf 5,6 kg pro Person und Jahr, was einer Proteinmenge von knapp 2,9 g pro Person und Tag entspricht.

Der Gesamtbestand an Rindern zählt somit nahezu 7,2 Mio. Rinder³⁷ bzw. knapp 5,6 Mio. GVE³⁸. Dieser Bestand entspricht etwa 49 % des Rinderbestandes von 2001 mit knapp 11,5 Mio. GVE (Tabelle 10). Die Zahlen aus der eigenen Berechnung und diejenigen aus der Statistik lassen sich jedoch nur bedingt miteinander vergleichen, da in den Berechnungen eine vollständige Selbstversorgung unterstellt wird, diese im Jahr 2001 jedoch für Rinder bei etwa 170 % sowie für Frischmilcherzeugnisse bei 113 % lag (BMVEL 2005). Das bedeutet, dass im Jahr 2001 der Bestand an Rindern deutlich höher lag als für die Versorgung der deutschen Bevölkerung erforderlich gewesen wäre.

³³ Diese Zahlen gehen von einer Zweinutzungsrasse der Rinder mit hohen Produktionsleistungen und hohem Fleischertrag aus.

³⁴ Die Kälberverluste werden auf 8 % bemessen, wobei es hier starke Schwankungen bis zu Verlustraten von 20 % geben kann (Abel 1997; Flachowsky 2002).

³⁵ Wobei auch hier mit Verlustraten von etwa 8 % kalkuliert und dementsprechend der Bestand an weiblichen Kälbern dezimiert wird.

³⁶ Wiederum unter Berücksichtigung der Verluste und Verderbe von etwa 20 %.

³⁷ Die für die Zucht notwendigen Bullen werden hier nicht beachtet.

³⁸ Rinder über 2 Jahre entsprechen 1 Großvieheinheit (GVE); Rinder zwischen 1 und 2 Jahren 0,7 GVE; Rinder unter 1 Jahr und Kälber entsprechen 0,3 GVE (BMVEL 2003a).

Wie aus den obigen Ausführungen hervorgeht, werden durch den Verbrauch von durchschnittlich 257 kg Kuhmilch pro Jahr und Person mehr als 6,5 kg Protein (bzw. 18 g pro Tag) bereitgestellt. Die zusätzliche Zufuhr von Fleisch aus Milchkühen und Mastrindern trägt darüber hinaus mit knapp 2,9 g pro Tag und Einwohner zur Proteinversorgung bei (s.o.).

IV.1.2 Rinderbestand (ökologische Haltung)

Die Milchleistungen ökologisch gehaltener Milchkühe liegen derzeit i.d.R. unter denen in konventionellen Haltungsverfahren³⁹. Aus der Literatur (z.B. Bockisch 2000, BMVEL 2005) wurde eine um etwa 20 % geringere Milchleistung bei ökologischen Milchviehhaltung ermittelt, was einer Milchleistung von rd. 5.000 kg entspricht (vgl. hierzu auch Fußnote 39). Die Fütterung von Kälbern erfolgt unter Gabe von Mutterkuhmilch. Die Jahresmilchleistung reduziert sich daher auf etwa 4.800 kg.

Bei einem errechneten Verbrauch von 257 kg Milch pro Person zur Versorgung mit Milcheiweiß (vgl. Tabelle 7) sind für Deutschland somit knapp 4,4 Mio. Milchkühe erforderlich. Ausgehend von etwa 3 bis 4 % Tierverlusten⁴⁰ erhöht sich die erforderliche Tierzahl auf rund 4,5 Mio.

Die SG von Kühen ökologischer Haltung werden auf etwa 96 % des SG von konventionell gehaltenen Kühen (300 kg) angesetzt (HDLGN 2002). Dies entspricht etwa 288 kg bzw. bei einem prozentual verzehrbaren Anteil von 67 % einem VG von etwa 193 kg.

Die Nutzungsdauer der ökologisch gehaltenen Tiere beträgt nur wenig mehr als die der konventionell gehaltenen Tiere mit drei Jahren, obwohl das durchschnittliche Alter mit zwischen 5,6 und 5,8 Jahren etwa ein halbes Jahr darüber liegt (Krutzinna et al. 1997; Sixt 2002; Postler 1998 und 2002). Dies resultiert aus dem durchschnittlich um ein Vierteljahr höheren Erstkalbesalter im ökologischen Bereich (Krutzinna et al. 1995/1997). In den Berechnungen wird mit einer Nutzungsdauer von 3,2 Jahren kalkuliert, woraus sich durch Schlachtung einer Milchkuh ein jährlich verzehrbares Fleischaufkommen von gut 60 kg ergibt.

Von den 4,5 Mio. Kühen werden, um den Bestand konstant zu halten, jährlich etwa 1,4 Mio. Kühe geschlachtet, so dass pro Jahr knapp 265.000 t Fleisch anfallen. Unter Berücksichtigung der Verluste von 20 % stehen gut 2,6 kg pro Person und Jahr zur Verfügung. Dies entspricht etwa 490 g Protein pro Jahr und Person bzw. 1,3 g Protein pro Person und Tag.

Es wird weiter davon ausgegangen, dass zu je 50 % weibliche und männliche Jungtiere geboren werden. Setzt man die Kälberverluste mit 8 % an, so erhält man eine Differenz aus den jährlichen Neugeburten von gut 2 Mio. (überlebenden) und den o.g. knapp 1,4 Mio. jährlich geschlachteten Milchkühen von etwa 600.000 Tieren. Die höhere Anzahl Neugeburten pro Jahr als Schlachtungen folgt aus der Überschreitung der Nutzungsdauer. Unter Annahme eines SG von 292 kg innerhalb knapp zweier Jahre (Redelberger 2002) und der o.g. Ausbeute zum VG (67 %) werden durch Schlachtung dieser Tiere unter Berücksichtigung der Verluste

³⁹ Wobei es auch Milchleistungen im ökologischen Landbau gibt, die jenen aus der konventionellen Milchviehhaltung nahe kommen (z.B. Postler 2002). Einen wesentlichen Einfluss auf die Milchleistung hat hier die Gabe von Kraftfutter (vgl. Redelberger 1995; Krutzinna et al. 1997).

⁴⁰ Es gibt derzeit keine belastbaren Zahlen zu durchschnittlichen Tierverlusten im ökologischen Landbau, so dass hier mit ähnlichen Verlustraten wie im konventionellen Landbau kalkuliert wird. (Schumacher 2002; Flachowsky 2002).

jährlich weitere 54.000 t Fleisch zur Verfügung gestellt. Bezogen auf eine Person entspricht dies etwa 650 g Fleisch bzw. knapp 125 g Protein pro Jahr (gut 0,3 g Protein pro Tag).

Die rd. 2 Mio. Mastrinder, von denen wiederum etwa 8 % als Verluste abgehen, werden innerhalb von etwa 15 Monaten (plus Kälberaufzucht) bis auf ein Gewicht von 600 kg gemästet (NÖL 1999; Redelberger 2002). Bei einem durchschnittlichen VG von 221 kg pro Tier erhält man im Jahr etwa 140 kg Rindfleisch, bezogen auf den gesamten Zeitraum der Mast, inkl. Kälberaufzucht. Nach Abzug der Verluste von 20 % resultieren aus den etwa 2 Mio. jährlichen Schlachtungen der Mastrinder etwa 2,8 kg Fleisch pro Person und Jahr. Hieraus ergibt sich eine zur Verfügung gestellte tägliche Menge an Protein von über 1,4 g pro Person.

In der Summe aus Rindfleisch und Kuhmilch folgt demnach eine Proteinzufuhr von insgesamt gut 21 g pro Person und Tag. Diese resultieren aus dem Verzehr von 205 kg Vollmilch sowie 6 kg Rindfleisch pro Jahr.

Die für die Bereitstellung dieser Mengen erforderliche Anzahl an Tieren beläuft sich im ökologischen Bereich auf etwa 8,8 Mio. Tiere bzw. 6,8 Mio. GVE⁴¹ (Tabelle 10).

⁴¹ Zur Berechnung anhand des Großvieheinheitenschlüssels siehe Fußnote 38.

Tabelle 10: Milchkuh- und Rinderbestände bei reduzierten Verzehrsmengen tierischer Lebensmittel bei konventioneller bzw. ökologischer Tierhaltung

	Einheit	konventionell	ökologisch
Milchkühe	Mio.	3,7	4,5
Milchleistung pro Tier und Jahr	kg/a	6.100	5.000
Milchmenge pro Kopf und Jahr	kg/(p*a)	257	257
Durchschnittlicher Verwertungsgrad Kuhmilch (Verderb/Verlust)	%	80	
Durchschnittsverzehr Kuhmilch pro Kopf und Jahr	kg/(p*a)	205	
Proteinzufuhr durch Milch pro Kopf und Jahr	kg/(p*a)	6,6	
- pro Tag	g/(p*d)	18	
Fleischmenge aus Milchkühen pro Jahr gesamt	t/a	239.400	264.800
Fleischzufuhr aus Milchkühen pro Kopf und Jahr	kg/(p*a)	2,3	2,6
- pro Tag	g/(p*d)	6,4	7,0
Proteinzufuhr durch Fleisch (Milchkühe) pro Kopf und Jahr	kg/(p*a)	0,4	0,5
- pro Tag	g/(p*d)	1,2	1,3
Bestand Mastrinder	Mio.	1,7	2,0
Mastendgewicht Mastrind	kg	690	600
Fleischmenge aus Rindermast pro Kopf und Jahr	kg/(p*a)	2,7	2,8
Proteinzufuhr aus Rindermast pro Kopf und Tag	g/(p*d)	1,4	1,4
Schlachtung "zusätzlicher" Milchkühe	Tsd.	450	650
Fleischmenge durch "zusätzliche" Milchkühe	T	47.540	53.760
- pro Kopf und Jahr	kg/(p*a)	0,6	0,7
- pro Kopf und Tag	g/(p*d)	1,6	1,8
Proteinzufuhr aus "zusätzlichen" Milchkühen pro Kopf und Tag	g/(p*d)	0,3	0,4
Insgesamt Zufuhr von Rindfleisch pro Kopf und Jahr	kg/(p*a)	5,6	6,0
- pro Tag	g/(p*d)	15,3	16,3
Insgesamt Zufuhr Protein aus Milch und Fleisch pro Kopf und Tag	g/(p*d)	20,9	21,1
Gesamtbestand an Rindern	Mio. GVE	5,6	6,8

Quelle: eigene Darstellung

Im Vergleich zum konventionellen Rinderbestand bedeutet dies bei einem gleich hohen jährlichen Verzehr von Milch und einem etwa gleich hohen Verzehr von Rindfleisch (+ 7 %) einen um 1,6 Mio. Tiere bzw. 1,2 Mio. GVE höheren Rinderbestand (+ 23 %).

IV.1.3 Schweinebestand (konventionelle Haltung)

Es wird davon ausgegangen, dass in der täglichen Nahrungsaufnahme 32 g Protein aus tierischen Lebensmitteln stammen, davon 27 g aus Kuhmilch und Fleisch, weitere 2 g aus Eiern sowie 3 g aus Fischen/Meerestieren (hier nicht betrachtet). Während Milch und Milchprodukte sowie Rindfleisch täglich 20,9 g Protein liefern, müssen die restlichen 6,1 g durch die Fleischarten Schwein und Geflügel⁴² bereitgestellt werden.

⁴² Es werden hier lediglich die Hauptfleischarten Rind, Schwein und Geflügel betrachtet.

Für die Berechnungen wird auf Verzehrdaten für Fleisch und Fleischwaren zurückgegriffen. In den Jahren 2000/2001 wurden durchschnittlich 39,7 kg Schweine- und 9,9 kg Geflügelfleisch verzehrt (DBV 2002). Dies entspricht einem täglichen Proteinverzehr von 16,3 g durch Schweinefleisch sowie 5,4 g durch Geflügelfleisch⁴³. Prozentual gesehen verhält sich damit der Verzehr von Schweine- und Geflügelfleischprotein wie etwa 75 % zu 25 %. Analog zu den aktuellen Verzehrsmustern würden sich die 6,1 g Protein in 4,6 g aus Schweinefleisch und 1,5 g aus Geflügelfleisch aufteilen. Dies entspricht etwa 11 kg Schweinefleisch und 2,8 kg Geflügelfleisch pro Person und Jahr. Der Verzehr von 11 kg Schweinefleisch impliziert bei einem Verhältnis von 72 % VG zu SG einen Verbrauch von 15,4 kg und unter Berücksichtigung einer Verlust- und Verderbsrate von 20 % (s.o.) einen Verbrauch von 18,4 kg Fleisch. So können durch die Schlachtung eines Schweins mit einem durchschnittlichen SG von 92 kg knapp fünf Personen im Jahr versorgt werden. Für die Versorgung Deutschlands mit Schweinefleisch sind demnach 16,5 Mio. Mastschweine pro Jahr erforderlich. Bei Tierverlusten von 3 % (Abel 1997) ergibt sich mit 17 Mio. Tieren ein um etwa eine halbe Million höherer erforderlicher Mastschweinebestand.

Da aufgrund der durchschnittlichen Aufzucht- und Mastdauer konventionell gehaltener Mastschweine von 199 Tagen knapp zwei Durchläufe pro Jahr realisiert werden können (Bockisch 2000; KTBL 2002a), sinkt die Gesamtzahl der benötigten Schweine von 17 Mio. auf einen tatsächlichen jährlichen Bestand von knapp 9,3 Mio. Schweinen. Dieser Bestand untergliedert sich des Weiteren in Mast- und Jungschweine sowie Ferkel⁴⁴. Die gesamte Zeitspanne von 199 Tagen unterteilt sich in die Aufzucht und Vormast der Ferkel (67 Tage entsprechen etwa 34 % des Zeitraums) sowie die eigentliche Mast (restliche 132 Tage bzw. 66 %). So setzt sich der Bestand von knapp 9,3 Mio. Mastschweinen aus knapp 3,1 Mio. Ferkeln und gut 6,2 Mio. Mast- und Jungschweinen zusammen (gut 1,8 Mio. Jung- und knapp 4,4 Mio. Mastschweine⁴⁵).

Für die Geburt der benötigten Mastschweine sind darüber hinaus gut 850.000 Sauen erforderlich, wenn man davon ausgeht, dass eine Sau im Schnitt 2,2 mal pro Jahr Jungtiere wirft, von denen insgesamt 20 Tiere im Jahr überleben. Die Zahl der Eber wird auf etwa 17.000 geschätzt. Der Gesamtbestand an Schweinen beläuft sich auf knapp 10,2 Mio. Tiere. Dies entspricht etwa 40% des Schweinebestands von 2001 (BMVEL 2005). In GVE entspricht dies einer Summe von 1,1 Mio. GVE⁴⁶ (Tabelle 11).

IV.1.4 Schweinebestand (ökologische Haltung)

Die Berechnungen zum Schweinebestand unter den Prämissen des ökologischen Landbaus erfolgen analog zu denen im konventionellen Bereich. Aus der Summe tierischen Proteins von 21 g pro Tag und Einwohner aus Vollmilch und Rindfleisch (s. Kapitel IV.1.2) folgt eine erforderliche Differenz an Protein aus Fleisch in Höhe von knapp 6 g bis zu den angestrebten

⁴³ Durchschnittlicher Proteingehalt von Schweinefleisch: 15 %, von Geflügelfleisch: 20 % (Flachowsky 2000).

⁴⁴ Als Ferkel bezeichnet man junge Schweine von der Geburt bis zu einem Gewicht von 25 kg. Unter Jungschweinen versteht man Schweine bis zu einem Gewicht von 50 kg. Schweine mit einem Gewicht über 50 kg nennt man Mastschweine.

⁴⁵ Das Endgewicht von 115 kg innerhalb von 132 Masttagen wird mit durchschnittlichen Lebendmassezunahmen (LMZ) von 680 g erreicht, so dass Jungschweine (25 bis 50 kg) nach 37 Tagen zu Mastschweinen (> 50 kg) heranwachsen und für dieses Stadium die restlichen 95 Tage verbleiben.

⁴⁶ Schlüssel zur Umrechnung in GVE: Ferkel = 0,02; Jungschweine = 0,06; Mastschweine und Eber = 0,16; Sauen = 0,3 (BMVEL 2003a).

27 g pro Tag. Eine Aufteilung dieser Menge an Protein in den Anteil Schweine- (75 %, s.o.) sowie den Anteil Geflügelfleisch (25 %) ergibt eine zu verzehrende Menge von 10,7 kg Schweine- bzw. 2,7 kg Geflügelfleisch pro Person und Jahr⁴⁷.

Legt man bei Schweinen eine Ausschächtung von etwa 76 %⁴⁸ zugrunde, so entsprechen die knapp 11 kg verzehrtes Schweinefleisch pro Jahr einer verbrauchten Menge Schwein von 14,1 kg. Nach Berücksichtigung der Verluste von 20 % erhöht sich die Verbrauchsmenge pro Person auf 16,9 kg. Bei einem durchschnittlichen SG von 87 kg pro Mastschwein können durch ein Tier gut fünf Personen pro Jahr mit Schweinefleisch versorgt werden. Zur Versorgung der Bevölkerung sind demnach gut 16,4 Mio. Schlachtungen pro Jahr erforderlich⁴⁹.

Die Mastdauern im ökologischen Landbau liegen mit 237 Tagen im Schnitt höher als im konventionellen Bereich⁵⁰ (Bockisch 2000). Pro Jahr ist demnach ein Bestand von gut 10,7 Mio. Mastschweinen notwendig, um die Bevölkerung mit tierischem Protein aus Schweinefleisch zu versorgen (Tabelle 11).

Tabelle 11: Schweinebestand bei reduzierten Verzehrsmengen tierischer Lebensmittel bei konventioneller bzw. ökologischer Tierhaltung

	Einheit	konventionell	ökologisch
Verbrauch Schweinefleisch pro Kopf und Jahr	kg/(p*a)	18,4	16,9
Verzehr Schweinefleisch pro Kopf und Jahr	kg/(p*a)	11,1	10,7
Verzehr Protein aus Schweinefleisch pro Kopf und Tag	g/(p*d)	4,5	4,4
Tierbestand			
- Ferkel	Mio.	3,1	3,9
- Jungschweine < 50 kg	Mio.	1,7	1,8
- Mastschweine > 50 kg	Mio.	4,4	5,0
- Zuchtschweine > 50 kg			
-- davon Sauen	Tsd.	851	913
-- davon Eber	Tsd.	17	18
Schlachtgewicht Mastschwein	kg	92	87
Mastdauer	d	199	237
Gesamtbestand Schweine	Mio. GVE	1,1	1,3

Quelle: eigene Darstellung

Dieser Bestand an Mastschweinen lässt sich wie bereits gezeigt nach Mastabschnitten in einen Ferkelbestand von knapp 3,9 Mio. Tieren, einen Bestand an Jungschweinen von knapp 1,8 Mio. Tieren sowie weiteren 5 Mio. Mastschweinen unterteilen.

⁴⁷ Diese Mengen entsprechen gut 4,4 g Protein pro Tag aus Schweinefleisch sowie knapp 1,5 g aus Geflügelfleisch. Bei einem Proteinanteil von 15 % bzw. 20 % in Schweine- bzw. Geflügelfleisch errechnen sich die im Text angeführten Mengen.

⁴⁸ Dieser Wert ergibt sich aus dem errechneten Mastendgewicht von 115 kg sowie einem SG von 87 kg (Bauer 1997; Eichinger et al. 2001; Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe 2002; Reiter 2002).

⁴⁹ Inklusive Verlusten von 3 %.

⁵⁰ In der Literatur fallen die Angaben zur Dauer der ökologischen Schweinemast differenziert aus. Sie reichen von etwa 200 Tagen (inkl. Ferkelaufzucht) bis hin zu knapp 240 Tagen (vgl. Bockisch 2000; KTBL 2002b; Redelberger 2002, Eckert 2005). In der vorliegenden Arbeit werden die Angaben von Bockisch (2000) übernommen, da diese Literaturquelle für weitere Berechnungen an späterer Stelle herangezogen wird.

Aufgrund längerer Zwischenwurfzeiten im ökologischen Landbau⁵¹ wird hier mit durchschnittlich 18 abgesetzten Ferkeln pro Sau und Jahr kalkuliert (Arp 2001; Lücker 2002). Aus der jährlich geborenen Anzahl an Mastschweinen ergibt sich somit ein Sauenbestand von knapp 915.000 Tieren und ein erforderlicher Eberbestand von gut 18.300 Tieren.

Die Aufsummierung der GVE⁵² ergibt knapp 1,3 Mio. GVE (Tabelle 11) und liegt damit um 11 % höher als im konventionellen Bereich bei geringfügig niedrigerem Verzehr von Schweinefleisch (11,1 kg in der Berechnung für die konventionelle gegenüber 10,7 kg pro Jahr für die der ökologischen Tierhaltung). Der Gesamttierbestand an ökologisch gehaltenen Schweinen summiert sich auf 11,6 Mio. Tiere und liegt somit um 14 % über dem Bestand von knapp 10,2 Mio. Tieren bei konventioneller Haltung.

IV.1.5 Geflügelbestand (konventionelle Haltung)

Für die Proteinversorgung durch Geflügelfleisch nach den hier unterstellten Bedingungen verbleiben pro Person und Tag gut 1,5 g Protein (s. S. 42), bzw. etwa 550 g pro Jahr. Umgerechnet auf die Menge Fleisch entspricht das einem Verzehr von knapp 2,8 kg. Bei der zugrunde gelegten Verlustrate von 20 % erhöht sich diese Menge auf einen Verbrauch (entspricht Lebendgewicht) von knapp 5,2 kg pro Person und Jahr (Verzehrs- zu Lebendgewicht: 64 %; Faist 2000).

Die folgenden Berechnungen beziehen sich ausschließlich auf Masttiere mit einem Lebendgewicht von 1,7 kg⁵³ bei einer Mastdauer von sechs Wochen (Lebensmittellexikon o. J.). Bei einem durchschnittlichen Verhältnis VG zu Lebendgewicht von 64 % wird durch ein Tier knapp 1,1 kg verzehrfertiges Fleisch zur Verfügung gestellt. Dies bedeutet bei einem zugrunde gelegten Proteinanteil in Geflügelfleisch von 20 % eine Proteinmenge von etwa 220 g pro Tier.

Bei einem jährlichen Verbrauch von 3,3 kg (Verzehr von 2,8 kg zuzüglich Verlust und Verderb von etwa 20 %) sind demnach pro Person gut drei Masttiere bzw. für die gesamte Bevölkerung knapp 252 Mio. Masttiere erforderlich. Bei einer Mastdauer von sechs Wochen muss der tatsächliche Bestand demnach gut 29 Mio. Tiere betragen (252 Mio. Masttiere dividiert durch den Quotienten aus Jahres- und Mastwochenzahl). Bezieht man durchschnittliche Tierverluste von etwa 5 % bei der Mastgeflügelhaltung mit ein, so erhöht sich der Bestand um weitere gut 1,5 Mio. auf 30,5 Mio. Tiere (Abel 1997).

Die Bereitstellung von tierischem Protein aus Hühnereiern erfolgt unter Annahme einer durchschnittlichen Legeleistung von 277 Eiern pro Jahr und Legehennen (DBV 2002). Geht man von einem mittleren Eiergewicht von 58 g und einem essbaren Anteil von 95 % aus (Eiergewicht abzüglich Schalenanteil), so werden bei einem Proteingehalt von 12 % pro Ei etwa 6,6 g Protein bereitgestellt (Flachowsky 2000).

Die pro Person erforderliche Proteinmenge aus Hühnereiern beträgt 2 g pro Tag bzw. 730 g pro Jahr (vgl. Tabelle 7). Die Umrechnung auf die Eiermenge ergibt durchschnittlich 110 Eier pro Jahr und Person bzw. nach Berücksichtigung von 20 % Verlusten entsprechend 133 Eier. Für Deutschland wären das nahezu 11 Mrd. Eier pro Jahr. Unter Zugrundelegung der Legeleis-

⁵¹ Die Zwischenwurfzeit beinhaltet die Trächtigkeitsdauer, die Säugezeit und die Leerzeit und liegt im ökologischen Landbau mit durchschnittlich 175 Tagen um etwa 20 % höher als im konventionellen Bereich mit durchschnittlich 145 Tagen (Lücker 2002).

⁵² Zur Berechnung der GVE s. Fußnote 46.

⁵³ Mittelwert aus männlichen und weiblichen Masttieren.

tung von 277 Eiern pro Tier und Jahr sowie der Tierverluste von 5 %⁵⁴ (Abel 1997) ist demnach ein Bestand von gut 41,4 Mio. Legehennen erforderlich⁵⁵. Da Junghennen erst nach durchschnittlich 20 Wochen die Legereife⁵⁶ erreichen, erhöht sich der Gesamttierbestand um weitere etwa 12,8 Mio. Junghennen auf insgesamt knapp 54,2 Mio. Tiere.

In dieser Arbeit wird davon ausgegangen, dass Legehennen nach 15 Monaten als Suppenhühner geschlachtet werden, deren Fleisch ebenfalls der menschlichen Ernährung zufließt. Bei einem SG von durchschnittlich 1,4 kg pro Tier nach 15 Monaten und einem Fleischanteil von etwa der Hälfte ergeben sich pro Huhn und Jahr knapp 560 g Fleisch. Der mittlere Proteinanteil von 19 % liefert hierdurch eine zusätzliche Proteinmenge von gut 106 g pro Jahr und Tier. In der Summe aller legereifen gut 39 Mio. Legehennen⁵⁷ sind das knapp 51 g pro Einwohner und Jahr.

Um die oben getroffene Mengenbegrenzung an Mastgeflügelfleisch nicht zu überschreiten, muss sich die jährliche Proteinmenge von gut 550 g (entspricht 3,3 kg Bruttoverzehr) auf gut 500 g Protein pro Einwohner reduzieren (entspricht 3 kg Bruttoverzehr). Daraus folgt in den weiteren Berechnungen eine jährlich zu schlachtende Anzahl an Masthühnern von gut 228 Mio. Tieren. Unter Berücksichtigung der Mastdauer von sechs Wochen liegt der reale Bestand bei etwa 26,4 Mio. Tieren und unter Zugrundelegung der Tierverluste in Höhe von 5 % (Abel 1997) bei 27,7 Mio. Tieren.

Die Umrechnung des Gesamtgeflügelbestandes von rd. 82 Mio. Tieren (davon 28 Mio. Masttiere, 41 Mio. Legehennen und 13 Mio. Junghennen) erfolgt anhand des Großvieheinheitenschlüssels von 0,004 auf knapp 327.500 GVE. Eine Übersicht zu diesen Zahlen findet sich in Tabelle 12.

Der Gesamtbestand an Tieren für die Versorgung der Bevölkerung mit tierischem Protein innerhalb der konventionellen Berechnungen ergibt in der Summe 7 Mio. GVE und liegt damit bei 47 % des im Jahr 2001 vorhandenen Bestandes der hier betrachteten Nutztierarten von rund 14,8 Mio. GVE (BMVEL 2004b).

Diese beiden Angaben lassen sich jedoch nur bedingt miteinander vergleichen, da in dem hier berechneten Szenarium eine vollständige Selbstversorgung unterstellt wird. Der SVG innerhalb tierischer Erzeugnisse der deutschen Landwirtschaft betrug hingegen im Jahr 2001 bei Rindfleisch 170 %, bei Schweinefleisch 88 %, bei Geflügelfleisch 66 %, bei Milch (Frischmilcherzeugnisse) 113 % sowie bei Eiern 76 % (BMVEL 2005), so dass für die Versorgung der derzeit konsumierten tierischen Lebensmittel teilweise auf ausländische Erzeugnisse zurückgegriffen werden muss bzw. im Inland mehr erzeugt wird, als für die deutsche Bevölkerung erforderlich ist.

Mit anderen Worten müsste der derzeitige Tierbestand um die im Ausland für die inländische Versorgung notwendigen Tiere erhöht und um die im Inland für den Export gehaltenen Tiere reduziert werden⁵⁸. Dann könnte ein direkter Vergleich der Werte aus den eigenen Berechnungen mit dem Gesamttierbestand erfolgen.

⁵⁴ Zwei Prozent Verlustrate bei der Leghennenaufzucht, fünf Prozent innerhalb der Legeperiode.

⁵⁵ Obwohl der Durchschnittsverzehr um mehr als die Hälfte reduziert würde, ginge der Bestand an Legehennen nur um gut 30 % zurück, da der SVG bei Eiern im Jahr 2000 bei 75 % lag, d.h. für die Bereitstellung der derzeit konsumierten Menge an Eiern muss ein Viertel aus dem Ausland importiert werden (DBV 2002; eigene Berechnungen).

⁵⁶ Zeitpunkt, an dem die Hennen mit dem Eierlegen beginnen.

⁵⁷ Ohne Bestand an zusätzlich erforderlichen Tieren durch die Verlustrate von 5 %.

⁵⁸ Siehe dazu auch Abbildung 3.

IV.1.6 Geflügelbestand (ökologische Haltung)

Die verbleibende zuzuführende Menge an tierischem Protein aus Geflügelfleisch in Höhe von annähernd 1,5 g pro Tag und Einwohner entspricht einer Jahresproteinmenge von 536 g. Unter Verwendung eines Proteinanteils von durchschnittlich 20 % kommt dies einer Fleischmenge von rd. 2,7 kg pro Person und Jahr gleich. Bei einer Ausschachtung von 70 %⁵⁹ und unter Berücksichtigung der Verluste von 20 % entspricht das einem Verbrauch an Geflügel von etwa 4,6 kg Lebendgewicht pro Person und Jahr.

Die weiteren Berechnungen beziehen sich auf ein Mindestschlachtalter von 81 Tagen (vgl. EG-Öko-VO 2092/91) und auf Lebendgewichte von durchschnittlich 2,8 kg bzw. SG (entspricht VG) von knapp 2 kg pro Tier.

Durch ein Tier werden nach obigen Annahmen rd. 390 g Protein zur Verfügung gestellt, so dass jeder Einwohner durchschnittlich rd. 1,6 Masttiere pro Jahr verzehren müsste, um den entsprechenden Proteinbedarf durch Geflügelfleisch decken zu können. Zur Versorgung Deutschlands entspricht dies ca. 135,2 Mio. Schlachtungen jährlich, d.h. bei einer Mastdauer von etwa 12 Wochen einem Bestand von knapp 31,2 Mio. Tieren. Legt man eine Verlustrate an Tieren von etwa 5 % zugrunde, so erhöht sich der Bestand auf 32,8 Mio. Tiere.

Des Weiteren werden jedem Einwohner täglich zwei Gramm Protein aus Hühnereiern zur Verfügung gestellt (vgl. Tabelle 7). Die Legeleistung liegt mit 269 Eier pro Jahr etwas unter der in der konventionellen Legehennenhaltung. Bei einem Eiergewicht von durchschnittlich 62 g, 12 % Proteinanteil im Ei und einem essbaren Anteil von 95 % sind von jedem Einwohner etwa 103 Eier pro Jahr zu verzehren (Amgarten 1987; Meierhans 1993; Hörning 1994; Mayr 1996; Bauer 2002; Herrmannsdorfer Landwerkstätten 2002; Schneeberger et al. 2002). Zieht man die auch hier auf 20 % festgesetzten Verluste mit ein, so erhöht sich die Zahl der verbrauchten Eier pro Person auf 124 Stück. Bezogen auf die Gesamtbevölkerung entspräche das 10,2 Mrd. Eiern. Unter Berücksichtigung der Legeleistung wären hierfür etwa 38 Mio. Legehennen erforderlich. Geht man von Tierverlusten in Höhe von etwa 5 % während der Legeperiode aus, so erhöht sich der Bestand auf knapp 40 Mio. Legehennen.

In den Berechnungen wird davon ausgegangen, dass die Legehennen mit 22 Wochen ihre Legereife erreichen und insgesamt 18 Monate leben. Somit ergibt sich ein zusätzlicher Bestand an Junghennen von mehr als 11,2 Mio. Tieren. In der Gesamtheit der Legehennen resultiert ein Bestand von über 51 Mio. Tieren (Tabelle 12).

⁵⁹ Eigene Berechnungen aus den durchschnittlichen Mastend- und SG sowie Jahn et al. (1996).

Tabelle 12: Geflügelbestand bei reduzierten Verzehrsmengen tierischer Lebensmittel bei konventioneller bzw. ökologischer Tierhaltung

	Einheit	konventionell	ökologisch
Verzehr Geflügelfleisch pro Kopf und Jahr	kg/(p*a)	2,8	2,7
Gesamtbestand Mastgeflügel	Mio.	29,0	31,2
Lebendgewicht Durchschnitt	kg	1,7	2,8
Schlachtgewicht Durchschnitt (entspr. Verkaufsgewicht)	kg	1,1	2,0
Mastdauer	Wochen	6,0	12,0
Verbrauch Eier pro Kopf und Jahr	Stck./(p*a)	133	124
Verbrauch Eier Gesamtbevölkerung pro Jahr	Mrd. Stck./a	10,9	10,2
Verzehr Protein aus Eiern pro Kopf und Jahr	g/(p*a)	730,0	730,0
Proteinanteil Ei	g/Ei	6,6	7,1
Legeleistung	Eier/Jahr	277,0	269,0
Gesamtbestand Legehennen	Mio.	54,2	51,2
Gesamtbestand Geflügel	Tsd. GVE	327,0	324,0

Quelle: eigene Darstellung

Nach der Nutzungsdauer der Legehennen von 18 Monaten werden diese als Suppenhühner geschlachtet (s. hierzu Kapitel IV.1.5). Dabei erhält man bei einem Lebendgewicht von etwa 2 kg einen Fleischanteil von gut einem halben kg, bezogen auf ein Jahr etwa 365 g pro Tier (nach Baumann 1999). Dies entspricht bei einem Proteinanteil in Suppenhuhn von 19 % etwa 69 g Protein pro Tier und Jahr, so dass durch Schlachtung der Suppenhühner nochmals zusätzliche 32 g Protein pro Einwohner und Jahr bereitgestellt werden (Universität Hohenheim 2002). Um die vorgegebene Menge an tierischem Protein aus Fleisch in Höhe von 27 g nicht zu überschreiten, sind deshalb anstelle der 33 Mio. lediglich 30 Mio. Masttiere erforderlich.

Die Summe aus Mastgeflügel und Legehennen ergibt 81 Mio. Tiere bzw. etwa 324.000 GVE und liegt damit geringfügig unter dem GVE-Bestand im Zuge der Berechnungen für den konventionellen Bereich (327.400 GVE; Tabelle 12).

IV.1.7 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Berechnungen zeigen, dass zur Bereitstellung von Lebensmitteln tierischer Herkunft (betrachtet werden Fleisch von Rindern, Schweinen, Geflügel sowie Eier und Milch) zur ausreichenden Versorgung der Bevölkerung in Deutschland über konventionelle Haltungsformen insgesamt rd. 7 Mio. GVE erforderlich wären. Bei ökologischer Tierhaltung würden 8,4 Mio. GVE und damit 20 % mehr als bei konventioneller Tierhaltung benötigt (Abbildung 2). Bei diesen Ergebnissen ist nicht berücksichtigt, dass die SVG in 2001 – mit Ausnahme von Rindfleisch und Milch, bei denen eine Überversorgung vorliegt – in allen Kategorien unter 100 % liegen, was bedeutet, dass ein Teil der für die Versorgung der deutschen Bevölkerung notwendigen tierischen Lebensmittel eingeführt wird.

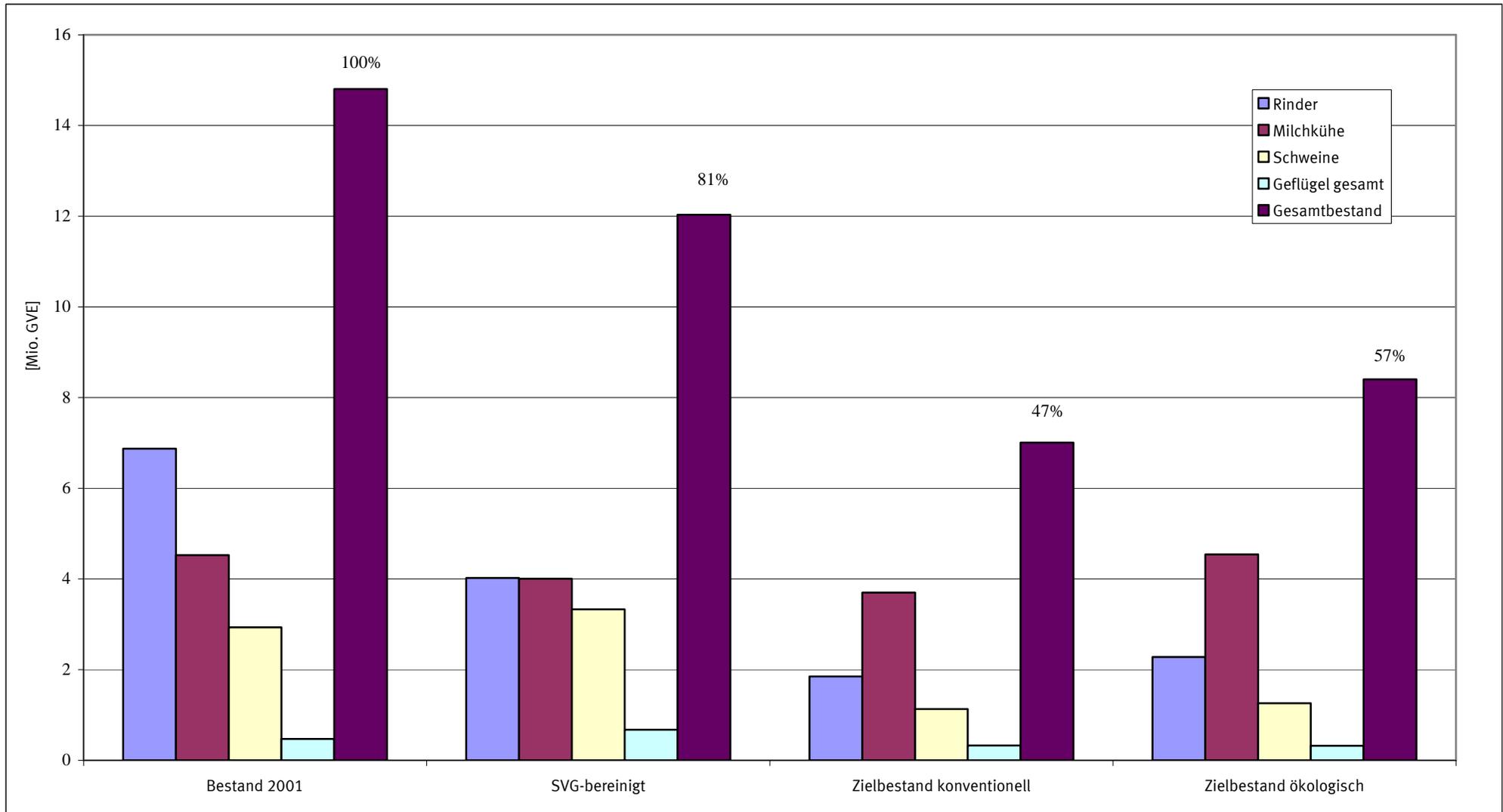
Abbildung 2 zeigt, dass der Tierbestand unter Berücksichtigung des SVG insgesamt ca. 20 % unter dem aktuellen Bestand liegt. Zurückzuführen ist dies auf den Überhang bei der Selbstversorgung im Bereich Rinder. Dieser fällt relativ stark ins Gewicht, da der SVG auf Grundlage

der GVE berechnet wird. Ebenfalls in Abbildung 2 erkennbar ist, dass gegenüber der Ist-Situation (2001) die Tierbestände bei einem eingeschränkten Verzehr an Nahrungsmitteln tierischer Herkunft in beiden Produktionsvarianten (konventionell und ökologisch) deutlich reduziert sind.

Die Ergebnisse sehen anders aus, wenn der Vergleich auf Basis der Tierzahlen stattfindet. Hier beeinflusst der relativ geringe SVG Deutschlands innerhalb der Nutztierarten Geflügel und Schweine die Höhe des Gesamtbestandes weitaus stärker als der über 100 % liegende SVG bei den Rindern. Innerhalb der beiden untersuchten Wirtschaftsweisen (konventionell und ökologisch) hingegen gleichen sich die Ergebnisse an (64 % bzw. 65 % des Gesamttierbestandes). Dies liegt darin begründet, dass in der konventionellen Tierhaltung weniger Rinder und Schweine und mehr Geflügel benötigt werden als in der ökologischen Tierhaltung, so dass hier ein Ausgleich innerhalb der Anzahl der Tiere erfolgt. Da das Lebendgewicht der Rinder/Schweine jedoch deutlich höher als das der Geflügel liegt, resultiert im ökologischen Bereich bei der Betrachtung der GVE ein deutlich höheres Ergebnis⁶⁰. Hier werden die Unterschiede deutlich, die eine Betrachtung der Tierbestände auf der Basis von GVE, bei der die einzelnen Tierarten auf eine vergleichbare Größe projiziert werden, gegenüber der Betrachtung auf der Basis der Tierzahlen mit sich bringt.

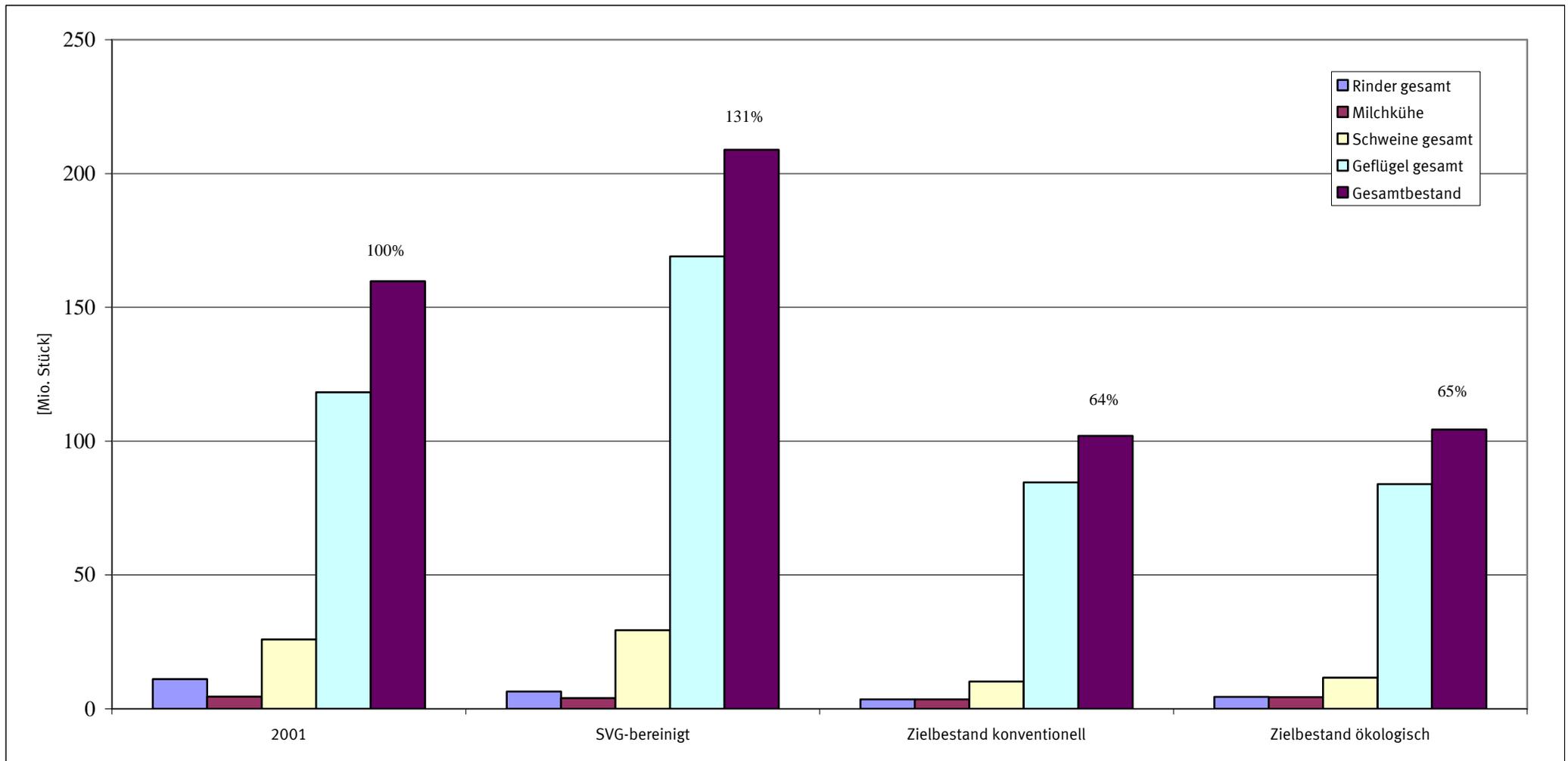
⁶⁰ Je geringer das Eigengewicht der Tiere, desto geringer auch deren Beitrag zur Berechnung der GVE, so dass der zahlenmäßige Tierbestand relativ stärker ansteigt als der Bestand nach GVE.

Abbildung 2: Vergleich der für die Proteinversorgung der deutschen Bevölkerung erforderlichen Tierbestände in Großvieheinheiten (GVE) und bezogen auf den realen Tierbestand von 2001



Quelle: BMVEL 2001; DBV 2002 („SVG-bereinigt“ bedeutet der Tierbestand, der für die derzeitige Versorgung der Bevölkerung notwendig wäre, wenn in allen Sparten eine komplette Selbstversorgung vorherrschen würde).

Abbildung 3: Vergleich der für die Proteinversorgung der deutschen Bevölkerung erforderlichen Tierbestände in Anzahl der Tiere und bezogen auf den realen Bestand von 2001



Quelle: BMVEL 2001; DBV 2002 (Erläuterungen zu „SVG-bereinigt“ s. Abbildung 2)

IV.2 Primärenergieverbrauch in der Landwirtschaft

Unter Primärenergie wird diejenige Energie verstanden, wie sie in der Natur vorkommt, z.B. die in Rohöl, Kohle oder Holz enthaltene Energie. Der Einsatz von Energie in der Wirtschaft erfolgt jedoch i.d.R. erst nach Umwandlung dieser Primärenergie in sog. Nutzenergie, z.B. Strom, Wärme. Hierbei entstehen je nach Energieträger Umwandlungsverluste (Rösch et al. 2004). Innerhalb dieser Arbeit wird stets mit der Einheit der Primärenergie gerechnet.

Die Berechnungen zum Primärenergieverbrauch (PEV) bei der landwirtschaftlichen Erzeugung sehen jeweils eine konventionelle und eine ökologische Variante vor. Darüber hinaus wird eine konventionell ressourcenschonende Variante berechnet, in der ein Teil der in der konventionellen Variante eingesetzten mineralischen Düngemittel durch organische Düngemittel (Wirtschaftsdünger) substituiert wird. Aufgrund dieser Substitution können in der Vergleichsvariante deutlich geringere PEV realisiert werden als in der konventionellen Variante.

IV.2.1 Milchkuhhaltung

Aus den verfügbaren Literaturquellen wurde für den PEV bei der Milcherzeugung eine Auswahl vorgenommen, die sich in Tabelle 13 findet:

Tabelle 13: Primärenergieverbrauch bei der Erzeugung von Kuhmilch bei verschiedenen Wirtschaftsweisen

Quelle	konventionell		ökologisch	
	PEV [MJ/kg]	Milchleistung [kg/(Kuh*a)]	PEV [MJ/kg]	Milchleistung [kg/(Kuh*a)]
Abel 1997	4,8	7.000	k.A.	k.A.
Bockisch 2000 ⁶¹	2,0	6.182	1,5	4.953
Cederberg 1998	2,8	7.813	2,4	7.127
NÖL 1999	2,0	4.000	1,2	4.000
Römer et al. 1999	4,7	7.000	k.A.	k.A.

Quelle: eigene Zusammenstellung

Bei den Angaben in Tabelle 13 ist zu beachten, dass in die Einzelergebnisse unterschiedliche Annahmen und Zahlenquellen eingehen, welche die Endergebnisse und die Vergleichbarkeit untereinander beeinflussen.

⁶¹ Bei Bockisch (2000) die Variante K_{TE3} .

Der Vergleich der Studien von Cederberg (1998) und Bockisch (2000) lässt in erstgenannter Studie sowohl im konventionellen als auch im ökologischen Bereich einen deutlich höheren PEV pro kg Milch erkennen. Die innerhalb dieser Studien betrachteten Einflussfaktoren umschließen den PEV für die Bereitstellung der notwendigen Futtermittel (indirekter Energieverbrauch), den Verbrauch an Treibstoffen wie Diesel sowie den Verbrauch an elektrischer Energie für Milchgewinnung, Fütterung, Entmistung und Beleuchtung.

Die beiden Studien unterscheiden sich deutlich innerhalb der gewählten Futtrationen. Während in der konventionellen Variante bei Bockisch (2000) der Anteil des Raufutters⁶² etwa 80 % der Gesamtration ausmacht, beträgt dieser Anteil bei Cederberg (1998) lediglich etwa ein Drittel. Die weiteren zwei Drittel bestehen hier jeweils etwa zur Hälfte aus Nebenprodukten der Nahrungsmittelindustrie sowie aus Kraftfutter. Bei Bockisch (2000) liegt der Kraftfutteranteil lediglich bei einem Fünftel der Gesamtfuttermenge. Ebenso enthält die Futtration im ökologischen bei Bockisch (2000) mit etwa 90 % etwa ein Drittel mehr Raufutter als bei Cederberg (1998). Das Raufutter wird durch Kraftfutter ergänzt (10 bzw. 40 %). Dabei bestehen die Kraftfutturgaben bei Bockisch (2000) im ökologischen Bereich überwiegend aus Getreide, während bei Cederberg (1998) ebenso industrielles Mischfutter⁶³ eingesetzt wird, wodurch vermutlich auch die deutlich höheren Leistungen erzielt werden können.

Bei Bockisch (2000) wird der PEV für die einzelnen Komponenten der Futtrationen für den ökologischen Bereich errechnet und als betriebseigene Futtermittel ausgewiesen. Hingegen werden aufgrund mangelnder Datengrundlage für die im konventionellen Bereich eingesetzten Milchleistungsfutter folgende Daten verwendet:

- Die im Kraftfutter enthaltenen Anteile an Getreide, z.B. Weizen oder Gerste, und Leguminosen, z.B. Ackerbohnen, Erbsen, werden mit dem jeweiligen in der Studie von Bockisch (2000) für den konventionellen Landbau berechneten produktspezifischen PEV ermittelt.
- Die Abschätzung des PEV für die im Kraftfutter angenommenen Nebenprodukte, wie Extraktionsschrote, Trockenschnitzel, Trester etc., erfolgen auf Grundlage einer Studie aus den Niederlanden (Brand et al. 1993). Diese Zahlen aus den Niederlanden sind derzeit die einzige Literaturquelle für die Bestimmung des PEV für Zukaufsfuttermittel.

Während die Angaben über den Verbrauch an elektrischem Strom innerhalb der beiden Studien in etwa vergleichbar erscheinen⁶⁴, bestehen Differenzen im Bereich des Dieselverbrauchs, die bei etwa Faktor zehn liegen. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Angaben bei Bockisch (2000) ausschließlich die zusätzlichen Arbeiten mit Landmaschinen (Fütterung mit Frontlader, Gülleausbringung) beinhalten, während bei Cederberg

⁶² Auch als Grundfuttermittel oder Wirtschaftsfutter bezeichnet, umfasst sowohl wasserreiche Futtermittel (Grünfutter) und anderes Saftfutter wie Rüben oder Silage als auch trockenes Raufutter wie Heu oder Stroh.

⁶³ Industrielles Mischfutter in der ökologischen Milchviehhaltung: Protein-Mix (Sojamehl, Rapssaatmehl, Maisglutenmehl) und ExPro[®] (Rapssaatöl und -mehl). Ergänzend wird im konventionellen Verfahren noch Elit eingesetzt (zusätzlich zum Protein-Mix noch Rübenschnitzel, Sonnenblumenmehl, Rapssaatkuchen, Palmkernexpeller, Rapssaat, Kartoffelprotein; Cederberg 1998).

⁶⁴ Rechnet man mit einem durchschnittlichen Wirkungsgrad für elektrischen Strom von etwa 32 %, so belaufen sich die Angaben auf 260 bis 440 kWh pro Kuh und Jahr, was sich mit den Angaben diverser Fachblätter deckt (5 kWh/100 kg Milch; AEL 2000; HEA o.J.).

(1998) der komplette Treibstoffverbrauch der Prozesskette aufgeführt wird (also jeglicher Verbrauch an Diesel für Feldarbeiten, Dieserverbrauch für Importe per Schiff etc.).

In der Studie der Niederösterreichischen Landesregierung (NÖL 1999) werden deutlich geringere Angaben zum PEV gemacht als in den beiden oben besprochenen Studien. Für den konventionellen Bereich errechnen die Autoren einen Verbrauch an Primärenergie von 2 MJ pro kg Milch, für den ökologischen Bereich beträgt dieser lediglich 1,2 MJ (NÖL 1999). Hierbei ist jedoch zu beachten, dass innerhalb der Berechnungen als Input lediglich die Bereitstellung der jeweiligen Futtermittel betrachtet wird. Dabei gehen bei den kulturspezifischen Energiebilanzen folgende Energieverbräuche ein: der direkte Energieverbrauch durch Treib- und Schmierstoffe für Feldarbeiten, Abflammen und Trocknung sowie der indirekte Energieverbrauch für Pflanzenschutzmittel (PSM), Saatgut- und Mineraldüngerherstellung und für die Herstellung und Reparatur von Maschinen und Geräten. Diese Bilanzen werden auf die Situation in Österreich angepasst. Alle weiteren Betriebsmittel bleiben unberücksichtigt, wie z.B. Strom oder Gebäude.

Neben der unterschiedlichen Zusammensetzung der jeweiligen Futterkomponenten innerhalb der konventionellen und der ökologischen Variante werden ausschließlich in der konventionellen Fütterung Importfuttermittel (Soja aus Brasilien) angenommen und deren entsprechende Energiebilanzen mit einbezogen.

Auffällig innerhalb der hier getroffenen Annahmen ist die geringe Milchleistung im ökologischen und im konventionellen Bereich mit jeweils 4.000 kg pro Kuh und Jahr, welche aus den in der Studie angenommenen Futterrationen resultieren und in etwa mit den damaligen Milchleistungen korrelieren⁶⁵. Eine proportionale Hochrechnung der PEV auf einen den heutigen Milchleistungen entsprechenden Wert kann allerdings nicht problemlos erfolgen, da sich dieser Energieverbrauch aus dem Erhaltungs- und dem Leistungsbedarf zusammensetzt. Für die Steigerung der Milchleistung ist der Leistungsbedarf verantwortlich.

Abschätzungen des PEV durch Steigerung des Leistungsbedarfs sowie durch Einbezug des elektrischen Stroms lassen vermuten, dass sich die Werte von 1,2 MJ/kg bzw. 2,0 MJ/kg Kuhmilch erhöhen, wobei der PEV pro kg Milch bei steigender Milchleistung jedoch relativ abnimmt. Die in eigener Rechnung ermittelten Zahlen ergeben für die ökologisch erzeugte Milch etwa 2,2 MJ/kg bei einer Milchleistung von 5.000 kg pro Kuh und Jahr, für die konventionelle Milch knapp 2,5 MJ/kg bei einer Milchleistung von 6.100 kg.

Da die Energiebilanz des Soja in der konventionellen Variante als eher optimistisch angenommen wurde, ist bei entsprechend pessimistischerer Annahme des Sojaertrags ein PEV von knapp 3 MJ/kg Milch erforderlich⁶⁶. Im Vergleich zu den oben angeführten Studien befinden sich diese Werte nahe den von Cederberg (1998) genannten Werten.

Die von Römer et al. (1999) dargestellten Berechnungen sind in bezug auf die betrachteten Inputfaktoren sehr viel umfassender als die bereits diskutierten Publikationen. Hier wird der PEV für einen konventionellen Milchviehbetrieb mit 80 Kühen bei drei unterschiedlich hohen Milchleistungsklassen berechnet⁶⁷. Dabei wird der größte Teil der Fut-

⁶⁵ Die Angaben über Futterrationen entstammen den Jahren 1983 (konventionell) sowie 1988/1991 (ökologisch; NÖL 1999).

⁶⁶ Angenommen wird ein Ertrag von 3,5 t/ha in der optimistischen, 1 t/ha in der pessimistischen Variante (NÖL 1999).

⁶⁷ 10.000, 7.000 und 5.000 kg Milch/Kuh und Jahr, wobei im folgenden lediglich die mittlere Variante betrachtet wird.

terration betriebseigen erstellt. Neben den Futtermitteln gehen als weitere Inputs der indirekte Energieeinsatz durch Maschinen in der Außenwirtschaft sowie der direkte und der indirekte Energieeinsatz der Innenwirtschaft mit in die Berechnung ein. Es findet eine Bewertung des PEV von Maschinen und Gebäuden über deren Investitionskosten⁶⁸ statt.

Insgesamt zeigt sich, dass die Angaben von Römer et al. (1999) zum Energieaufwand für die Bereitstellung der erforderlichen Futtermittel deutlich über denen in den bereits diskutierten Publikationen liegen, und zwar bei knapp 2,9 MJ/kg Milch im Vergleich zu 1,4 MJ/kg bei Bockisch (2000), knapp 1,6 MJ/kg bei Cederberg (1998) und zwischen 1,6 und knapp 2 MJ/kg⁶⁹ bei NÖL (1999). Addiert man hierzu noch den direkten PEV für den Betrieb von Anlagen und Maschinen, so ergeben sich knapp 3,8 MJ/kg Milch. Unter weiterer Berücksichtigung des PEV für Investitionen der Gebäude und Maschinen wird innerhalb dieser Studie ein PEV für die landwirtschaftliche Erzeugung eines kg Kuhmilch von 4,7 MJ angegeben. Dieser Wert kann jedoch nicht unmittelbar mit den Werten der weiteren Studien in Vergleich gesetzt werden, da dort die Investitionen, also die indirekten Energieverbräuche für Gebäude und Maschinen, bewusst unberücksichtigt bleiben⁷⁰.

Eine Abschätzung des Elektroenergie- und des Dieselbedarfs lässt etwa 420 kWh/Kuh und Jahr sowie knapp 109 l Diesel/Kuh und Jahr (nur Feldarbeiten für die einzelnen Futterkomponenten) annehmen. Damit liegen diese Angaben für den Strom in etwa bei den allgemein verwendeten Zahlen, beim Dieselverbrauch liegen die Angaben etwa halb so hoch wie bei Cederberg (1998)⁷¹.

In einer weiteren Literaturquelle (Abel 1997) wird der PEV pro kg Milch mit 4,8 MJ beziffert bei einer gleich hohen Milchleistung von 7.000 kg pro Kuh und Jahr wie bei Römer et al. (1999). Auffällig hierbei ist der hohe Energieverbrauch für die Bereitstellung der Futtermittel mit 3,9 MJ pro kg Milch. Allein der Energieverbrauch für die zugekauften Kraftfuttermittel entspricht dem von Römer et al. (1999) für den Gesamtfuttermittelverbrauch ausgewiesenen Wert (2,8 MJ/kg Milch). Dabei gibt Abel (1997) jedoch zu bedenken, dass bei Substitution eines Teils der zugekauften durch betriebseigen erstellte Futtermittel Energieeinsparungen bis knapp 30 % möglich seien, was den Gesamt-PEV auf knapp 3,5 MJ pro kg Milch senken würde.

Der Vergleich zu der Publikation von Römer et al. (1999) zeigt, dass der PEV für Gebäude, Einrichtungen und Anlagen mit etwa 0,8 MJ/kg Milch (Abel 1997) nur etwa halb so groß angesetzt wird (knapp 1,6 MJ/kg Milch).

Zusammenfassend sind innerhalb der hier betrachteten Studien sehr deutliche Unterschiede festzustellen. Die Wahl der Systemgrenzen, Annahmen und der verwendeten Daten wirken sich entscheidend auf das Endergebnis aus. Allgemein macht der PEV für die Bereitstellung der benötigten Futtermittel in allen Studien den größten Anteil aus. Dabei ergibt sich je nach Art der Erzeugung und Herkunft dieses Betriebsmittels ein unterschiedlich hoher PEV. Dies macht sich auch bemerkbar in der gewählten Wirtschaftswei-

⁶⁸ PEV der Kaufpreisabschreibung und der Reparaturkosten mit 2,3 MJ/€ ermittelt (Bosma et al. 1993).

⁶⁹ Eigene Hochrechnung auf Grundlage der Zahlen der NÖL (1999).

⁷⁰ Bei einem Vergleich der unterschiedlichen Bewirtschaftungsformen werden diese Inputs als etwa gleich angesehen und von einer gesonderten Ausweisung wird abgesehen.

⁷¹ Ein Vergleich zu Bockisch (2000) ist hier nicht direkt möglich, da dort lediglich der Dieselverbrauch für Fütterung und Gülleausbringung getrennt ausgewiesen wird (mit knapp 20 l pro Tier und Jahr, was sich relativ gut vergleichen lässt mit den Angaben von Römer et al. (1999) für den direkten Energieinput durch den Futtermischwagen mit etwa 10 l).

se: Während innerhalb der ökologischen Tierhaltung davon ausgegangen wird, dass der größte Teil der Futtermittel betriebseigen, ohne bzw. mit geringerer Verwendung energieintensiver Produktionsverfahren, z.B. mineralische Stickstoffdüngemittel, hergestellt wird und keine Importe erfolgen, liegen die Aufwendungen für die Futterbereitstellung innerhalb der konventionellen Viehwirtschaft darüber.

Des Weiteren für die fest gestellten Unterschiede relevante Ursachen sind die Leistungen der ökologischen Milchviehwirtschaft, die i.A. unter denen der konventionellen liegen⁷².

Die hier getroffenen Angaben zu den übrigen Inputs (Anlagen, Treibstoffverbrauch etc.) sind als relativ konstante Größen aufzufassen. Sie sind jedoch ebenso betriebspezifisch einzuordnen, so dass die Angaben lediglich einen durchschnittlichen Wert repräsentieren können.

Die Auswahl eines einzelnen Wertes für den PEV bei der Erzeugung von Milch kann vor dem Hintergrund der oben getroffenen Ausführungen lediglich eine Abschätzung aus einer Bandbreite an Ergebnissen darstellen. Für die weiteren Berechnungen werden die Zahlen von Bockisch (2000) zum PEV in leicht erweiterter Form herangezogen, weil sich diese in Bezug auf die Milchleistungen relativ gut mit den in den eigenen Berechnungen angesetzten Milchleistungen sowohl für den konventionellen als auch den ökologischen Bereich (6.100 kg bzw. 5.000 kg pro Kuh und Jahr) decken. Darüber hinaus sind die Ergebnisse bei Bockisch (2000) nachvollziehbar hergeleitet und basieren auf aktuellen Angaben. Die grundlegenden Annahmen und Faktoren werden im Folgenden knapp aufgezeigt:

Als Betrachtungsrahmen wird bei Bockisch (2000) die Hoftorbilanz⁷³ gewählt, ohne Berücksichtigung des Schlachtens der Tiere und weiterer Verarbeitungsschritte sowie der menschlichen Arbeitskraft, Investitionsgüter (Bau und Wartung von Stallgebäuden, Heizungs- und Melkanlagen) und des indirekten Energieeinsatzes für die Herstellung und Anwendung von Tiermedikamenten und Futterzusatzstoffen. Die Allokation des PEV zwischen den beiden Outputgrößen Kuhmilch zu Kalb erfolgt anhand des ökonomischen Wertes der Produkte mit 90 zu 10.

Die Grundlagen der Fütterung wurden oben beschrieben. Dabei dominiert sowohl im konventionellen als auch im ökologischen System die Bereitstellung der Futtermittel den gesamten PEV bei der Kuhmilcherzeugung. Während innerhalb der ökologischen Variante das Grund- und Kraftfutter jeweils hofeigen erstellt wird, wird in der konventionellen Variante davon ausgegangen, dass eine konventionelle Pflanzenproduktion mit einer hofeigenen Kraftfuttermischung angewandt wird. In letzterer Variante werden die konventionell angebauten Futtermittel ausschließlich mit mineralischem Dünger gedüngt. In einer dritten Variante wird abgeschätzt, mit welchen Ergebnissen zu rechnen ist, wenn der konventionelle Futterbau auf einen Teil der mineralischen Düngemittel verzichtet und anstelle dessen auf eine organische Düngung zurückgreift. Diese Variante wird im Folgenden als konventionell ressourcenschonende Erzeugung betrachtet (Bockisch 2000).

Der Verbrauch an Primärenergie wird jeweils auf den Zeitraum der Zwischenkalbezeit⁷⁴ bezogen und entspricht etwa einem Jahr.

⁷² Wobei durch einen höheren Anteil an Kraftfuttergaben und ein gutes Management auch hier entsprechend hohe Leistungen erzielbar sind.

⁷³ Berücksichtigung von Import an Betriebsmitteln und Export an Verkaufsprodukten.

⁷⁴ Zeitlicher Abstand zwischen zwei Abkalbungen.

Eine hier vorgenommene Erweiterung der Zahlen von Bockisch (2000) bezieht sich auf die Ergänzung des PEV um die jeweiligen Investitionsanlagen (Maschinen und Gebäude). Allerdings kann dieser Energieaufwand pro Kuh und Jahr (bzw. pro kg Milch) je nach Bestandsgröße und Bauaufwand (Kalk et al. 1996) variieren. Verschiedene Literaturquellen lassen den Schluss zu, dass sich der zusätzliche Energiebedarf für Gebäude als Investitionsanlage zwischen 0,1 MJ/kg (Berg et al. 2000) und 0,4 MJ/kg (Römer et al. 1999) für Milch bewegt⁷⁵. Durch die Investition von Maschinen werden weitere 0,1 MJ/kg bis 0,5 MJ/kg Milch veranschlagt (Mosselman et al. 1994; Abel 1997; Römer et al. 1999; Berg et al. 2000).

Datenmaterial für den Einbezug von Investitionsgütern in die ökologische Erzeugung von Kuhmilch ist kaum vorhanden. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass geringere Milchleistungen, wie sie im ökologischen System angenommen werden, mit einem relativ höheren Anteil aller fixen Aufwendungen der Innenwirtschaft sowie einem höheren Grundfutteraufwand für die Remontierung verbunden sind (Römer et al. 1999). Dieser Energiebedarf innerhalb der ökologischen Milchviehhaltung kann sogar so groß sein, dass er den übrigen Energiebedarf überschreitet (Kalk et al. 1996). Demnach könnte die Nichtberücksichtigung des Verbrauchs indirekter Energie durch Investitionsgüter zu Fehleinschätzungen in der Gesamtbetrachtung führen (Kalk et al. 1996).

Als Grundlage für den Einbezug des Energieverbrauchs durch Investitionen wird die Publikation von Römer et al. (1999) gewählt. Die hier aufgeführten Daten legen für den konventionellen Bereich einen zusätzlichen PEV in Höhe von 1,0 MJ/kg Milch, für den ökologischen Bereich einen zusätzlichen PEV in Höhe von 1,3 MJ/kg Milch nahe. Während sich die Gesamtangaben für den indirekten Energieverbrauch für Stall und Maschinen zwischen den beiden Wirtschaftsformen nur geringfügig unterscheiden, fallen die relativen Angaben pro Einheit Endprodukt im ökologischen Landbau bei geringerer Milchleistung deutlich schlechter aus (Römer et al. 1999). Die ausgewiesenen Angaben befinden sich im Vergleich zu den weiteren betrachteten Studien am oberen Rand des Zahlenkorridors.

In der Gesamtheit ergeben sich durch den Einbezug dieser Größen folgende Zahlen: Für die Erzeugung eines kg Milch nach konventionellem Bewirtschaftungsverfahren werden 3,0 MJ Primärenergie benötigt, nach ökologischem Verfahren hingegen 2,8 MJ (Tabelle 14).

Tabelle 14: Primärenergieverbrauch bei konventioneller bzw. ökologischer Erzeugung von Kuhmilch

Quelle	PEV [MJ/kg]		Anteil ökol. von konv. [%]
	konventionell	ökologisch	
Bockisch (2000)	2,0	1,5	75
zzgl. Investitionsgüter	3,0	2,8	93

Quelle: Römer et al. 1999; Bockisch 2000

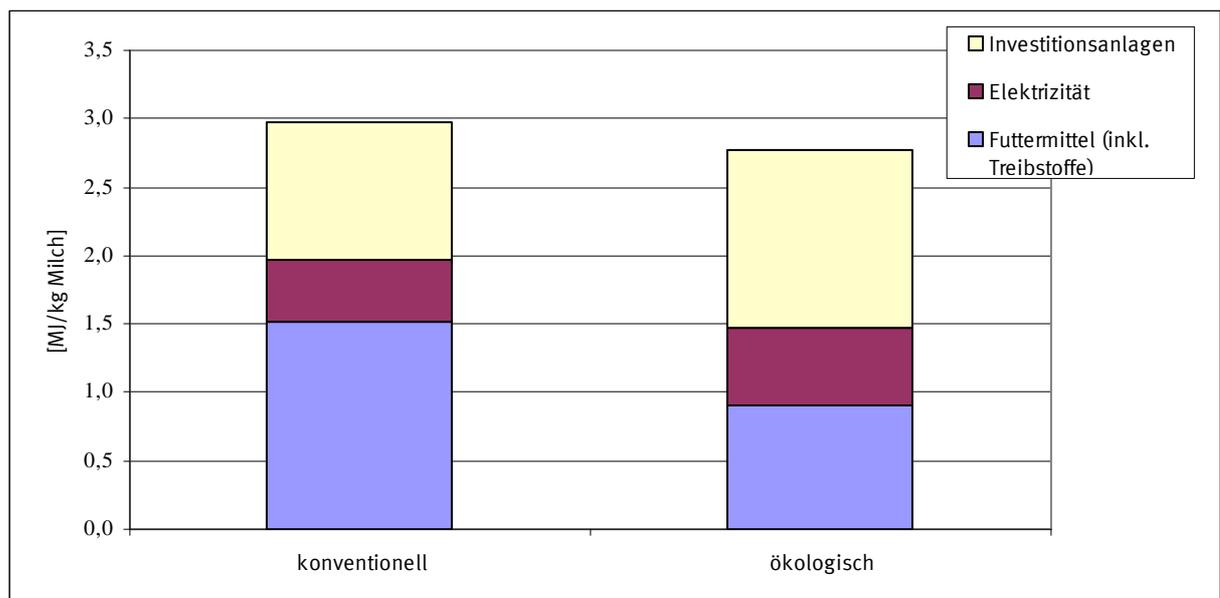
Der Verbrauch an Primärenergie in der ökologischen Variante liegt somit um nur etwa 7 % unter dem der konventionellen Variante. Betrachtet man jedoch den PEV pro Milch-

⁷⁵ Bei konventioneller Milcherzeugung; siehe dazu auch Procé 1986, Mosselman et al. 1994, Kalk et al. 1996, Abel 1997.

kuh und Jahr, so liegt der Verbrauch bei der konventionell gehaltenen Kuh um etwa 30 % über dem der ökologisch gehaltenen Kuh. Diese Differenz wird durch die vergleichsweise höhere Milchleistung konventionell gehaltener Kühe auf o.g. 7 % gemindert.

Abbildung 4 veranschaulicht die oben angesprochenen Unterschiede, die sich hier aufgrund des voneinander abweichenden Gesamtergebnisses relativieren. Während sich die Inputfaktoren Treibstoffe und Elektrizität absolut gesehen nur geringfügig unterscheiden, liegt der Energieaufwand zur Herstellung der Gebäude und Anlagen (Investitionen) innerhalb der ökologischen Wirtschaftsweise etwas über dem der konventionellen Variante. Bei der Bereitstellung der eingesetzten Futtermittel liegt hingegen der PEV pro kg Milch bei der konventionellen Milcherzeugung etwas über dem bei der ökologischen Milcherzeugung. Dabei sind die dafür im konventionellen Bereich ausgewiesenen prozentualen Angaben im Vergleich zu anderen Studien (z.B. Abel 1997; Berg et al. 2000) noch relativ gering⁷⁶.

Abbildung 4: Aufteilung des Primärenergieverbrauchs pro kg erzeugter Kuhmilch bei konventioneller und ökologischer Wirtschaftsweise



Quelle: eigene Darstellung nach Römer et al. 1999; Bockisch 2000

Bei der Verwendung der von Bockisch (2000) vorgelegten Zahlen ist jedoch darauf hinzuweisen, dass für die Auswahl des PEV bei der Bereitstellung der Nebenprodukte im Milchleistungsfutter (s.o.) für die konventionelle Milcherzeugung Daten aus den Niederlanden von Brand et al. (1993) herangezogen wurden. Dies trägt dazu bei, dass die Aufwendungen für Futtermittel in der obigen Abbildung in der konventionellen Milcherzeugung etwas höher als im ökologischen Bereich sind, für den Bockisch (2000) vollständig eigene Zahlen generiert.

⁷⁶ Bei diesen Autoren werden etwa drei Viertel des gesamten Energieverbrauchs für die Bereitstellung der Futtermittel ausgewiesen.

In der Arbeit von Bockisch (2000) wird zusätzlich eine ressourcenschonende Variante K_{RS} (Tabelle 15) dargestellt, bei der innerhalb der landwirtschaftlichen Erzeugung, im Gegensatz zum hier beschriebenen konventionellen Landbau, neben der mineralischen Düngung auch auf eine organische Düngung zurückgegriffen wird. Darüber hinaus werden innerhalb dieser Variante, vergleichbar zur Praxis des ökologischen Landbaus, auch Kraftfuttermittel aus hofeigenen erzeugten Komponenten im Betrieb selbst gemischt (Bockisch 2000). Bei der Betrachtung der ressourcenschonenden Variante (konventionell_{RS}) kann der PEV für die Bereitstellung der Futterkomponenten durch hofeigene Kraftfuttermischung sowie einer Kombination aus mineralischer und organischer Düngung deutlich gesenkt werden (Tabelle 15).

Tabelle 15: Primärenergieaufwand bei der Erzeugung von Kuhmilch

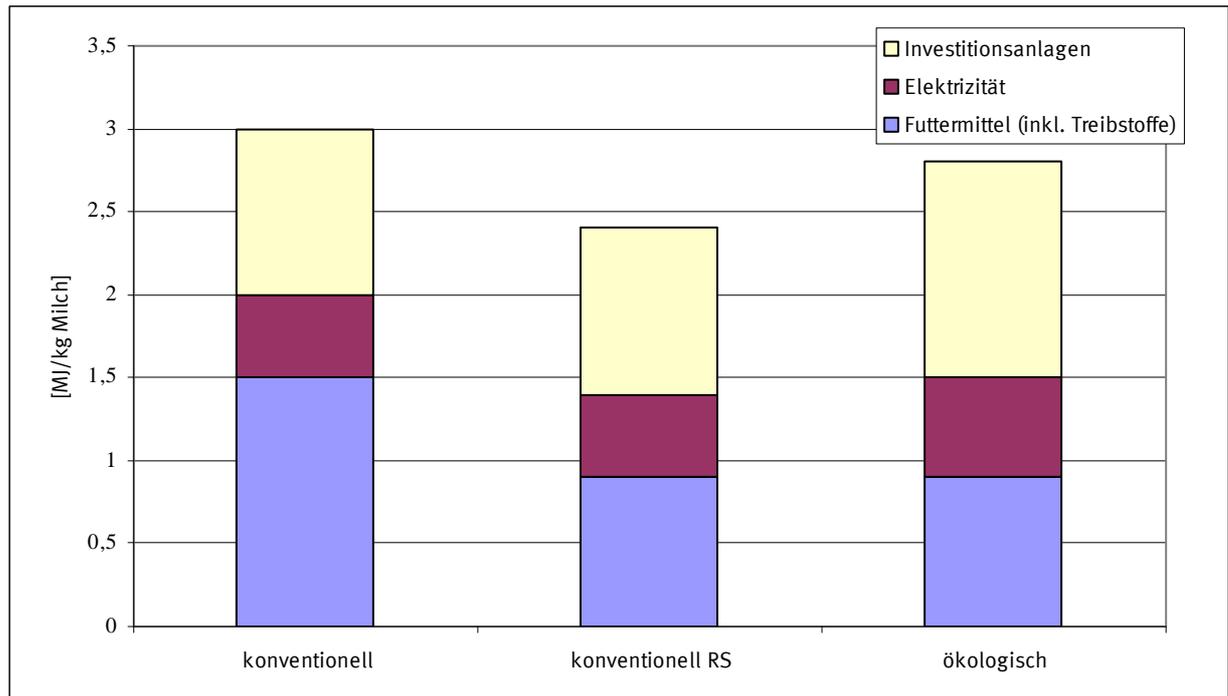
Betriebsmittel	PEV [MJ/kg]		
	konventionell	konventionell _{RS}	ökologisch
Elektrizität	0,5	0,5	0,6
Futtermittel (inkl. Treibstoffe)	1,5	0,9	0,9
Investitionsanlagen	1,0	1,0	1,3
Gesamt	3,0	2,4	2,8

Quelle: Bockisch (2000), eigene Erweiterungen nach Römer et al. (1999)

In der Gesamtheit pro kg Milch liegt diese Art der Erzeugung sogar noch unterhalb der für den ökologischen Bereich ausgewiesenen Angaben. Dies resultiert aus den höheren Milchleistungen innerhalb der konventionellen Wirtschaftsweise. Pro Einzeltier und Jahr liegt der PEV bei ökologischer Tierhaltung geringfügig unterhalb des PEV bei ressourcenschonender Wirtschaftsweise⁷⁷. Abbildung 5 gibt die PEV der betrachteten Wirtschaftsweisen und die jeweilige Aufteilung des Gesamtwertes wieder:

⁷⁷ PEV pro Tier und Jahr: konventionell 13.530 MJ, konventionell_{RS} 9.500 MJ, ökologisch 8.110 MJ (Bockisch 2000).

Abbildung 5: Aufteilung des Primärenergieverbrauchs pro kg erzeugter Kuhmilch bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise



Quelle: eigene Darstellung nach Römer et al. 1999; Bockisch 2000

Aus dieser Darstellung wird nochmals deutlich, dass eine konventionell ressourcenschonende Milcherzeugung aufgrund der höheren Milchleistungen pro Einzeltier zu geringeren produktbezogenen PEV führen kann als eine ökologische Milcherzeugung.

IV.2.2 Rindermast

Im Bereich der Studien zum Thema PEV bei der Erzeugung von Rindfleisch liegt wenig Literatur zur ökologischen Wirtschaftsweise vor. Bei den vorhandenen Studien ist darüber hinaus ein unmittelbarer Vergleich zwischen dieser und der konventionellen Variante nicht durchgängig möglich. Während z.B. die konventionelle Variante durch eine Intensiv-Bullenmast gekennzeichnet ist, wird als ökologische Variante die Mutterkuhhaltung angenommen. Hierbei liegt jedoch ein vergleichsweise extensives Produktionsverfahren vor, da die Mutterkühe als indirekte Futterlieferanten für die Säugekälber dienen und die Fleischleistung relativ gering ist und nicht als primäres Ziel gilt. Vor diesem Hintergrund werden innerhalb dieser Studien (z.B. Reitmayr 1995; Abel 1997; Wechselberger 2000) neben einem Vergleich zwischen konventioneller/integrierter bzw. ökologischer Wirtschaftsweise auch zwei verschiedene Haltungssysteme, nämlich Bullenmast vs. Mutterkuhhaltung, betrachtet. Dabei sind streng genommen keine verallgemeinernden Gegenüberstellungen hinsichtlich der Parameter aus konventioneller/integrierter bzw. ökologischer Rindfleischerzeugung möglich (Wechselberger 2000).

Aus den genannten Publikationen (Tabelle 16) wird daher, mit Ausnahme der NÖL (1999), lediglich die konventionelle/integrierte Bullenmast betrachtet, da die Mutterkuhhaltung nicht generell als die ökologische Form der Rindfleischerzeugung anzunehmen ist.

Tabelle 16: Primärenergieverbrauch bei der Erzeugung von Rindfleisch bei konventioneller und ökologischer Wirtschaftsweise

Quelle	konventionell		ökologisch	
	PEV			
	[MJ/Tier]	[MJ/kg Fleisch]	[MJ/Tier]	[MJ/kg Fleisch]
Abel 1997	k.A.	41,0 ¹⁾	k.A.	(31)
NÖL 1999	11.636	30,1	5.198	16,3
Reitmayr 1995	8.903	24,5	(9.120)	(47,8)
Wechselberger 2000	10.664	29,4	(6.978)	(30,2)

Quelle: eigene Zusammenstellung

Die in Klammern ausgewiesenen Zahlen fallen aus der Betrachtung heraus, da es sich bei diesen Angaben um Mutterkuhhaltung handelt.

¹⁾ eigene Umrechnung.

Die Angaben von Abel (1997) mussten auf eine den weiteren Studien vergleichbare Größeneinheit umgerechnet werden, da der Autor selbst lediglich den PEV pro Nahrungsenergieeinheit angibt. Je nach Energiegehalt des Fleisches, in Abhängigkeit vom Fettanteil, liegt der PEV bei geringerem Nahrungsenergiegehalt niedriger als bei höherem Nahrungsenergiegehalt⁷⁸. Bei einem zugrundegelegten Nahrungsenergiegehalt von 6,47 MJ/kg Rindfleisch, was dem Energiegehalt mageren Rindfleisches entspricht (Wechselberger 2000), resultieren die o.g. 41 MJ/kg Fleisch.

Der Vergleich der Studie von Wechselberger (2000) mit der von Reitmayr (1995) zeigt, bei sonst relativ gut übereinstimmenden Rahmenbedingungen, bei Wechselberger (2000) einen leicht höheren PEV pro Produkteinheit. Dies ist aus der geringeren Produktionsleistung bzw. dem höheren Futterenergieeinsatz pro kg Fleisch abzuleiten⁷⁹.

Als Unterschied ebenfalls aufzuführen ist jedoch, dass Reitmayr (1995) innerhalb seiner Berechnungen den Input-Faktor Gebäude schon mit einbezieht, während dies bei Wechselberger (2000) in einem gesonderten Schritt erfolgt. Dadurch erhöht sich bei letztgenanntem Autor der PEV pro kg konventionellen Rindfleisches auf 34,4 MJ. Das entspricht einer Steigerung um 17 % bzw. einem Anteil von knapp 15 % des gesamten PEV (Wechselberger 2000).

Die Berechnungen Abels (1997) weisen für die Bullenmast einen noch höheren PEV aus als dieser Wert von Wechselberger (2000). Zu berücksichtigen ist dabei jedoch, dass bei Abel (1997) der Großteil der Futtermittel zugekauft wird und sich hiervon ein Anteil Sojасhrot durch betriebseigene Körnerleguminosen und Getreide sowie geringe Anteile an Ausgleichskomponenten ersetzen ließe. Dabei wären Einsparungen im PEV bis zu 10 % möglich, was den Gesamtprimärenergieverbrauch auf knapp 37 MJ/kg reduzieren würde

⁷⁸ Erklären lässt sich dies durch den Quotienten aus „PEV (MJ)/100 MJ Nahrungsenergiegehalt“, durch den bei höherem Nahrungsenergiegehalt auch der PEV höher liegt.

⁷⁹ Bei Reitmayr (1995) werden pro kg Rindfleisch 5,7 kStE angesetzt, während Wechselberger (2000) hierfür 7,7 kStE errechnet. Dabei wären bei Wechselberger (2000) jedoch ohne anteiligen Futterbedarf der Vorkette (Kälberaufzuchtphase bis 125 kg Lebendgewicht) auch lediglich 5,7 kStE pro kg Rindfleisch notwendig.

(Abel 1997). Insgesamt ist innerhalb dieser Studie im Vergleich zu Wechselberger (2000) der prozentuale Anteil der Gebäude am Gesamtprimärenergieverbrauch mit 23 % höher.

Die Mastleistungen innerhalb der Studie der NÖL (1999) werden auf der Grundlage von Rationsangaben aus Beginn der 1980er Jahre gebildet. Die Autoren vertreten die Annahme, dass die konventionelle Mast über einen Zeitraum von 540 Tagen erfolgt, die ökologische über einen Zeitraum von 480 Tagen. Die täglichen Zunahmen innerhalb der konventionellen Rindermast liegen hierbei bei 1.000 g, im ökologischen Bereich bei 900 g pro Tag (NÖL 1999).

Da die angegebenen Mastrationen als in Relation zu den entsprechenden Leistungen zu hoch angesehen werden, werden diese Rationen für die weiteren Berechnungen angepasst:

- Die pro Tag zur Verfügung gestellten Futtermittel werden energetisch bewertet und anhand von Normwerten für den Nährstoffbedarf verglichen (KTBL 2002a-c). Aus diesen Vergleichen resultieren demnach abweichende Leistungsparameter. Und zwar steigen die täglichen Massezunahmen der Rinder im konventionellen Bereich auf ca. 1.250 g (statt 1.000 g) bei einer Mastperiode von 432 Tagen, zuzüglich der Kälberaufzucht von weiteren etwa 112 Tagen (Tagesmassezunahmen hier bei knapp 900 g).
- Im Bereich der ökologischen Rindermast liegen die täglichen Zunahmen bei etwa 1.000 g (statt 900 g) und einer Mastdauer von 450 Tagen, zuzüglich Kälberaufzucht von 112 Tagen⁸⁰. Die Mastendgewichte betragen im konventionellen Bereich 690 kg, im ökologischen 600 kg (NÖL 1999).

Anhand der hergeleiteten Rationen und Mastdauern wird anschließend der PEV berechnet. Hierbei werden innerhalb der konventionellen Mast zwei verschiedene Verfahren (Tabelle 17) betrachtet:

- PEV in einer konventionellen Rindermast, bei der die spezifischen Energieverbräuche für Futtermittel von Bockisch (2000) herangezogen werden,
- PEV in einer konventionellen, ressourcenschonenden Variante, innerhalb derer die spezifischen Energieverbräuche für Futtermittel ebenfalls aus der Studie von Bockisch (2000) übernommen werden (vgl. hierzu auch Kapitel IV.2.1). Dabei wird jedoch im Gegensatz zur konventionellen Variante neben mineralischer Düngung ebenfalls auf eine organische Düngung gesetzt. Darüber hinaus erfolgt auf dem Betrieb selber eine Mischung der hofeigenen erzeugten Komponenten (Bockisch 2000).

Für den PEV der ökologischen Wirtschaftsweise wird analog zu den oben beschriebenen Verfahren vorgegangen.

Es werden für die Bestimmung des PEV die Futtrationen mit den spezifischen Primärenergiekennziffern aus der Studie von Bockisch (2000) verrechnet und auf das kg SG bezogen.

⁸⁰ Die Kälberaufzucht wird in beiden Haltungsverfahren als gleich angenommen.

Tabelle 17: Primärenergieverbrauch für die Bereitstellung von Futtermitteln für die konventionelle Rindermast

Rationskomponente	PEV [MJ/kg]	
	konventionell	konventionell _{RS}
Heu	2,0	0,9
Maissilage 30 % TM	0,4	0,2
Sojaschrot	4,6 ¹⁾	3,8 ²⁾
Gerstenschrot	2,5	1,7

Quelle: NÖL 1999, Bockisch 2000

¹⁾ Angabe aus NÖL 1999.

²⁾ Angabe aus Wechselberger 2000.

Bei der ökologischen Rinderhaltung werden abweichende Rationszusammensetzungen angenommen. Die entsprechenden PEV für die einzelnen Komponenten finden sich in Tabelle 18:

Tabelle 18: Primärenergieverbrauch für die Bereitstellung von Futtermitteln für die ökologische Rindermast

Rationskomponente	PEV [MJ/kg]
Heu	0,9
Kleegrassilage	0,3
Gerste-Ackerbohnschrot	1,4

Quelle: Bockisch 2000

Aus diesen Angaben unter Hinzunahme der jeweiligen PEV aus der Kälberaufzucht⁸¹ können die PEV bei der landwirtschaftlichen Erzeugung von Rindfleisch errechnet werden.

Unter Zugrundelegung von Mastrationen und Zuhilfenahme spezifischer Faktoren für den PEV der Futtermittel wird ersichtlich, dass die Erzeugung konventionellen Rindfleisches trotz höherer Mastleistungen mit einem höheren PEV (24,2 MJ/kg SG) einher geht als die Erzeugung ökologischen Rindfleisches (16,1 MJ/kg SG). Die Angaben aus der konventionellen Mast liegen hierbei ungefähr 1,5mal höher im Vergleich zur ökologischen Mast.

Werden die Futtermittel innerhalb der konventionellen Rindermast hingegen innerhalb einer ressourcenschonenden Variante gewonnen, so reduziert sich der energetische Aufwand (17 MJ/kg SG) um knapp ein Drittel im Vergleich zur konventionellen Variante. Gegenüber der ökologischen Rindfleischerzeugung liegt diese Art der Erzeugung nur noch geringfügig höher (5 %).

Innerhalb der hier dargelegten Berechnungen wird der Faktor Gebäude nicht ausgewiesen. Zu den PEV der konventionellen Rindfleischerzeugung werden die Angaben zum PEV für Gebäude von Wechselberger (2000) mit etwa 15 % des Gesamt-PEV pro kg hinzu addiert.

⁸¹ Die Kälberaufzuchtsrationen werden jeweils mit den spezifischen Primärenergiefaktoren der unterschiedlichen Varianten belegt, auf das kg SG bezogen und hinzu addiert. Hierbei erfolgt die Allokation zwischen Milch und Kalb in der Studie von Bockisch (2000) im Verhältnis 90:10.

Der prozentuale Anteil des PEV für Gebäude liegt bei Abel (1997) für die Mutterkuhhaltung mit 13 % unter dem Anteil innerhalb der Intensivbullenmast (23 %) und auch weit unter den von Wechselberger (2000) ausgewiesenen Zahlen für die Mutterkuhhaltung (etwa 40 %). Dabei ist bei der Mastrinderhaltung bei ökologischer Wirtschaftsweise der Weidegang bzw. Freigeländezugang oder Auslauf vorgeschrieben. Hierfür ist nach *EG-Öko-Verordnung 2092/91* eine zusätzliche Auslaufläche (über die Weidefläche hinaus) von 75 % der Größe der Stallfläche notwendig. Diese Auslauflächen stellen erweiterte bauliche Maßnahmen dar, die den Energie-Input der Gebäudeerstellung erhöhen. Aus diesem Grund werden innerhalb dieser Berechnungen die zusätzlichen Energieinputs durch die Stall- und Anlagebauten im ökologischen Bereich als höher eingestuft als in der konventionellen Rindermast.

Da sich für den Energieverbrauch durch Investitionsanlagen in der ökologischen Rindermast keine Literaturangaben finden lassen, muss an dieser Stelle mit Schätzgrößen gearbeitet werden⁸². Und zwar weist Wechselberger (2000) den energetischen Belastungsanteilen für die Herstellung, Unterhaltung und Reparatur der Investitionsgüter⁸³ einen Anteil von 38 % zu, wobei der Anteil für Gebäude etwa 32 % beträgt. Vergleicht man diesen Anteil mit den eigenen Angaben für den Energieverbrauch im Zuge der ökologischen Milcherzeugung mit 46 %, so lassen sich die höheren Angaben beispielweise durch die Nutzung von Melkstand und Milchkühlbehältern erklären⁸⁴.

Dementsprechend werden gut 30 % des gesamten PEV pro kg SG für die energetische Mehrbelastung durch Gebäude bei der ökologischen Rindfleischerzeugung angenommen.

Die Berücksichtigung des PEV für Gebäude trägt in beträchtlichem Maße zum Endergebnis bei, wobei die Aufschläge innerhalb der ökologischen Wirtschaftsweise deutlich höher sind. Eine Vernachlässigung des Verbrauchs indirekter Energie durch Investitionsgüter würde zu Fehleinschätzungen des Gesamtbildes führen (Kalk et al. 1996).

Die Differenz im PEV zwischen den Wirtschaftsweisen verringert sich durch den Einbezug der Investitionsanlagen im Vergleich zur ursprünglichen Fassung. Zu einer ähnlichen Aussage kommen Kalk et al. (1996) innerhalb ihrer Studie. Auch hier ist der Minderbedarf an fossiler Energie bei Berücksichtigung der Investitionsanlagen im Bereich der Tierhaltung in einem konventionellen Betrieb nur geringfügig höher als in einem ökologischen Betrieb. Diese Differenzen fallen ohne Berücksichtigung der Gebäude und Anlagen deutlich größer aus (Kalk et al. 1996).

In der Gesamtheit der Ergebnisse unter Berücksichtigung des PEV für Gebäude liegt die ressourcenschonende Erzeugung von Rindfleisch nun geringfügig unterhalb der ökologischen Variante (7 %). Somit liegt der PEV pro kg konventionell erzeugtem Rindfleisch bei 27,8 MJ, pro kg ressourcenschonend erzeugtem bei 19,6 MJ und pro kg ökologisch erzeugtem Rindfleisch bei 21 MJ.

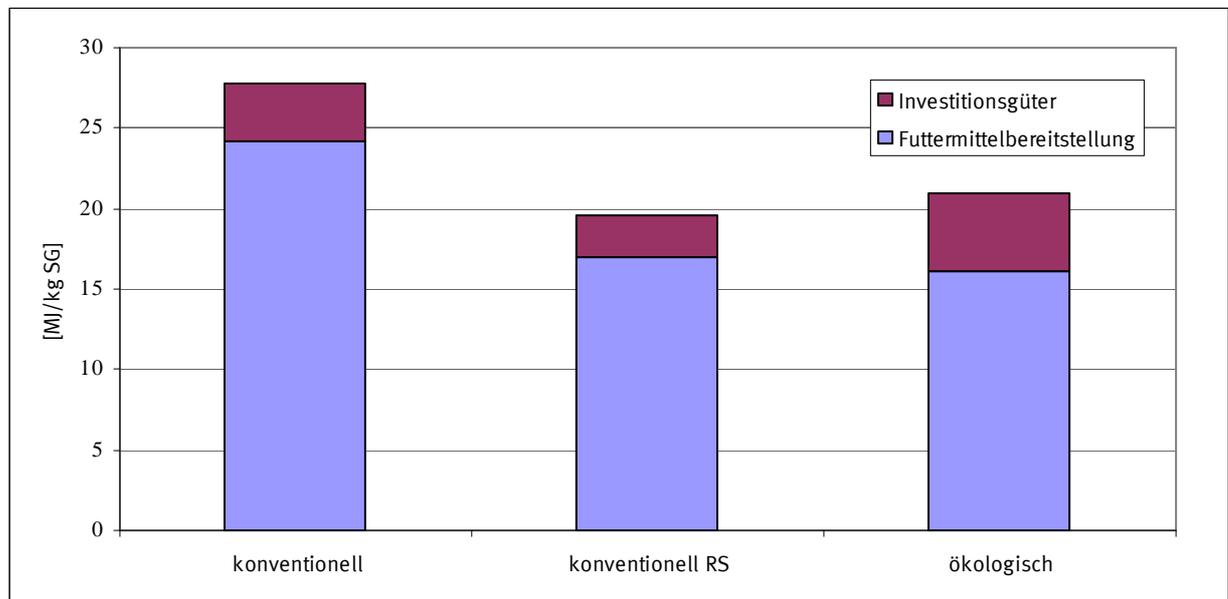
⁸² Hinsichtlich der verwendeten Materialien und Bauweisen bestehen zwischen den beiden betrachteten Wirtschaftsformen nur in wenigen Teilbereichen systembedingte Unterschiede, setzt man den gleichen Bilanzierungsraum und ökonomisch optimale Gebäudeauslegung voraus.

⁸³ Maschinen, Gebäude, sonstige Einrichtungen.

⁸⁴ Bei Römer et al. (1999) beträgt die Differenz zwischen dem gesamten Bedarf an Primärenergie für Investitionsgüter und dem Bedarf exklusive Melkstand und Milchkühlbehältern 14 %.

Die graphische Aufschlüsselung der einzelnen Energiekomponenten (Abbildung 6) beschränkt sich hier auf die Futtermittel und auf Investitionsgüter:

Abbildung 6: Aufteilung des Primärenergieverbrauchs für Rindfleisch pro kg Schlachtgewicht bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise



Quelle: eigene Darstellung

Ähnlich den aufgezeigten Verhältnissen bei der Erzeugung von Kuhmilch liegt der PEV bei der landwirtschaftlich konventionellen Erzeugung von einem kg Rindfleisch höher als bei ökologischer Erzeugung. Wird jedoch ein kg Rindfleisch auf eine ressourcenschonende, konventionelle Art hergestellt, dann reduziert sich der produktbezogene PEV und liegt pro kg etwa 7 % unter der ökologischen Erzeugung.

IV.2.3 Schweinemast

Die für diesen Bereich der Erzeugung tierischer Lebensmittel herangezogenen Literaturquellen sind in Tabelle 19 aufgelistet:

Tabelle 19: Primärenergieverbrauch bei der Erzeugung von Schweinefleisch bei verschiedenen Wirtschaftsweisen – Literaturübersicht

Quelle	konventionell		ökologisch	
	MJ/Tier	MJ/kg Fleisch (LG)	MJ/Tier	MJ/kg Fleisch (LG)
Abel 1997	k.A.	36,8 ¹⁾	k.A.	k.A.
Bockisch 2000	1.194	10,4	1.392	12,1
Carlsson-Kanyama 1998	k.A.	32,0	k.A.	k.A.

Quelle: eigene Zusammenstellung

¹⁾ eigene Umrechnung (LG = Lebendgewicht).

Bei den hier aufgezeigten Studien muss beachtet werden, dass sich der PEV bei den Angaben pro kg Produkt jeweils aus der Umrechnung des gesamten Mastendgewichtes des Einzeltiers ergibt (etwa 115 kg). Pro kg SG bzw. verzehrbaren Fleisches liegen die Zahlen darüber.

Der Vergleich zwischen der Studie von Bockisch (2000) und der von Abel (1997) zeigt bei letztgenanntem Autor einen deutlich höheren PEV pro kg Endprodukt. Dabei ist jedoch zu beachten, dass der PEV bei Abel (1997) auf den Nahrungsenergiegehalt bezogen wird. Hier musste eine eigene Umrechnung anhand von Nährwerttabellen vorgenommen werden, um eine den weiteren Studien vergleichbare Größe zu generieren. Dabei treten Ungenauigkeiten beim PEV in bezug auf den gewählten Energiegehalt des Fleisches auf. Innerhalb dieser Ausführungen wird darum mit einem durchschnittlichen Nahrungsenergiegehalt von mittelfettem Schweinefleisch (11,6 MJ/kg Fleisch⁸⁵) gerechnet, wodurch man den o.g. Wert erhält.

Im Vergleich zur Studie von Bockisch (2000) zeigt sich, dass sich innerhalb der Zahlen von Abel (1997) auch Angaben zum Inputfaktor Gebäude finden lassen. Subtrahiert man diesen Faktor, so verbleiben bei Abel (1997) 35,3 MJ/kg Schweinefleisch.

Auffallend im Vergleich der beiden Studien ist der relativ hohe PEV bei Abel (1997) für die Bereitstellung der Futtermittel (84 % des gesamten PEV). Jedoch gibt der Autor zu bedenken, dass durch die Verwendung der Schweinegülle ein Teil der mineralischen Düngemittel eingespart werden könne und dies mit einem um etwa 5 % geringeren PEV einherginge. Des Weiteren sieht er Einsparpotenziale zwischen 33 und 35 % durch die Substitution eines Teils der zugekauften durch betriebseigene Futtermittel, wenn die betriebseigenen Futtermittel mit einem geringeren Energieaufwand erzeugt werden können. Betrachtet man den PEV nach Korrektur um diese beiden Einsparmöglichkeiten, so verbleiben pro kg Schweinefleisch noch 22,6 MJ, bzw. ohne Berücksichtigung der Gebäude noch 21,1 MJ/kg.

Ein Vergleich der beiden bisher besprochenen Studien mit der von Carlsson-Kanyama (1998) zeigt in dieser einen deutlich höheren PEV mit 32 MJ/kg Fleisch. Hier gehen jedoch neben der landwirtschaftlichen Erzeugung auch Lagerung, Transporte sowie Schlachten/Zerlegen mit in die Betrachtung ein. Sieht man von diesen Schritten ab, so verbleiben pro kg Fleisch lediglich noch 22,7 MJ⁸⁶. Dieser Wert liegt in der Größenordnung der oben diskutierten Studie, wobei auch bei Carlsson-Kanyama (1998) die Gebäude unberücksichtigt bleiben.

Für die Berechnungen werden, trotz Differenz zu den Angaben aus den beiden anderen besprochenen Studien, die Zahlen aus Bockisch (2000) verwendet, da diese transparent hergeleitet werden und neben der konventionellen Variante ebenfalls eine ökologische ausweisen. Die Systemannahmen bei Bockisch (2000) entsprechen in etwa den eigenen Annahmen innerhalb der Berechnungen zum Tierbestand.

In der Publikation von Bockisch (2000) werden für die konventionelle und die ökologische Schweinemast unterschiedliche Parameter verwendet. Die konventionelle Mast erfolgt auf Vollspaltenböden bis zu einem Mastendgewicht von 115 kg, bei Tagesmassenzunahmen von 664 g. Die reine Mastdauer erstreckt sich über 132 Tage plus die Ferkelaufzuchtsdauer von 67 Tagen.

⁸⁵ Entspricht einem Energiegehalt von 276 kcal pro 100 g Fleisch.

⁸⁶ Verminderung um 29 % durch Reduktion um o.g. Schritte.

Die Fütterung der Tiere erfolgt alters- und bedarfsgerecht und besteht fast ausschließlich aus Mischfuttermitteln (Getreide, Eiweißträger und Mineralfutterkomponenten). Dabei wird ein Großteil der pflanzlichen Futtermittel betriebseigen erzeugt, der jeweilige PEV somit direkt aus der Studie von Bockisch (2000) übernommen. Der Primärenergiebedarf für weitere Rationskomponenten, z.B. Nebenprodukte aus der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft, wird aus dem niederländischen Datensatz von Brand et al. (1993) entnommen.

Die ökologische Mast erfolgt in Ställen mit Einstreu. Hierdurch ist kein Fußbodenwärmesystem wie im konventionellen Bereich möglich, sondern die Beheizung der Ferkelneste erfolgt mit Infrarotstrahlern, wodurch der Elektroenergiebedarf höher liegt, dafür jedoch kein Heizöl verbraucht wird. Die ökologische Schweineerzeugung erfolgt als geschlossenes System, das heißt Ferkelaufzucht und Schweinemast bleiben in einem Betrieb. In der konventionellen Schweinemast sind spezialisierte Betriebe für die einzelnen Lebensabschnitte der Tiere gegeben. Das Mastendgewicht liegt ebenso wie im konventionellen Bereich bei 115 kg bei jedoch ungleich geringerer Tagesmassezunahme von 600 g und einer Mastdauer von 150 Tagen, zuzüglich 87 Tage Ferkelaufzuchtsdauer.

Die Fütterung der ökologisch gehaltenen Schweine erfolgt durch Getreide (Gerste, Weizen), Eiweißkomponenten (Ackerbohnen, Kartoffeleiweiß) sowie Mineralfutter und Bierhefe, wobei der Großteil der Futtermittel aus betriebseigener Produktion stammt. Da für den Energieverbrauch für die Bereitstellung von Mineralfutter keine Angaben vorliegen, wird diese Komponente aus der Betrachtung ausgeschlossen. Der durchschnittliche PEV für die Bereitstellung der einzelnen Komponenten beträgt etwa jeweils zwei Drittel der im konventionellen Bereich verwendeten Futtermittel⁸⁷.

Dennoch zeigen die Angaben der Autoren zum gesamten PEV für die Produktion von Schweinefleisch, sowohl tier- als auch produktmengenbezogen, um ca. 20 % höhere Verbräuche innerhalb des ökologischen Systems. Diese Differenzen werden hauptsächlich auf die längeren Mastzeiten und eine etwas variierende Rationsgestaltung in der ökologischen Schweinemast zurückgeführt (Bockisch 2000).

Der innerhalb der Studie von Bockisch (2000) unberücksichtigt bleibende Bereich des PEV für Gebäude muss hier ergänzt werden. Da sich in der Literatur lediglich Angaben zum konventionellen Bereich der Schweinemast finden lassen, werden eigene Zahlen generiert. Dabei wird der Energieverbrauch über die Abschreibung und die Reparaturkosten der Stallanlagen ermittelt und auf das kg Lebendgewicht bezogen⁸⁸. Dabei ergeben sich für die konventionelle Schweinemast zusätzlich 0,3 MJ/kg, für die ökologische Schweinemast zusätzliche 0,6 MJ/kg. Die Differenzen resultieren aus baulichen Anforderungen der ökologischen Haltungsverfahren, bei denen den Tieren zusätzliche Auslaufflächen und insgesamt großzügigere Stallflächen zugeschrieben werden⁸⁹ sowie aus den insgesamt geringeren Leistungen.

⁸⁷ Zwischen 1,4 und 1,9 MJ/kg Futtermittel (ökologisch) im Vergleich zu zwischen 2,3 und 2,5 MJ/kg (konventionell; Bockisch 2000).

⁸⁸ Nach Bosma et al. (1993) mit 2,3 MJ/€ und Stallkalkulationsmodellen der KTBL (o.J.).

⁸⁹ Bei ausgewachsenen Mastschweinen ist nach *EG-ÖKO-VO 1804/1999* (Verordnung für ökologische Tierhaltung) neben der Stallfläche von 1,3 m² eine zusätzliche Auslauffläche von 1,0 m² festgesetzt.

Die Angabe für den konventionellen Bereich mit 0,3 MJ/kg liegt in ähnlicher Höhe wie die von Berg et al. (2000) angegebenen 0,4 MJ/kg. Im Vergleich zu den Angaben von Abel (1997) fallen die hier berechneten Werte deutlich kleiner aus⁹⁰.

In der Gesamtheit ergibt sich ein PEV pro kg Mastendgewicht von 10,7 MJ bei konventioneller und 12,7 MJ bei ökologischer Schweinemast.

Unter Zugrundelegung der durchschnittlichen Schlachtausbeuten bei Schweinen mit 80 % des Lebendgewichts bei konventionell und 76 % bei ökologisch gehaltenen Tieren ergibt sich pro kg Fleisch ein PEV von 13,4 MJ bzw. 16,7 MJ (Tabelle 20). Somit liegt die Erzeugung ökologischen Schweinefleisches, bezogen auf das kg SG, um etwa ein Viertel höher als bei der konventionellen Erzeugung.

Tabelle 20: Primärenergieverbrauch bei konventioneller und ökologischer Erzeugung von Schweinefleisch

	Primärenergieverbrauch				Anteil ökol. von konv. [%]	
	konventionell		ökologisch			
Quelle	[MJ/kg SG]	[MJ/Tier]	[MJ/kg SG]	[MJ/Tier]	pro kg SG	pro Tier
Bockisch (2000)	13,0	1.194	15,9	1.392	122	116
Eigene Abschätzungen	13,4	1.228	16,7	1.461	125	119

Quelle: eigene Berechnungen nach Bockisch 2000

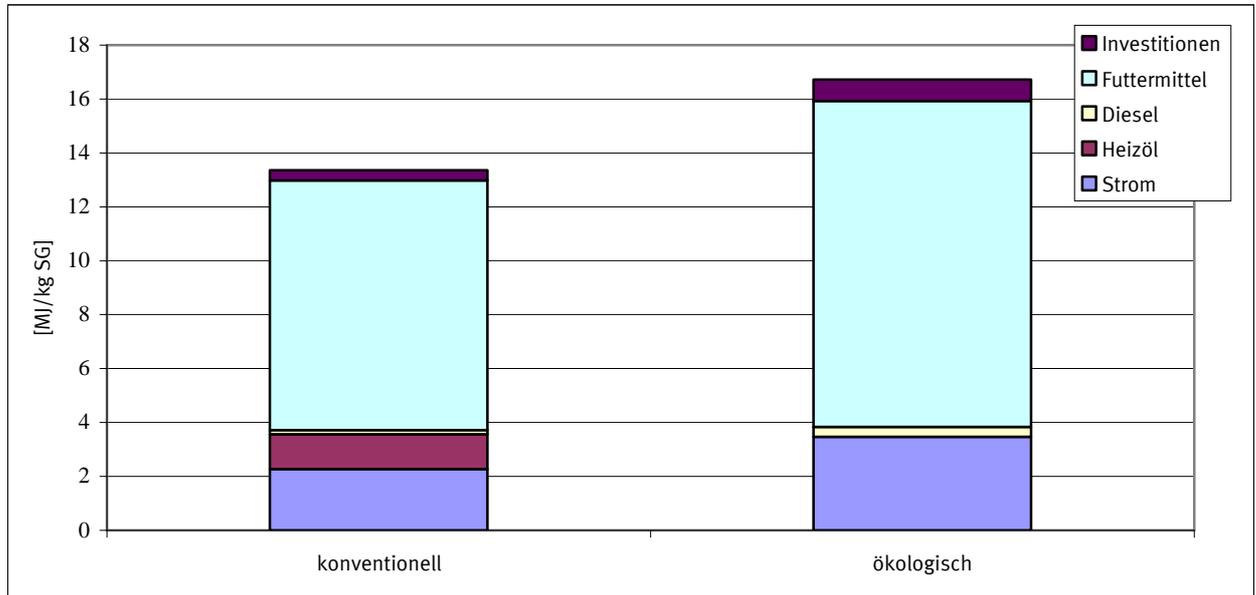
Die in Tabelle 20 für den konventionellen Bereich angegebenen Zahlen wurden aus der Studie von Bockisch (2000) ermittelt, sie repräsentieren die Variante K_{TE3} . Zu beachten ist hierbei, dass in den Berechnungen von Bockisch (2000) für die o.g. konventionelle Variante die PEV-Angaben aus konventioneller Erzeugung mit den Angaben von Brand et al. (1993) kombiniert sind. Die bei Bockisch (2000) für die Variante K_{TE3} herangezogenen Zahlen stammen jedoch aus der ressourcenschonenden Pflanzenproduktion (Tab. 5.22 und 5.23 bei Bockisch 2000).

In

Abbildung 7 ist dargestellt, welche Anteile des PEV auf Gebäude und Maschinen, Futtermittel und Prozessenergie entfallen. Es wird deutlich, dass in beiden Wirtschaftsweisen die Bereitstellung der Futtermittel der größte Verbraucher an Primärenergie ist.

⁹⁰ Ebenso im Vergleich zu den Angaben aus der Mastrinderhaltung fallen die Zahlen zum PEV für die Investitionsanlagen deutlich kleiner aus. Dies lässt sich zurückführen auf die wesentlich kürzeren Mastdauern innerhalb der Schweinehaltung sowie deutlich mehr Tiere pro Stall/Fläche. Darüber hinaus beziehen sich die Angaben bei der Rindfleischerzeugung auf das kg SG, bei der Schweinefleischerzeugung auf das kg Lebendgewicht (LG).

Abbildung 7: Primärenergieverbrauch pro kg Fleisch bei konventioneller und ökologischer Schweinemast

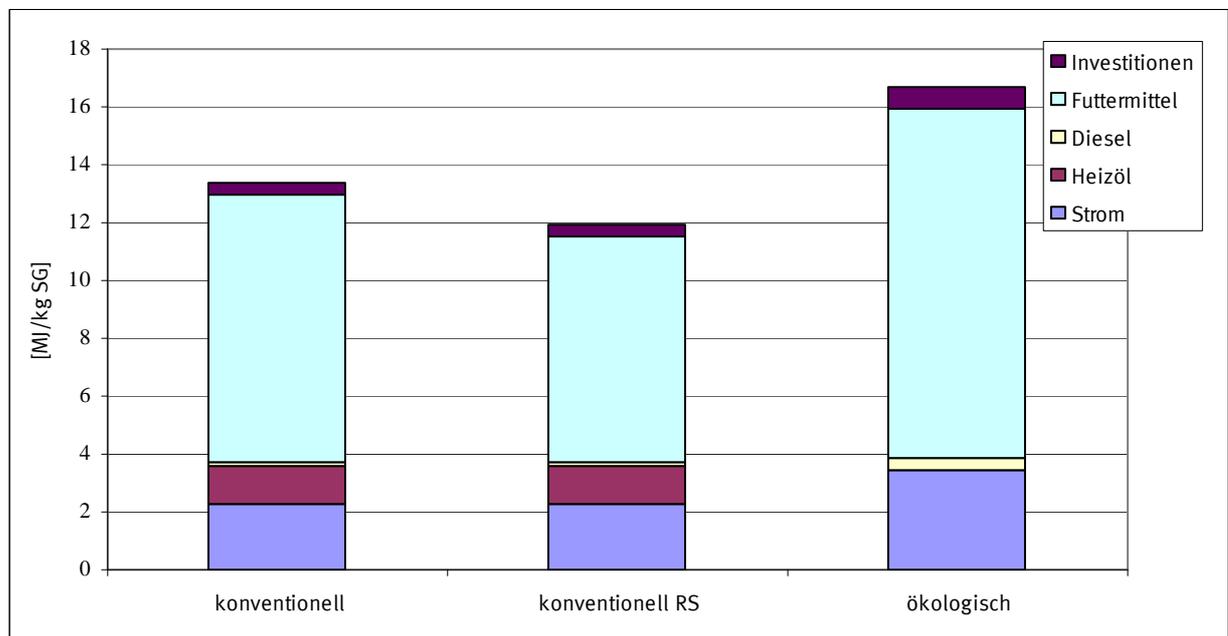


Quelle: eigene Berechnungen nach Bockisch (2000)

Neben den beiden oben dargestellten Wirtschaftsweisen wird, analog zu den Verfahren der Milch- und Rindfleischerzeugung, auch bei der Erzeugung von Schweinefleisch die ressourcenschonende konventionelle Variante K_{RS} , betrachtet (s.a. S. 58).

Die Variante K_{RS} reduziert den PEV für die Erzeugung von Schweinefleisch im Vergleich zur konventionellen Variante. So liegt der PEV innerhalb dieses Verfahrens bei 11,5 MJ/kg SG. Dieser Wert liegt fast 30 % unter dem PEV aus der ökologischen Schweinemast und etwa 10 % unter der konventionellen Schweinefleischerzeugung (Bockisch 2000). Unter Einbezug der Investitionen erhöht sich der produktbezogene PEV pro kg Schweinefleisch auf 11,9 MJ/kg.

Abbildung 8: Primärenergieverbrauch bei konventioneller, ressourcenschonender und ökologischer Schweinemast



Quelle: eigene Berechnungen nach Bockisch (2000)

Während die prozentuale Verteilung des PEV für Strom, Heizöl und Investitionen innerhalb der konventionellen Varianten konstant bleibt, liegt der PEV für die Bereitstellung der erforderlichen Futtermittel innerhalb der ressourcenschonenden konventionellen Variante unterhalb der konventionellen Variante und deutlich unter den Angaben aus der ökologischen Wirtschaftsweise.

IV.2.4 Geflügelhaltung

Bei der Abschätzung des PEV für die Erzeugung von Geflügelfleisch (hier: Masthähnchen und Suppenhühner) wurden folgenden Studien aus der Literatur ausgewählt⁹¹:

⁹¹ Die niederländische und die schweizerische Literatur wird lediglich vergleichend herangezogen.

Tabelle 21: Primärenergieverbrauch bei der Erzeugung von Geflügelfleisch bei verschiedenen Wirtschaftsweisen – Literaturübersicht

Quelle		konventionell		ökologisch	
		[MJ]/Tier	[MJ]/kg Fleisch	[MJ]/Tier	[MJ]/kg Fleisch
Abel 1997	D	28,8 ¹⁾	26,8 ¹⁾	k.A.	k.A.
Ellendorff 2002	D	33,2	25,5	77,0	48,1
Jungbluth 2000	CH	k.A.	40,8	k.A.	38,7
Kramer et al. 1995	NL	k.A.	52,2	k.A.	39,2

Quelle: eigene Zusammenstellung

¹⁾ eigene Umrechnungen, rechnerischer Mittelwert.

Die Angaben von Ellendorff (2002) zum kumulierten Energieaufwand (KEA) im Rahmen der Erzeugung von Geflügelfleisch beziehen sich auf drei unterschiedliche Haltungsverfahren, von denen hier lediglich die konventionelle und die ökologische betrachtet werden⁹². Dabei werden die Energieverbräuche pro kg LM der Einzeltiere ausgewiesen⁹³.

Bei den beiden betrachteten Haltungssystemen kommen die Autoren zu dem Schluss, dass der Großteil des Energieverbrauchs auf die Bereitstellung der jeweiligen Futtermittel zurückzuführen sei. Da die Tiere im Bereich der ökologischen Haltung eine geringere Futtermittelverwertung haben als konventionell gehaltene Tiere⁹⁴, erfordert die Produktion eines kg LM ökologischen Geflügels einen höheren Energieaufwand. Des Weiteren schreibt die *EG-Öko-Verordnung 2092/91* einen geringeren Tierbesatz im Stall vor als dies unter konventionellen Rahmenbedingungen möglich ist⁹⁵. Damit ergeben sich pro Tier bzw. pro kg LM relativ höhere Aufwendungen für den Betrieb entsprechender Stallanlagen⁹⁶.

Durch die geringere Nährstoffeffizienz innerhalb der ökologischen Masthähnchenhaltung sind für die Erzeugung der gleichen Menge Geflügelfleisch, neben einem insgesamt höheren Bedarf an Fläche für Stallbauten und Auslauf, deutlich mehr Futtermittel notwendig als innerhalb der konventionellen Haltung (Ellendorff 2002).

Die Umrechnung der innerhalb der Studie veröffentlichten Zahlen zum Energieverbrauch pro kg LM auf das Einzeltier bzw. auf das kg verzehrbaren Fleisches erbringt die oben aufgezeigten Größen⁹⁷. Damit liegen die Angaben für den ökologischen Bereich bei etwa 232 % (pro Tier) bzw. 189 % (pro kg SG) der Angaben für den konventionellen Bereich.

Innerhalb der Studie von Ellendorff (2002) wird die Annahme vertreten, dass neben der insgesamt schlechteren Futtermittelverwertung innerhalb der ökologischen Hähnchenmast auch der PEV für die Bereitstellung der ökologischen Futtermittel über jenen aus der kon-

⁹² Als dritte Variante wird bei Kratz (2002) eine Auslaufhaltung betrachtet, die beim Energieverbrauch (24 MJ/kg LM) zwischen den beiden hier erörterten Haltungsverfahren liegt. Wesentliche Merkmale praxisüblicher Systeme der Mastgeflügelherzeugung finden sich in Kratz (2002).

⁹³ KEA pro kg LM: konventionell 17 MJ; ökologisch 27 MJ (damit liegt die ökologische Variante 60 % über der konventionellen Variante; Ellendorff 2002).

⁹⁴ Futtermittelverwertung als kg Futtermittel pro kg Zuwachs an Körpermasse. ökologisch: 3,0 kg/kg; konventionell: 1,8 kg/kg (Ellendorff 2002).

⁹⁵ Tierbesatz maximal (Stall): konventionell 35 kg LM/m²; ökologisch: 21 kg LM/m².

⁹⁶ Auslaufflächen im ökologischen Bereich mit 0,25 Hähnchen/m².

⁹⁷ Mit Mastendgewichten pro Tier 1,95 kg (konventionell) bzw. 2,85 kg (ökologisch) und Schlachtausbeuten von 67 % (konventionell) bzw. 56 % (ökologisch).

ventionellen Mast liege (Kratz 2003). Somit multipliziert sich der deutlich höhere Futtermittelverbrauch der ökologisch gehaltenen Tiere aufgrund geringerer Futtermittelverwertung mit einem über den konventionellen Futtermitteln liegenden PEV. Im Endergebnis resultiert pro Tier und pro kg SG ein entscheidend höherer PEV.

Im Bereich der konventionellen Futtermittel wird innerhalb der Studie von Ellendorff (2002) auf die niederländischen Angaben zum PEV bei Futtermitteln (Brand et al. 1993) zurückgegriffen. Hier wird ein Wert von 6,9 MJ pro kg Mastgeflügelfuttermittel vorgegeben. Aus den übrigen Parametern (Futtermittelverbrauch, Lebendgewicht) ergibt sich somit der aufgezeigte PEV von 17 MJ/Tier.

Im Bereich der ökologischen Mast hingegen wird davon ausgegangen, dass die Produktion der ökologischen Futterkomponenten, wie z.B. Getreide, mit einem höheren bzw. mit einem mindestens ebenso hohen Energieaufwand verbunden ist wie innerhalb der konventionellen Produktion. Dies sei auf die allgemein höheren Flächenerträge innerhalb der konventionellen Wirtschaftsweise zurückzuführen. Daraus wird gefolgert, dass die Berechnung innerhalb der ökologischen Wirtschaftsweise zu höheren Gesamtenergieaufwendungen kommen müsse (Kratz 2003). In die Berechnung geht dabei ebenso der spezifische PEV für konventionelle Futtermittel aus den Niederlanden mit ein⁹⁸ (Kratz et al. 2002). Dabei bleibt jedoch unberücksichtigt, dass die niederländischen Zahlen zum PEV von Futtermittelkomponenten von Brand et al. (1993) von einem 80 %igen Anteil importierter Futtermittel ausgehen, die mit einem vergleichsweise hohen Energieaufwand belastet sind. Von der pauschalen Verwendung dieser Zahlen wird in der vorliegenden Arbeit bewusst Distanz genommen.

Außerdem fällt auf, dass die innerhalb der Studie untersuchten ökologisch wirtschaftenden Betriebe⁹⁹ jegliche Futtermittel von anderen Betrieben zukaufen. Der Einsatz betriebseigener Futtermittel erfolgt hier nicht.

Die Vergleichbarkeit zu den Ausführungen Abels (1997) erfolgt durch Umrechnung auf einheitliche Größen. Dabei ist eine Umrechnung des PEV pro Nahrungsenergieeinheit auf den PEV pro kg Fleisch (verzehrbarer Anteil) vorzunehmen. Hierbei treten je nach gewähltem Energiegehalt von Geflügelfleisch Ungenauigkeiten auf:

- Bei gewähltem magerem Brathähnchenfleisch (107 kcal bzw. 448 KJ pro 100 g) wären 19,4 MJ pro kg SG bzw. 20,9 MJ pro Tier an Energie erforderlich¹⁰⁰.
- Wählt man hingegen Brathähnchenfleisch mit einem Energiegehalt von 189 kcal/100 g (701 KJ/100 g), so erhöhen sich die Energieverbräuche auf 34,2 MJ pro kg SG bzw. 36,7 MJ pro Tier. Die rechnerischen Mittelwerte dieser Spannen liegen bei 28,8 MJ pro Tier bzw. 26,8 MJ pro kg Lebendgewicht.

Die Studie von Ellendorff (2002) liegt, zum Vergleich, pro Tier am oberen Wert (mittelfettes Fleisch) und pro kg SG am unteren Wert Abels (1997) (mageres Fleisch).

Die beiden weiteren in Tabelle 21 aufgeführten Literaturquellen sollen lediglich vergleichend herangezogen werden¹⁰¹. Es fällt auf, dass sowohl bei Jungbluth (2000) als auch

⁹⁸ Brand et al. 1993

⁹⁹ n=5

¹⁰⁰ Mastendgewicht der hier betrachteten Tiere ist 1,39 kg pro Tier innerhalb von 35 Masttagen bei einer Besatzdichte von 35 kg LM/m² Stallboden (Abel 1997).

¹⁰¹ Eine transparente Herleitung der Ergebnisse kann aus der Literatur nicht entnommen werden.

bei Kramer et al. (1995) der PEV für die landwirtschaftliche Erzeugung von einem kg Geflügelfleisch innerhalb der konventionellen Variante deutlich über den Angaben von Abel (1997) und Ellendorff (2002) liegt. Des Weiteren wird innerhalb der Zahlen von Jungbluth (2000) und Kramer et al. (1995) ein kg Geflügelfleisch unter ökologischen Bedingungen mit einem deutlich geringeren PEV erzeugt als unter konventionellen Bedingungen (zwischen 5 und 25 % geringerer PEV).

Für die Berechnungen des PEV bei der Bereitstellung der Futtermittel werden in der eigenen Arbeit abweichende Annahmen im Vergleich zu Ellendorff (2002) getroffen. Und zwar ist durch Veröffentlichungen und Aussagen belegbar, dass innerhalb ökologischer Anbausysteme der Energieaufwand sowohl pro Flächeneinheit als auch pro Ertragseinheit z.T. deutlich unter dem konventionellen liegt¹⁰² (Haas et al. 1994; Geier et al. 1998; Bockisch 2000; Faist 2000; Mäder et al. 2002; Kimmelman 2003; Vogt-Kaute 2003).

Für die Abschätzung des PEV bei unterschiedlichen Haltungsverfahren werden eigene Berechnungen durchgeführt. Diese Berechnungen stützen sich auf bereits vorliegende Literatur. Hier werden die von Ellendorff (2002) getroffenen Systemannahmen um eigenständig hergeleitete Angaben zum PEV ergänzt. Diese jeweiligen Rationen basieren auf innerhalb der ökologischen Geflügelmast üblichen Futterzusammensetzungen (Bauer 1995; Vogt-Kaute 2003).

Ausgehend von der bereits o.g. Tatsache des i.A. geringeren Energieaufwandes für die Bereitstellung von (Futter-)Pflanzen werden hier, soweit vorhanden, die Rationskomponenten mit den Energiewerten aus der Studie von Bockisch (2000) belegt. Diese Zahlen werden durch andere Autoren bestätigt (Haas et al. 1994; Geier et al. 1998; Mäder et al. 2002; Tauscher et al. 2003). Für die eingesetzten Nebenprodukte aus der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft (hier: Maiskleber und Kartoffeleiweiß) sowie für die innerhalb der Studie von Bockisch (2000) nicht quantifizierten Komponenten werden die Kennzahlen der Studie von Brand et al. (1993) aufgegriffen sowie eigene Abschätzungen getroffen. Für Sonnenblumenöl, welches in der Ration zu 1 % enthalten ist, liegen keine Angaben vor und es können auch keine haltbaren Annahmen getroffen werden, so dass diese Komponente unberücksichtigt bleiben muss. Hierdurch wird das Endergebnis doch nur unbedeutend verändert. Dagegen wird der Gesamtenergiewert bei Sonnenblumenkuchen (Anteil 12 %) durch die Wahl der Zahlen aus dem konventionellen Bereich (Brand et al. 1993) wahrscheinlich überschätzt und das eingesetzte konventionelle Kartoffeleiweiß (5 %) durch die Zahlen aus dem ökologischen Bereich (Bockisch 2000) vermutlich unterschätzt. Zu letzterem ist jedoch anzumerken, dass auch innerhalb der *EU-VO 2092/91* (Tierhaltung) eine vollständig aus ökologischen Zutaten zusammengestellte Ration angestrebt wird und somit das Ergebnis in einem realistischen Zusammenhang steht.

Durch die Systemparameter innerhalb der Studie von Ellendorff (2002) unterliegen die Ergebnisse einer gewissen Spannweite und können nur rein rechnerisch zusätzlich mit einem Mittelwert versehen werden. In Tabelle 22 werden daher sowohl die rechnerischen Mittelwerte als auch die jeweiligen Spannweiten innerhalb der jeweiligen Wirtschafts-/Haltungsformen aufgezeigt. Die übrigen energieverbrauchenden Betriebsmittel, z.B.

¹⁰² Dabei ist zu berücksichtigen, dass auch ein ökologisch wirtschaftender Betrieb theoretisch höhere Energieaufwendungen haben kann als ein konventionell wirtschaftender. Die stark Energie zehrenden Vorprodukte innerhalb der konventionellen Landwirtschaft (Mineraldünger etc.) entfallen jedoch innerhalb des ökologischen Landbaus.

Stallanlagen, Kraftstoffe etc., werden hingegen unverändert aus der Studie von Ellendorff (2002) übernommen.

Tabelle 22: Primärenergieverbrauch der Mastgeflügelhaltung bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise

	PEV [MJ]/kg LM]		
	konventionell	konventionell _{RS}	ökologisch
Stallanlage	2,1	2,1	6,1
Maschinen u.ä.	0,1	0,1	0,3
Kükenaufzucht	1,8	1,8	1,2
Futtermittel	4,9	4,4	6,5
Einstreu	0,1	0,1	0,2
Transporte	0,6	0,6	1,7
Summe pro kg LM	9,5	9,1	16,0
- Spannbreiten	8,8-10,4	8,4-9,9	12,5-21,0
Summe pro Tier	17,5	16,7	45,5
- Spannbreiten	14,0-23,9	13,4-22,8	27,6-73,6

Quelle: eigene Berechnungen nach Brand et al. (1993), Bockisch (2000), Kratz et al. (2002), Vogt-Kaute (2003)

Die in Tabelle 22 angegebenen Spannbreiten resultieren aus den Parametern Lebendgewicht (ökologisch: 2,2-3,5 kg, Mittelwert 2,85 kg; konventionell: 1,6-2,3 kg, Mittelwert 1,85 kg) sowie Futtermittelverwertung (ökologisch: 1,9-4,2 kg Futter/kg Massezuwachs, Mittelwert 3 kg/kg; konventionell: 1,6-1,9 kg/kg, Mittelwert 1,76 kg/kg, Kratz et al. (2002)). Der Energieverbrauch für Gesundheitsprophylaxe aus der Studie von Ellendorff (2002) fällt aus der Betrachtung heraus, da sich deren prozentualer Anteil in der Skalierung der Tabelle nicht darstellen lässt.

Der relative Anteil der Futtermittel am Gesamt-PEV innerhalb der ökologischen Variante liegt etwa 10 % unter jenem Anteil des konventionellen und des konventionell ressourcenschonenden Landbaus. Dies ist auf Einsparungen bei der Futtermittelerzeugung zurückzuführen, so dass die schlechtere Futtermittelverwertung der ökologisch gefütterten Tiere teilweise kompensiert werden kann. Dagegen sind die Aufwendungen für Stallanlagen, Maschinen, Transporte, Kraftstoffe und Einstreu höher und der PEV für die Kükenaufzucht etwas geringer. Andererseits liegt die Mastdauer bei Ellendorff (2002) bei der konventionellen Geflügelmast im Schnitt bei gut einem Drittel im Vergleich zur ökologischen Mastdauer. Folglich steigt aus diesen Gründen der PEV pro Tier bzw. pro kg LM im ökologischen Landbau.

Darüber hinaus wird ersichtlich, dass die Spannbreiten innerhalb des ökologischen Landbaus deutlich größer sind als innerhalb des konventionellen Landbaus. Beim Vergleich des PEV bezogen auf das kg LM liegt der ökologische Landbau beim höchsten Wert doppelt so hoch wie der Maximalwert des konventionellen Landbaus. Hingegen liegt der ökologische Landbau bei geringstem Wert nur noch etwa 20 % höher als der Maximalwert bei konventioneller Erzeugung.

Bezogen auf den Mittelwert des PEV pro kg LM liegt die Erzeugung ökologischen Geflügelfleisches unter den gegebenen Annahmen etwa 70 % höher und die ressourcenschonende Erzeugung knapp 5 % niedriger als die Erzeugung konventionellen Geflügelfleisches. Der geringere spezifische PEV pro kg Futtermittel in der ökologischen Tierhaltung

wird durch die höheren Aufwendungen aufgrund längerer Mastdauer und dem somit höheren Futtermittelverbrauch kompensiert.

Bezieht man die aus Tabelle 22 gewonnenen Ergebnisse auf das kg verzehrbaren Fleisches¹⁰³, so erhält man die in Tabelle 23 aufgezeigten PEV:

Tabelle 23: Primärenergieverbrauch bei konventioneller, konventionell ressourcenschonender und ökologischer Erzeugung von Geflügelfleisch

PEV					
konventionell		konventionell _{RS}		ökologisch	
[MJ/kg VG]	[MJ/Tier]	[MJ/kg VG]	[MJ/Tier]	[MJ/kg VG]	[MJ/Tier]
14,8	17,5	14,1	16,7	22,8	45,5

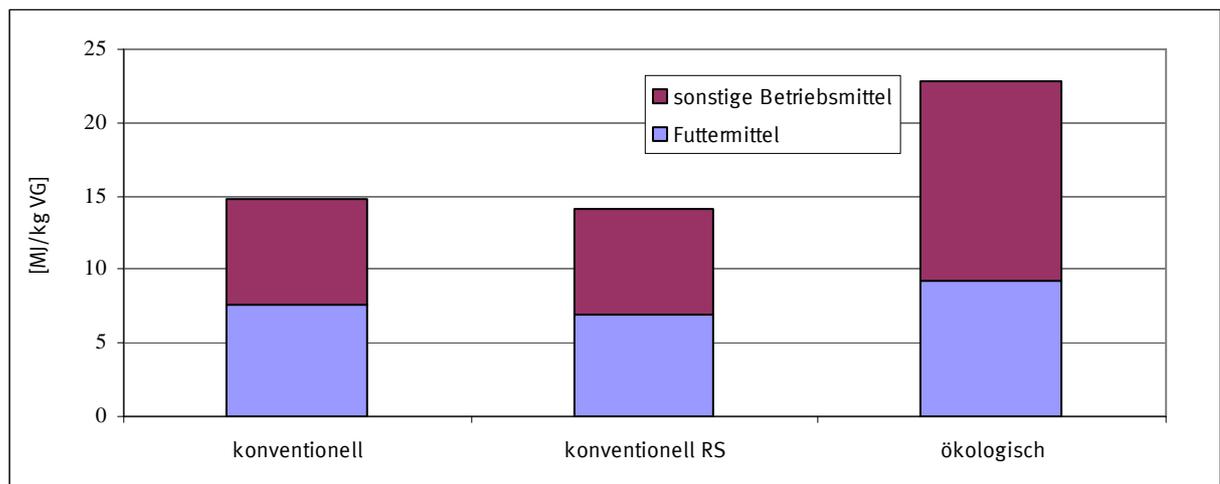
Quelle: eigene Berechnungen nach Brand et al. (1993), Bockisch (2000), Ellendorf et al. 2002 (VG = Verzehrsgewicht)

In der berechnungsrelevanten Einheit (MJ/kg VG) liegt der PEV der ökologischen Geflügelmast etwa anderthalb mal so hoch wie die konventionellen Geflügelmastvarianten.

Die Ermittlung des PEV bei der Bereitstellung der Futtermittel ist z.T. von Annahmen und Abschätzungen betroffen, da die verfügbare Literatur nicht alle erforderlichen Angaben enthält. Dies muss bei oben ausgewiesenen Zahlen berücksichtigt werden

Zusammenfassend ist der PEV bei der Erzeugung von Geflügelfleisch in der nachfolgenden Abbildung 9 aufgezeigt:

Abbildung 9: Primärenergieverbrauch bei der Erzeugung von Geflügelfleisch bei konventioneller, ressourcenschonender und ökologischer Wirtschaftsweise



Quelle: eigene Darstellung

¹⁰³ Im ökologischen Landbau liegen annahmegemäß die Ausbeuten mit 70 % etwas günstiger als im konventionellen Landbau mit 64 %.

IV.2.5 Legehennenhaltung

In der Literatur existieren nur wenige Zahlen im Bereich des PEV bei der Erzeugung von Hühnereiern. Neben der Studie von Abel (1997) kommt noch die Dissertation von Taylor (2000) in die nähere Betrachtung. Bei beiden Studien muss aber auf eine Diskussion der Zahlen aufgrund mangelnder Hintergrundinformationen verzichtet werden.

Die Angaben von Abel (1997), der unter Bezugnahme auf den PEV pro Nahrungsenergiegehalt des Eies (155 kcal bzw. 649 KJ pro 100 g) Energieverbräuche von 23 MJ/kg Eimasse für den konventionellen Bereich angibt, und von Taylor (2000) mit 25 MJ/kg liegen in ähnlicher Höhe. Taylor (2000) weist daneben einen PEV für die ökologische Eierzeugung aus. Dieser wird mit 16,7 MJ pro kg Eimasse angegeben.

Aufgrund der Ermangelung an exaktem, nachvollziehbarem Datenmaterial sowie verwendeter Systemannahmen werden in diesem Kapitel die Zahlen zum PEV für die Erzeugung von konventionellen, konventionell ressourcenschonenden und ökologischen Eiern eigenständig ermittelt. Hierzu werden die durchschnittlichen Verbrauchsmengen an Futter (inkl. Küken und Junghennen) mit vorher errechneten spezifischen Primärenergiekoeffizienten pro kg Futter belegt¹⁰⁴. Die Summe hieraus kann dann auf ein Ei bzw. auf ein kg Eimasse umgeschlagen werden. Unberücksichtigt hierbei bleiben die mineralischen Futtermittelkomponenten sowie Kartoffeleiweiß und Pflanzenöle, da keine Angaben zum PEV hierfür vorliegen. Deren Anteil an der jeweiligen Gesamtration beträgt etwa 15 %. Insofern muss die Vermutung nahe gelegt werden, dass die unten ausgewiesenen Zahlen die Realität geringfügig unterschätzen.

Da für die neben Futtermitteln weiteren Betriebsmittel keine detaillierten Angaben gemacht werden können, werden die Relationen aus der Mastgeflügelhaltung übernommen, d.h. im konventionellen Bereich stammt etwa die Hälfte des gesamten PEV, im ökologischen Bereich etwa 40 % aus der Bereitstellung der Futtermittel (vgl. Kapitel IV.2.4).

Mit dem geringsten Aufwand an Primärenergie lassen sich Hühnereier in einer konventionell ressourcenschonenden Wirtschaftsweise erzeugen. Pro kg Eimasse liegt der Aufwand hier bei knapp 11 MJ/kg (Tabelle 24) und somit um etwa ein Viertel bzw. ein Fünftel geringer als in der konventionellen bzw. der ökologischen Variante.

Tabelle 24: Primärenergieverbrauch bei konventioneller, konventionell ressourcenschonender und ökologischer Legehennenhaltung

	Wirtschaftsweise		
	konventionell	konventionell _{RS}	ökologisch
PEV Futtermittel [MJ/kg]	2,3	1,7	1,6
PEV Ei [MJ/Ei]	0,8	0,6	0,8
PEV Eimasse [MJ/kg]	14,2	10,9	13,7

Quelle: eigene Berechnungen

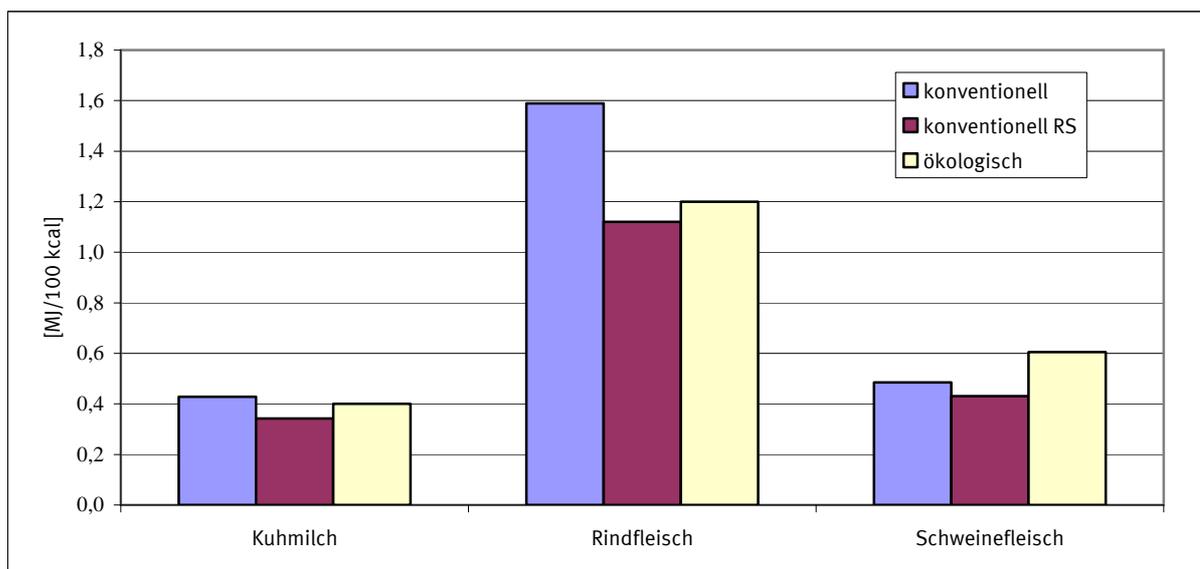
¹⁰⁴ Futtermittelverbrauch konventionell gehaltene Legehennen rd. 50 kg/a (inkl. Futtermittelverbrauch Küken und Junghennen), Futtermittelverbrauch ökologisch gehaltene Legehennen rd. 55 kg/a.

IV.2.6 Zusammenfassung

Wie aus Abbildung 11 hervorgeht, schneidet die Erzeugung tierischer Lebensmittel in einer konventionell ressourcenschonenden Landwirtschaft in den hier betrachteten Kategorien stets günstiger ab als bei konventioneller oder ökologischer Erzeugung. Dabei beziehen sich die Angaben jeweils auf ein kg Milch, SG bzw. Eiermasse.

Auffällig ist das generell relativ zu den übrigen betrachteten Lebensmitteln günstige Abschneiden der Erzeugung von Kuhmilch. Dabei ist jedoch der vergleichsweise geringe Nahrungsenergiegehalt bzw. Trockenmassegehalt der Kuhmilch im Vergleich zu den übrigen Lebensmitteln zu beachten. Bezogen auf den Nahrungsenergiegehalt würde sich der Abstand des PEV für die Erzeugung der Kuhmilch im Vergleich zu den übrigen Lebensmitteln verringern (vgl. Abbildung 10).

Abbildung 10: Primärenergieverbrauch zur Erzeugung tierischer Lebensmittel bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise bezogen auf den Nahrungsenergiegehalt

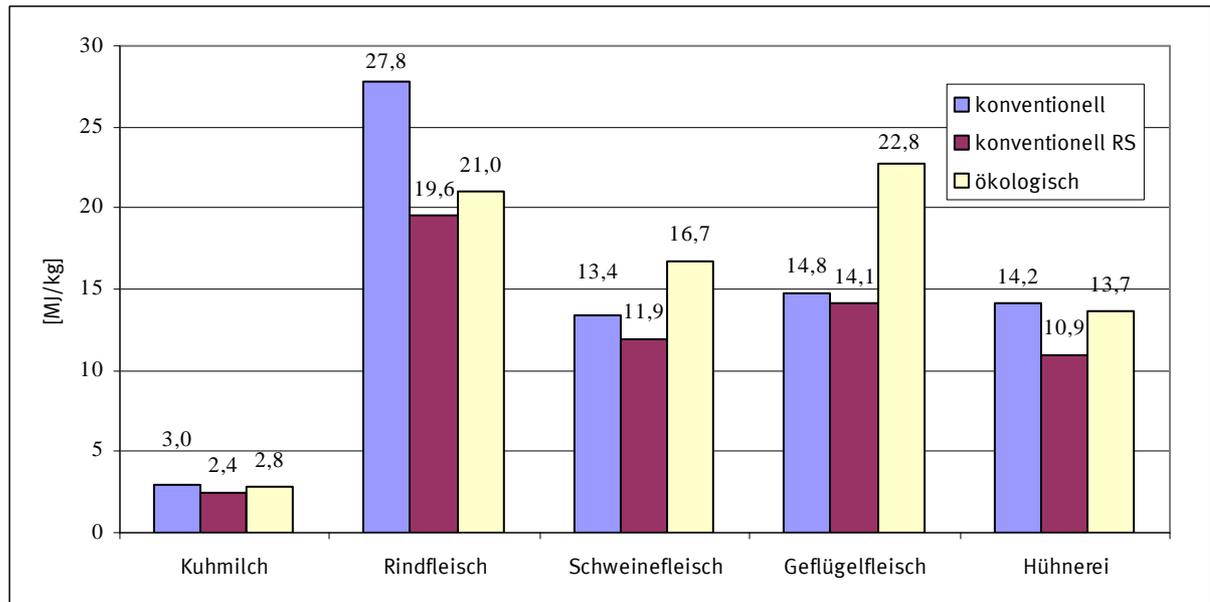


Quelle: eigene Berechnungen

So beträgt beispielsweise der prozentuale Anteil des PEV konventionell erzeugter Milch bezogen auf 100 kcal etwa 30 % des PEV von Rindfleisch, während dieser Anteil bezogen auf ein kg Produkt bei etwa 10 % liegt (s.a. Abbildung 11).

Aufgrund der relativ höheren Energieaufwendungen zur Bereitstellung der erforderlichen Kraft- bzw. Futtermittel in der konventionellen Rinderhaltung liegen die produktbezogenen PEV in der ökologischen Erzeugung von Milch und Rindfleisch unter denen der konventionellen. Mitunter spielen innerhalb der übrigen Tierarten die längeren Mastzeiten und die schlechtere Futtermittelverwertung aufgrund von Restriktionen in der Futterzusammensetzung eine entscheidende Rolle.

Abbildung 11: Primärenergieverbrauch bei der Erzeugung tierischer Lebensmittel bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise



Quelle: Eigene Darstellung

IV.2.7 Verarbeitung

IV.2.7.1 Milchverarbeitung (konventionell)

Bei der Milchverarbeitung wird lediglich der PEV für ein Produkt mit einer sehr geringen Verarbeitungstiefe, die frische Konsummilch, betrachtet. Quantitativ wird hiervon mit mehr als 60 kg pro Person und Jahr der größte Anteil innerhalb der gesamten Molkereiprodukte konsumiert¹⁰⁵.

Für den konventionellen Bereich wird aus Plausibilitätsgründen, wegen der Aktualität und aus dem geographischen Bezug heraus die Studie von Egger (2000) herangezogen. Innerhalb dieser Studie wird ein Vergleich aufgestellt zwischen einer konventionell wirtschaftenden Molkerei mit einem überregionalen Vertriebsschwerpunkt über den Groß- und Einzelhandel und einem landwirtschaftlichen Betrieb mit überwiegend regionaler Vermarktung seiner nach ökologischen Kriterien erzeugten Milch. Während die Daten für die untersuchte Molkerei als repräsentativ für Milchverarbeiter in Deutschland angesehen werden (Egger 2000), stellt die Betrachtung des ökologisch direktvermarktenden Betriebes nur einen sehr geringen Anteil der Vermarktung ökologischer Milch dar und kann somit nicht als repräsentativ für diesen Wirtschaftszweig angesehen werden¹⁰⁶.

Die untersuchte Molkerei verarbeitete Ende der 1990er Jahre mit einem Personalstamm von knapp 250 Mitarbeitern etwa 154 Mio. kg Rohmilch pro Jahr aus einem Umkreis von bis zu 150 km innerhalb Bayerns. Die Verarbeitungsprodukte erstrecken sich von Kon-

¹⁰⁵ Dabei ist jedoch zu bemerken, dass der Rohwareneinsatz für diverse Produkte aus Rohmilch (z.B. Käse, Butter etc.) beträchtlich höher sein kann (teilweise bis zu einem Faktor 10) als das entsprechende Endprodukt.

¹⁰⁶ Entsprechend wird deshalb von der Verwendung des Zahlenmaterials aus dem ökologischen Betrieb abgesehen.

summilch über diverse Sauermilchprodukte bis hin zu Käse. Die erzeugten Molkereiprodukte werden deutschlandweit und teilweise in europäischen Nachbarländern abgesetzt. Die frische Trinkmilch hingegen wird zum größten Teil im Bundesgebiet, hauptsächlich im Bundesland Bayern, in dem die Molkerei ihren Standort hat, verkauft (Egger 2000).

Die Auslieferung der frischen Trinkmilch erfolgt zu mehr als der Hälfte über Handelsunternehmen, welche über große Zentrallager verfügen, von denen aus ein stark verästeltes Netz an Verkaufsstätten direkt beliefert wird (Egger 2000).

Mit der verarbeiteten Menge liegt die betrachtete Molkerei im oberen Viertel der Molkegrößen in Deutschland¹⁰⁷, wobei die Betriebe mit einer Kapazität von über 300 Mio. kg pro Jahr den größten Anteil der in Deutschland verarbeiteten Milch aufnehmen¹⁰⁸ (BMVEL 2003a).

Die Berechnung des Primärenergiebedarfs der betrachteten Molkerei zur Milchverarbeitung umfasst die gesamte Prozesskette von der Rohmilcherfassung vom landwirtschaftlichen Betrieb bis hin zum Milchvertrieb an den Endkonsumenten im Einzelhandel. Innerhalb der Verarbeitung wird neben der eigentlichen Produktaufbereitung ebenso die Endverpackung¹⁰⁹, inklusive der Rohstoffgewinnung, der Packstoffherstellung, der Packmittelherstellung, der Abfüllung, dem Handel, der Distribution, und die Verwertung durch den Verbraucher einbezogen (Egger 2000).

Eine vereinfachte Darstellung der Rohmilchverarbeitung lautet demnach:

- Rohmilchkühlung im Erzeugerbetrieb,
- Rohmilcherfassung durch Tanksammelwagen,
- Trinkmilchherstellung (mit Kühlung, Pasteurisierung, Kühlung, Erhitzung, Kühlung),
- Abfüllung in Kartonverpackungen,
- Transport zum Lager und anschließend zur Verkaufsstätte.

Die in dieser Arbeit betrachtete Prozesskette der Rohmilchverarbeitung endet nach der Stufe der Vorbehandlung: Einstellen des Fettgehaltes der Milch und Abfüllen zu verkaufsfertiger Konsummilch.

Der Transport für die Vermarktung, die Lagerung und die Verkaufspräsentation von Molkereiprodukten erfordert, bis auf einige Ausnahmen, eine durchgängige Kühlung. Hier ist daher neben dem Primärenergiebedarf für die Überwindung von Distanzen zusätzlich Energie für die Kühlung aufzubringen.

Der Primärenergiebedarf bei der Milchverarbeitung hängt nach LfU (2000) von folgenden Faktoren ab:

- von der Menge der verarbeiteten Rohmilch (entscheidend hierbei ist v.a. der Fettanteil und die jeweilige Temperatur der angelieferten Rohmilch),
- von der Verarbeitungstiefe der hergestellten Produktpalette,

¹⁰⁷ Mit einer Jahresmilchverarbeitung von mehr als 150.000 t.

¹⁰⁸ Mehr als die Hälfte der insgesamt verarbeiteten Milch wird von einem Zehntel der Betriebe verarbeitet.

¹⁰⁹ Einweg-Karton-Blockverpackung aus folienbeschichtetem Karton. Diese werden auf Holzpaletten, jeweils lagenweise durch Wellpappe getrennt und durch Einweg-Stretchfolie zusammengehalten, transportiert (Egger 2000).

- von den saisonal vorherrschenden Außentemperaturen (Einfluss auf die Abkühlung des für Reinigungsvorgänge verwendeten Warmwassers und auf die Wirkungsgrade der Energieerzeugungsanlagen),
- vom Stand der Technik¹¹⁰.

Von der Annahme bis zum Endprodukt muss die Rohmilch verschiedene thermische Verfahren durchlaufen, die allesamt mit einem Einsatz von Primärenergie verbunden sind. Hierbei erlangen moderne Molkereien jedoch beim Prozessenergieverbrauch durch Wärmeaustauscher effiziente Einsparungen.

Der produktbezogene Energieaufwand kann nur anhand von Durchschnittswerten ermittelt werden. Hierbei spielen betriebliche Spezifika eine entscheidende Rolle: von effizienten Wirkungsgraden durch moderne Technologien über die jeweilige Produktpalette bis hin zu der Menge der verarbeiteten Produkte. Hohe Verarbeitungsmengen lassen eine Ausnutzung von Skaleneffekten zu, die bei geringen Mengen nicht erreicht werden können. Ebenso fallen die „fixen“ Energieverbräuche, wie Reinigungsmaßnahmen, Raumbeheizung etc., bei höheren Verarbeitungsmengen pro Produkteinheit relativ geringer aus.

Der Energieverbrauch der Kapitalgüter Gebäude, Anlagen und Maschinen fällt im Gegensatz zum landwirtschaftlichen Sektor durch den hohen Massendurchfluss der verarbeiteten Rohware geringer aus. In den hier vorzunehmenden Kalkulationen werden der Vollständigkeit halber jedoch auch diese Angaben mit in den Gesamtwert zum PEV bei der Milchverarbeitung einbezogen. Weidema (1995) kalkuliert dabei mit 0,2 MJ pro kg verarbeiteter Milch.

Weitere Energieverbräuche, die aus dem unmittelbaren Betrieb der Molkereianlagen und der damit verbundenen Prozesse resultieren, werden hier nicht näher beschrieben¹¹¹.

Exkurs Energiebedarf für Milchverpackungen

Die gebräuchlichsten Verpackungssysteme in Deutschland für Frischmilch sind der Verbundkarton mit 81 % der insgesamt verpackten Frischmilch, gefolgt von der Glas-Mehrwegflasche (12 %) und dem Schlauchbeutel (6 %). Daneben finden sich in weitaus geringerer Verwendung PE-Flaschen und Großgebilde (Milch & Markt 2003).

Bei der Einzelverpackung der Frischmilch ist das jeweilige System entscheidend am Verbrauch der Energie beteiligt. Während bei Systemen mit Mehrweggebilden eine Redistribution und eine Reinigung der Gebinde erfolgt, entfallen diese Schritte bei Einweggebilden. Dagegen sind bei den Einweggebilden (Karton) bei jedem Liter verarbeiteter Milch die Herstellung des Verbundkartons, das Auffalten der Tüten sowie deren Verschweißen als energieverbrauchende Schritte zu nennen.

Die Angaben zu Differenzen im Energieverbrauch zwischen Mehrweg- und Einweggebilden fallen innerhalb der Literatur, je nach Studiendesign, teilweise sehr unterschiedlich aus: Neben relativ übereinstimmenden Energieverbräuchen (LfU 2000; Stenum/Hauer 2000) hat fallweise der Verbundkarton oder aber das Mehrwegglasgebilde einen höhe-

¹¹⁰ eigene Ergänzung.

¹¹¹ Z.B. der Energieverbrauch der Mitarbeiter durch Anreise zur Molkerei; der Bau der jeweiligen Transportwege (Straßen) etc.

ren bzw. niedrigeren Energieverbrauch¹¹². Entscheidend bei der Frage nach den ökologischen Konsequenzen zwischen den Verpackungsformen ist die zurückzulegende Distanz vom Abfüllort der Milch über den jeweiligen Zwischen- bis zum Einzelhandel: Bei größeren Distanzen verblassen die ökologischen Vorteile der Mehrweg-Glasgebinde durch die höheren Energieverbräuche beim Transport des schwereren Verpackungseigengewichtes¹¹³.

Des Weiteren von Bedeutung bei der Betrachtung der jeweiligen Verpackungssysteme ist die Umlaufzahl der Mehrweggebinde, die in den analysierten Studien mit jeweils 25 Umläufen beziffert wird. Je höher die Umlaufzahl, desto günstiger schneidet diese Verpackungsform in der ökologischen Beurteilung ab.

Bei der Betrachtung der Einweggebinde spielt die stoffliche Verwertungsrate der Kartons eine entscheidende Rolle in Bezug auf eine potenzielle Wärmerückgewinnung, die dem Energieverbrauch des Einwegsystems gutgeschrieben werden kann (UBA 1995; Kralik et al. 1996).

Insgesamt ist in Deutschland eine Auflösung von Regionallagern und der Trend zu Zentrallagern zu beobachten (Demmeler 2003). Damit einher gehen erwartungsgemäß immer größer werdende Transportdistanzen. Differenzierte Angaben zum Ausmaß der Transportdistanzen sind jedoch nicht möglich, da diese einerseits je nach Unternehmen unterschiedlich ausfallen und andererseits verschiedene Transportmodalitäten (Fahrzeugtyp, Leer- oder Sammelfahrten etc.) zur Anwendung kommen, die eine eindeutige Zuordnung zum Produkt Frischmilch nicht zulassen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass durch die Modifikation der o.g. Parameter das Endergebnis entscheidend beeinflusst werden kann: Eine Verringerung der Umlaufzahl sowie eine Erhöhung der Distributionsentfernung wirken sich erhöhend auf den Energieverbrauch der Mehrweggebinde aus, während eine Erhöhung der Verwertungsrate der Einwegverpackungen positiv (im Sinne einer Verringerung) auf diesen wirkt.

Ein genereller Vorzug des einen oder anderen Gebindes kann aus dem heutigen Stand der Wissenschaft nicht abgeleitet werden. Vielmehr kann die Qualität des einen oder anderen Gebindes auch nicht ausschließlich durch lediglich einen Parameter (Energieverbrauch) bemessen werden. Sowohl Mehrweg- als auch Einwegsysteme bieten jeweils Vor- und Nachteile, wobei unter dem Aspekt des Energieverbrauchs und bei steigenden Transportdistanzen der Lebensmittel sicherlich das Eigengewicht und der Rücktransport der Mehrweggebinde gegen deren Verwendung sprechen, bei gleichzeitiger Voraussetzung einer effizienten Verwertung der Kartonverpackungen (siehe dazu auch Steuern/Hauer 2000). In den Berechnungen für konventionell erzeugte Frischmilch wird davon ausgegangen, dass die Trinkmilch in 1-Liter-Einweg-Blockkartons verpackt wird, der gebräuchlichsten Verpackungsform (Tabelle 25).

¹¹² Dort wo die Mehrwegflasche einen ökologischen Vorteil gegenüber dem Einweggebinde hat (BMZ 1996), wird mit deutlich geringeren Transportdistanzen gerechnet als in der Studie, in der die Einwegverpackung einen entscheidenden Vorteil hat (Kralik et al. 1996: 100 km vs. 230 km vom jeweiligen Abfüllbetrieb entfernt). Bei Mehrweggebinden muss zudem die Transportdistanz auch für die Redistribution, also der Transport zur Wiederaufbereitung und -befüllung der Gebinde, berücksichtigt werden.

¹¹³ Die Glasflasche wiegt mit 480 g knapp 20 mal so viel wie der Verbundkarton mit nur 25 g pro Einheit.

Tabelle 25: Primärenergieverbrauch bei Aufbereitung und Vertrieb von Trinkmilch in einer Molkerei mit überregionalem Vertriebsschwerpunkt

	Primärenergieverbrauch pro Produkteinheit [MJ/kg Milch]
Kühl Lagerung landw. Betrieb	0,28
Rohmilcherfassung	0,12
Produktaufbereitung	1,34
Produktvertrieb	0,41
- davon Molkerei zum Zentrallager	- 0,09
- davon Zentrallager zu Verkaufsstätten	- 0,32
Verfahren Gesamt	2,15

Quelle und Annahmen: Egger 2000

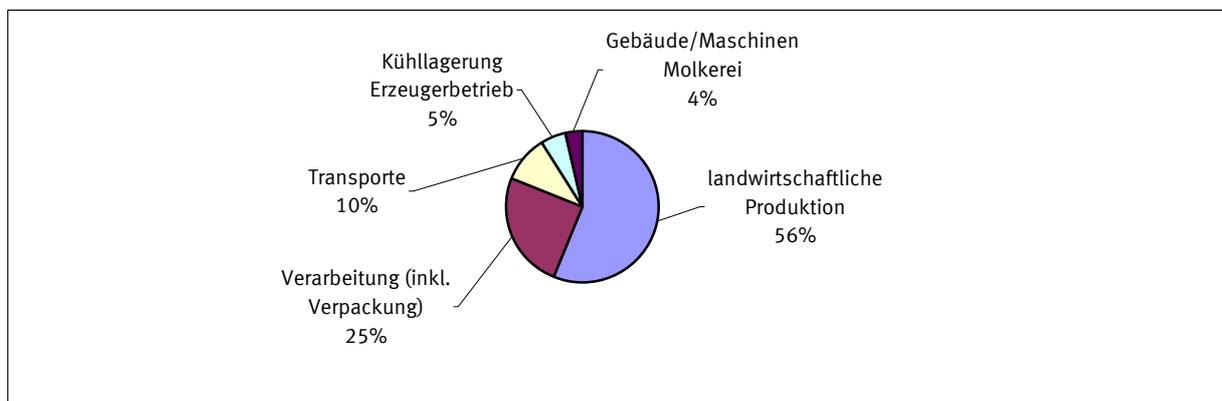
Die Verteilung des Gesamtprimärenergiebedarfs für die Aufbereitung und den Vertrieb von einem Liter Trinkmilch gliedert sich in folgende Anteile:

- gut 60 % reine Verarbeitungsschritte (inklusive Verpackungsmaterial),
- Transportprozesse mit etwa 25 % des Gesamtverbrauchs, sowie
- etwa 13 % für die auf dem landwirtschaftlichen Betrieb anfallende Kühl Lagerung der Rohmilch bis zur Abholung durch die Molkerei.

Gemessen an der landwirtschaftlichen Urproduktion der Rohmilch (mit einem PEV von 3 MJ/kg Milch) beträgt die Summe des PEV der in der Molkerei erfolgenden Verarbeitungsschritte gut 70 %.

Addiert man zum PEV in der Molkerei noch den PEV für Gebäude und Maschinen hinzu, so ergeben sich pro kg Milch etwa 2,35 MJ. Zuzüglich des PEV bei der landwirtschaftlichen Erzeugung resultiert ein Gesamtprimärenergieverbrauch pro kg Trinkmilch von 5,35 MJ. In Abbildung 12 wird die prozentuale Verteilung des PEV für Herstellung, Verarbeitung und Vertrieb bis zum Einzelhandel dargestellt.

Abbildung 12: Verteilung des Primärenergieverbrauchs bei der Bereitstellung konventioneller Trinkmilch



100% = 5,35 MJ/kg

Setzt man anstelle der konventionellen landwirtschaftlichen Erzeugung den PEV aus der ressourcenschonenden Erzeugung von Milch ein, so reduziert sich der gesamte Energieverbrauch der Milchbereitstellung auf 4,75 MJ/kg Milch. Hierbei wäre dann die prozentuale Verteilung des Primärenergiebedarfs zwischen landwirtschaftlicher Erzeugung und den Kettengliedern nach der Landwirtschaft etwa gleich groß (2,4 MJ/kg zu 2,35 MJ/kg).

In der Milchverarbeitung tritt eine Großzahl von Variablen auf, deren Veränderungen Auswirkungen auf das Endergebnis haben können:

- Bei der Trinkmilchherstellung sind Anlagenart und -alter von entscheidender Bedeutung für den Verbrauch an Energie.
- Bei der Rohmilcherfassung spielen regionale Gegebenheiten eine entscheidende Rolle, also die Erzeuger- und die jeweilige Verarbeiterdichte in einem bestimmten Gebiet. Eine Gesamtbetrachtung in Form eines repräsentativen Durchschnitts ist kaum möglich, da die Strukturen zu komplex und unterschiedlich sind (Brandl 2002). In der Studie von Egger (2000) wird als Bundesdurchschnitt der Tagesanlieferung je Lieferant eine Strecke von 324 km genannt, während diese in Bayern Mitte der 1990er Jahre mit 230 km deutlich darunter liegt (Atzler 1994). Andere Quellen gehen von einer durchschnittlichen Distanz einer Sammelfahrt für konventionelle Milch von 150 km aus, allerdings in der Allgäuregion, in der eine relativ hohe Erzeugerdichte vorherrscht (Demmeler 2001). Je nach Distanz und Auslastung der Tanksammelwagen treten hierbei Unterschiede im Primärenergieverbrauch auf.
- Bei den Transportdistanzen für die von der Molkerei abgelieferte frische Trinkmilch variieren die Angaben ebenso. In der Studie von Egger (2000) werden durchschnittliche Transportdistanzen von 233 km berechnet. Im Vergleich dazu liegen in einer weiteren Studie aus Deutschland diese Distanzen bei 185 km zwischen Molkerei und Vertriebsstätte, wobei diese Daten aus Mitte der 1990er Jahre stammen (Bez et al. 1999).

Allgemein ist davon auszugehen, dass sich die Transportdistanzen aufgrund von Konzentrationsprozessen innerhalb der gesamten Branche in Zukunft weiter erhöhen (Demmeler 2003).

Die Angaben zur Trinkmilchherstellung¹¹⁴ aus Egger (2000) decken sich relativ gut mit anderen Studien, die sich mit dem Energieverbrauch bei Verarbeitung von Rohmilch befassen. Faist (2000) beziffert den PEV-Bedarf bei der Verarbeitung von einem kg Milch (reine Produktherstellung¹¹⁵) auf 0,38 MJ. Diese Angaben beruhen allerdings auf älteren Literaturangaben (Singh 1986).

Die Enquete-Kommission (1994) beziffert den Energieeinsatz bei der Konsummilchverarbeitung auf 0,24 MJ/kg¹¹⁶, wobei diese Zahlen jedoch wiederum als Sekundärquelle zu verstehen sind. Auf eine genauere Herleitung der Zahlen kann hier nicht zurückgegriffen

¹¹⁴ Bei Egger (2000) wird dieser als Gesamtwert aus Verarbeitung und Verpackung angegeben. Subtrahiert man jedoch den PEV für Verpackung, so resultiert ein PEV für die Verarbeitung zwischen 0,3 und 0,4 MJ/kg.

¹¹⁵ Die Verpackung, die Transporte etc. werden einzeln ausgewiesen, so dass hier ausschließlich von der Verarbeitung innerhalb der Molkerei ausgegangen werden kann.

¹¹⁶ Hierbei wurden eigene Umrechnungen von elektrischer und thermischer Energie auf eine einheitliche Bezugsgröße (Primärenergie) vorgenommen.

werden. Für die weiteren Schritte der Aufbereitung zum verpackten und transportierten Endprodukt liegen keine Angaben vor.

Das Bayerische Landesamt für Umweltschutz (LfU) hat in Kooperation mit dem TÜV/Süddeutschland (2000) eine Studie herausgegeben, in der unter anderem der Energieeinsatz in einem Praxisbeispiel eines milchverarbeitenden Betriebes (Andechser Molkerei) dargelegt wird. Dabei wird jedoch kein definitiver Endwert angegeben, sondern es werden einzelne Prozesse mit Kennzahlen belegt. Eine Zusammenfassung dieser Zahlen auf eine eindeutige Angabe kann nicht abschließend erfolgen¹¹⁷. Eigene Abschätzungen und Berechnungen der einzelnen Angaben erbringen für die Trinkmilchherstellung und Abfüllung zwei Werte: für 1-Liter-Mehrweg-Glasflaschen knapp 0,36 MJ/kg, für 1-Liter-Einweg-Kartonverpackung 0,27 MJ/kg. Für weitere betriebliche Prozesse, Heizung der Gebäude, Reinigungsmaßnahmen etc., werden weiterhin 0,16 MJ/kg benötigt, so dass insgesamt (ohne Distribution) für Milch in Glasflaschen 0,52 MJ/kg und für Milch in Kartonverpackungen 0,43 MJ/kg aufzuwenden wären. Aus der Umwelterklärung dieser Molkerei gehen ähnliche Angaben zum Energieverbrauch hervor wie in dieser eigenen Abschätzung mit 0,36 bzw. 0,27 MJ/kg ausgewiesen: Der spezifische Energieverbrauch pro kg Produkt wird hier mit knapp 0,45 MJ beziffert, wobei dieser Wert aus der Gesamtbetriebsanalyse hervorgeht (Andechser Molkerei 2000).

Das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ 1996) kommt in seinem Umwelt-Handbuch für Molkereien in Anlehnung an die Studie zu Getränkeverpackungen vom Umweltbundesamt (UBA 1995) zu dem Ergebnis, dass die Mehrweg-Glasflasche im Energieverbrauch besser abschneidet als die Einweg-Kartonverpackung. Betrachtet man lediglich die verarbeitungsrelevanten Parameter, so entfallen auf die 1-Liter-Glasflasche etwa 0,55 MJ/kg¹¹⁸, auf die 1-Liter-Kartonverpackung hingegen etwa das Doppelte (1,1 MJ/kg; BMZ 1996). Zieht man des Weiteren noch die Distribution (Entfernung zur Verkaufsstelle: 100 km), den Einzelhandel, den Abfalltransport und die Wärmerückgewinnung¹¹⁹ mit in die Berechnungen ein, so erhöht sich der Energieverbrauch bei der Glasflasche auf 1,64 MJ/kg, beim Pappkarton auf 1,84 MJ/kg. Hierbei reduziert sich sichtlich der ursprüngliche Vorteil der Glasflasche aufgrund des höheren Gewichts der Verpackung und des damit verbundenen erhöhten energetischen Transportaufwandes sowie durch die Gutschrift an Energieäquivalenten durch Wärmerückgewinnung bei der Müllverbrennung von Kartonverpackungen.

Eine Reihe weiterer Publikationen weist den Energieverbrauch in Molkereien etwas unspezifischer, entweder in Form einer Umwelterklärung oder in Form einer Gesamtbetriebsanalyse, aus:

Die Molkerei Weihenstephan/Freising beziffert den Gesamtenergieverbrauch pro kg verarbeiteter Rohmilch über die gesamte Produktpalette hinweg (Milchbasisprodukte wie Frischmilch, H-Milch, Sahne, Butter etc.; Milchfrischprodukte wie Joghurt, Buttermilch, Pudding etc.; Weichkäse) mit etwa 1,08 MJ¹²⁰ (Weihenstephan 2003).

Einen ähnlichen Wert gibt die Molkerei Gropper/Bissingen innerhalb ihrer Umwelterklärung ab (Gropper 2003): Hier wird der Energieverbrauch pro kg verarbeiteter Milchmenge

¹¹⁷ Es lassen sich die einzelnen Prozesse nicht eindeutig auf die Herstellung von Trinkmilch eingrenzen.

¹¹⁸ Hierbei mussten eigene Berechnungen angestellt werden, die die Umlaufzahl von pessimistischen 10 Umläufen auf 25 Umläufe anheben.

¹¹⁹ In Müllverbrennungsanlagen bzw. Recycling von Altglas.

¹²⁰ Eigene Umrechnungen anhand spezifischer Faktoren für Erdgas und elektrischen Strom.

auf etwa 1,33 MJ festgesetzt¹²¹. Dabei wird aus der Gesamtmenge an Rohmilch etwa 60 % Frischmilch produziert, des Weiteren Schlag- und Sauerrahm, Joghurt und Milchmodiggetränke¹²².

Eine Untersuchung aus Schweden aus dem Jahr 1998 untersucht zwei norwegische Molkereien (Høgaas Eide et al. 1998). Während einer der beiden Betriebe (A) zu 97 % aus der insgesamt eingesetzten Rohmilch (20 Mio. l) Frischmilch produziert, werden in der deutlich kleineren Molkerei (B) aus lediglich 8 Mio. l Rohmilch nur zu gut 50 % Frischmilch hergestellt. Die restliche Milch wird zu Schlagrahm, Joghurtprodukten und Butter verarbeitet¹²³. Innerhalb der Gesamtbetriebsanalyse (jegliche Energieverbräuche der Molkerei pro Produkteinheit) werden im Betrieb A pro Liter verarbeitetem Rohprodukt 1,27 MJ verbraucht¹²⁴ (Høgaas Eide et al. 1998).

Die Prozessanalyse, also eine Untersuchung der einzelnen Verarbeitungsprozesse bei der Herstellung der jeweiligen Produkte, erbringt hingegen deutlich geringere Energieverbräuche. Dies ist dadurch zu erklären, dass die nicht direkt dem eigentlichen Verarbeitungsprozess zuzuordnenden energieverbrauchenden Schritte nicht erfasst werden, z.B. Raumheizung, Säuberungsmaßnahmen etc.. Der Energieverbrauchswert der Molkerei A bei der Gesamtbetriebsanalyse liegt mit 1,27 MJ/l in einer vergleichbaren Größenordnung wie die weiter oben zitierte Studie von Egger (2000) sowie die beiden Angaben der beschriebenen Umwelterklärungen der Molkereien Weihenstephan (2003) und Groppe (2003).

IV.2.7.2 Milchverarbeitung (ökologisch)

Es existieren kaum Angaben zum Energieeinsatz bei der Verarbeitung der nach ökologischen Kriterien erzeugten Milch in Molkereien. Generell lassen sich zwischen konventioneller und ökologischer Milchverarbeitung nur geringe Unterschiede vermuten. Die Aufwendungen zum Einhalten der hygienischen Verhältnisse sind gleich und eher betriebspezifisch als abhängig vom jeweiligen Erzeugungsverfahren.

Bei der Verarbeitung wird Ökomilch, ebenso wie auch die konventionelle, bestimmten thermischen und mechanischen Prozessen unterzogen und auf die gewünschte Fettgehaltsstufe eingestellt. Der rechtliche Rahmen der Ökomilchverarbeitung, geregelt durch die *EU-Öko-Verordnung 2092/91*, lässt hierbei ebenso Pasteurisation, Ultrahocherhitzung und Sterilisation grundsätzlich zu. In den nachfolgenden Betrachtungen wird davon ausgegangen, dass sich die Grundzüge der Verarbeitung (inklusive Verpackung¹²⁵) zwischen konventioneller und ökologischer Milch angleichen.

Unter Zugrundelegung einer vollständig aus ökologischer Erzeugung stammenden Versorgung der deutschen Bevölkerung mit Milch wird in dieser Arbeit unterstellt, dass sich

¹²¹ Eigene Umrechnungen anhand spezifischer Faktoren für Erdgas und elektrischen Strom sowie anhand telefonischer Auskunft seitens der Molkerei.

¹²² Also Produkte mit relativ geringer Verarbeitungstiefe im Vergleich zu Käse oder Milchpulver.

¹²³ Molkerei B wird hier nicht näher betrachtet, da das Produktionsvolumen und die Produktpalette stark von der eigenen Auswahl abweichen.

¹²⁴ Lediglich Verarbeitung und Verpackung (inkl. Material), keine Distribution etc.

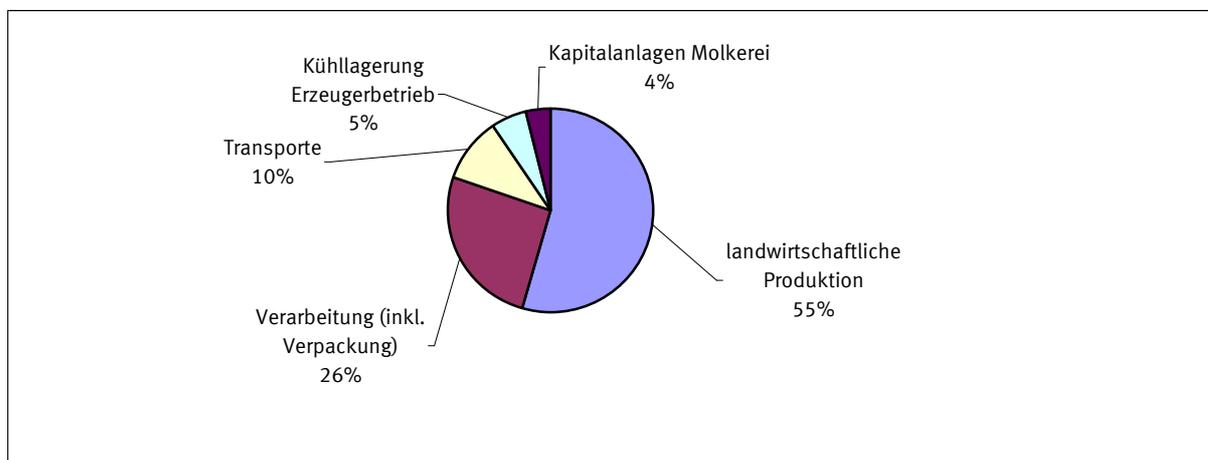
¹²⁵ Während im Jahr 2003 noch etwa zwei Drittel der Öko-Milch in Flaschen und etwa ein Drittel in Kartonverpackungen vermarktet wurde, hat sich dieses Verhältnis mittlerweile fast umgedreht (Sachsenweger 2003, Stöhr 2006).

die Dichte der Ökomilcherzeugung erhöht. Somit wird davon ausgegangen, dass sich die Transportdistanzen an die im konventionellen Bereich angenommenen Distanzen angleichen. Es wird mit den gleichen Annahmen und PEV kalkuliert.

Aus den genannten Gründen wird die Annahme vertreten, dass sich die Verarbeitung¹²⁶ konventionell bzw. ökologisch erzeugter Milch nicht wesentlich voneinander unterscheidet. Zum PEV aus der landwirtschaftlichen Erzeugung von Kuhmilch werden dementsprechend weitere 2,35 MJ/kg hinzuaddiert (vgl. Kapitel IV.2.7.1).

In Abbildung 13 wird der Primärenergieaufwand für die ökologische Erzeugung, Verarbeitung und den Vertrieb bis zum Einzelhandel wiedergegeben:

Abbildung 13: Verteilung des Primärenergieverbrauchs bei der Bereitstellung ökologischer Trinkmilch



100% = 5,15 MJ/kg

Wie die Ergebnisse zeigen, bleibt die Differenz von 0,2 MJ/kg aus der landwirtschaftlichen Erzeugung zwischen konventioneller und ökologischer Milchproduktion weiterhin bestehen. Im Vergleich zu konventionell erzeugter Milch ist der Verbrauch an PEV pro bereitgestelltem Liter Milch bei ökologischer Erzeugung um 4 % geringer. Dieses Verhältnis kehrt sich um, wenn die Erzeugung von Kuhmilch innerhalb einer ressourcenschonenden Landbewirtschaftung erfolgt. Dann ist der PEV-Verbrauch zur Bereitstellung ökologischer Milch um etwa 8 % höher.

¹²⁶ Milchsammlung, Transporte, Verarbeitung, Verpackung, Lagerung.

IV.2.8 Transporte von Tieren und tierischen Lebensmitteln

Wie die Berechnungen gezeigt haben, führt ein an wissenschaftlichen Ernährungsempfehlungen orientierter eingeschränkter Verzehr an Fleisch und Fleischwaren zu einem Bedarf an Lebensmitteln tierischer Herkunft, der auch bei ökologischer Landwirtschaft problemlos durch inländische Erzeugung gedeckt werden kann. Es wird deshalb davon ausgegangen, dass länderüberschreitende Transporte von Nutztieren, wie sie aktuell in nennenswertem Umfang erfolgen, entfallen.

Zu durchschnittlichen Transportdistanzen einzelner Tierarten innerhalb Deutschlands finden sich in der Literatur nur wenige Angaben. Faist (2000) gibt beispielsweise eine Distanz von 60 km zwischen landwirtschaftlichem Betrieb und Schlachthof an. Weitere 100 km werden von dort bis zum Verarbeitungsbetrieb unterstellt. Die Enquete-Kommission (1994) geht bei „Tiertransporten“ von 250 km Ferntransport (Autobahn) mit 100 %iger Auslastung des eingesetzten 24 t-Viehtransporters und 40 km Nahtransport (auf außerörtlichen Straßen bei 60 %iger Auslastung) aus. Während Faist (2000) den Energiebedarf für den Tiertransport über das Lebendgewicht, die Transportdistanz und den PEV des Transportmittels (hier: 28 t-Viehtransporter) berechnet, wird bei der Enquete-Kommission (1994) ein Transportszenario entwickelt, bei welchem die Zuladung auf dem Transporter und die Auslastung individuell gestaltet wird.

Im Ergebnis unterscheiden sich die beiden Vorgehensweisen jedoch nur gering: Die Enquete-Kommission (1994) ermittelt für den Rindertransport (250 km) rd. 0,68 MJ/kg an Primärenergie. Die Berechnungen nach Faist ergeben bei angenommener gleicher Entfernung und einem PE-Verbrauchsfaktor von 2,3 MJ/tkm einen PEV von 0,58 MJ/kg. Der Energieverbrauch hängt entscheidend vom unterstellten spezifischen Energiebedarf des Transportmittels ab: Während Hoffmann et al. (2001) den Energiebedarf mit 1,7 MJ/tkm angeben, beziffern ihn SIGA/ASS 1998 auf 3,4 MJ/tkm (allerdings bei 50 %iger Auslastung;). Werden diese Werte verwendet, so ergibt sich zum einen ein geringerer (0,43 MJ/(kg*250 km)) und zum anderen ein höherer (0,86 MJ/(kg*250 km)) PEV für die Überwindung der angenommenen Distanz.

In dieser Arbeit wird die Distanz für Tiertransporte für die Strecke vom Mastbetrieb zum Schlachthof mit 80 km beziffert. Verschiedene Autoren nennen vergleichbare Zahlen: Faist (2000) mit 60 km, NÖL (1999) und Weidema (1995) mit je 80 km. Da der Rücktransport des LKW als Leerfahrt angenommen wird, erhöht sich die Distanz auf das Doppelte (160 km) bzw. die Auslastung des LKW beträgt bei einfacher Strecke lediglich 50 %. Auf der Basis der Angaben von Hoffmann et al. (2001)¹²⁷ bzw. SIGA/ASS (1998) ergibt sich hierdurch ein PEV für den Transport von 0,27 MJ/kg bei einer einfachen Wegstrecke von 80 km¹²⁸.

Für die Transporte zwischen Schlachthof und Verarbeitungsbetrieb sowie von diesem zum Zentrallager und weiter zur Verkaufsstelle werden die folgenden Annahmen getroffen. Dabei wird bei den Annahmen kein Unterschied gemacht zwischen dem Transport konventionellen bzw. ökologischen Fleisches: Die Strecke zwischen Schlachthof und Verarbeitungsbetrieb wird, in Anlehnung an Faist (2000), auf 100 km festgesetzt. Von dort zum Zentrallager sind weitere 200 km sowie zur Verkaufsstelle 120 km zu fahren

¹²⁷ Bezogen auf eine 50 %ige Auslastung.

¹²⁸ Pro Tonne und Kilometer bei 50 %iger Auslastung 3,4 MJ. Das bedeutet, pro kg bei 80 Kilometern 0,27 MJ.

(NÖL 1999). Dabei wird eine etwas höhere Auslastung angenommen als beim Tiertransport, da davon ausgegangen wird, dass die entsprechenden Transportmittel effizient eingesetzt werden und die o.g. Fahrten mit weiteren Transportfahrten verknüpft werden können, so dass eine Leerrückfahrt vermieden werden kann.

Für den Anteil des vermarkteten Frischfleisches entfällt die Transportdistanz zwischen Schlachthof und Verarbeitungsbetrieb, da davon ausgegangen wird, dass die Grob- und Feinerlegung noch im Schlachthof erfolgt. Es fallen somit insgesamt 100 km weniger Transporte an als bei den verarbeiteten Fleischwaren.

Geht man von einer Auslastung von etwa 75 % aus (vgl. Faist 2000; Egger 2000), so würden für den Transport eines kg konventionellen Fleisches für die o.g. gesamte Distanz etwa weitere 0,97 MJ bzw. für den Anteil an Frischfleisch weitere 0,74 MJ verbraucht werden¹²⁹. In der Mischkalkulation aus je zur Hälfte frischem und verarbeitetem Fleisch ergibt sich ein Energieverbrauch durch die Transporte von 0,86 MJ/kg. In der Gesamtheit der Transporte resultiert daraus 1,13 MJ PEV/kg Fleisch (konventionell, ressourcenschonend, ökologisch).

IV.2.9 Schlachtung von Tieren

Für die Schlachtung von Tieren werden in einigen Literaturquellen gesondert Angaben gemacht. So finden sich bei Taylor (2000) Angaben hierzu, die aus Stiebing (1981) stammen. Für die Schlachtung von Rindern wären demnach ca. 3,5 MJ/kg erforderlich, für die Schlachtung von Schweinen hingegen ca. 4,2 MJ/kg. Faist (2000) hingegen gibt für die Schlachtung von Tieren einen Pauschalwert von 1,4 MJ/kg an, der von Weidema (1995) stammt. In einer ähnlichen Größenordnung befinden sich auch die Zahlen zur Schlachtung der Enquete-Kommission (1994), wobei für die Schlachtung von Schweinen (rd. 1,2 MJ/kg) höhere Verbräuche angegeben werden als für die Schlachtung von Rindern (rd. 1,0 MJ/kg).

Für die weiteren Berechnungen werden für die Schlachtung von Rindern und Schweinen die Zahlen der Enquete-Kommission (1994) verwendet, da die Zahlen von Stiebing (1981) als nicht mehr aktuell erachtet werden. Über den Energieverbrauch bei der Geflügelschlachtung liegen keine Angaben vor¹³⁰. Die Hähnchenschlachtung und -verarbeitung ist heute jedoch weitgehend automatisiert (vgl. dazu z.B. BMLF 1999). Vereinfachend wird deshalb der von Faist (2000) angegebene Wert für den PEV im Schlachthof mit 1,4 MJ/kg angenommen¹³¹.

¹²⁹ Bei einem PEV von 2,3 MJ/tkm.

¹³⁰ Abgesehen von der von Taylor (2000) selber hergeleiteten Zahl aus dem Mittelwert aus Schweine- und Rinderschlachtung.

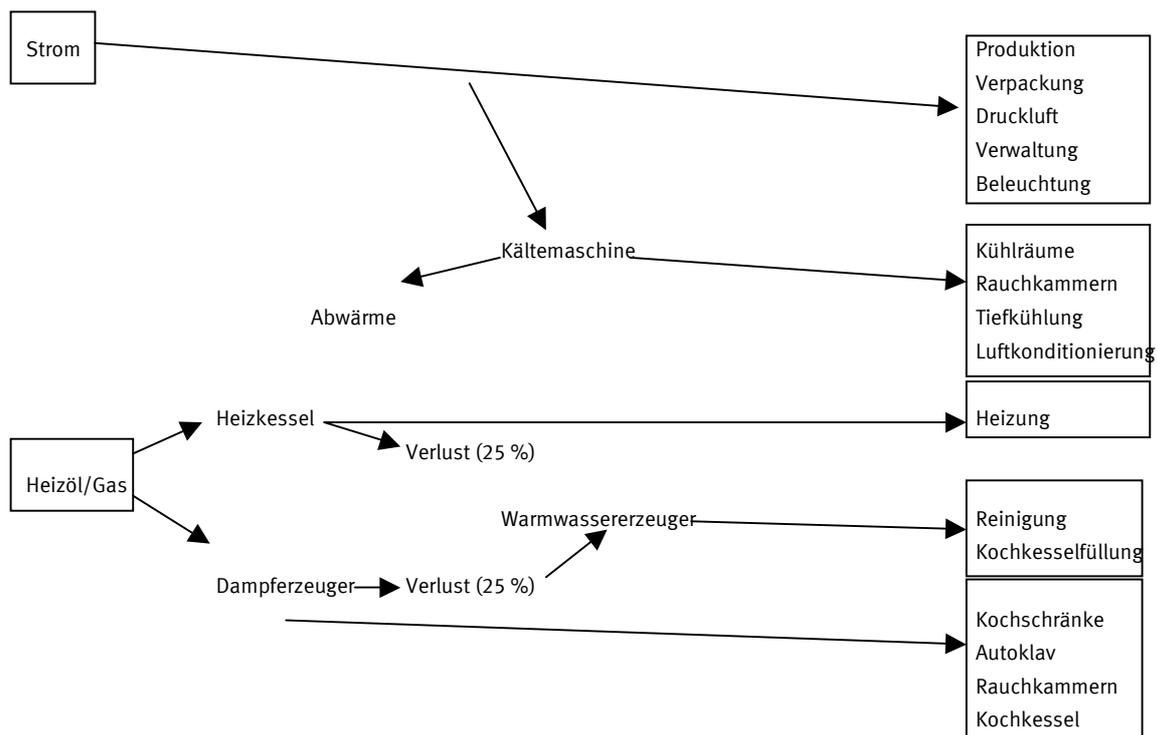
¹³¹ Aus den kilogrammbezogenen PEV lässt sich schließen, dass der PEV höher ist, je geringer das Lebendgewicht des Tieres.

IV.2.10 Fleischverarbeitung

In Hinblick auf den Gesamt-PEV der deutschen Ernährungsindustrie steht die fleischverarbeitende Industrie mit etwa 5 TWh/a an vierter Stelle (Kruska et al. 2001). Dabei werden innerhalb dieser Branche produktspezifische Primärenergiebedarfe von im Durchschnitt etwa 8 bis 9 MJ pro kg Produkt erzielt, wobei die Varianz hierbei aufgrund der einzelbetrieblichen Spezifika (unterschiedlicher Produktmix und damit unterschiedliche Prozessketten, individueller Stand der Technik etc.) beträchtlich sein kann. So wird in einigen Betrieben mit zwischen 1 und 2 MJ pro kg Produkt kalkuliert, während andere Betriebe etwa 18 MJ Primärenergie pro kg Produkt benötigen (Kruska et al. 2001).

Große Energiemengen innerhalb der fleischverarbeitenden Industrie sind für die Wärme- und Kältebereitstellung erforderlich. Dabei findet Wärme Verwendung in Form von Heißwasser und Dampf beim Kochen, Dämpfen und Garen sowie beim Sterilisieren und Reinigen. Die Kälte, die i.A. zu den großen Verbrauchern an elektrischer Energie zählt, wird vor allem bei der Lagerung der Roh- und Fertigwaren eingesetzt (Meyer et al. 2000). Abbildung 14 zeigt die Energieströme eines typischen fleischverarbeitenden Betriebes:

Abbildung 14: Energiefließschema innerhalb eines fleischverarbeitenden Betriebes



Quelle: in Anlehnung an Meyer et al. 2000

Die Fleischverarbeitung kann grob unterteilt werden in die handwerkliche (Metzgereien) und in die industrielle Verarbeitung. Dabei werden neben Frischfleisch ebenso weiterverarbeitete Produkte erstellt (diverse Würste, Schinken, Pökelfleisch etc.), die neben der Grundlage Fleisch noch andere Zutaten und Zusatzstoffe enthalten (können). Das Fleisch wird i.d.R. durch gekühlten Transport vorzerlegt angeliefert und je nach Bedarf weiter zer-

legt. Anschließend durchlaufen die Rohwaren entweder die Fleischwaren- (Pökeln, Formen, thermische Behandlung) oder die Wurstwarenproduktion (Chargieren, Zerkleinern, Mischen, Abfüllen in Därme, thermische Behandlung). Bei vielen Produkten erfolgt nach der Abkühlung noch eine Reifephase und eine Verpackung. Bis zum Versand wird die Ware in einem gesonderten Kühlraum gelagert.

Angesichts unterschiedlicher Betriebe, Techniken und Produktpaletten¹³² aber nur weniger Literaturangaben zu diesem Bereich muss zur Abbildung des Energieverbrauchs bei der Fleischverarbeitung an dieser Stelle eine starke Vereinfachung vorgenommen werden. Zieht man die Angaben der LfU (2001) heran, so ist die Herstellung von Fleisch- und Wurstwaren mit einem PEV von ca. 9,4 MJ/kg eingesetzter Rohware¹³³ verbunden, wobei der Energiebedarf jeweils zur Hälfte aus thermischer und elektrischer Energie¹³⁴ besteht (LfU 2001).

In einer Arbeit der Wirtschaftskammer Oberösterreich (WKO 1996) werden ähnliche Zahlen genannt: In großen (> 250 t/a) Betrieben beträgt der Endenergieeinsatz demzufolge ca. 8,3 MJ/kg Rohwaren-Input¹³⁵. Dieser Wert entspricht den Angaben der LfU (2001), wo ein nach dieser Klassifizierung ebenfalls großer Betrieb beleuchtet wird. Für kleinere (< 250 t/a), meist handwerkliche Betriebe gibt die WKO (1996) mit ca. 14,2 MJ/kg eingesetzter Rohware deutlich höhere Energieverbräuche an. In beiden betrachteten Betriebsgrößen wird dabei zu mehr als 60 % thermische Energie und zu rd. 40 % elektrische Energie eingesetzt (WKO 1996). Während die LfU (2001) den Rohwaren-Input als Bezugsgröße hat (bei vorzulegender Ware fallen nur geringe Abfallmengen an) und nur eine Betriebsgröße erfasst¹³⁶, betrachtet die WKO (1996) auch kleine Betriebe sowie Schlachtbetriebe. Dennoch sind die Parallelen zwischen den einzelnen Energiekennzahlen deutlich.

Aus einer weiteren Publikation (Enquete-Kommission 1994) gehen ähnliche Zahlen hervor. Dort wird der PEV bei der industriellen Verarbeitung von Fleisch mit ca. 6,9 MJ/kg beziffert, während dieser sich bei handwerklichen Betrieben auf knapp 17,2 MJ/kg beläuft. Dabei wird wiederum die eingesetzte Rohwaremenge als Bezugsgröße gewählt. Ebenso wie in der Studie der LfU (2001) erfolgt die Energiebereitstellung zu etwa 40 % durch elektrischen Strom und zu etwa 60 % durch thermische Energie.

In den weiteren Berechnungen wird für die Verarbeitung zu Fleisch- und Wurstwaren in allen Varianten der PEV von WKO (1996) für große Betrieben (>250 t/a) herangezogen¹³⁷. Dies sind pro kg verarbeiteten Fleisches ca. 8,3 MJ/kg. Bezüglich des Verzehrsmusters bei Fleisch und Fleischwaren wird davon ausgegangen, dass die Hälfte des gesamten Fleischverzehrs von knapp 61 kg pro Person und Jahr (2001) in Form von Wurst und sons-

¹³² Je effizienter ein Betrieb arbeitet bzw. je höher das Produktionsvolumen der einzelnen Betriebsstätte (vgl. Stiebing 1981) und je geringer die Verarbeitungstiefe des einzelnen Produktes (z.B. Frischfleisch), desto geringer wird der spezifische Energieeinsatz sein.

¹³³ Die hier gemachten Angaben zum PEV beruhen auf eigenen Umrechnungen anhand spezifischer Primärenergiefaktoren.

¹³⁴ Fleisch verarbeitender Betrieb mit breiter Produktpalette von Fleisch- und Wurstwaren bei rd. 8.000 t Fertigware pro Jahr mit einem Fokus auf Brühwurst (5.239 t/a), Fleischwaren (2.656 t/a) sowie Koch- (205 t/a) und Rohwurst (87 t/a).

¹³⁵ Dabei wird keine Differenzierung zwischen den einzelnen Fleischsorten (Rind, Schwein, Geflügel) vorgenommen, so dass diese als gleichwertig angenommen werden.

¹³⁶ Nach der obigen Klassifizierung einen großen Betrieb.

¹³⁷ Eine Jahresverarbeitungs- menge von 250 t entspräche bei fünf Arbeitstagen/Woche etwa zwei bis drei Rindern pro Tag (ca. 1000 kg).

tigen Fleischerzeugnissen (Schinken, Speck, Aspik, Pasteten etc.) konsumiert wird (DFV 2003). Die andere Hälfte wird in unverarbeiteter Form verzehrt.

IV.2.11 Verarbeitung von Eiern

Die Verarbeitung von Hühnereiern erschließt sich aus der Sortierung nach Größe, der Verpackung in Kartons und Umkartons sowie in der Verladung. Die einzige in der Literatur auffindbare Angabe zum PEV bei diesen Verarbeitungsschritten findet sich in einer Publikation der OECD (1982). Hier wird der PEV mit etwa 0,5 MJ pro Ei beziffert. Ein Vergleich dieser Zahlen mit den technischen Datenblättern eines Anbieters von Eiersortier- und Ei-erverpackungsmaschinen kann diese Zahl untermauern. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass durch den technischen Fortschritt der Energieverbrauch inzwischen leicht reduziert werden konnte (MOBA 2003). Bei einem durchschnittlichen Eiergewicht von 58 g im konventionellen Bereich und 62 g im ökologischen Bereich resultiert aus den o.g. Angaben somit ein spezifischer PEV von 8,6 MJ/kg bzw. 8,1 MJ/kg. In den weiteren Berechnungen werden diese Werte übernommen. Auch hier wird keine Unterscheidung zwischen konventioneller und ökologischer Verarbeitung angenommen¹³⁸. Die Differenzen resultieren ausschließlich aus dem unterschiedlichen Durchschnittsgewicht.

IV.2.12 Lagerung von Fleisch und Eiern

Neben der Verarbeitung der tierischen Lebensmittel bildet die Lagerung, und hier v.a. die Kühlung, einen weiteren Faktor bei der Berechnung der PEV. Dabei verhält sich der Energiebedarf bei der Kühlung proportional zum Kältebedarf und der jeweiligen Lagerungszeit. Bei einer durchschnittlichen Temperatur von 4 – 6°C, einem durchschnittlichen Belegungsanteil der Kühllagerung von 75 % und einer mittleren Schüttdichte von 500 kg/m³ wird von einem Primärenergiebedarf von etwa 0,007 MJ/(kg*d) ausgegangen (Enquete-Kommission 1994).

Die Lagerungszeit ist produktabhängig und wird bei Frischfleisch mit 10 Tagen beziffert (Enquete-Kommission 1994; Faist 2000). Für Fleisch ergeben sich in der Folge PEV von 0,07 MJ/(kg*Lagerzeit).

Die Kühlung von Eiern ist erst nach dem 18. Tag nach dem Legedatum erforderlich und kann deshalb außer Acht gelassen werden, da davon ausgegangen wird, dass die Eier vor Ablauf dieser Frist verkauft werden¹³⁹.

IV.2.13 Verpackungen von Fleisch/Fleischwaren und Eiern

Nimmt man für Fleischwaren übliche Verpackungen an (sofern sie nicht lediglich direkt bei der Übergabe an den Konsumenten eingepackt und bis dahin in einer Frischfleisch-Kühltheke angeboten werden) wie beispielsweise Polyethylenbeutel, Pappschale mit Folie, Polypropylenbeutel oder Papierbeutel mit Beschichtung, so liegt der jeweilige Pri-

¹³⁸ Eventuelle Direktvermarktung über Hofladen oder Markt wird hierbei vernachlässigt.

¹³⁹ Die Kühlung in den einzelnen Verkaufsstellen wird innerhalb dieser Betrachtung nicht mit einbezogen. Ebenso wird eine Kühlung von Frischmilch vernachlässigt, da hier von einer hohen Umschlagsfrequenz ausgegangen wird.

märenergieverbrauch für diese Art von Verpackungsmaterialien zwischen 0,2 und 0,5 MJ/Stck. bei jeweils 1 kg Fassungsvermögen (SIGA/ASS 1998).

Fleisch und Fleisch-/Wurstwaren in Deutschland werden zu jeweils etwa der Hälfte in unverpackter und in verpackter Form angeboten (DFV 2003). In den Berechnungen wird davon ausgegangen, dass die eine Hälfte der verzehrten Waren in Materialien mit hohem PEV-Bedarf bei der Herstellung und die andere Hälfte als „unverpackte“ Waren mit einfachen Verpackung angeboten werden (z.B. Pappschale mit Folie vs. Polypropylenbeutel).

Für die Verpackung von Eiern werden Pappschachteln angenommen, deren Energieverbräuche zur Bereitstellung bereits in der Angabe zum PEV bei der Verarbeitung enthalten sind.

IV.2.14 Vergleich des PEV unterschiedlicher tierischer Lebensmittel bei der Weiterverarbeitung

Der Energiebedarf für die Weiterverarbeitung tierischer Lebensmittel bewegt sich, wie die Berechnungen zeigen, für die unterschiedlichen Fleischarten mit Werten zwischen 6,7 MJ/kg verzehrbare Fleisch (für Rindfleisch) und 7,1 MJ/kg (bei Geflügelfleisch) auf einem ähnlichen Niveau (Tabelle 26). Der Schritt der Fleischverarbeitung ist verbunden mit dem größten Energieverbrauch und macht bei allen Fleischarten – auch wenn, wie unterstellt, die Hälfte des Fleisches frisch, d.h. ohne weitere Verarbeitung in den Verkauf gelangt – zwei Drittel des gesamten Energiebedarfs der Weiterverarbeitung inklusive Verpackung, Transporte und Lagerung aus.

Tabelle 26: Energieverbrauch bei der Weiterverarbeitung tierischer Lebensmittel

	Schlachtung	Ver-/Bearbeitung	Lagerung	Transporte ¹⁾	Verpackung	Summe ²⁾
	konventionell/konventionell _{RS} , ökologisch[MJ/kg]					
Rindfleisch verarbeitet	1,0	8,3	0,1	1,24	0,5	6,7
Rindfleisch frisch	1,0	-	0,1	1,01	0,2	
Schweinefleisch verarbeitet	1,2	8,3	0,1	1,24	0,5	6,9
Schweinefleisch frisch	1,2	-	0,1	1,01	0,2	
Geflügelfleisch verarbeitet	1,4	8,3	0,1	1,24	0,5	7,1
Geflügelfleisch frisch	1,4	-	0,1	1,01	0,2	
Eier konv./konv. _{RS}	-	8,6	-	0,97 ³⁾		9,6
Eier ökologisch	-	8,1	-	0,97 ³⁾		9,4

Quelle: eigene Zusammenstellung

¹⁾ Angegeben sind die Mittelwerte. In den Endergebnissen finden sich die einzelnen Transportdistanzen anteilig wieder.

²⁾ Summe aus verarbeitetem und frischem Fleisch, jeweils zur Hälfte der insgesamt verzehrten Menge an Fleisch.

³⁾ Gesamte Wegstrecke ergibt sich aus den Distanzen zwischen Legebetrieb, Verarbeitungsbetrieb und Verkaufsstelle (Distanz zum Schlachthaus entfällt hier).

Der Energiebedarf zwischen der konventionellen, der ressourcenschonenden und der ökologischen Produktionsweise nach der landwirtschaftlichen Erzeugung unterscheidet sich nicht, da angenommen wird, dass einerseits gleiche Betriebe, Verfahren und Techniken zur Herstellung von verarbeiteten Lebensmitteln tierischer Herkunft verwendet

werden und auch die Art der Lagerung und Verpackung nahezu identisch sind. Ebenso wird von vergleichbaren Transportmodalitäten ausgegangen.

IV.2.15 PEV zur Bereitstellung tierischer Lebensmittel bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise

Tabelle 27 und Abbildung 15 zeigen die PEV der einzelnen Produktions-, Aufbereitungs- und Distributionsschritte noch einmal vergleichend zwischen konventioneller, ressourcenschonender und ökologischer Wirtschaftsweise. Dabei sind einzelne Schritte teilweise in zusammengefasster Form wiedergegeben.

Tabelle 27: Primärenergieverbrauch zur Bereitstellung tierischer Lebensmittel bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise

	Landwirtschaft	Verarbeitung ¹⁾	Transporte ²⁾	Verpackung ²⁾	Summe
konventionell [MJ/kg]					
Milch	3,0	0,87	0,53	0,95	5,4
Rindfleisch	27,8	5,25	1,13	0,35	34,5
Schweinefleisch	13,4	5,45	1,13	0,35	20,3
Geflügelfleisch	14,8	5,65	1,13	0,35	21,9
Hühnererei	14,2	8,60	0,97	k.A.	23,8
konventionellRS [MJ/kg]					
Milch	2,4	0,87	0,53	0,95	4,8
Rindfleisch	19,6	5,25	1,13	0,35	26,3
Schweinefleisch	11,9	5,45	1,13	0,35	18,8
Geflügelfleisch	14,1	5,65	1,13	0,35	21,2
Hühnererei	10,9	8,60	0,97	k.A.	20,5
ökologisch [MJ/kg]					
Milch	2,8	0,87	0,53	0,95	5,2
Rindfleisch	21,0	5,25	1,13	0,35	27,7
Schweinefleisch	16,7	5,45	1,13	0,35	23,6
Geflügelfleisch	22,8	5,65	1,13	0,35	29,9
Hühnererei	13,7	8,10	0,97	k.A.	22,8

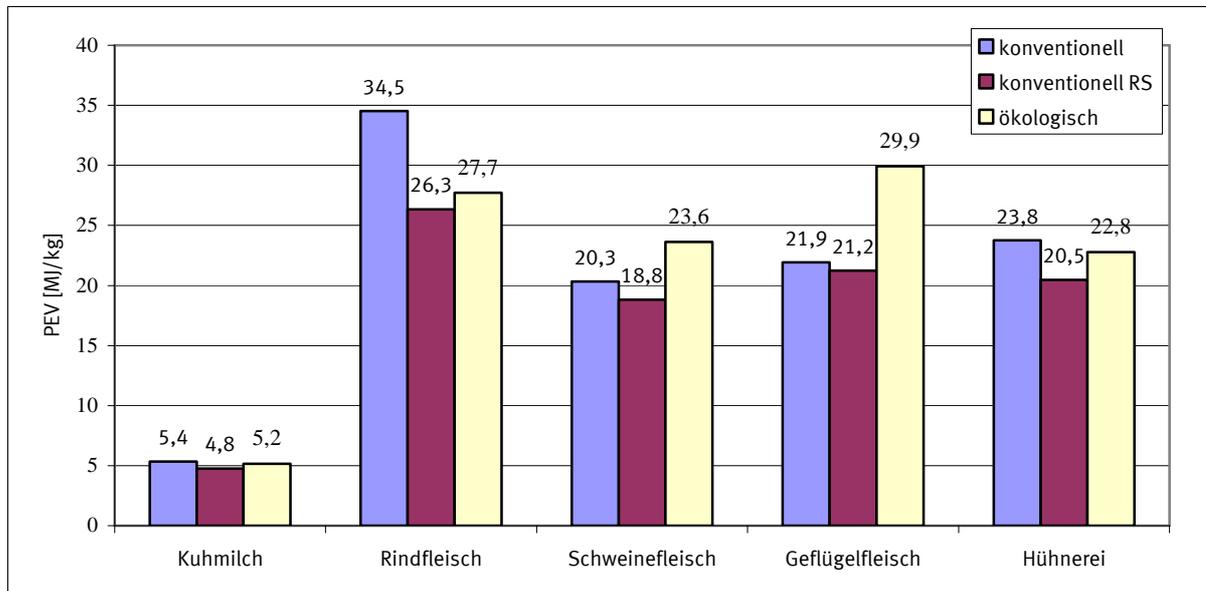
Quelle: eigene Zusammenstellung

¹⁾ Verarbeitung inklusive Lagerung bis zum Point of Sale, Maschinen und Gebäude (bei Milch), Schlachtung (bei Fleisch).

²⁾ jeweils Mittelwerte.

Bei Hühneriern ist die Verpackung im Verarbeitungsschritt enthalten.

Abbildung 15: Primärenergieverbrauch zur Bereitstellung tierischer Lebensmittel bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise



Quelle: eigene Darstellung

Wie aus Tabelle 27 und Abbildung 15 hervorgeht, kann ein kg des jeweiligen Lebensmittels in der konventionell ressourcenschonenden Variante mit einem geringeren Einsatz an Primärenergie bereitgestellt werden als in der konventionellen bzw. der ökologischen Variante. Dabei liegen die prozentualen Werte innerhalb der ressourcenschonenden Wirtschaftsweise zwischen 3 % (Geflügelfleisch) und 24 % (Rindfleisch) unter den Angaben der konventionellen Wirtschaftsweise.

Bei der ökologischen Bereitstellung tierischer Lebensmittel können bei Kuhmilch, Rindfleisch und bei Eiern geringere PEV erzielt werden als bei einer konventionellen Variante. Hingegen liegt der konventionelle Herstellungsprozess bei Schweinefleisch und Geflügelfleisch energetisch betrachtet unterhalb des ökologischen.

Der PEV innerhalb der Landwirtschaft macht hierbei, bezogen auf die gesamte Kette der Lebensmittelbereitstellung, den jeweils größten Anteil vom Gesamtwert aus.

Zu berücksichtigen bei diesen Zahlen ist jedoch, dass in der konventionellen Variante von einer konventionellen Futterpflanzenproduktion und eigener Hofmischung der Kraftfutter ausgegangen wird. Sofern der tierhaltende Betrieb auf Zukaufsfuttermittel zurückgreift, ist anzunehmen, dass sich die Angaben zum PEV erhöhen.

In einer Studie von Geier et al. (1997) werden die *Grundlagen einer prozesskettenübergreifenden Ökobilanz in der Fleischerzeugung* am Beispiel des Schweinekochschenkens präsentiert. Hierbei wird die gesamte Prozesskette der Herstellung von Schweinefleisch betrachtet: von der landwirtschaftlichen Erzeugung über die Schlachtung und Verarbeitung der Tiere inklusive der dazwischen befindlichen Transporte. Der Gesamt-

primärenergiebedarf von insgesamt 24 MJ/kg¹⁴⁰ lässt sich im Bereich der Verarbeitung unterteilen in folgende Abschnitte (Geier et al. 1997):

- Schlachtung mit 2,2 MJ/kg,
- Verarbeitung (inkl. Verpackung) mit etwa 3,4 MJ/kg,
- Transporte zwischen Landwirtschaft, Schlachtung, Verarbeitungsbetrieb und Handel mit 1,6 MJ/kg.

Das bedeutet, dass 70 % des Gesamtenergieverbrauchs bereits der Landwirtschaft zufallen. Insgesamt betrachtet liegt der Wert des PEV für die Verarbeitung (3,4 MJ/kg) der Rohware bis hin zum Endprodukt (Kochschinken) im Vergleich zu den bereits betrachteten Studien stark unter den dort gemachten Angaben. Gleichzeitig befindet er sich am unteren Rand der weiter oben aufgezeigten Bandbreite von Energieverbräuchen innerhalb der Branche (rund 1 MJ/kg bis 18 MJ/kg).

In einer weiteren Arbeit aus Schweden werden die klimatischen Folgen spezieller Ernährungsweisen betrachtet (Carlsson-Kanyama 1998). Dabei erfolgt auch eine Abschätzung des Endenergieverbrauchs der einzelnen Prozessschritte bei der Herstellung von Schweinefleisch (Frischfleisch). Die Prozesskette reicht dabei von der landwirtschaftlichen Erzeugung der Schweine (inklusive der dafür notwendigen Vorleistungen wie Futter etc.) über das Schlachten und Zerlegen bis hin zum Verkauf beim Großhändler. Der Gesamtverbrauch an Energie beläuft sich dabei auf 32 MJ/kg verkaufsfertiges Produkt, wobei der Anteil der Landwirtschaft, vergleichbar auch mit der vorher besprochenen Studie, bei etwa 80 % liegt. Das Schlachten und Zerlegen der Tiere erfordert etwa 2,6 MJ/kg und die Transporte innerhalb des betrachteten Systems verbrauchen ca. 3,8 MJ/kg. Damit kommt der Wert für die Verarbeitungsschritte nah an die Angaben von Geier et al. (1997) heran, wobei die Transporte mehr als doppelt so viel Energie beanspruchen.

¹⁴⁰ Hierbei entfallen knapp 17 MJ/kg auf die landwirtschaftliche Aufzucht und Mast der Tiere. Diese Angabe entspricht ziemlich genau dem Wert des ökologischen Szenariums der in den bereits gemachten PEV bei der landwirtschaftlichen Produktion (16,7 MJ/kg), wobei bei Geier et al. (1997) jedoch ein konventionelles System betrachtet wird.

IV.3 Klimarelevante Treibhausgasemissionen

Von den in Deutschland insgesamt emittierten Treibhausgasen stellt das Kohlendioxid im Jahr 1998 mit rund 87 % den Hauptanteil, gefolgt von Methan (7,2 %) und Lachgas (4,9 %). Die deutsche Landwirtschaft ist an den Gesamtemissionen der sechs Kyoto-Gase¹⁴¹ zu 5,8 % beteiligt (ohne energiebedingte Emissionen). Es können jedoch etwa 53 % der Lachgasemissionen und rd. 45 % der Methanemissionen auf diesen Wirtschaftszweig zurückgeführt werden (AK Land- und Forstwirtschaft 2000).

IV.3.1 Methanemissionen

Methan (CH_4) entsteht beim Abbau organischen Materials unter anaeroben Bedingungen. Innerhalb der Landwirtschaft findet dieser Prozess v.a. bei der bakteriellen Fermentation von Kohlenhydraten aus dem Futter im Pansen von Wiederkäuern sowie beim mikrobiellen Abbau von Exkrementen jeglicher Tiere während der Lagerung statt. Dabei machen die stoffwechselbedingten Methanemissionen etwa zwei Drittel der landwirtschaftlichen Methanemissionen aus (AK Land- und Forstwirtschaft 2000). Die stoffwechselbedingten Methanemissionen von Schweinen und Geflügel sind aufgrund der geringeren Lebendgewichte der Einzeltiere und der unterschiedlichen Verdauungsweisen der Monogastrier gegenüber Wiederkäuern deutlich geringer.

Die stoffwechselbedingten Methanemissionen sind abhängig von der Größe der Tiere (LM), dem Produktionsniveau, der Futteraufnahme und der Verdaulichkeit des aufgenommenen Futters¹⁴² sowie von der Haltungform (u.a. Luftführung, Bodenbelag; Hartung et al. 2000). Generell gilt, dass die Freisetzung des Methans aus dem Erhaltungsumsatz der Tiere relativ zum Produktionsniveau konstant bleibt, während die stoffwechselbedingten Emissionen bei entsprechender Rationszusammensetzung bei höheren Leistungen ansteigen können. Bezogen auf die Produkteinheit Milch bzw. Fleisch sinken die Emissionen dabei jedoch relativ im Vergleich zu geringeren Leistungsniveaus (ILU 2001; de Boer 2002).

Durch eine verlängerte Nutzungsdauer der Tiere können die Methanemissionen aus der Tierhaltung im Prinzip ebenfalls gesenkt werden, da der Anteil der stoffwechselbedingten Emissionen während der unproduktiven Phase der Aufzucht und Remontierung abnimmt (Naturland 2000). Bei geringerer Leistung jedoch schlägt sich der Erhaltungsbedarf stets entscheidend nieder (Schwarz 2005).

Nachfolgend werden die Methanemission aus der konventionellen und ökologischen Milchkuhhaltung dargestellt, jeweils unterschieden in stoffwechselbedingte und exkrementenbürtige Emissionen. Auf die Darstellung der konventionell ressourcenschonende Variante wird hier verzichtet, da – wie an späterer Stelle in diesem Kapitel noch

¹⁴¹ Diese setzen sich zusammen aus Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4), Distickstoffoxid (N_2O - Lachgas), Schwefelhexafluorid (SF_6) und den Stoffgruppen der perfluorierten Kohlenwasserstoffe ($\text{C}_n\text{F}_{2n+2}$ - PFCs, FKWs) sowie der Fluorkohlenwasserstoffe ($\text{C}_n\{\text{H}\}\text{F}_{2n+2}$ - HFCs, H-FKWs).

¹⁴² Bei der Gabe energiereicher, gut verdaulicher Futtermittel (Fette statt Fasern) können die Emissionen sinken.

gezeigt wird – die Methanemissionen aus der Tierhaltung auf dem jeweiligen Stoffumsatz des Einzeltieres beruhen und die landwirtschaftliche Erzeugung der erforderlichen Futtermittel hier keine Rolle spielt.

IV.3.1.1 Milchkuhhaltung

Stoffwechselbedingte Methanemissionen

Wie zahlreiche Untersuchungen belegen, sind die Methanemissionen aus der Milchviehhaltung in Deutschland im Vergleich zu den übrigen Nutztieren mengenmäßig am bedeutendsten¹⁴³ (s.a. Brunsch 1995; BUWAL 1998; Hartung et al. 2000; UBA 2002a; KTBL 2002d). Die individuelle Methanfreisetzung bei Milchkühen wird vom Lebendgewicht, Laktationsstadium bzw. Leistungsniveau der Tiere (somit von der aufgenommenen BE) und von der Futterzusammensetzung/Verdaulichkeit bestimmt (KTBL 2002d; de Boer 2002). So kann nach Finger (1999) die Methanbildung laktierender Kühe aufgrund der aufgenommenen Energie um 50 - 100 % über jener trockenstehender Kühe liegen. In Abhängigkeit von der Rationsgestaltung kann die Methanausscheidung zwischen 2 und 15 % der aufgenommenen BE schwanken. Dabei liegt der Durchschnitt jedoch im Bereich zwischen 5 und 7 % (Corré et al. 1998; Bockisch 2000).

Im Hinblick auf die Futterzusammensetzung beeinflusst die Menge an aufgenommener Rohfaser die Methanbildung verstärkend, während Fette dieser Entstehung entgegenwirken (Kirchgessner et al. 1991; Bockisch 2000). Bei einem höheren Grundfutter-/Rohfaseranteil in der Futtermischung – wie sie im ökologischen Landbau vorkommen – sind daher vergleichsweise höhere Methanemissionen zu erwarten. Dazu kommt, dass die produktbezogenen Methanemissionen bei geringeren Milchleistungen, wie im ökologischen Landbau i.A. der Fall, höher sind (s.o.; Bockisch 2000; van der Zijpp 2001; de Boer 2002; Oosting et al. 2002).

In der Literatur findet sich eine Reihe von Angaben über die Methanemissionen aus dem Bereich der Milchviehhaltung. Dabei ist neben differierenden Systemannahmen (Lebendgewicht der Tiere, Milchleistungsniveau, Futterzusammensetzung) und zugrunde gelegter Bezugsgröße (produkt- bzw. tierbezogen) auch davon auszugehen, dass sich messspezifische Eigenheiten ergeben, die Einfluss auf das jeweilige Endergebnis haben.

Für die Berechnungen der Methanemissionen aus der Milchviehhaltung werden die Angaben von Kirchgessner et al. (1991) verwendet. Bezieht man die dort angegebenen Methanemissionen auf eine Milchleistung von 5.000 kg pro Tier und Jahr bei einem Lebendgewicht von 500 kg, so werden pro Tier jährlich 100 kg CH₄¹⁴⁴ emittiert. Die Angaben anderer Autoren (Ahlgrimm et al. 1990; Heyer 1994; Brunsch 1995; BUWAL 1998; ILU 2001; KTBL 2002d) liegen ebenfalls um diesen Wert herum. Für jede weitere 100 kg an Lebendgewicht der Milchkühe steigen nach Kirchgessner et al. (1991) die Emissionen um zusätzliche 8 kg CH₄, für jede weitere 1.000 kg Milchleistung um weitere 5 kg CH₄ pro Tier und Jahr.

¹⁴³ Aufgrund der vergleichbar hohen Lebendgewichte der Einzeltiere, den entsprechend hohen stoffwechselbedingten Emissionen und der hohen Anzahl an Milchkühen in Deutschland.

¹⁴⁴ Diese Menge entspricht knapp 140.000 l CH₄ bei einem spezifischem Gewicht von 0,72 g/l, was einem täglichen Volumen von 380 l CH₄ entspricht.

Überträgt man die Zahlen von Kirchgessner et al. (1991) auf die zuvor gewählten Parameter der Milchviehhaltung¹⁴⁵, so ergeben sich für den konventionellen Landbau Methanemissionen von 113,5 kg CH₄ pro Milchkuh und Jahr. Dies entspricht bei einer Milchleistung von 6.100 kg pro Jahr Methanemissionen von 18,6 g pro kg Milch. Die Abschätzung der Methanemissionen aus der ökologischen Milchproduktion nach Kirchgessner et al. (1991) ergibt Methanemissionen pro Kuh und Jahr¹⁴⁶ von rd. 106 kg. Bezogen auf ein kg Milch entspricht dies 21,2 g CH₄. Differenzen in der Methanfreisetzung bedingt durch unterschiedliche Futterrationen zwischen konventionellem und ökologischem Landbau sind hierbei nicht berücksichtigt.

Zur Einordnung der Ergebnisse werden zwei Untersuchungen zu Methanemissionen im Bereich der ökologischen Milchviehhaltung aus den Niederlanden herangezogen. Da die dort angegebene Datengrundlage von den hier verwendeten Annahmen abweicht¹⁴⁷ und dort keine Angaben über Tiergewichte und nur wenige über Milchleistungen gemacht werden, können aus diesen Studien nur produktmengenbezogene Werte abgeleitet werden. Die Emissionen der konventionellen Milcherzeugung liegen hier zwischen 20,3 und 33,4 g CH₄/l Milch. Im Vergleich dazu sind die Emissionen aus ökologischer Erzeugung deutlich höher (zwischen 23,3 und 40,2 g CH₄/l Milch) (van der Zijpp 2001; de Boer 2002). Diese relativ hohen Werte sind zum überwiegenden Teil auf das geringere Leistungsniveau der Tiere zurückzuführen¹⁴⁸. Auch die Untersuchungen von ILU (2001) und Kirchgessner et al. (1991/1993) zeigen, dass hohe Milchleistungen (30 l/d) zu geringeren produktspezifischen CH₄-Emissionen (12 bis 15 g CH₄/kg Milch) führen als geringere Milchleistungen (10 l/d mit bis zu 40 g CH₄/kg Milch).

Die in den Berechnungen ermittelten produktspezifischen Methanemissionen liegen aufgrund der unterstellten deutlich geringeren Milchleistung absolut gesehen wesentlich unter den Methanemissionen aus der holländischen Studie. Vergleicht man jedoch die absoluten Werte aus konventioneller und ökologischer Milchviehhaltung, so liegt das Ergebnis (14 % höhere Emissionen bei ökologischer Haltung) am unteren Rand der Spanne aus den niederländischen Studien. Dort liegen die produktbezogenen Emissionen der ökologischen Milcherzeugung zwischen 14 und 20 % über denen der konventionellen Erzeugung.

Methanemissionen aus Exkrementen

Die aus tierischen Exkrementen freigesetzte Menge an Methan wird von verschiedenen Faktoren, z.B. Luftführung im Stall, Bodenbelag, Art der Entmistung, Lagerung der Exkremente, bestimmt (Hartung et al. 2000). Aus der Rindermast mit Flüssigmistsystemen wird mehr Methan emittiert (16,4 kg CH₄/Tierplatz und Jahr) als aus der Rinderhaltung mit

¹⁴⁵ Konventionelle Milchkühe wiegen im Durchschnitt 600 kg und liefern jährlich 6.100 kg Milch, während ökologisch gehaltene Tiere etwa 575 kg wiegen und eine Milchleistung von 5.000 kg aufweisen (s. Kapitel IV.1.1 und IV.1.2).

¹⁴⁶ Siehe Fußnote 145.

¹⁴⁷ So liegen die Milchleistungen bei van der Zijpp (2001) bei 9.340 kg/(a*Tier) im ökologischen und 12.600 kg/(a*Tier) im konventionellen Landbau.

¹⁴⁸ Kirchgessner et al. (1991) zeigen, dass die produktbezogenen Methanemissionen am höchsten bei der Kombination aus geringer Milchleistung und hohem Lebendgewicht und am geringsten bei hoher Milchleistung und geringem Lebendgewicht sind.

Festmistsystemen (13,1 kg CH₄/Tierplatz und Jahr) oder mit Lauf- und Anbindeställen¹⁴⁹ (Freibauer 2002; UBA 2002a)¹⁵⁰.

Die Methanemissionen aus Exkrementen werden im Durchschnitt auf 10 bis 20 % der Gesamtemissionen pro Einzeltier beziffert (vgl. z.B. Amon et al. 1997; KTBL 2002). Diese Werte entsprechen etwa 8 bis 21 kg CH₄¹⁵¹ pro Tier und Jahr (vgl. Kinsmann et al. 1995; KTBL 2002d). Der Mittelwert dieser Angaben (14,5 kg CH₄ pro Tier und Jahr bzw. 40 g CH₄ pro Tier und Tag) liegt in ähnlicher Größenordnung wie die Angaben von Freibauer (2002) mit 36 bis 45 g CH₄ pro Tier und Tag¹⁵². Insgesamt sind die Emissionen aus den Exkrementen deutlich vom jeweils betrachteten System abhängig, so dass es hier relativ hohe Schwankungsbreiten gibt (KTBL 2002d; Freibauer 2002).

Darüber hinaus spielt auch die Mess- bzw. Berechnungsmethode der Emissionen eine entscheidende Rolle. Innerhalb einer österreichischen Studie (Steinmüller et al. 1999) variieren die Anteile der lagerungsbedingten Emissionen aus der Nutztierhaltung¹⁵³ je nach Studiendesign zwischen 11 und 42 % (mit einem rechnerischen Mittel bei 23 %) der Gesamtemissionen aus Verdauung und Lagerung.

Angaben zu Methanemissionen aus Exkrementen ökologischer Haltungssysteme liegen nicht vor. Allerdings kann davon ausgegangen werden, dass sich beim Weidegang ökologisch gehaltener Tiere die aeroben Bedingungen bei der Zersetzung der Exkremente negativ auf die Methanbildung auswirken und sich die Emissionen gegenüber der Stallhaltung deutlich reduzieren (Bockisch 2000). Freibauer (2002) geht bei Weidewirtschaft sogar von einem Methanemissionswert nahe Null aus, da auch die Methanemissionen bei der Ausbringung von Wirtschaftsdünger (Stallmist) sehr gering sind.

Zu einer ähnlichen Aussage kommt auch Knaus (1998), der weniger intensive Produktionsverfahren und insbesondere die Weidehaltung bezüglich der exkrementenbürtigen Methanfreisetzung als günstiger einstuft als intensive Verfahren mit Güllesystemen. Weiterhin geht er davon aus, dass sich die genannte Methanbildung durch die Schaffung eines aeroben Milieus in den Exkrementen stärker vermindern ließe als durch Änderungen der Futterration oder durch Leistungssteigerungen.

Summe der Methanemissionen aus der Milchviehhaltung

In der Berechnung der Methanemissionen aus der Milchviehhaltung wird davon ausgegangen¹⁵⁴, dass die konventionelle Milchviehhaltung als ganzjährige Stallhaltung in Lie-

¹⁴⁹ Diese Aussagen werden gestützt von BUWAL 1998; KTBL 2002d.

¹⁵⁰ Die ebenfalls aufgeführten Emissionen aus anderen Bereichen der Exkremente (Lagerung im Außenbereich, Düngerausbringung, Weidehaltung) bleiben hier aufgrund minimaler Größen unberücksichtigt. Alle aufgeführten Werte werden mit einer 50 %-igen Unsicherheit vom Median angegeben, so dass es hierbei deutliche Wertedifferenzen geben kann (Freibauer 2002).

¹⁵¹ Bei dem Wert von 21 kg CH₄/Tier und Jahr gehen die Autoren von der spezifischen Methanproduktion aus tierischen Exkrementen (1,3 kg CH₄/t Rindviehexkremente) und von Daten über die Menge an innerhalb eines Milchviehstalls produziertem Flüssigmist (16 t/(Mist*Jahr)) aus (KTBL 2002d).

¹⁵² Je nach System bei Festmistsystemen geringere (+/- 50 %), bei Flüssigmistsystemen höhere (+/- 50 %) Emissionen (Freibauer 2002).

¹⁵³ Hierbei wird nicht explizit die Milchviehhaltung angesprochen, aus den jeweils produzierten Methanemissionen aus der Verdauung lässt sich dies aber schließen.

¹⁵⁴ Diese Annahmen beziehen sich, soweit möglich, auf die bereits im Kapitel des Energieverbrauchs im Zuge der Erzeugung tierischer Lebensmittel verwendete Literatur von Bockisch (2000). Die dort nicht abgehandelten Bereiche (Mastrinder, Geflügel) werden durch eigene Annahmen bzw. weitere Literaturquellen ergänzt.

geboxenlaufställen mit Spaltenböden und Flüssigmistverfahren erfolgt. Die für diese Systemannahmen abgeleiteten Methanemissionen sind in Tabelle 28 dargestellt.

Für die ökologische Variante dagegen wird unterstellt, dass die Milchkühe innerhalb der Weideperiode von einem halben Jahr Weidegang und ansonsten die Möglichkeit eines Auslaufs haben. Als Stallform wird ein Liegeboxenlaufstall mit Teilspaltenböden und Festmistverfahren gewählt. Geht man davon aus, dass die Methanemissionen aus den Exkrementen bei Weidehaltung zu vernachlässigen sind, so ergibt sich pro Milchkuh ein Emissionswert von 6,5 kg CH₄/Tier und Jahr.

Tabelle 28: Methanemissionen aus konventioneller bzw. ökologischer Milchviehhaltung

	konventionell	ökologisch
	CH ₄ -Emissionen [kg/(Tier * Jahr)]	
Stoffwechselbedingte Emissionen	113,5	106,0
Exkrementbedingte Emissionen	16,4	6,5
Gesamtemissionen	129,9	112,5
	CH ₄ -Emissionen [g/kg Milch]	
Gesamtemissionen	21,3	22,5

Quelle: eigene Berechnungen

Tabelle 28 zeigt, dass die Methanemissionen, wenn sie auf das Einzeltier bezogen werden bei ökologischer Milchviehhaltung nur 87 % der Methanemissionen bei konventioneller Milchviehhaltung betragen. Betrachtet man jedoch die spezifischen Methanemissionen pro kg erzeugter Milch, so kehrt sich dieser Sachverhalt aufgrund der geringeren Milchleistungen im ökologischen Landbau um. Hier weist die ökologische Milchviehhaltung 6 % höhere Methanemissionen auf als die konventionelle Milchviehhaltung.

IV.3.1.2 Rindermast

Zu Methanemissionen aus der Rindermast finden sich in der Literatur verschiedene Angaben sowohl für die Aufzucht als auch für die Mast, die sich nicht nennenswert unterscheiden (vgl. Sauerbeck 1990; Ahlgrimm et al. 1990; Heyer 1994; Brunsch 1995; BUWAL 1998; KTBL 2002; EMEP/CORINAIR 2002). Allerdings werden hier die einzelnen Komponenten des Gesamtwertes nicht aufgeschlüsselt. Deshalb wird auf die Methoden der Arbeit von Gebetsroither et al. (2002) zurückgegriffen, die sich mit stoffwechselfeitigen Methanemissionen aus der konventionellen und ökologischen Rinderhaltung beschäftigt haben. Die dort ausgewiesenen Emissionen wurden mit der IPCC-Tier 2-Methode ermittelt (IPCC 1995). Hier werden die „Pro-Tier-Emissionen“ anhand der Bruttoenergieaufnahme (BE)¹⁵⁵ und einem Methankonversationsfaktor (Y_m) errechnet¹⁵⁶.

¹⁵⁵ Die BE (gross energy GE) beschreibt die Gesamtenergie eines Futtermittels, welche durch Verbrennung im Bombenkalorimeter und Messung des dadurch bedingten Temperaturanstiegs im umgebenden Wassermantel ermittelt wird. Nach Abzug der Energie im Kot erhält man die verdauliche Energie (digestible energy DE) und nach Abzug der über den Harn und über das Gärungsgas Methan ausgeschiedenen Energie die umsetzbare Energie (metabolizable energy ME).

¹⁵⁶ Die Formel für den Emissionsfaktor lautet $(BE * Y_m * 365) / 55,65$ (der Faktor 55,65 gibt den Energiegehalt von CH₄ in (MJ/kg) an).

Durch die Wahl der Formel ergeben sich Unsicherheiten aufgrund der Bruttoenergieaufnahme und des Methankonversionsfaktors. Diese Unsicherheiten werden auf +/- 20 % geschätzt (Amon et al. 2002).

Da die Zahlen über die Bruttoenergiegehalte von Futtermitteln für deren Beurteilung nicht maßgeblich sind, finden sich innerhalb der Literatur keine Angaben zu diesen Kennziffern (Schwarz 2005). Die BE eines Futtermittels lässt sich jedoch berechnen¹⁵⁷. Der Anteil ME an der BE wird auf 45 bis 70 % geschätzt (Steingaß 2005, Windisch 2005, Steinwider o.J.). Rechnet man diese Anteile auf die in den vorherigen Kapiteln gewonnenen Ergebnissen zur umsetzbaren Energie hoch, so resultieren innerhalb der konventionellen Rindermast tägliche Bruttoenergieaufnahmen von 123 bis 192 MJ. Innerhalb der ökologischen Rindermast liegt diese Spannbreite aufgrund der leicht geringeren Aufnahme an umsetzbarer Energie bei 117 bis 182 MJ. Auf Basis dieser Annahmen ergeben sich nach Anwendung der IPCC-Tier 2-Methode die in den Tabelle 29 und Tabelle 30 dargestellten Methanemissionen aus konventioneller und ökologischer Rinderhaltung.

Bei der Berechnung der exkrementenbürtigen Methanemissionen der Jungrinder wird von ähnlichen, bei der Milchviehhaltung beschriebenen Haltungsverfahren ausgegangen. Hierbei werden die Angaben von Freibauer (2002) verwendet¹⁵⁸. Es wird für die konventionelle Rindermast von Flüssigmistsystemen (7,3 kg CH₄/(Tier*a)), in der ökologischen Haltung von Festmistsystemen (4,4 kg CH₄/(Tier*a)) ausgegangen (Freibauer 2002)¹⁵⁹.

Wie Tabelle 29 zu entnehmen ist, liegen die gesamten Methanemissionen aus der konventionellen Mastrinderhaltung pro kg Produkteinheit (SG) zwischen 212 und 295 g.

¹⁵⁷ BE (MJ) = 0,0239 Rohprotein + 0,0398 Rohfett + 0,0201 Rohfaser + 0,0175 Stärke/Zucker (Kirchgessner 1995).

¹⁵⁸ Entsprechende Emissionsminderungen bei Jungrindern (durch geringeren Anfall an Exkrementen) können hier aus Mangel an verfügbaren Daten nicht berücksichtigt werden. Es sei jedoch darauf verwiesen, dass die exkrementenbürtigen Emissionen ohnehin mit großen Spannbreiten behaftet sind, so dass für diesen Bereich die gleichen Emissionsdaten wie für ausgewachsene Rinder verwendet werden und sich die individuellen Angaben im Schwankungsbereich befinden.

¹⁵⁹ Alle aufgeführten Werte werden mit einer 50 %igen Unsicherheit vom Median angegeben, so dass es hierbei deutliche Wertedifferenzen geben kann (Freibauer 2002).

Tabelle 29: Methanemissionen aus der konventionellen Rinderhaltung

Energieaufnahme pro Mastrind in ME	MJ/d	Energiezufuhr		
		86		
		max.	Mittelwert	min.
Anteil umsetzbarer Energie an Bruttoenergie (BE)	%	45	58	70
BE-Gehalt der aufgenommenen Energie	MJ/d	192	150	123
Methanemissionen				
nach IPCC-Tier 2-Methode	kg Methan/a	76	59	49
Mast	kg/432 d	89	70	57
Aufzucht (pro Kalb)	kg/16 w	16	16	16
Aufzucht und Mast	kg/432 d	105	86	73
Exkremete (Flüssigmistsystem)	kg/432 d	9	9	9
Summe	g/kg SG	295	244	212

Quelle: eigene Berechnungen
SG Rind 386 kg.

Tabelle 30 zeigt die Methanemissionen aus ökologischer Mastrinderhaltung. Aufgrund der geringeren täglichen Energieaufnahme sowie des Festmistsystems und des halbjährigen Weidegangs liegen die Methanemissionen pro Mastdauer und Tier in der ökologischen Rinderhaltung etwas unterhalb der konventionellen Rinderhaltung. Bezogen auf ein kg SG werden jedoch bei der ökologischen Mastrinderhaltung im Durchschnitt etwa 7 % mehr Methan emittiert, jeweils bei Berücksichtigung der gleichen Anteile umsetzbarer Energie an BE. Die Spannbreite liegt hier zwischen 225 und 320 g CH₄ pro kg SG.

Tabelle 30: Methanemissionen aus der ökologischen Rinderhaltung

Energieaufnahme pro Mastrind in ME	MJ/d	Energiezufuhr		
		82		
		max.	Mittelwert	min.
Anteil umsetzbarer Energie an BE	%	45	58	70
BE-Gehalt der aufgenommenen Energie	MJ/d	182	142	117
Methanemissionen				
nach IPCC-Tier 2-Methode	kg Methan/a	72	56	46
Mast	kg/432 d	88	69	57
Aufzucht (pro Kalb)	kg/16 w	15	15	15
Aufzucht und Mast	kg/432 d	103	84	71
Exkremete (Festmistsystem)	kg/432 d	3	3	3
Summe	g/kg SG	320	262	225

Quelle: eigene Berechnungen,
SG Rind 330 kg.

In Tabelle 29 und Tabelle 30 werden Spannen angegeben, weil sowohl bei der Bruttoenergieaufnahme als auch beim Methankonversionsfaktor teilweise große Unterschiede auftreten können (Amon et al. 2002), die das Endergebnis maßgeblich verändern. Im weiteren Verlauf der Berechnungen wird jeweils mit dem Mittelwert operiert.

IV.3.1.3 Schweinemast

Die Höhe der stoffwechselbedingten Methanemissionen beim Schwein hängt von der Futterzusammensetzung (Verdaulichkeit, Anteil der bakteriell fermentierbaren Substanzen in der Ration) und von der Höhe der täglichen Gewichtszunahme bzw. dem Tiergewicht ab (Bockisch 2000; KTBL 2002d). Geht man von ähnlichen Futterzusammensetzungen¹⁶⁰ bei konventioneller und ökologischer Schweinemast aus, so schneidet die ökologische Mast schlechter ab als die konventionelle, da hier die Produktionsleistungen i.d.R. geringer sind und der Erhaltungsenergieaufwand der Tiere bei steigenden Leistungen immer weniger ins Gewicht fällt (Bockisch 2000).

Die Angaben zu den stoffwechselbedingten Emissionen liegen zwischen 5 und 14 l Methan pro Tag und Mastschwein (Brunsch 1995; Bockisch 2000; KTBL 2002d), was pro Mastplatz und Jahr rechnerisch 1,3 bis 3,7 kg Methan entspricht. Nach Hartung (2002) betragen die stoffwechselbedingten Methanemissionen rd. 8 l pro Mastschwein und Tag. Daraus resultieren jährliche Methanemissionen von 2,1 kg CH₄ pro Tierplatz¹⁶¹. Pro Einzeltier entspricht dies über die Mastdauer¹⁶² hinweg ca. 1,14 kg CH₄ in der konventionellen bzw. 1,36 kg CH₄ in der ökologischen Mast. Die Methanrate¹⁶³ von Mastschweinen liegt bei etwa 0,5 % und damit deutlich unter derjenigen von Wiederkäuern (5-7 %, s.o.). Dies entspricht stoffwechselbedingten Methanemissionen von etwa 1,5 kg pro Mastplatz und Jahr.

Die Methanemissionen aus den Exkrementen der Mastschweine werden maßgeblich durch die Haltungssysteme, v. a. durch die Temperatur und das jeweilige Managementsystem (Flüssig- oder Festmist) beeinflusst (vgl. z.B. KTBL 2002d). Generell gilt, dass Flüssigmistsysteme mehr Methan emittieren als Festmistsysteme (vgl. Hartung et al. 2000; UBA 2002a; KTBL 2002d) und die Methanemissionen aus Wirtschaftsdüngern mit steigender Lagertemperatur anwachsen. (BUWAL 1998). Allerdings sind verallgemeinernde Aussagen diesbezüglich schwierig, da z. B. bei einerseits geringer Einstreumenge sowie hohen Feuchtgehalten und höheren Dichten des lagernden Festmistes und andererseits die Nutzung der Gülle zur Biogasgewinnung auch Festmistverfahren höhere Methanemissionen aufweisen können als Flüssigmistsysteme. Außerdem können bei Festmistverfahren auch noch zusätzliche Methanemissionen aus dem anaeroben Abbau der Einstreu resultieren (BUWAL 1998; Bockisch 2000). Auch die Luftwechselraten bei der Lagerung der Exkremente spielen eine Rolle bei der Höhe der Methanemissionen; denn bei geringeren Luftwechselraten, wie sie normalerweise im Herbst und Winter zu finden sind, steigen die Methanemissionen aufgrund geringerer Verfügbarkeit von Sauerstoff über den emittierenden Oberflächen potenziell an (KTBL 2002d).

¹⁶⁰ Was den Anteil der bakteriell fermentierbaren Substanzen und somit die Höhe der Methanemissionen aus dem Stoffwechsel betrifft.

¹⁶¹ Die hier augenscheinlich geringeren Werte bei der Emission der Mastschweine gegenüber Ferkeln trotz höherem Lebendgewicht und höherem Stoffumsatz relativieren sich durch die Bezugnahme der Emissionsfaktoren auf die jeweilige Zeitspanne (Mastschweine konventionell werden etwa 130 Tage gehalten, während die Phase der Ferkelaufzucht lediglich knapp 70 Tage dauert und sich somit die jährlichen Tierplatzemissionen verändern).

¹⁶² Inklusive Ferkelaufzuchtsdauer liegen die Mastdauern im konventionellen Landbau bei 6,5 Monaten und im ökologischen Landbau bei knapp 8 Monaten.

¹⁶³ Methanrate = relativer Anteil in % der aufgenommenen BE, die als CH₄-Energie verloren geht (BUWAL 1998).

In Freibauer (2002) werden folgende Emissionsfaktoren innerhalb der Schweinemast genannt: Festmistsysteme mit 1,1 kg CH₄/Tierplatz und Jahr sowie Flüssigmistsysteme mit 3,3 kg CH₄/Tierplatz und Jahr¹⁶⁴. Diese Angaben decken sich mit weiteren Literaturquellen (Hartung et al. 2000; UBA 2002a; StMLF/StMLU 2003) und werden den Berechnungen zugrunde gelegt. Für die konventionelle Schweinemast werden Vollspaltenböden mit Flüssigmistsystem, für die ökologische Schweinemast Tiefstreuverfahren und Festmist angenommen (vgl. Bockisch 2000). Für die Gesamtemissionen aus der Sauenhaltung werden für den konventionellen Landbau die o.g. Emissionsangaben verwendet (21,1 kg pro Sauenplatz und Jahr). Im ökologischen Landbau sind aufgrund unterschiedlich gestalteter Aufstallungen davon jeweils die Differenzen aus den unterschiedlichen exkrementenbürtigen Emissionen (2,2 kg CH₄/Tierplatz und Jahr) zu subtrahieren, womit pro Sauenplatz und Jahr 18,9 kg CH₄ verbleiben¹⁶⁵.

Aus den stoffwechselbedingten Emissionen der Mastschweinehaltung (inklusive Ferkelaufzuchtsdauer) und den Methanemissionen aus Wirtschaftsdüngern (nur Lagerung) errechnen sich pro Tierplatz und Jahr bei konventioneller Mast 5,4 kg CH₄ und bei ökologischer Mast 2,7 kg emittiertes CH₄¹⁶⁶ (Tabelle 31). Diese Zahlen liegen im unteren Bereich der Spanne, die KTBL (2002) und UBA (2002a) mit 1,5 und 11,2 kg Methan (stoffwechsel- und exkrementenseitige Methanemissionen) pro Tierplatz und Jahr¹⁶⁷ für die Mastschweinehaltung angeben.

Tabelle 31: Methanemissionen aus konventioneller bzw. ökologischer Schweinemast

	konventionell	ökologisch
	CH ₄ -Emissionen [kg/(Tierplatz * Jahr)]	
stoffwechselbedingte Emissionen		
- Mastschweine	2,1	2,1
exkrementbedingte Emissionen		
- Mastschweine	3,3	0,6
Gesamtemissionen		
- Mastschweine	5,4	2,7
- Sauen	21,1	18,9
	CH ₄ -Emissionen [g/kg SG]	
Gesamtemissionen pro kg ¹⁶⁸	43,5	32,0

Quelle: eigene Berechnungen

SG Schwein konventionell 92 kg, ökologisch 87,4 kg.

Da in Tabelle 31 die Höhe der stoffwechselbedingten Emissionen als gleich angenommen wird, resultieren die Differenzen zwischen konventionellem und ökologischem

¹⁶⁴ Alle aufgeführten Werte werden mit einer 50 %-igen Unsicherheit vom Median angegeben, so dass es hierbei deutliche Wertedifferenzen geben kann (Freibauer 2002).

¹⁶⁵ Keine Berücksichtigung eventuellen Weidegangs.

¹⁶⁶ Hier wurde nur der halbe Wert für die Festmistmissionen angenommen, da ein halbjährlicher Weidegang vorausgesetzt wird.

¹⁶⁷ Je nach Stallsystem, wobei innerhalb dieser Bandbreite schon die Emissionen aus den Exkrementen enthalten sind.

¹⁶⁸ Aufsummierter Wert aus den einzelnen Anteilen Mastschwein, Ferkel, Sau und deren jeweiligen Parametern (Aufzucht-, Mastdauer, abgesetzte Ferkel pro Sau).

Landbau aus den Haltungs- und Stallformen. Pro Tierplatz emittiert die ökologische Schweinemast nur halb so viel Methan wie die konventionelle Schweinemast, pro erzeugtes Produkt (kg SG) nur zwei Drittel der Menge.

IV.3.1.4 Geflügelhaltung

Untersuchungen zeigen, dass Legehennen die in Bodenhaltungssystemen gehalten werden, höhere Methanemissionen verursachen als die in Käfig- oder Volierenhaltung, was durch die Einstreumaterialien Sägespäne oder Stroh bedingt ist (Hartung et al. 2000; KTBL 2002d). Insgesamt schwanken die Angaben bei der Legehennenhaltung zwischen 0,06 und 0,38 kg pro Tierplatz und Jahr (je nach Studiendesign und Haltungssystem; KTBL 2002d). Im Bereich der Broilerhaltung liegen nur vereinzelt Zahlen vor. In der Untersuchung der KTBL (2002d) wird für die Broilermast in Bodenhaltung ein Wert von 0,02 kg emittiertes Methan pro Tierplatz und Jahr angegeben.

Die übrige hier betrachtete Literatur weist den Methanemissionen aus der Geflügelhaltung Werte zwischen 0,01 und 0,1 kg pro Tierplatz und Jahr zu (Ahlgrimm et al. 1991; Brunsch 1995; Steinmüller et al. 1999; UBA 2002a). Nachfolgend wird mit dem Wert 0,09 kg CH₄ pro Geflügelplatz und Jahr von Steinmüller et al. (1999) gerechnet, der sich annähernd mit den vom Umweltbundesamt genannten 0,1 kg CH₄ pro Geflügelplatz und Jahr deckt (UBA 2002a). Da das Lebensalter der Legehennen bei konventioneller als auch bei ökologischer Legehennenhaltung deutlich über jenem der Masthühner und jeweils über einem Jahr liegt, werden für diesen Bereich die Methanemissionen pro Jahr als gleich hoch festgelegt¹⁶⁹.

Vor dem Hintergrund der längeren Mastdauer bei ökologischer Geflügelhaltung und den o.g. Angaben zu den jährlichen Methanemissionen pro Tierplatz errechnen sich pro erzeugter Produkteinheit höhere Emissionen als bei konventioneller Mast (Tabelle 32). Legt man die durchschnittlichen Mastdauern der Masthühner zugrunde, so emittiert jedes konventionell gehaltene Tier im Durchschnitt 0,01 kg CH₄ im Verlauf der 6-wöchigen Mast, während die ökologisch gehaltenen Masthühner bei durchschnittlich 81 Tagen Mast entsprechend knapp 0,02 kg CH₄ emittieren.

¹⁶⁹ Entsprechende Modifikationen bezüglich der Haltungssysteme und die Betrachtung der Emissionen aus den Exkrementen unterbleiben an dieser Stelle aufgrund unzureichender Datenlage und relativ zu den anderen Nutztierarten geringen Gesamtemissionen pro Einzeltier.

IV.3.1.5 Zusammenfassung

Tabelle 32 gibt die einzelnen Methanemissionswerte der jeweiligen Nutztierarten und für die betrachteten Wirtschaftsformen zusammengefasst wieder:

Tabelle 32: Methanemissionen aus der Nutztierhaltung auf Systemniveau

	konventionell		ökologisch	
	CH ₄ -Emissionen			
	pro Tier [kg/Jahr]	pro Produkteinheit [g/kg]	pro Tier [kg/Jahr]	pro Produkteinheit [g/kg]
Milchkühe	129,9	21,3	112,5	22,5
Mastrinder ²⁾	94,4	244,2	86,5	262,1
Mastschweine	5,4 ¹⁾	43,5	2,7 ¹⁾	32,0
Mastgeflügel	0,09 ¹⁾	9,4	0,09 ¹⁾	10,4
Legehennen	0,09	5,6	0,09	5,4

Quelle: eigene Berechnungen

¹⁾ diese Angaben beziehen sich auf einen Tierplatz pro Jahr, da die Mastdauern weniger als ein Kalenderjahr betragen.

²⁾ hier werden die rechnerischen Mittelwerte der Angaben aus Tabelle 29 und Tabelle 30 betrachtet.

Wie aus Tabelle 32 hervor geht, liegen die tierbezogenen Methanemissionen aus den ökologischen (Ausnahme: Geflügel) unter denen der konventionellen Haltungsverfahren. Dieser Sachverhalt kann sich jedoch unter Bezugnahme auf das kg Produkt umkehren, so dass der konventionelle Landbau pro Produkteinheit weniger spezifische Methanemissionen aufweisen kann als der ökologische Landbau (z.B. bei Kuhmilch, Rind- oder Geflügelfleisch, s.o.).

Bei der Einzeltierbetrachtung schneidet die Milchkuh mit den höchsten Methanemissionen ab, gefolgt vom Mastrind. Aufgrund der mengenmäßig hohen Leistungen der Milchkuh relativiert sich dieser Sachverhalt bei der Betrachtung pro kg Produkt. In der Folge ist die Erzeugung von Rindfleisch, bezogen auf ein kg, mit den höchsten Methanemissionen verbunden.

Die betriebsmittelbedingten Methanemissionen aus der Nutztierhaltung werden innerhalb dieser Untersuchung unbetrachtet gelassen. Dies erfolgt, da der Hauptanteil der Methanemissionen aus dem Stoffwechsel der Tiere sowie aus der Stallhaltung resultiert. So legt Bockisch (2000) dar, dass die betriebsmittelbedingten Emissionen innerhalb der Schweinemast bei 0,08 kg pro Tier, innerhalb der Milchkuhhaltung bei 0,8 kg pro Tier liegen. Im Vergleich zu den in Tabelle 32 aufgeführten Angaben sind diese Zahlen zu vernachlässigen.

IV.3.2 Lachgasemissionen

Die klimawirksame Substanz Lachgas (Distickstoffoxid, N₂O) wird bei den natürlichen Prozessen der Denitrifikation und der Nitrifikation¹⁷⁰ mittels Bakterien erzeugt. Die frei-

¹⁷⁰ Innerhalb der Denitrifikation wird Nitrat (im Verlauf mehrerer Schritte) in molekularen Sauerstoff umgewandelt. Dabei stellt Lachgas ein Zwischenprodukt dar, welches bei ungünstigen Verhältnissen der Denitrifikation oder hohem Nitratangebot vermehrt aus dem Prozess entweichen kann. Ungünstige Verhältnisse sind hierbei niedrige Temperaturen und/oder Wassergehalte sowie eine überhöhte Nitratkon-

gesetzte Menge an Lachgas ist dabei neben den in Fußnote 170 gemachten Bemerkungen abhängig vom Angebot an Stickstoff: Je mehr Stickstoff vorhanden ist, desto mehr Lachgas kann erzeugt werden (Schmid et al. 2000). Dabei ist hier die Summe des in die LF eingetragenen Stickstoffs relevant, die sich aus Mineraldüngern, Wirtschaftsdüngern, biologischer N-Fixierung und Ernterückständen zusammensetzt (Bockisch 2000).

Durch die Intensivierung der Landwirtschaft in den vergangenen Jahrzehnten konnte zwar einerseits die Produktion an Nahrungsmitteln gesteigert werden. Zum anderen ging mit dieser Steigerung jedoch auch eine Erhöhung der Stickstoffflüsse einher, so dass die Landwirtschaft mittlerweile bedeutend zur Emission von Lachgas beiträgt. Während der Anteil des Lachgases an den gesamten klimawirksamen Gasen in Deutschland nur zu 4,9 % beteiligt ist, liefert die Landwirtschaft hiervon mit 53 % etwas über die Hälfte¹⁷¹ (AK Land- und Forstwirtschaft 2000).

Die Emission von Lachgas innerhalb der Landwirtschaft kann auf direktem oder auf indirektem Weg (aus der Ammoniumverflüchtigung und/oder der Nitratauswaschung) erfolgen. Direkte Emissionen wären hierbei die Anwendung von Hof- und Mineraldüngern bzw. die Lagerung von Hofdüngern¹⁷². Auf landwirtschaftlichen Nutzflächen liegen positive Bedingungen für die Freisetzung von Lachgas vor. Diese sind eine gute Versorgung mit Stickstoff und organischem Kohlenstoff aus mineralischen und organischen Düngemitteln sowie eingearbeiteten Ernterückständen. Auch auf Weiden werden durch den Urin der dort gehaltenen Tiere gleichzeitig Wasser und Stickstoff zur Verfügung gestellt, was der Denitrifikation zuträglich ist.

Die Emissionen von Lachgas aus Hofdüngern sind v.a. bei der Lagerung von (Fest-) Mist hoch, wohingegen die anaeroben Bedingungen bei der Lagerung von flüssiger Gülle die Denitrifikation überwiegend vollständig bis zum Endprodukt (molekularer Sauerstoff) ablaufen lassen und damit nur geringe Lachgasemissionen erlauben¹⁷³.

Die indirekten Emissionen resultieren aus dem Stickstoff, der in Form von Ammoniak oder Nitrat aus dem landwirtschaftlichen Kreislauf verloren geht. Nach Deposition oder Eintrag in Gewässer wird dieser jedoch wieder in den Nährstoffkreislauf von Ökosystemen eingebunden und somit sind durch gesteigerte De- und Nitrifikation erhöhte Lachgasemissionen zu erwarten (Schmid et al. 2000).

Insgesamt werden die Stickstoffflüsse der deutschen Landwirtschaft hauptsächlich durch die Fleisch- und Milchproduktion und den damit verbundenem Futterbau verur-

zentration. Günstige Verhältnisse sind ausreichend Nitrat und organisches Material, nicht zu geringe Temperaturen, hoher Bodenwassergehalt sowie anaerobe Bedingungen (Schmid et al. 2000).

Unter Nitrifikation versteht man die Oxidation reduzierter N-Verbindungen (meist Ammoniak, aus der Zersetzung von Eiweiß) zu Nitrit und Nitrat, welche die Vorstufen der Denitrifikation darstellen. Günstige Voraussetzungen für diese Reaktion sind hohe Temperaturen und eine gute Sauerstoffversorgung (Schmid et al. 2000).

¹⁷¹ Weitere Quellen sind die Chemische Industrie, die Bereitstellung fossiler Energie sowie die Verbrennung von Biomasse.

¹⁷² Direkte Emissionen von Lachgas aus dem tierischen Stoffwechsel können nach gegenwärtigem Stand der Wissenschaft (wenn überhaupt) nur in sehr geringen Mengen auftreten und werden in den folgenden Betrachtungen nicht berücksichtigt (vgl. z.B. Bockisch 2000).

¹⁷³ Die geringen Emissionen der anaeroben Güllelage können jedoch evtl. bei der Ausbringung kompensiert werden (Schmid et al. 2000).

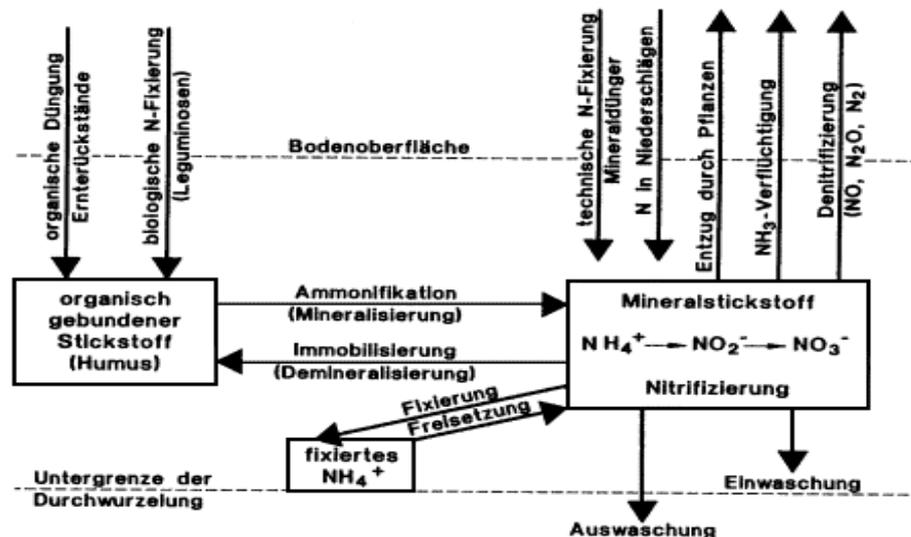
sacht¹⁷⁴ (Schmid et al. 2000). Dabei sind die Lachgasemissionen fast ausschließlich der Freisetzung aus dem Boden zuzuordnen und abhängig vom N-Eintrag durch Düngemittel (Wirtschaftsdünger sind näherungsweise zu bewerten wie Mineraldünger¹⁷⁵) sowie vom Bodentyp.

Gegenwärtig geht man davon aus, dass etwa 1 % des gedüngten Stickstoffs als Lachgas aus dem Boden entweicht (Bouwmann 1990; Beese 1994; Heinemeyer et al. 1995; IPCC 1995). Dabei ist dieser prozentuale Anteil als langfristiger Näherungswert zu verstehen. Die kurzfristigen Emissionen von Lachgas unterliegen oftmals einer signifikanten Streuung, so dass durchaus auch bis zu 4 % des gedüngten Stickstoffs als Lachgas emittiert werden können. Ebenfalls kann es standortabhängige Unterschiede in der Höhe der Lachgasemissionen geben (Gutser 2006).

Die Datengrundlage zu den Lachgasemissionen aus den Haltungssystemen und der Exkrementelagerung ist vergleichsweise unsicher und im Verhältnis zu den o.g. Angaben gering, so dass vorliegende Materialien lediglich als grobe Richtwerte herangezogen werden können (UBA 2002a).

Die einzelnen Prozesse innerhalb der Stickstoffumwandlungen im Boden zeigt die Abbildung 16:

Abbildung 16: Stickstoffhaushalt des Bodens



Quelle: Koch 1987

¹⁷⁴ Zusätzlich erfolgt durch den Import von Futtermitteln ein Netto-Stickstoffimport, da die Retention des Stickstoffes aus Futtermitteln durch den tierischen Organismus als wenig effizient angesehen werden muss (zwischen 10 und 30 % des eingesetzten Stickstoffs durch Futtermittel und Mineraldünger gelangen letztendlich in die tierischen Produkte; Schmid et al. 2000). Isermann et al. (1998) beziffern die N-Effizienz der Tierproduktion mit 17 %.

¹⁷⁵ Zu einer ähnlichen Einschätzung kommen auch die Food and Agriculture Organization (FAO) und die International Fertilizer Association (IFA), die Lachgasemissionen aus der Anwendung von mineralischen Düngemitteln (Durchschnittswert) mit 1 % beziffern, während beim Wirtschaftsdünger lediglich 0,6 % der ausgebrachten N-Menge als Lachgas emittiert wird (FAO/IFA 2001).

Es liegen bislang nur wenige Beiträge zu den Emissionen klimarelevanter Gase aus der ökologischen Tierhaltung vor. Vielmehr erfolgen in der vorhandenen Literatur Vergleiche zwischen verschiedenen Haltungs- und Verfahrenssystemen, welche für eine Gegenüberstellung zwischen konventionellem und ökologischem Landbau herangezogen werden können.

Insgesamt ist davon auszugehen, dass neben dem Vergleich zweier voneinander abweichender Wirtschaftsweisen (konventionell gegenüber ökologisch) das Management der Einzelbetriebe sowie deren Gesamtsituation (z.B. Bodenqualität, Klimaverhältnisse etc.) als emissionsrelevantes Kriterium herangezogen werden muss (Sundrum 2003). So kann ein positiv bewertetes Haltungssystem durch ein schlechtes Management zu erhöhten Belastungen führen oder aber ein vergleichsweise schlechtes Haltungssystem durch qualifiziertes Management teilweise kompensiert werden.

Grundsätzlich lassen sich jedoch einige Aussagen zu der Emissionssituation aus der ökologischen Tierhaltung treffen¹⁷⁶:

- Innerhalb intensiv wirtschaftender Betriebe trägt i.d.R. ein hoher Nährstoffimport (mineralische Düngemittel und Zukauffuttermittel) neben einer unzureichenden Verwertung betriebseigener Wirtschaftsdünger zu erheblichen Nährstoffsalden bei¹⁷⁷. Ein entscheidender Grund hierfür ist die vergleichsweise preiswerte Verfügbarkeit mineralischer Düngemittel.

Die ökologische Tierhaltung hingegen kann durch den Verzicht auf mineralische Stickstoffdüngemittel und Restriktionen beim Futtermittelzukauf schon bei der Futtererzeugung und -beschaffung erhebliche Einsparungen beim Stickstoffeinsatz verzeichnen.

- Der Tierbesatz pro Flächeneinheit ist innerhalb der ökologischen Tierhaltung durch diese Restriktionen von vornherein an das zur Verfügung stehende Futter- und Nährstoffangebot des jeweiligen Standortes angepasst, so dass hier die Problematik eines Stickstoffüberangebotes durch zu hohen Tierbesatz pro Flächeneinheit nicht relevant ist.
- Auf der verfahrenstechnischen Ebene der Betrachtung oder des Vergleichs von Systemen ist darauf hinzuweisen, dass das Ausmaß an klimarelevanten Emissionen meist aus einem Zusammenspiel vielschichtiger Maßnahmen, Praktiken und Systemeigenschaften besteht. Einzelne Detailangaben oder spezifische Kenntnisse betrachteter Systeme/Haltungsverfahren können somit lediglich einen groben Richtwert darstellen und niemals die Gesamtsituation repräsentieren. Die Modifikation eines einzelnen Aspektes abweichend von klar definierten, abgrenzbaren Systemen kann mitunter zu beträchtlichen Differenzen innerhalb der emittierten Substanzen führen. Beispielhaft sei hier ein weitgehend vereinheitlichtes Haltungssystem (z.B. Vollspaltenboden mit einheitlicher Bewegungsfläche pro Tier und gleicher Spaltenbreite) angeführt, von welchem bestimmte alternative (ökologische) Haltungsverfahren divergieren können (Flächenausstattung, Bodenqualität, Einstreu- und Lagerbedingungen der Exkremate, Luftführung) und somit einer pauschalen Beurteilung entzogen werden.
- Auf der Tierebene lässt sich beispielsweise anführen, dass durch eine effiziente Futter- und Nährstoffversorgung bzw. durch eine hohe Nährstoffverwertung von Tieren mit

¹⁷⁶ Die folgenden Aussagen sind angelehnt an Sundrum (2002).

¹⁷⁷ Die Nährstoffbilanz für Stickstoff lag im Jahr 1998 bei einem Überschuss von 116 kg N/ha (Input 163 kg (davon allein 102 kg aus Mineraldüngern), Output 47 kg; Naturland 2000).

hohem Leistungsniveau die anfallende Güllemenge und der Nährstoffaustrag verringert werden kann. Während sich die ökologische Tierhaltung mit gewissen Restriktionen bzgl. der Bedarfsanpassung des Futters (vorrangig wirtschaftseigene Futtermittel, Verzicht auf synthetische Aminosäuren) konfrontiert sieht und auch das genetische Leistungspotenzial der Tiere i.d.R. nicht ausgeschöpft wird, sind diese Vorgaben aus der Sicht der ökologischen Tierhaltung jedoch sinnvoll: Hier wird bei einem Verzicht auf mineralische N-Düngemittel die Steigerung der Güllemengen und deren Nährstoffgehalten positiv bewertet, da dies die maßgebliche Quelle an Nährstoffen für das Pflanzenwachstum darstellt (Kreislaufsystem, weitgehend geschlossen). Dabei bleibt zu berücksichtigen, dass der ökologische Betrieb jedoch bereits beim Futterbau und durch den Verzicht auf mineralische N-Düngemittel in beträchtlichem Maß umweltrelevante Einsparungen realisiert (vgl. hierzu auch Fußnote 177).

Wie aus diesen Erörterungen hervorgeht, ist bei der Erfassung klimarelevanter Emissionen aufgrund der Vielzahl wechselnder Umweltbedingungen und Einflussgrößen und der dadurch bedingten Variation der Stoffmengen auf den jeweiligen Stufen der Prozesskette eine Quantifizierung der freigesetzten Mengen nur in Annäherungen möglich.

Insgesamt lässt sich jedoch festhalten, dass i.d.R. konventionell wirtschaftende Betriebe positive Nährstoffbilanzen (hier: Stickstoff) aufweisen, während sich die Bilanzzahlen ökologischer Betriebe um Null herum bewegen. Den hohen Nährstoffinputs im konventionellen Landbau steht ein vergleichsweise geringer Nährstoffoutput gegenüber (Götz et al. 1996).

Bockisch (2000) führt aus einer anderen Überlegung heraus noch die Vorteilhaftigkeit einer ökologischen Landbewirtschaftung im Vergleich zu einer auf Mineraldünger basierenden Landwirtschaft an. Aus Abbildung 16 lässt sich ableiten, dass die Stärke der Stoffströme innerhalb des Systems von der Produktivität abhängig ist. Generell sollte die Summe der Einträge der Summe der Austräge entsprechen. Durch Verluste über Denitrifikation und Nitrifikation müssen bestimmte Mengen jedoch ersetzt werden. Geht man von einer strikten ökologischen Landbewirtschaftung aus, so ist die Produktivität weitgehend an die biologische N-Fixierung gebunden, die auf einer Fläche erreichbar ist. Insofern ist hierbei die biologische N-Bindung der limitierende Faktor der Produktivität.

Der Einsatz von Mineraldünger kann die Produktivität eines Systems nachweislich erhöhen. Durch diese Erhöhung steigen jedoch auch die Verluste innerhalb des Systems (auch die an N_2). Da die biologische N-Fixierung im Vergleich zur technischen (über Mineraldünger) nicht beliebig gesteigert werden kann, ist innerhalb einer auf Mineraldünger verzichtenden Landwirtschaft vermutlich mit geringeren Verlusten zu rechnen (Bockisch 2000). Dabei ist zu berücksichtigen, dass diese Abschätzungen bei einer Betrachtung der pro Flächeneinheit erzielten Erträge anders ausfallen können. Darüber hinaus wird darauf hingewiesen, dass entsprechende Untersuchungen erst bei vergleichender Betrachtung hinreichend langer Wirtschaftszeiträume an Aussagekraft gewinnen (ebd.).

Schwarz (2005) gibt jedoch zu bedenken, dass ökologisch wirtschaftende Betriebe häufig Leguminosen anbauen um den Luftstickstoff optimal zu nutzen. Wird der durch die Leguminosen fixierte Stickstoff nicht durch nachfolgende Kulturen genutzt, so kann dieser ebenfalls über den Wasser- oder Gaspfad verloren gehen und zu Umweltbelastungen führen (Schwarz 2005).

Bereitstellung von Futtermitteln

Das *Intergovernmental Panel of Climate Change* (IPCC 1997) hat eine Abschätzungsformel für die direkten Lachgasemissionen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen entwickelt, welche die Höhe der Emissionen in Bezug setzt zum Stickstoffeintrag (über Mineral- und Wirtschaftsdünger, biologisch fixierten Stickstoff, Ernterückstände). Eine Differenzierung nach Anbauverfahren, Wirtschaftsweisen, Bodengüte oder Kulturpflanzen ist hierdurch nur indirekt über Art und Menge an eingebrachtem Stickstoff möglich¹⁷⁸.

Nach der Hoftor-Stickstoff-Bilanz setzt die konventionelle Landwirtschaft in Deutschland knapp 140 kg Stickstoff pro ha LF und Jahr ein (113 kg aus Mineraldünger + 26 kg N aus Importfuttermitteln; Isermann et al. 2002). Wird noch der zusätzliche N-Eintrag über biologische N-Bindung, atmosphärischen Eintrag, Klärschlamm- und Biokompostausbringung sowie aus der Mineralisation organischer Substanz berücksichtigt, so erhöht sich der gesamte N-Eintrag auf 198 kg N pro ha LF und Jahr (Isermann et al. 2002). Demgegenüber steht ein Stickstoffentzug über Verkaufsprodukte pflanzlicher und tierischer Art von 44 kg N pro ha LF und Jahr. Daraus resultiert ein Überschussaldo von 154 kg N pro ha LF und Jahr, wovon 83 kg N in die Atmosphäre entweichen (ebd.). Hiervon wiederum gehen 45 kg N im Zuge der (De-)nitrifikation verloren, wobei 9 kg (knapp 6 %) in Form von Lachgas emittiert werden¹⁷⁹ (Isermann et al. 2002).

Zur Abschätzung des Stickstoffsaldos werden die Angaben von Isermann et al. (2002) verwendet, die ein Szenario für eine ausgeglichene N-Bilanz entwickelt haben. Darin ist vorgesehen, den Einsatz an Mineraldüngemittel auf 45 kg N/(ha LF*a), den atmosphärischen Eintrag (von 30 kg) auf 10 kg und die Zufuhr von Stickstoff aus Klärschlamm/Biokompost auf 15 kg zu begrenzen sowie auf den Zukauf importierter Futtermittel zu verzichten, dafür aber den Anteil biologischer N-Bindung von 15 auf 30 kg zu erhöhen. Der Input von Stickstoff summiert sich somit auf 100 kg N/(ha LF*a). Der Stickstoffverlust in die Umwelt würde hier, bei einem Austrag über Ernteprodukte von 35 kg N/(ha LF*a), 65 kg N/(ha LF*a) betragen, wobei die Emission im Zuge der (De-)nitrifikation auf 20 kg sinken würde. Unter der Annahme ähnlicher Verhältnisse wie oben beschrieben, würden hieraus 3,8 kg Lachgasemissionen pro ha LF und Jahr resultieren. Das wären im Vergleich zu 9 kg etwa 42 %¹⁸⁰.

¹⁷⁸ N_2O (direkt) = $[(F_{SN} + F_{AW} + F_{BN} + F_{CR}) * EF_1] + F_{OS} * EF_2$; mit N_2O (direkt): direkte Lachgasemissionen aus der landwirtschaftlichen Fläche eines Landes [kg N/a]; F_{SN} : Menge des ausgebrachten mineralischen N-Düngers [kg N/a]; F_{AW} : Menge des ausgebrachten Wirtschaftsdüngers [kg N/a]; F_{BN} : Menge des biologisch fixierten Stickstoffs; F_{CR} : Menge des Stickstoffs in den Ernterückständen [kg N/a]; EF_1 : Emissionsfaktor für direkte Bodenemissionen 1,25 % [kg N_2O -N/kg N-Eintrag]; F_{OS} : Fläche kultivierter organischer Böden; EF_2 : Faktor für Lachgasemissionen, die durch kultivierungsbedingte Mineralisation in organischen Böden verursacht werden [kg N_2O -N/(ha*a)] (Faktor 5 in gemäßigten Breiten).

¹⁷⁹ Innerhalb dieser knapp 6 % finden sich jedoch neben den Emissionen aus den N-Einträgen durch Mineraldünger, Wirtschaftsdünger, biol. N-Fixierung, Ernterückstände und Klärschlamm auch die Basisemissionen landwirtschaftlich genutzter Flächen sowie indirekte Emissionen (vgl. Isermann et al. 2002). Der von der IPCC vorgeschlagene Faktor von 1,25 % Lachgasemissionen aus der N-Zufuhr findet sich hierbei in den N-Einträgen wieder.

¹⁸⁰ Dieses Verhältnis entspricht dem Verhältnis der N-Überschüsse von 154 bzw. 65 kg N/(ha LF*a).

Geht man innerhalb der ökologischen Landwirtschaft davon aus, dass der Einsatz von Mineraldüngemitteln vollständig entfällt, so würde sich der N-Input weiter reduzieren, sofern nicht die N-Zufuhr über Leguminosen gesteigert wird. Dabei ist dort die Produktivität der Fläche jedoch nur begrenzt steigerbar, denn die biologische N-Fixierung kann im Gegensatz zur Mineraldüngung nicht beliebig gesteigert werden und außerdem besteht die Gefahr des zunehmenden N-Verlustes, da die nachfolgende Kulturpflanze nur einen Teil des fixierten Stickstoffs nach Mineralisation nutzen kann¹⁸¹. Resümiert ergeben sich dadurch bezüglich der Emissionen von Lachgas pro Flächeneinheit dennoch vermutlich geringere Werte (Bockisch 2000).

Betriebsmittelbedingte Emissionen

Der nachfolgende Vergleich basiert auf den Emissionen, die mit der Nutzung fossiler Brennstoffe und Produktion und Bereitstellung der Betriebsmittel einhergehen (Bockisch 2000). Bei der Erzeugung von Futterpflanzen¹⁸² liegen die betriebsmittelbedingten Lachgasemissionen pro Hektar LF im ökologischen Verfahren bei gut 1 % der Emissionen aus der konventionellen Erzeugung. Pro Produkteinheit erhöht sich dieser Anteil auf knapp 2 % aufgrund der durchschnittlich geringeren Flächenerträge im ökologischen Landbau (Bockisch 2000).

Die Ursachen für die differierenden Lachgasemissionen werden durch die Produktion von mineralischem Stickstoffdünger verursacht, deren Anteil an den gesamten betriebsmittel- und energiebedingten Emissionen durch die Emission von Lachgas in Höhe von 15,1 g N₂O/kg Dünger bei mehr als 95 % liegt (Patyk et al. 1997; Bockisch 2000). Die Angaben zu den Lachgasemissionen aus der Bereitstellung der stickstoffhaltigen Mineraldünger entstammen aus der derzeit aktuellsten und als hoch belastbar einzustufenden Quelle von Patyk et al. (1997). Die hier angegebenen Ergebnisse gelten dabei für durchschnittlich abgesetzte Düngemittel, das bedeutet als gewichtetes Mittel der Stickstoffdünger sowie als Mittel der Herkunftsländer (Patyk et al. 1997).

Auch bei der ökologischen Erzeugung von Getreide¹⁸³ liegen die betriebsmittelbedingten Lachgasemissionen pro Hektar LF zwischen 3 und 4 % im Vergleich zum konventionellen Landbau. Trotz der durchschnittlich um die Hälfte geringeren Erträge im ökologischen Getreideanbau liegen die mengenbezogenen betriebsmittelbedingten Lachgasemissionen bei 6 bis 7 % der Emissionen aus der konventionellen Produktion (Bockisch 2000).

Biogene Emissionen

Zur Abschätzung der biogenen Emissionen von Lachgas werden in die o.g. Formel zur Berechnung der direkten Lachgasemissionen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen die für die Bereitstellung der jeweiligen Futtermittel relevanten Kenngrößen eingesetzt (IPCC

¹⁸¹ Der N-Input als Folge biologischer Fixierung ist weitaus schwieriger abzuschätzen als jener der Mineraldüngeranwendung und ist zudem viel stärker auch von den Umweltbedingungen abhängig (Bodenqualität, Wachstum etc.). Die Fixierleistung von Körnerleguminosen (Ackerbohne, Erbse, Lupine) wird von Herrmann et al. (1991) und Neuerburg et al. (1992) auf 100 bis 450 kg N/ha und Jahr beziffert, von denen zwischen 40 und 95 kg N der Nachfrucht bereitgestellt werden können.

¹⁸² Maissilage, Grassilage, Heu, Frischgras.

¹⁸³ Ein Großteil der in Deutschland erzeugten Getreidemengen wird an Nutztiere, auch an ökologisch gehaltene, verfüttert.

1997). Bei der konventionellen Futtermittelerzeugung sind dies die Mengen an Mineraldünger, im Falle der ökologischen Erzeugung die Stickstoff-Bindung mit Leguminosen (Ackerbohnen, Erbsen, Lupinen)¹⁸⁴ bzw. organische Düngung.

In dieser Berechnung werden die Komponenten der Futtermittelerzeugung bezüglich der Hektarerträge und der jeweiligen Stickstoffdüngung betrachtet. Vorausgesetzt wird hierbei eine bedarfsgerechte Düngung. Unter Einbezug des Emissionsfaktors von 1,25 % können somit die pro Flächen- und somit auch pro Produkteinheit emittierten Mengen an Lachgas abgeschätzt werden. Eine aktuelle Langzeitstudie zum Thema Lachgasemissionen kann die in der Arbeit weiter verwendete Formel zur Abschätzung der biogenen Lachgasemissionen des IPCC (1997) stützen. Hier werden die Jahresmittelwerte der düngerinduzierten Lachgasemissionen mit durchschnittlich 0,7 % benannt (Schwankungen zwischen 0,2 und 1,2 %; Hellebrand et al. 2005).

Es sei an dieser Stelle jedoch nochmals ausdrücklich darauf verwiesen, dass die Details des Prozesses der Lachgasbildung sowie die Prozessbildung allgemein noch sehr wenig verstanden sind (Firestone et al. 1989; Ambus 1998). Außerdem werden die Zusammenhänge der Lachgasemissionen als wesentlich komplexer erachtet als z.B. die Zusammenhänge bei der Methanemission (Hartung 2002). In der Literatur finden sich zum jetzigen Zeitpunkt kaum verwertbare Emissionsdaten für Lachgasemissionen aus der Rinder-, Schweine- und Geflügelhaltung. Dies liegt vor allem an den noch erheblichen Schwierigkeiten bei der Konzentrationsmessung von Lachgas sowie an der Bestimmung des Abluftvolumenstroms aus Haltungssystemen mit natürlichen Lüftungssystemen (Hartung 2002).

Die nachfolgend vorgestellten Ergebnisse zeigen daher eher die zu berücksichtigenden Einflussfaktoren auf. Die absolute Höhe der Lachgasemissionen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen darf lediglich als Näherungswert verstanden werden. Entscheidend hierbei ist stets das jeweilige Management des Betriebes sowie die individuellen Systembedingungen (z.B. Witterungsverhältnisse (trockene Witterung hemmt die Lachgasemissionen aus dem Boden), Bodenbearbeitung (Lockerung des Bodens verstärkt die düngungsinduzierten Lachgasemissionen); Hellebrand et al. 2003/2005). Der Einsatz von stickstoffhaltigen Düngemitteln (organisch oder mineralisch) beeinflusst das Endergebnis dabei signifikant.

Tierhaltungssysteme und -verfahren

Direkte Lachgasemissionen aus dem tierischen Stoffwechsel sind – wie bereits dargelegt – nicht oder nur in geringfügigem Umfang nachgewiesen worden (vgl. Bockisch 2000).

Betrachtet man die Haltungssysteme, so kann gesagt werden, dass Flüssigmistsysteme in der Rinder- und Milchviehhaltung kein oder nur minimale Mengen¹⁸⁵ Lachgas emittieren. Zurückgeführt wird dies darauf, dass Flüssigmist i.d.R. weder Nitrat noch Nitrit enthält, welches durch Denitrifikation abgebaut werden kann (Hartung et al. 2000; KTBL

¹⁸⁴ Fixierleistung von Stickstoff durch Körnerleguminosen aus Bockisch (2000) mit 250 kg/ha für Ackerbohnen und 135 kg/ha für Erbsen.

¹⁸⁵ Lachgas kann dann auftreten, wenn sich auf der Gülle eine natürliche Schwimmdecke aus organischem Material gebildet hat, wo beim Durchtritt von Ammoniak aus der Gülle das Ammoniak zu Lachgas oxidiert werden kann. Fehlt diese Decke, sind keine Lachgasemissionen zu erwarten (Bockisch 2000). Nach Aussage der Autoren kann die Ausbildung einer Schwimmdecke bei der Milchviehhaltung eher geschehen als innerhalb der Schweinemast.

2002d; UBA 2002a). Im Gegensatz dazu setzen Tiefstreuensysteme mit Stroh nennenswerte Mengen an Lachgas frei (bedingt durch nicht optimal verlaufende Nitrifikation und Denitrifikation).

Eine vereinfachte Berechnungsgrundlage für die spezifischen Emissionen von N₂O im Zuge der Stall- und Weidehaltung und bei der Lagerung von Wirtschaftsdüngern wird von Isermann et al. (2002) geliefert. In dieses Schema gehen tierart- und lagerungsspezifische Emissionsfaktoren neben den jeweiligen jährlichen spezifischen N-Emissionen der einzelnen Nutztierarten ein. Diese Berechnungsgrundlage kann als Annäherung an die verschiedenen Haltungs- und Lagerungssysteme dienen. Sie deckt sich bezüglich der Stallhaltung mit den Angaben verschiedener Emissionsmessungen anderer Autoren¹⁸⁶ und wird daher zur Berechnung der verschiedenen Emissionen herangezogen (Tabelle 33):

Tabelle 33: Spezifische Lachgasemissionsfaktoren durch den Anfall im Stall und die Lagerung von Wirtschaftsdüngern sowie im Weidebetrieb

Emissionen aus der Haltung ¹⁾	N ₂ O-Emissionsfaktoren		Berechnungsgrundlage
Rinder, ganzjährige Stallhaltung	0,33 kg N ₂ O-N/(GVE*a)		0,33 %*N _{Exkr.} (mit 100 kg N/(GVE*a))
Mastschweinehaltung	4,9 kg N ₂ O-N/(GVE*a)		4,9 %* N _{Exkr.} (mit 100 kg N/(GVE*a))
Legehennenhaltung	12,3 kg N ₂ O-N/(GVE*a)		6,8 %* N _{Exkr.} (mit 180 kg N/(GVE*a))
Lagerung von Wirtschaftsdüngern			
Quelle	EIG (2001)	Freibauer et al. (2001)	Flessa et al. (2002)
- Gülle (und Jauche)	0,1 %* N _{Exkr.}	0,1-0,2 %* N _{Exkr.}	0,05 %* N _{Exkr.}
- Stallmist	2,0 %* N _{Exkr.}	0,4-0,5 %* N _{Exkr.}	0,5 %* N _{Exkr.}
Weidebetrieb	2,0 %* N _{Exkr.}		3,2 %* N _{Exkr.}

Quelle: nach Isermann et al. 2002 (¹⁾ = Hartung 2002)

N_{Exkr.} bezeichnet den durch die Exkremente der Tiere anfallenden Stickstoff.

Aus Tabelle 33 wird ersichtlich, dass aus den Stallhaltungen von Mastschweinen und Legehennen weitaus mehr Lachgas entweicht als aus den Rinderställen, einerseits aufgrund eines höheren Emissionsfaktors, andererseits aufgrund mindestens gleich hoher bzw. höherer N-Ausscheidungen pro GVE. Bezüglich der Lagerung von Wirtschaftsdüngern ist deutlich erkennbar, dass die Lagerung von festem Mist höhere Emissionen verursacht als die Lagerung von Flüssigmist. Der Weidebetrieb verursacht noch einmal deutlich höhere Lachgasemissionen.

¹⁸⁶ Die Emissionen aus der Lagerung und dem Weidebetrieb werden in den Vergleichsmessungen nicht betrachtet, daher diese Einschränkung (UBA 2002a; Hartung et al. 2000; Hartung 2002).

IV.3.2.1 Milchkuhhaltung

Betriebsmittelbedingte und biogene Lachgasemissionen

In Tabelle 34 sind die Lachgasemissionen aus der konventionellen, der konventionell ressourcenschonenden und der ökologischen Milchviehhaltung ausgewiesen. Neben den im vorigen Abschnitt betrachteten Emissionen aus der Stallhaltung sind dies die Emissionen aus der Bereitstellung von Futtermitteln und die Emissionen aus dem Verbrauch von Energieträgern (Strom und Diesel; Bockisch 2000).

Tabelle 34: Betriebsmittelbedingte Lachgasemissionen der konventionellen, konventionell ressourcenschonenden und ökologischen Milchproduktion

Emissionsquelle	N ₂ O-Emissionen in [g/Tier]			N ₂ O-Emissionen in [g/t Milch] ¹⁸⁷		
	konv.	konv. _{RS}	ökol.	konv.	konv. _{RS}	ökol.
Strom	8	8	7	1	1	1
Diesel	2	2	2	0	0	0
Schnitt-/Weidegras	820	293	11	120	43	2
Maissilage	166	73	2	24	11	0
Grassilage	335	120	5	49	18	1
Kraftfutter	278	192	1	41	28	< 1
Heu	-	-	5	-	-	1
Gesamt	1.609	688	33	235	101	5

Quelle: eigene Berechnungen nach Bockisch 2000, N-Düngung gemäß KTBL (2002a) und KTBL (2002b)

Die oben gezeigte Tabelle gibt dabei ausschließlich die im Zuge der Bereitstellung der Betriebsmittel emittierten Mengen an Lachgas an, d.h. die biogenen Emissionen, die bei der Aufbringung stickstoffhaltiger Düngemittel auf landwirtschaftliche Flächen sowie bei der Stickstofffixierung entstehen, werden hier nicht berücksichtigt.

Aus den Verbrauchsmengen an Futtermitteln für die Milchviehhaltung werden anhand des IPCC-Emissionsfaktors (1,25 % als Mittelwert der Spanne von 0,25 bis 2,25 %) zusätzlich die biogenen Lachgasemissionen ermittelt. Die entsprechenden Rationen zur Fütterung der Kühe finden sich in Kapitel IV.5. Die Angaben zur Höhe der Stickstoffdüngung werden KTBL (2002a) sowie KTBL (2002b) entnommen.

Für die konventionelle Milchkuhhaltung ergeben sich Lachgasemissionen von etwa 1.250 g N₂O pro Ration¹⁸⁸. Umgerechnet auf ein kg Milch bei einer jährlichen Gesamtmilchmenge von 6.100 kg entspricht dies 0,2 g N₂O. Bei der ökologischen Milcherzeugung sind die Lachgasemissionen bedingt durch eine verringerte Stickstoffdüngung aber auch geringere Erträge (vgl. Kapitel IV.5) mit pro Ration rd. 1.070 g N₂O¹⁸⁹ in vergleichbarer Höhe wie bei konventioneller Erzeugung. Dies entspricht bei einer Jahresmilchleistung von rd. 5.000 kg ebenfalls etwa 0,2 g N₂O pro kg Milch.

¹⁸⁷ Hier werden 10 % der Werte dem Kalb zugeschlagen.

¹⁸⁸ Ration für den Zeitraum der Zwischenkalbezeit von 390 Tagen und unter Berücksichtigung der Allokation zwischen Kuh und Kalb von 90:10 (Bockisch 2000).

¹⁸⁹ Ration für den Zeitraum der Zwischenkalbezeit von 385 Tagen und unter Berücksichtigung der Allokation zwischen Kuh und Kalb von 90:10 (Bockisch 2000).

Die ressourcenschonende Variante der Milcherzeugung wird hier analog zur konventionellen Variante behandelt, da sich die Höhe der Stickstoffdüngung nicht von der konventionellen Variante unterscheidet, allein die Zusammensetzung, neben mineralischer auch organische Düngung, ist eine andere.

In der Gesamtheit der Lachgasemissionen aus der Bereitstellung der Betriebsmittel und durch die direkten Emissionen aus den landwirtschaftlichen Nutzflächen durch Aufbringung stickstoffhaltiger Düngemittel ergeben sich damit für die konventionelle Milcherzeugung knapp 3.000 g N₂O pro Milchkuh und Jahr (inkl. des Anteils für das Kalb von 10 %) bzw. 0,44 g N₂O pro kg erzeugter Milch (ohne Anteil Kalb von 10 %). Die Erzeugung von Milch in einer ressourcenschonenden Wirtschaftsweise hat demgegenüber 2.080 g N₂O pro Milchkuh und Jahr bzw. 0,3 g N₂O pro kg erzeugter Milch zur Folge.

Im Bereich der ökologischen Milcherzeugung liegen die Werte pro Jahr bei knapp 1.220 g N₂O bzw. pro kg erzeugter Milch bei 0,22 g N₂O. Dies entspricht der Hälfte des Wertes aus der konventionellen Erzeugung sowie etwa zwei Dritteln des Wertes aus der ressourcenschonenden Milcherzeugung.

Lachgasemissionen aus Exkrementen

Unter Verwendung der Emissionsfaktoren von Isermann et al. (2002) werden bei der ganzjährigen Stallhaltung von Milchkühen (konventionelles Verfahren) bei einer Gesamt-N-Ausscheidung über Exkremente von 100 kg N/(Tier*a) etwa 330 g Lachgas pro Tier und Jahr emittiert. Bezogen auf ein kg Kuhmilch wären dies im konventionellen Landbau 0,05 g¹⁹⁰. Zu diesem Wert müssen noch die Emissionen aus der Lagerung von Gülle addiert werden. Diese betragen pro Milchkuh und Jahr etwa 100 g bzw. bezogen auf ein kg Milch entsprechend knapp 0,02 g¹⁹¹.

Bei der ökologischen Milcherzeugung wird davon ausgegangen, dass die Haltung jeweils halbjährlich in Stallungen und auf Weiden erfolgt. Die nachfolgend hier für die ökologische Haltung ebenfalls verwendete N-Exkretionsrate von 100 kg N pro Tier und Jahr basiert auf der Annahme, dass bei optimaler Gestaltung der Futterration von einer besseren N-Ausnutzung auszugehen ist, wodurch sich die absoluten N-Ausscheidungen wiederum verringern lassen¹⁹². Während sich bei der Stallhaltung der halbe Emissionswert aus der konventionellen Milchviehhaltung ergibt (165 g N₂O pro Tier und Halbjahr), werden im Weidebetrieb zwischen 0,5 und 3,9 % des ausgeschiedenen Stickstoffs in Form von Lachgas emittiert (Isermann et al. 2002). Nimmt man hierbei einen mittleren Wert von etwa 2 % an, so sind dies pro Tier und Halbjahr 1 kg N₂O¹⁹³. Bezogen auf 1 kg Milch entspricht dieser Wert 0,2 g N₂O und einschließlich der Emissionen aus der halbjährlichen

¹⁹⁰ Diese Zahlenangabe stellt einen Wert innerhalb einer Bandbreite von Emissionsangaben dar.

¹⁹¹ Aus der hier verwendeten Literatur lassen sich im Zuge der Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern Bandbreiten zwischen 0,01 und 0,03 g/kg Milch ableiten (s. dazu auch Tabelle 33).

¹⁹² In der Literatur finden sich hierzu Angaben, die von einer durchschnittlichen N-Exkretion von 60-110 kg pro Tierplatz und Jahr für Kühe mit einer Milchleistung von weniger als 5.000 kg/a ausgehen. Höhere Milchleistungen (5.000-6.000 kg/a) mit geringen Mengen an Kraftfutter lassen etwa 100-140 kg N/(Tier*a) erwarten, während bei höheren Milchleistungen unter Zugabe von mehr als 500 kg Kraftfutter/(Kuh*a) mit N-Exkretionen zwischen 80 und 100 kg N/(Tier*a) zu kalkulieren ist (EMEP/CORINAIR 2002).

¹⁹³ Unter den aufgezeigten Prozentangaben ergibt sich hier eine Emissionsbandbreite von zwischen 250 g und knapp 2 kg N₂O pro Tier und Halbjahr.

Stallhaltung etwa 0,23 g N₂O/kg Milch. Zu diesen Emissionen kommen noch Emissionen aus der Lagerung von Stallmist, die auf etwa 425 g pro Tier geschätzt werden (Isermann et al. 2002)¹⁹⁴. Pro kg Milch entspricht dies knapp 0,09 g.

Gesamte Lachgasemissionen aus der Milchkuhhaltung

In der Gesamtheit der Lachgasemissionen ergeben sich etwa 0,5 g N₂O/kg Milch im konventionellen und ökologischen Landbau. Pro Einzeltier liegt die ökologische Milcherzeugung hingegen etwa 20 % unter den Emissionen der konventionell gehaltenen Kühe. Die ressourcenschonende Milcherzeugung hat 0,4 g N₂O/kg Milch zur Folge und schneidet damit unter den betrachteten Varianten am günstigsten ab. Dies ist eine Folge der pro Tier um knapp ein Drittel geringeren Lachgasemissionen durch die Substitution eines Teils mineralischen durch organischen Dünger bei der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion.

Wie aus Tabelle 35 ersichtlich wird, setzen sich die Lachgasemissionen der hier betrachteten Wirtschaftsweisen unterschiedlich zusammen. Während innerhalb des konventionellen Landbaus die Emissionen aus der Bereitstellung der Futtermittel dominieren, ist dieser Anteil innerhalb des ökologischen Landbaus im Vergleich zu den Emissionen aus der Stall-/Weidehaltung und der Lagerung von Festmist vergleichbar gering. Die Emissionen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen, die im Rahmen der Aufbringung stickstoffhaltiger Düngemittel entstehen, unterscheiden sich zwischen konventioneller und konventionell ressourcenschonender nicht. Im Vergleich dazu sind die Lachgasemissionen bei ökologischer Wirtschaftsweise um 15 % geringer.

Tabelle 35: Lachgasemissionen der Kuhmilcherzeugung bei unterschiedlichen Wirtschaftsformen

Emissionsquelle	Lachgasemissionen aus der Kuhmilcherzeugung in [g N ₂ O]					
	konventionell		konventionell _{RS}		ökologisch	
	pro Tier ²⁾	pro kg ³⁾	pro Tier ²⁾	pro kg ³⁾	pro Tier ²⁾	pro kg ³⁾
Betriebsmittel ¹⁾	1.609	0,235	688	0,101	33	0,005
Emissionen aus landw. Nutzflächen	1.390	0,200	1.390	0,200	1.190	0,210
Stallhaltung [+Weidebetrieb]	330	0,050	330	0,050	165 [+1.000]	0,030 [+0,2]
Lagerung						
- Gülle (Jauche)	100	0,020	100	0,020	-	-
- Festmist	-	-	-	-	425	0,080
Gesamtemissionen	3.429	0,500	2.508	0,400	2.693	0,500

Quelle: eigene Berechnungen

¹⁾ s. hierzu auch Tabelle 34.

²⁾ jeweils inkl. Anteil für Kalb.

³⁾ jeweils ohne Anteil Kalb.

Bei der konventionell ressourcenschonenden Milcherzeugung machen die Emissionen aus den landwirtschaftlichen Nutzflächen etwas mehr als die Hälfte der Gesamtemissio-

¹⁹⁴ Hierbei wird lediglich ein Halbjahr betrachtet. Die Spanne der Emissionsfaktoren reicht von 0,5–2 % bzw. von 250 g–1.000 g N₂O pro Tier und Halbjahr.

nen aus (Tabelle 35). Bei der ökologischen Milcherzeugung hingegen liegen die Emissionen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen und die Emissionen aus der Stallhaltung inklusive Weidebetrieb in einer ähnlichen Größenordnung und machen zusammen insgesamt knapp 90 % der Gesamtemissionen aus.

IV.3.2.2 Rindermast

Mangels verfügbarer Literaturangaben zu Lachgasemissionen aus der Rindermast – nach Hartung (2003) und Berg (2003) konzentriert sich die Forschung momentan auf die Nutztierarten Milchkuh und Mastschwein – werden anhand durchschnittlicher, tierspezifischer Futterrationen und Emissionszahlen aus der Bereitstellung von Futtermitteln (s. Bockisch 2000) Emissionswerte berechnet. Darüber hinaus werden die Emissionen von Lachgas aus der Stallhaltung und der Lagerung der Wirtschaftsdünger einbezogen sowie die biogenen Lachgasemissionen aus den landwirtschaftlichen Nutzflächen abgeschätzt. Zunächst werden anhand der unterstellten Mastrationen und von Lachgasemissionskennzahlen für die Bereitstellung der Betriebsmittel (Bockisch 2000) die betriebsmittelbedingten Lachgasemissionen für die verschiedenen Wirtschaftsformen bestimmt (Tabelle 36). Die Herstellung von mineralischen Düngemitteln trägt zu den deutlich höheren Lachgasemissionen der konventionellen Futtermittelbereitstellung maßgeblich bei (Bockisch 2000).

Tabelle 36: Lachgasemissionen aus der Bereitstellung der Futterrationen bei konventioneller, ressourcenschonender und ökologischer Rindermast

	konventionell	konventionell _{RS}	ökologisch
	Lachgasemissionen in [g/Mastdauer]		
Gesamtemissionen pro Tiereinheit (Kalb/Rind)	1.810	830	55
	Lachgasemissionen in [g/kg SG]		
Gesamtemissionen pro Produkteinheit	4,7	2,1	0,2

Quelle: eigene Berechnungen nach NÖL 1999; Bockisch 2000

Analog zur Darstellung innerhalb der Lachgasemissionen bei der Milchproduktion werden auch in diesem Kapitel die Lachgasemissionen aus den landwirtschaftlichen Nutzflächen abgeschätzt (biogene Emissionen). Dabei werden die im Rahmen der Fixierung durch Körnerleguminosen und der Aufbringung stickstoffhaltiger Düngemittel freigesetzten Mengen an Lachgas mittels der von IPCC (1997) vorgeschlagenen Formel kalkuliert¹⁹⁵.

Unter Berücksichtigung der Mastrationen und der durchschnittlich aufgebrauchten Düngemittelmengen (organisch und mineralisch) ergeben sich für die konventionelle und die konventionell ressourcenschonende Erzeugung von Rindfleisch etwa 1.650 g N₂O pro Mastdauer. Pro kg SG entspricht dies 4,3 g N₂O.

Die Freisetzung von Lachgas innerhalb der ökologischen Erzeugung von Rindfleisch liegt pro Mastration über diesen Angaben. So werden pro Mastdauer knapp 2.250 g N₂O freigesetzt. Bezogen auf ein kg Rindfleisch (SG) entspricht dies gut 6,8 g N₂O.

¹⁹⁵ Keine Berücksichtigung des Stickstoffes aus Ernterückständen.

Somit ergeben sich in der Gesamtheit, betriebsmittelbedingte sowie Emissionen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen, etwa 9 g N₂O pro kg konventionell erzeugtem und 6,4 g N₂O pro kg konventionell ressourcenschonend erzeugtem Rindfleisch. Innerhalb der ökologischen Rindfleischerzeugung liegen die Emissionen bei knapp 7 g N₂O pro kg SG.

Zur Berechnung der Lachgasemissionen aus Exkrementen der Rindermast – die N₂O-Emissionen aus dem Verbrauch von Betriebsmitteln (Strom, Diesel) werden unberücksichtigt gelassen, da sie von untergeordneter Relevanz sind (Bockisch 2000) – werden gemäß der Annahmen in Tabelle 33 zu den jeweiligen Haltings- und Lagerungsbedingungen berechnet. Im Unterschied dazu fallen bei der Kälberaufzucht und der Mastrinderhaltung jedoch abweichende Stickstoffexkretionsraten an.

Bei der konventionellen Mastrinderhaltung werden die N-Exkretionsraten vom Umweltbundesamt (UBA 2002a) herangezogen. Diese sehen für Kälber eine N-Ausscheidung von 16 kg/Tierplatz¹⁹⁶ und Jahr und für Mastrinder 43 kg/Tierplatz¹⁹⁷ und Jahr vor. Innerhalb der ökologischen Rindermast wird hingegen mit Zahlenmaterial zur N-Exkretion aus den Verbandsrichtlinien zweier Öko-Verbände (Demeter und Naturland) gerechnet. Hier betragen die N-Exkretionsraten bei Kälbern im Mittel 21 kg N/Tierplatz¹⁹⁸ und Jahr und bei Mastrindern im Alter zwischen einem und zwei Jahren zwischen 34 und 40 kg pro Jahr. Die aus diesen Exkretionsraten resultierenden Lachgasemissionen sind in Tabelle 37 dargestellt.

Tabelle 37: Lachgasemissionen aus konventioneller, ressourcenschonender und ökologischer Rindermast

Emissionsquelle	konventionell			konventionell _{RS}			ökologisch		
	Kalb	Rind	Summe	Kalb	Rind	Summe	Kalb	Rind	Summe
	N ₂ O-Emissionen [g/Tier]								
Stall	32	142	174	32	142	174	21	61	82
Lagerung	10	43	53	10	43	53	54	157	210 ¹⁾
Weide	-	-	-				151	444	595
Gesamtemissionen	42	185	227	42	185	227	226	662	888
	N ₂ O-Emissionen [g/kg SG]								
Gesamtemissionen ²⁾			9,6	-	-	7,0	-	-	9,7

Quelle: eigene Berechnungen

¹⁾ hierbei ergibt sich bei Emissionsfaktoren von 0,4 bis 2 % eine Spannweite zwischen 100 und 500 g/Tiereinheit (Kalb und Rind). Der dargestellte Wert gibt das rechnerische Mittel der Emissionsfaktoren wieder.

²⁾ inkl. Futterbereitstellung, biogene sowie exkrementenbürtige Emissionen.

Wie aus Tabelle 37 ersichtlich wird, liegen die Lachgasemissionen aus der Stall- (bzw. Weide)haltung und der Lagerung von Wirtschaftsdüngern innerhalb der ökologischen

¹⁹⁶ Dies entspricht nach Definition bei einem Lebensalter bis etwa 7 Monaten einer N-Exkretion von knapp 10 kg/Jahr.

¹⁹⁷ Durchschnitt aus weiblichen und männlichen Tieren.

¹⁹⁸ Entspricht knapp 13 kg pro Tier.

Rindermast etwa viermal so hoch wie innerhalb der konventionellen bzw. der ressourcenschonenden Mast.

Die Summe der Lachgasemissionen aus der Rindermast ergibt bezogen auf ein kg SG in der konventionellen und der ökologischen Rinderhaltung etwa gleich hohe Emissionen. Bei konventionell ressourcenschonender Rindfleischerzeugung hingegen liegen die Gesamtemissionen an Lachgas etwa 30 % unter den Emissionen aus der konventionellen oder der ökologischen Variante.

IV.3.2.3 Schweinemast

Betriebsmittelbedingte und biogene Lachgasemissionen

Die betriebsmittel- und energiebedingten Lachgasemissionen bei der Erzeugung von Schweinefleisch werden von Bockisch (2000) übernommen. Bei der konventionellen Mast ist zu berücksichtigen, dass die Futtermittelherstellung auf der Basis einer Hofmischung erfolgt. Die für diesen Fall berechneten Lachgasemissionen betragen pro Einzeltier 103 g N₂O und pro kg SG 1,4 g N₂O. Diese Werte liegen pro Tier knapp doppelt so hoch wie in der ressourcenschonenden und etwa zehnmals so hoch wie in der ökologischen Schweinemast. Der Vergleich auf Basis des SG mindert die Differenzen aufgrund geringerer Leistungen im ökologischen Verfahren geringfügig.

Tabelle 38: Betriebsmittelbedingte Lachgasemissionen der konventionellen, ressourcenschonenden und der ökologischen Schweinemast

Emissionsquelle	[g N ₂ O/Tier]			[g N ₂ O/t SG]		
	konventionell	konv. _{RS}	ökologisch	konventionell	konv. _{RS}	ökologisch
Strom	1	1	1	14	14	15
Heizöl	0	0	0	0	0	0
Diesel	0	0	0	0	0	0
Sauenfutter	11	7	0	145	89	0
Säugefutter	5	3	1	61	35	15
Ferkelfutter	10	6	1	133	86	15
Mastfutter	77	47	6	1.051	643	90
Heu	-	-	2			30
Summe	103	64	11	1.404	867	166

Quelle: nach Bockisch 2000

Für die Abschätzung der biogenen Lachgasemissionen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen werden die Mastschweinfuttermengen aus Kapitel IV.5.1.3 herangezogen. Diese werden ergänzt durch die für die Sauenhaltung und Ferkelaufzucht benötigten Futtermittel. Aus dem gedüngten Stickstoffbedarf der jeweiligen Kulturen wird anhand der IPCC-Tier 2-Methode (1997) die Höhe der Lachgasemissionen (aus N-Düngung und biologischer N-Fixierung) ermittelt. Pro Mastschwein, inkl. anteilige Sauenhaltung und Ferkelaufzucht, ergeben sich für die konventionelle Mastschweinehaltung weitere rd. 115 g N₂O. Bezogen auf ein kg SG entspricht dies knapp 1,3 g N₂O.

Mit gleich hohen biogenen Lachgasemissionen wird auch in der ressourcenschonenden Mastschweinehaltung kalkuliert, weil sich annahmegemäß zwischen konventioneller und

konventionell ressourcenschonender Landbewirtschaftung nicht die Menge des gedüngten Stickstoffs, sondern die Herkunft (mineralisch oder organisch) unterscheidet.

Für den Bereich der ökologischen Mastschweinehaltung ergeben sich pro Mastschwein, inkl. anteilige Sauenhaltung und Ferkelaufzucht, rd. 175 g N₂O. Unter Berücksichtigung des SG werden pro kg rd. 2 g N₂O emittiert. Dieser Unterschied zwischen ökologischer und konventioneller Schweinefleischerzeugung resultiert u.a. aus den innerhalb der ökologischen Schweinefütterung in großem Umfang eingesetzten Ackerbohnen als Eiweißlieferant, deren Stickstofffixierleistung zu einem erheblichen Teil für die Lachgasemissionen verantwortlich gemacht werden kann.

Bei den Lachgasemissionen aus Exkrementen der Schweinemast liegen ähnliche Verhältnisse vor wie im Bereich der Rindermast. Auch hier liegen die Lachgasemissionen bei teil- und vollperforierten Böden (Flüssigmistsysteme) deutlich unter jenen der eingestreuten Ställe und Kompostställe mit einer etwa 50-fach höheren Lachgasemission pro Tierplatz und Jahr (Ratschow et al. 2001). Zur nachfolgenden Berechnung werden die Emissionsfaktoren aus Tabelle 33 herangezogen. Dies bedeutet pro Mastschwein zusätzlich 427 g N₂O (ökologische Schweinehaltung: 509 g aufgrund längerer Mastdauer) aus der Stallhaltung¹⁹⁹ sowie 9,6 g N₂O aus der Lagerung von Gülle bzw. 88,3 g N₂O aus der Lagerung von Festmist²⁰⁰. Bezieht man die Lachgasemissionen auf ein kg SG, so ergeben sich für konventionell und konventionell ressourcenschonend erzeugtes Fleisch 4,7 g N₂O/kg SG und für ökologisch erzeugtes Fleisch, aufgrund der hohen Emissionswerte aus Festmistverfahren sowie der längeren Mastdauer, 6,8 g N₂O/kg SG²⁰¹ (Tabelle 39). Die Vorteile der ökologischen Fütterungsstrategien im Hinblick auf die Emissionen von Lachgas werden durch die tiergerechteren Haltungsverfahren überkompensiert.

Tabelle 39: Lachgasemissionen bei der Schweinemast unter konventionellen, ressourcenschonenden und ökologischen Produktionsverfahren

	Lachgasemissionen aus der Schweinemast [g N ₂ O]					
	konventionell		konventionell _{RS}		ökologisch	
Emissionsquelle	pro Tier	pro kg SG	pro Tier	pro kg SG	pro Tier	pro kg SG
Betriebsmittel	103,0	1,4	64,0	0,9	11,0	0,2
biogene Emissionen	115,0	1,3	115,0	1,3	175,0	2,0
Stallhaltung	427,0	4,6	427,0	4,6	509,0	5,8
Lagerung						
- Gülle	9,6	0,1	9,6	0,1	-	-
- Festmist	-	-	-	-	88,3	1,0
Gesamtemissionen	655,0	7,4	616	6,9	783	9,0

Quelle: eigene Berechnungen

¹⁹⁹ Mit 0,16 GVE pro Mastschwein.

²⁰⁰ Unter Verwendung eines Faktors von 0,85 %, der dem arithmetischen Mittelwert aus den Angaben in Tabelle 33 (Stallmist) entspricht. Diese Emissionen können dabei zwischen 42 und 207 g pro (ökologisch gehaltenem) Tier variieren. Diese enorme Spanne wird jedoch auch von anderen Autoren in Bezug auf Tiefstreusysteme in der Schweinemast beschrieben (Hartung et al. 2000; UBA 2002a; Hartung 2002; Hartung 2003).

²⁰¹ Die Berechnung der Lachgasemissionen aus der für die Mastschweinehaltung erforderlichen Sauen-/Ferkel- und Eberhaltung wird hier nicht mit einbezogen, da sich diese Emissionen unter Bezugnahme auf ein kg verzehrfertiges Fleisch im Tausendste-Bereich abspielen.

In der Gesamtheit der hier betrachteten Emissionsquellen ergeben sich pro kg SG Lachgasemissionen in Höhe von 7,4 g/kg SG (konventionelle Erzeugung), 6,9 g/kg SG (ressourcenschonende Erzeugung) sowie 9,0 g/kg SG (ökologische Erzeugung; vgl. Tabelle 39). Das Verfahren der ökologischen Schweinefleischerzeugung liegt damit bezüglich der Lachgasemissionen pro kg SG um 20 % über der konventionellen Variante. Im Vergleich zur konventionell ressourcenschonenden Schweinefleischerzeugung liegt die ökologische Variante sogar um 30 % höher.

IV.3.2.4 Geflügelhaltung

Über Lachgasemissionen bei der Haltung von Geflügel (Masthühner und Legehennen) in unterschiedlichen Systemen existieren nur einige Praxismessungen (vgl. Hartung et al. 2000). Die Darstellung der für diese Arbeit relevanten Zahlen erfolgt daher auf Basis eigener Annahmen und Berechnungen.

Die Berechnung der Lachgasemissionen aus der Bereitstellung der jeweiligen Futtermittel innerhalb der konventionellen und der ökologischen Geflügelhaltung basiert auf durchschnittlichen Faktoren über den Futterverbrauch pro Tier (Tabelle 40):

Tabelle 40: Bereitstellung von Futtermitteln innerhalb der Geflügelhaltung

		konv./konv. _{RS}	ökologisch
		Mastgeflügel	
Mastdauer	Wochen	6	12
Lebendgewicht	kg	1,7	2,8
Schlachtgewicht (=Verzehrgewicht)	kg	1,1	2,0
Futterverbrauch pro Tier und Mastdauer	kg	3,1	8,1
Futterverbrauch pro kg SG	kg	2,8	4,1
		Legehennen	
Legeleistung	Eier/a	277	269
Durchschnittliches Eigewicht	g/Ei	58	62
Futterverbrauch pro Tierplatz ¹⁾	kg/a	44	48
Futterverbrauch pro Ei	g	158	179

Quelle: Bio Ernte Austria o.J.; HDLGN 1999; Poteracki 2000; Zollitsch et al. 2000; Fölsch 2001, KTBL 2002a
¹⁾ ohne Berücksichtigung des Futterverbrauchs für Küken und Junghennen.

Für die Lachgasemissionen, die aus der Bereitstellung des Futters resultieren, wird davon ausgegangen, dass das Geflügel jeweils mit bedarfsgerechtem Alleinfutter versorgt wird. Hierbei sind konzentrierte und proteinreiche (mit hoher biologischer Wertigkeit) Futtermittel von Bedeutung. Die Möglichkeiten zur Deckung des Proteinbedarfs, v.a. bestimmter Aminosäuren, sind mit den zugelassenen Futtermittelkomponenten in der ökologischen Fütterung deutlich eingeschränkt im Vergleich zur konventionellen Fütterung, so dass im Öko-Futter per se eine über dem Bedarf liegende Rohproteinkonzentration enthalten sein muss²⁰². Dadurch liegt die tägliche Futteraufnahme innerhalb der ökologischen Geflügelhaltung generell über derjenigen innerhalb der konventionellen Haltung, in der z.B. Fischmehle oder synthetische Aminosäuren zugelassen sind (Hörning 2003).

²⁰² Diese überhöhte Eiweißkonzentration kann dann zu Stickstoffüberschüssen im Kot führen (Hörning 2003).

Die innerhalb der ökologischen Broilermast deutlich geringere Intensität im Vergleich zum konventionellen Verfahren wird durch verschiedene Bestimmungen in der *EU-VO 1804/1999*²⁰³ explizit festgeschrieben (z.B. Mindestgetreideanteil in der Ration, Mindestmastdauer; Zollitsch et al. 2000). Hierdurch ergeben sich innerhalb der ökologischen Broilermast eine geringere Rohverwertung und relativ höhere Futteraufnahmemengen. Ebenso ist innerhalb der Auslaufhaltung davon auszugehen, dass durch ausgiebige Bewegungen und unregelmäßige Stall- und Umgebungstemperaturen der Futterbedarf im Vergleich zu weniger Mobilität zulassenden Haltungssystemen steigt²⁰⁴.

Für die Berechnung der betriebsmittelbedingten Lachgasemissionsfaktoren durch die Futterbereitstellung werden die Angaben von Bockisch (2000) verwendet²⁰⁵. Dadurch errechnen sich pro kg SG in der konventionellen Geflügelmast 1 g N₂O, in der ressourcenschonenden Mast 0,6 g N₂O und in der ökologischen Mast 0,05 g N₂O (Tabelle 41).

Tabelle 41: Betriebsmittelbedingte und biogene Lachgasemissionen aus der Geflügelhaltung durch die Bereitstellung der Futtermittel

	Lachgasemissionen in [g N ₂ O/...]		
	konventionell	konventionell _{RS}	ökologisch
	Mastgeflügel		
Betriebsmittelbedingte Emissionen			
- pro Tierplatz	9,20	5,70	0,50
- pro Einzeltier und Mastdauer	1,10	0,70	0,10
- pro kg Schlachtgewicht (= Verzehrsgewicht)	1,00	0,60	0,05
Biogene Emissionen			
- pro Tierplatz	7,80	7,80	11,10
- pro Einzeltier und Mastdauer	0,90	0,90	2,50
- pro kg Schlachtgewicht	0,80	0,80	1,30
Summe Emissionen (g N ₂ O/kg SG)	1,80	1,40	1,30
	Legehennen		
Betriebsmittelbedingte Emissionen			
- pro Tiereinheit und Jahr	17,10	10,60	0,70
- pro kg Eimasse	1,10	0,70	0,04
Biogene Emissionen			
- pro Tierplatz	11,20	11,20	13,40
- pro kg Eimasse	0,70	0,70	0,80
Summe Emissionen (g N ₂ O/kg Eimasse)	1,80	1,40	0,80

Quelle: eigene Berechnungen nach Bockisch (2000)

Ohne Berücksichtigung der Lachgas-Emissionen aus Strom und Diesel; bei Legehennen inkl. Berücksichtigung der Küken und Junghennen.

²⁰³ Tierhaltung im ökologischen Landbau gemäß Verordnung (EG) Nr. 1804/1999 des Rates vom 19. Juli 1999 i. V. mit VO (EWG) Nr. 2092/91 über den ökologischen Landbau.

²⁰⁴ Vorsichtige Schätzungen legen einen Mehrbedarf von etwa 20 % pro produziertem Ei innerhalb der Legehennenhaltung nahe (Stein o.J.).

²⁰⁵ Hierbei werden die Emissionsfaktoren aus der Mischfutterbereitstellung (hier: betriebsmittelbedingte Lachgasemissionen) der Schweinehaltung (ökologisches Sauenfutter: 0,013 g N₂O pro kg Futter) verwendet, da diese sich am ehesten mit der Zusammensetzung von Geflügelfuttermischungen decken (z.B. Trei 2001). Für den konventionellen Landbau wird die bei Bockisch (2000) verwendete konventionelle Hofmischung für Sauenfutter (0,342 g N₂O pro kg Futter; vgl. die Lachgasemissionsberechnungen der weiteren Nutztierarten weiter oben) übernommen.

Für die biogenen Emissionen aus der Verwendung stickstoffhaltiger Düngemittel sowie der N-Fixierung durch Körnerleguminosen werden die in Kapitel IV.5 angeführten Rationen zur Berechnung herangezogen. Hierbei werden ausschließlich die auch im Kapitel IV.5 berücksichtigten Komponenten betrachtet. Pro kg SG werden somit aus den landwirtschaftlichen Nutzflächen weitere 0,8 g N₂O im konventionellen und konventionell ressourcenschonenden System sowie knapp 1,3 g N₂O im ökologischen System emittiert. Damit ergibt sich eine Gesamtemission pro kg SG von 1,8 g N₂O (konventionell), 1,4 g N₂O (konventionell ressourcenschonend) sowie 1,3 g N₂O (ökologisch; Tabelle 41).

Im Bereich der Legehennenhaltung liegen die betriebsmittelbedingten Lachgasemissionen pro kg Eimasse bei 1,1 g N₂O (konventionell), bei 0,7 g N₂O (konventionell ressourcenschonend) sowie bei 0,04 g N₂O (ökologisch). Die biogenen Lachgasemissionen pro kg Eimasse innerhalb der konventionellen und der konventionell ressourcenschonenden Bereitstellung betragen etwa 0,7 g N₂O und innerhalb der ökologischen Bereitstellung etwa 0,8 g N₂O. Durch den höheren Futterverbrauch und die geringeren Leistungen im Bereich der Futtermittelerzeugung schneidet die ökologische Geflügelhaltung in Bezug auf die biogenen Lachgasemissionen schlechter ab als die konventionelle Geflügelhaltung.

Die Lachgasemissionen innerhalb der ökologischen Geflügelhaltung liegen pro kg SG rd. 30 % und pro kg Eimasse rd. 50 % niedriger als die jeweiligen Lachgasemissionen aus der konventionellen Geflügelhaltung. Im Vergleich zur konventionell ressourcenschonenden Variante liegt der Wert bei der Erzeugung ökologischen Geflügelfleisches etwa 10 % und bei der Erzeugung von Hühnereiern etwa 40 % niedriger. Zurückzuführen ist dies auf den Einsatz mineralischer Stickstoffdünger innerhalb der konventionellen und konventionell ressourcenschonenden Futtermittelbereitstellung, der die betriebsmittelbedingten Lachgasemissionen signifikant beeinflusst. Die höheren biogenen Lachgasemissionen der ökologischen Geflügelhaltung, die aus den geringeren tierischen sowie pflanzlichen Erträgen (Futtermittel) und aus dem relativ höheren Futterverbrauch resultieren, kompensieren diese Differenzen nur zu einem bestimmten Teil.

Bei der Berechnung der Lachgasemissionen bei der Haltung von Masthühnern und Legehennen aus Stallhaltung, Auslauf (bei ökologischer Geflügelhaltung vorgeschrieben) und Lagerung von Exkrementen wird davon ausgegangen, dass bei konventioneller Geflügelhaltung eine ganzjährige Stallhaltung (Käfig oder Volieren) und bei ökologischer Geflügelhaltung (nach EG-VO 2092/91 bzw. 1804/1999) ein Auslauf über mindestens ein Drittel der Lebenszeit erfolgt. Die Stallungen weisen innerhalb der ökologischen Geflügelhaltung richtliniengemäß zu mindestens einem Drittel der gesamten Bodenfläche eine feste Konstruktion, d.h. keine Spalten- oder Gitterkonstruktion, auf und sind eingestreut. Sie werden im Folgenden als Bodenhaltungssysteme bezeichnet. Die Angaben zu den Stickstoffausscheidungen bei der konventionellen und ökologischen Geflügelhaltung sind in der Tabelle 42 aufgeführt:

Tabelle 42: Stickstoffausscheidungen aus der konventionellen bzw. ökologischen Geflügelhaltung

	Stickstoff-Ausscheidungen in [kg/Jahr]			
	konventionell		ökologisch	
	pro Tierplatz	pro Tier	pro Tierplatz	pro Tier
Junghennen	0,28	0,11	0,40	0,17
Legehennen	0,74	0,74	0,80	0,80
Masthähnchen	0,29	0,03	0,40	0,09

Quelle: UBA 2002a; Naturland/Demeter-Richtlinien

Unter Berücksichtigung der in Tabelle 40 zugrunde liegenden Annahmen (Legereife bei konventioneller Haltung 20 Wochen, bei ökologischer Haltung 22 Wochen).

Die höheren N-Ausscheidungen innerhalb der ökologischen Geflügelhaltung resultieren aus den geringeren Leistungen, d.h. der niedrigeren Stickstoffretention. So wurden in einer Studie über intensive und ökologische Broilermast innerhalb der konventionellen Mast gut 40 % des zugeführten Stickstoffs wieder ausgeschieden, während es innerhalb der ökologischen Mast mehr als 60 % waren (Ellendorf 2002). Dabei bezieht sich dieser Stickstoffaustrag auf das Einzeltier, denn aufgrund der i.d.R. im ökologischen Landbau geringeren Tierbesatzdichten können die Gesamt-N-Emissionen pro Flächeneinheit deutlich unter denen im konventionellen Bereich liegen (Ellendorf 2002).

Die Stallhaltungen von Geflügel²⁰⁶ weisen generell einen deutlich höheren prozentualen Anteil der Stickstoffausscheidungen und der Lachgasemissionsfaktoren auf als die Schweine- und Rindermast. Somit liegen die Lachgasemissionen pro GVE auch deutlich über denen der weiteren Nutztierarten. Dies ist nicht zuletzt auf den deutlich höheren Trockensubstanzgehalt in Geflügelkot zurückzuführen, der somit festmistähnlichen Charakter aufweist. Die Lachgasemissionen aus Festmist liegen im Vergleich zu Güllelagerung deutlich höher (StMLF/StMLU 2003). Des Weiteren erweisen sich die Lachgasemissionsraten aus der Käfig- und Volierenhaltung grundsätzlich geringer als aus der Bodenhaltung, in denen Einstreumaterialien den Boden bedecken.

Innerhalb der Tabelle 33 werden Emissionsangaben gemacht, die sich mit den Angaben von Hartung (2002) decken und der Käfig-/Volierenhaltung zuzuordnen sind. Die Emissionen aus Bodenhaltungssystemen liegen pro Tier um etwa 2,5-mal höher als die Emissionen aus der Käfig-/Volierenhaltung (Stein o.J.; Neser 2001). In den folgenden Berechnungen wird für die ökologische Geflügelhaltung mit diesem Faktor gerechnet (Tabelle 43), da für Auslaufsysteme keine Angaben über die Lachgasemissionen vorliegen (Hartung 2002; KTBL 2002d; Neser 2003). Zuzüglich werden dem halbjährlichen Auslauf²⁰⁷ des Geflügels noch die Emissionsfaktoren aus Tabelle 33 für den Auslauf zugerechnet. Von einer gesonderten Betrachtung der Lagerung von Wirtschaftsdüngern wird bei der Geflügelhaltung abgesehen.

²⁰⁶ Die Emissionsfaktoren von Legehennen und Mastgeflügel werden hier gleichrangig betrachtet, wobei von Hartung (2002) lediglich die Legehennenhaltung angesprochen wird.

²⁰⁷ Annahme aus den Haltungsrichtlinien für die Berechnung der Lachgasemissionen.

Tabelle 43: Lachgasemissionen aus Exkrementen verschiedener Haltungsformen innerhalb der Geflügelhaltung

	N ₂ O-Emissionen in [g/Tier]					
	konventionell/konventionell _{RS}			ökologisch		
	Legehennen	Junghennen	Mastgefl.	Legehennen	Junghennen	Mastgefl.
Käfig-/Volierehalt.	0,040	0,007	0,002	-	-	-
Bodenhaltung	-	-	-	0,105	0,018	0,009
Auslauf	-	-	-	0,010	0,002	0,001
N ₂ O/Tier	0,040	0,007	0,002	0,115	0,020	0,010
N ₂ O/Tierplatz	0,040	0,018	0,016	0,115	0,047	0,040

Quelle: eigene Berechnungen nach Neser 2001; Hartung 2002

Die deutlich differierenden Lachgasemissionen zwischen konventioneller und ökologischer Mastgeflügelhaltung bezüglich der Angabe Tierplatz und Einzeltier sind auf die stark voneinander abweichenden Mastdauern zurückzuführen (s. Tabelle 40).

In der Gesamtheit der Lachgasemissionen aus der Bereitstellung der Futtermittel und aus den jeweiligen Haltungssystemen spielen die Lachgasemissionen aus den Exkrementen für das Endergebnis bezogen auf die betrachtete Einheit (kg SG bzw. 100 Eier) keine Rolle (Tabelle 44).

Tabelle 44: Lachgasemissionen aus konventioneller, ressourcenschonender und ökologischer Geflügelhaltung

	Lachgasemissionen in [g N ₂ O/...]		
	konventionell	konventionell _{RS}	ökologisch
	Mastgeflügel		
- pro kg Schlachtgewicht (= Verzehrsgewicht)	1,8	1,4	1,3
	Legehennen		
- pro kg Eimasse	1,8	1,4	0,8

Quelle: eigene Berechnungen

Bei Legehennen keine Berücksichtigung der Küken und Junghennen.

Die Summe der Lachgasemissionen wird maßgeblich beeinflusst von der Bereitstellung der jeweiligen Futtermittel. Daher schneidet die Geflügelhaltung innerhalb des konventionellen Landbaus aufgrund der mineralischen Stickstoffdüngung schlechter ab als unter den Richtlinien des ökologischen Landbaus. Die Stallhaltungssysteme haben diesbezüglich eine vernachlässigbare Rolle. Auffallend in Tabelle 44 sind die Lachgasemissionen aus der konventionellen und der ressourcenschonenden Mast- und Legehennenhaltung, hier liegen die produktbezogenen Angaben jeweils gleich hoch.

IV.3.2.5 Zusammenfassung

Bei der Interpretation der in Tabelle 45 dargestellten zusammenfassenden Ergebnisse der Lachgasemissionen aus der konventionellen, konventionell ressourcenschonenden und ökologischen Nutztierhaltung ist zu berücksichtigen, dass teilweise bekannte Zu-

sammenhänge aus dem konventionellen Landbau auf den ökologischen Landbau übertragen werden mussten. Insgesamt sind die aufgeführten Zahlen als Näherungswerte aufzufassen. Darüber hinaus sind die biogenen Emissionen von Lachgas aus den landwirtschaftlichen Nutzflächen gegenwärtig noch wenig bekannt.

Tabelle 45: Spezifische Lachgasemissionswerte aus der konventionellen, ressourcenschonenden und ökologischen Nutztierhaltung

	N ₂ O-Emissionen in [g/...]					
	konventionell		konventionell _{RS}		ökologisch	
	pro Tier	pro kg Produkt	pro Tier	pro kg Produkt	pro Tier	pro kg Produkt
Milchvieh	3.430,0	0,5	2.510,0	0,4	2.690,0	0,5
Rinder	3.130,0	9,6	2.705,0	7,0	2.595,0	9,7
Schweine	655,0	7,4	615,0	6,9	780,0	9,0
Mastgeflügel	2,0	1,8	1,5	1,4	2,5	1,3
Legehennen	29,0	1,8	22,0	1,4	13,0	0,8

Quelle: eigene Berechnungen

Die mengenbezogenen Angaben bei Rind-, Schweine- und Geflügelfleisch beziehen sich jeweils auf ein kg SG. Bei Milchkühen, Rindern und Legehennen werden die tierbezogenen Angaben jeweils auf ein Kalenderjahr, bei Schweinen und Mastgeflügel auf die jeweilige Mastdauer berechnet.

Die in Tabelle 45 dargestellten Resultate können daher lediglich einen Ansatz zur Vergleichbarkeit verschiedener Wirtschaftsweisen liefern. Sie repräsentieren keine absoluten Werte, sondern müssen richtungsweisend interpretiert werden (Gutser 2006). Weiterhin musste auf die Ermittlung der biogenen Lachgasemissionen bei diversen Futtermittelkomponenten im Bereich der Schweine- und Geflügelfütterung verzichtet werden. Diese Komponenten stellen zum überwiegenden Teil Nebenprodukte aus der Nahrungsmittelindustrie mit einem geringen ökonomischen Wert dar. Rationskomponenten mit vernachlässigbar geringem Anteil in der Gesamtration wurden ebenfalls unberücksichtigt gelassen, z.B. pflanzliches Öl bei der Geflügelfütterung.

Im Bereich der Wiederkäuer liegen die produktbezogenen Lachgasemissionen bei der Erzeugung tierischer Lebensmittel zwischen konventioneller und ökologischer Wirtschaftsweise in vergleichbarer Höhe. Das heißt, der Einsatz mineralischer Stickstoffdüngemittel im konventionellen Landbau verursacht höhere betriebsmittelbedingte Lachgasemissionen als im ökologischen Landbau festgestellt werden können. Durch ein insgesamt höheres Leistungsniveau im Bereich der konventionellen Landwirtschaft sowie durch unterschiedliche Haltungssysteme können diese Differenzen jedoch wieder ausgeglichen werden.

Hingegen liegen die Lachgasemissionen bei der ökologischen Schweinehaltung etwas über denen aus der konventionellen Schweinehaltung während jedoch die ökologische Erzeugung von Geflügelprodukten (Fleisch und Eier) mit geringeren Lachgasemissionen einhergeht. Diese liegen ebenfalls unterhalb der Lachgasemissionen aus der konventionell ressourcenschonenden Erzeugung von Geflügelprodukten.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die konventionell ressourcenschonende Variante der Erzeugung tierischer Lebensmittel sich in den Kategorien Milch, Rindfleisch und Schweinefleisch eindeutig günstiger darstellt als die ökologische oder auch die konventionelle Variante. Mit vergleichsweise geringen Lachgasemissionen können Kuhmilch sowie Geflügelprodukte hergestellt werden. Hier bewegen sich die Lachgas-

emissionen zwischen 0,4 und 1,8 g pro kg Produkt. Die Erzeugung von Schweine- und Rindfleisch hingegen hat Lachgasemissionen zwischen 6,9 und 9,7 g pro kg zur Folge.

IV.3.3 Kohlendioxidemissionen

Die in Deutschland freigesetzten THE, berechnet nach CO₂-Äquivalenten, werden mit knapp 90 % dominiert von dem durch Verbrennungsvorgänge freigesetzten Kohlendioxid (CO₂). Betrachtet man die CO₂-Emissionen des landwirtschaftlichen Sektors, so spielt dieser mit etwa 3 %, bezogen auf die gesamten inländischen Kohlendioxidemissionen, eine untergeordnete Rolle (AK Land- und Forstwirtschaft 2000). Diese Emissionen sind maßgeblich zurückzuführen auf den direkten (Treibstoffe, Strom) und den indirekten Energieeinsatz (Produktion und Transport von Kraftfuttermitteln, chemisch-synthetischen Dünge- und Pflanzenschutzmitteln). Darüber hinaus führt auch der Verlust an organischer Bodensubstanz zur Freisetzung von Kohlendioxid (AK Land- und Forstwirtschaft 2000).

Neben den Emissionen stellt der Sektor Landwirtschaft auch ein bedeutsames Potenzial für CO₂-Senken dar. Diese werden durch den produzierten Gesamtertrag (Ernteertrag plus nicht zu erntende Ernte- und Wurzelrückstände) und die Akkumulation organischer Bodensubstanz gebildet. Die Bindung von Kohlenstoff in die Biomasse der kultivierten Pflanzen kann jedoch lediglich als eine temporäre Senke betrachtet werden, während die Speicherfähigkeit des Bodens ein enormes Reservoir darstellt (Bockisch 2000). Durch geeignete Bodenbewirtschaftungsmaßnahmen, z.B. konservierende Bodenbearbeitungsmaßnahmen, kann der organische Kohlenstoffgehalt im Boden konstant gehalten oder erhöht werden (z.B. verbleibende Ernterückstände auf dem Acker, verkürzte Brachezeiten, Zwischenfruchteinsaat über den Winter, Rückführung organischer „Abfälle“, Vermeidung von Bodenerosion oder eingeschränkte Bodenbearbeitung, verstärkter Leguminosenanbau; Bockisch 2000).

Da der überwiegende Teil der Ackerflächen in Deutschland seit einigen Jahrzehnten bewirtschaftet wird, ist anzunehmen, dass sich hinsichtlich des C-Gehaltes im Boden ein Fließgleichgewicht eingestellt hat, d.h. diese Böden stellen weder ein bedeutendes C-Reservoir noch eine bedeutende C-Quelle dar (ebd.). Auf lange Sicht wird sich aber auch auf weniger intensiv bearbeiteten Böden ein neues C-Fließgleichgewicht einstellen, so dass innerhalb dieser Studie keine relevanten Unterschiede hinsichtlich der biogenen CO₂-Emissionen zwischen konventioneller und ökologischer Wirtschaftsweise angenommen werden (vgl. Bockisch 2000).

Im Bereich der Tierhaltung wird die Annahme vertreten, dass das innerhalb der Stoffumsetzung zur Energiegewinnung im Tierkörper entstehende CO₂ zuvor innerhalb des Pflanzenbaus fixiert wurde. Demnach findet keine Nettoakkumulation bzw. -emission von CO₂ statt, die in den Kalkulationen berücksichtigt werden müsste. In den Berechnungen zu den CO₂-Emissionen aus der Tierhaltung werden somit lediglich die mit der Nutzung fossiler Treib- und Brennstoffe sowie die mit der Produktion und Bereitstellung der Betriebsmittel einhergehenden CO₂-Emissionen berücksichtigt. Zusätzlich hierzu finden noch, soweit möglich, die anteiligen Investitionsanlagen in der landwirtschaftlichen Erzeugung Berücksichtigung.

IV.3.3.1 Milchkuhhaltung

Die CO₂-Emissionen aus der konventionellen und ökologischen Milchproduktion wurden nach Bockisch (2000) berechnet und sind in Tabelle 46 aufgeführt. Grundlage dieser Daten sind die durchschnittlichen Futterrationen bei der konventionellen und der ökologischen Milchkuhhaltung (s. hierzu auch Kapitel IV.5).

Tabelle 46: Betriebsmittelbedingte CO₂-Emissionen der konventionellen, ressourcenschonenden und ökologischen Milcherzeugung

	CO ₂ -Emissionen					
	[kg CO ₂ /Tier]			[g CO ₂ /kg Milch]		
	konv.	konv. _{RS}	ökol.	konv.	konv. _{RS}	ökol.
Strom	201	201	197	29	29	36
Diesel	56	56	54	8	8	10
Schnitt/Weidegras	311	158	147	45	23	27
Maissilage	100	67	69	15	10	13
Grassilage	148	86	71	22	13	13
Kraftfutter	196	247	143	29	36	26
Heu	-	-	83	-	-	15
Summe	1.012	815	764	148	119	140
Summe inkl. Investitionen	1.250	1.040	1.020	182	153	184

Quelle: Bockisch 2000

Bei der Berechnung der produktbezogenen Emissionen muss berücksichtigt werden, dass nur 90 % der Gesamtemissionen aus den Angaben pro Tier der Kuhmilch, die restlichen 10 % dem Kalb zugeschlagen werden (s.o.).

Bei Betrachtung der Gesamtemissionen fällt auf, dass die CO₂-Emissionen pro Tier aus konventioneller Milcherzeugung etwa 30 % höher sind als aus ökologischer Erzeugung (ohne Berücksichtigung von Investitionsanlagen). Pro kg Milch verringert sich diese Differenz auf 5 % (Tabelle 46), da die Milchleistung innerhalb der ökologischen Milchviehhaltung im Durchschnitt deutlich unter jener aus der konventionellen liegt. Während die Kohlendioxidemissionen pro Tier innerhalb der ressourcenschonenden Variante um rd. 7 % über der ökologischen Variante liegen, betragen sie unter Bezugnahme auf das kg Milch in der ressourcenschonenden Variante lediglich noch 85 % im Vergleich zur ökologischen Milcherzeugung.

Der Großteil der Emissionen wird durch die Bereitstellung der Futtermittel verursacht. Hier spielen v.a. Kraftfutter und Gras die bedeutendste Rolle. Diese Komponenten sind auch für die Differenzen zwischen den Wirtschaftsweisen von besonderer Bedeutung. Des Weiteren lässt sich feststellen, dass die direkten Emissionen von CO₂ (Strom, Diesel) pro Tier in allen drei Wirtschaftsweisen absolut betrachtet etwa die gleiche Höhe haben. Im konventionellen Landbau liegt dieser bei etwa 25 % in Bezug auf die Gesamtemissionen, in der ressourcenschonenden Variante bei 32 % und in der ökologischen Milcherzeugung bei etwa 33 %.

Ein Vergleich der Gesamtemissionszahlen pro kg Milch mit weiteren Literaturquellen zeigt, dass andere Autoren – im Unterschied zu den berechneten Zahlen – zu deutlich höheren Emissionen bei konventioneller Erzeugung kommen als bei ökologischer Milchproduktion. Innerhalb einer Studie aus Österreich (NÖL 1999) wird mit etwa

194 g CO₂/kg Milch (konventionell) bzw. 143 g CO₂/kg Milch (ökologisch) gerechnet und innerhalb einer Studie aus Schweden (Cederberg 1998) mit 178 g CO₂/kg Milch (konventionell) bzw. 148 g CO₂/kg Milch (ökologisch).

Zu den Emissionen aus der Bereitstellung der Futtermittel werden die anteiligen Kohlendioxidemissionen aus den Investitionsgütern mit einberechnet. Hierbei wird der pro Produkteinheit erforderliche PEV mit einem pauschalen Emissionsfaktor multipliziert²⁰⁸. Aufgrund der geringeren Milchleistungen im Ökolandbau liegt sowohl der produktbezogene PEV als auch der damit verbundene Ausstoß von Kohlendioxid hier höher.

Summiert man die Emissionen von CO₂ aus Futtermitteln und Investitionsanlagen auf, so resultiert für ein kg konventionell erzeugter Milch ein Wert von 182 g CO₂, für ein kg ressourcenschonend erzeugte Milch 153 g CO₂ und für die ökologische Erzeugung 184 g CO₂ (Tabelle 46). Damit gleichen sich die Emissionen aus konventioneller und ökologischer Milcherzeugung, während innerhalb der ressourcenschonenden Milcherzeugung mit um etwa 15 % geringeren Emissionen zu rechnen ist.

IV.3.3.2 Rindermast

Für die Darstellung der Kohlendioxidemissionen aus der Rindermast (Tabelle 47) wird auf die Zahlen aus der Ermittlung des Primärenergiebedarfs zur Erzeugung von Rindfleisch zurückgegriffen. Hier erfolgt eine Berechnung der Emissionen aufgrund der Energiebedarfszahlen für die eingesetzten Futtermittel (direkter und indirekter Energieverbrauch), die jeweils mit einem spezifischen Emissionsfaktor, unterteilt nach konventionell und ökologisch, multipliziert werden²⁰⁹. Der Primärenergiebedarf für die Investitionen wird gemäß den Vorgaben in Fußnote 208 hinzuaddiert.

Tabelle 47: Betriebsmittelbedingte CO₂-Emissionen in der konventionellen, ressourcenschonenden und ökologischen Rindfleischerzeugung

Rindfleischerzeugung					
konventionell		konventionell _{RS}		ökologisch	
CO ₂ -Emissionen in...					
[kg/Tier]	[g/kg SG]	[kg/Tier]	[g/kg SG]	[kg/Tier]	[g/kg SG]
760	1.960	530	1.380	560	1.710

Quelle: eigene Berechnungen, Werte gerundet

Hierbei liegen die Emissionen pro Tier innerhalb der konventionellen Rindermast etwa 40 % über der ressourcenschonenden und etwa 35 % über der ökologischen Wirtschafts-

²⁰⁸ Aus Ermangelung an Datenmaterial wird ein Faktor gebildet, der sich aus den gesamtdeutschen direkten CO₂-Emissionen und Energieverbräuchen der entsprechenden Wirtschaftsbereiche (Maschinen-, Fahrzeugbau und Bauwesen) errechnen lässt und durchschnittlich 34 g CO₂/MJ Energieverbrauch beträgt (Statistisches Bundesamt 2004).

²⁰⁹ Diese Emissionsfaktoren ergeben sich aus den Anteilen der einzelnen Energieträger an der Erzeugung von Futtermitteln und bringen die unterschiedliche Gewichtung der Energieträger zwischen den beiden Wirtschaftsweisen zum Ausdruck. Sie werden unter Zuhilfenahme durchschnittlicher inländischer Emissionsfaktoren an deutsche Verhältnisse angepasst und betragen dementsprechend 76 g CO₂/MJ im konventionellen und 96 g CO₂/MJ im ökologischen Bereich (NÖL 1999; UBA 2003a).

form. In Bezug auf ein kg Fleisch hingegen sinkt die Differenz zwischen konventioneller und ökologischer Rindfleischerzeugung, aufgrund der geringeren produktbezogenen Leistungen im ökologischen Landbau, auf etwa 15 %. Auch in diesem Bereich dezimieren die durchschnittlich geringeren Ertragsleistungen des ökologischen Landbaus sowie die relativ höheren Emissionen aus den Investitionsgütern, die nicht zuletzt als Folge der geringeren Leistungen zu sehen sind, die Vorteile aus der Futterbereitstellung.

IV.3.3.3 Schweinemast

Die mit der Schweinemast verbundenen Kohlendioxidemissionen werden analog zur Vorgehensweise bei der Rindfleischerzeugung generiert. Unter Einbezug der Investitionen ergeben sich die in Tabelle 48 dargestellten betriebsmittelbedingten CO₂-Emissionen durch die Erzeugung von Schweinefleisch. Der Vergleich der Berechnungen mit Angaben von Bockisch (2000) (ressourcenschonende Erzeugung 908 g/kg SG; ökologische Erzeugung 1.556 g/kg SG) zeigt eine gute Übereinstimmung der Zahlen.

Tabelle 48: Betriebsmittelbedingte CO₂-Emissionen in der konventionellen, ressourcenschonenden und ökologischen Schweinefleischerzeugung

Schweinemast					
konventionell		konventionell _{RS}		ökologisch	
CO ₂ -Emissionen in...					
[kg/Tier]	[g/kg SG]	[kg/Tier]	[g/kg SG]	[kg/Tier]	[g/kg SG]
91	1.000	80	890	133	1.550

Quelle: eigene Berechnungen
SG = Schlachtgewicht, Werte gerundet.

Pro Einzeltier betragen die Emissionen bei ökologischer Erzeugung rd. 45 % mehr als bei konventioneller bzw. 65 % mehr als bei ressourcenschonender Schweinefleischerzeugung. Unter Bezugnahme auf ein kg Schweinefleisch erhöhen sich diese Differenzen aufgrund der geringeren Leistungen im ökologischen Landbau nochmals um jeweils etwa 10 %. Der Großteil der Kohlendioxidemissionen innerhalb der Schweinemast stammt aus der Bereitstellung der jeweiligen Futtermittel. Die Berücksichtigung der Emissionen aus Investitionsanlagen spielt im Bereich der Schweinefleischerzeugung eine untergeordnete Bedeutung.

IV.3.3.4 Geflügelhaltung

Die Berechnung der Kohlendioxidemissionen aus dem Bereich der Geflügelhaltung erfolgt analog zur Rind- und Schweinefleischerzeugung anhand des jeweiligen PEV und entsprechender Emissionsfaktoren. Tabelle 49 sind die betriebsmittelbedingten CO₂-Emissionen aus der Geflügelhaltung zu entnehmen. In den Berechnungen wird von einer Betrachtung der Emissionen aus den Investitionsanlagen abgesehen (s.a. Kapitel IV.2.4).

Tabelle 49: Betriebsmittelbedingte CO₂-Emissionen in der konventionellen, ressourcenschonenden und ökologischen Geflügelhaltung

		Geflügelhaltung		
		konventionell	konventionell _{RS}	ökologisch
Geflügelfleisch	g CO ₂ /kg Fleisch	1.125	1.070	2.190
Hühnerei	g CO ₂ /kg Eimasse	1.080	830	1.315
Hühnerei	g CO ₂ /Ei	60	45	75

Quelle: eigene Berechnungen

Auffällig hierbei sind die höheren Emissionsangaben bei der ökologischen Geflügelfleischerzeugung, die aus den größeren Energieaufwendungen resultieren. Im Vergleich zur konventionellen bzw. ressourcenschonenden Geflügelfleischerzeugung liegen die Emissionen pro kg Fleisch etwa doppelt so hoch. Die Emissionen von Kohlendioxid bei der Erzeugung ökologischer Eier liegen etwa 25 % bzw. 65 % über der konventionellen bzw. ressourcenschonenden Eierzeugung.

IV.3.3.5 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Ein Vergleich der CO₂-Emissionen aus der Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft bei unterschiedlicher Produktionsweise (Tabelle 50) zeigt, dass die ökologische Erzeugung von Milch und Rindfleisch pro Tier deutlich geringere Emissionen hervorruft (etwa 75 bis 80 % der Emissionen von konventioneller Erzeugung). Diese Differenzen verringern sich bei Zugrundelegung eines kg Milch bzw. Rindfleisch auf knapp 90 % bei Rindfleisch. Die produktbezogenen Werte für Milch gleichen einander an.

Tabelle 50: CO₂-Emissionen bei der konventionellen, ressourcenschonenden und ökologischen Nutztierhaltung

CO ₂ -Emissionen						
	konventionell		konventionell _{RS}		ökologisch	
	[kg/Tier] ¹⁾	[g/kg Produkt]	[kg/Tier] ¹⁾	[g/kg Produkt]	[kg/Tier] ¹⁾	[g/kg Produkt]
Kuhmilch	1.250	182	1.040	153	1.020	184
Rindfleisch	760	1.960	530	1.380	560	1.710
Schweinefleisch	91	1.000	80	890	133	1.550
Geflügelfleisch	1	1.125	1	1.070	4	2.190
Hühnerei	17	1.080	13	830	21	1.315

Quelle: eigene Berechnungen

¹⁾ Bei Milchkühen und Legehennen jeweils bezogen auf ein Kalenderjahr, bei Rindern, Schweinen und Mastgeflügel bezogen auf die jeweilige Mastdauer.

In den Kategorien Schweine- und Geflügelfleisch sowie Eier werden hingegen bei einer ökologischen Erzeugung höhere Emissionen an Kohlendioxid hervorgerufen (tierbezogen zwischen 20, 50 und 230 %, produktbezogen zwischen 20, 50 und 100 %).

Die Erzeugung tierischer Lebensmittel unter ressourcenschonender Wirtschaftsweise hat im Vergleich zur ökologischen Variante in den Kategorien Milch und Rindfleisch tierbezo-

gen etwa gleich hohe Emissionen zur Folge. In den übrigen Kategorien sowie unter Bezugnahme auf das kg Produkt ergeben sich jedoch stets deutlich geringere Emissionen an Kohlendioxid.

Um die verschiedenen treibhauswirksamen Gase verrechnen zu können, wird eine gemeinsame Einheit für die einzelnen Klimawirksamkeiten definiert: das Global Warming Potential (GWP). Die Klimawirksamkeit von CO₂ erhält den Wert „1“ und die anderen treibhauswirksamen Gase werden in Relation dazu bewertet. Da die einzelnen Gase eine unterschiedliche Verweildauer in der Atmosphäre besitzen, bezieht man die Klimawirksamkeit auf einen bestimmten Zeitraum, meist 100 Jahre. Unter diesen Prämissen beträgt das GWP von Methan = 21 und das von Lachgas = 310 (UBA 2003b). Durch Gewichtung der berechneten CO₂-, N₂O- und CH₄-Emissionen werden in Tabelle 51 CO₂-Äquivalente für die Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft mit unterschiedlicher Wirtschaftsweise ausgewiesen.

Tabelle 51: Tierbezogene CO₂-Äquivalente aus der konventionellen, ressourcenschonenden und ökologischen Nutztierhaltung

	tierbezogene CO ₂ -Äquivalente [kg CO ₂ -Äquiv./(Tier*a)]											
	konventionell				konventionell _{RS}				ökologisch			
	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CO ₂ -Äquiv.	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CO ₂ -Äquiv.	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CO ₂ -Äquiv.
Milchkuh	2.728	1.063	1.250	5.041	2.728	778	1.040	4.546	2.363	834	1.020	4.216
Rind	1.674	972	640	3.286	1.674	708	451	2.833	1.473	805	458	2.736
Schwein ¹⁾	84	203	91	378	84	191	80	355	59	242	133	434
Mastgeflügel ¹⁾	0,2	0,6	1,3	2	0	0,5	1	2	0,4	0,8	4,4	6
Legehennen	2	9	17	28	2	7	13	21	2	4	21	27

Quelle: eigene Zusammenstellung

¹⁾ bezogen auf die jeweilige Mastdauer; bei Schweinen inkl. der jeweiligen Anteile Ferkel und Sauen.

Im Bereich der Wiederkäuer liegen die tierbezogenen CO₂-Äquivalente innerhalb der ökologischen Wirtschaftsweise bis zu knapp 20 % unter den Werten aus dem konventionellen Landbau. Die CO₂-Äquivalente aus der Mastschweine- und Geflügelhaltung hingegen sind innerhalb des ökologischen Landbaus teilweise deutlich höher. Im Bereich der Legehennenhaltung gleichen sie sich an.

Ein ähnliches Bild zeichnet sich tierbezogen auch beim Vergleich zwischen ökologischer und ressourcenschonender Erzeugung ab, wenngleich die Differenzen etwas geringer sind. Lediglich im Bereich der ressourcenschonenden Legehennenhaltung schneidet diese Variante deutlich besser ab als die ökologische.

Die Betrachtung der Gesamtemissionen zeigt den hohen Anteil der Methanemissionen bei den Wiederkäuern, während dieses klimarelevante Gas innerhalb der übrigen Nutztierarten keine dominierende Rolle einnimmt. Bei den klimarelevanten Emissionen aus der Schweinemast sind dagegen bei allen Produktionsweisen die N₂O-Emissionen hervorstechend, da sie gut die Hälfte der CO₂-Äquivalente ausmachen.

Bei der Reihenfolge der CO₂-Äquivalente fallen die hohen Werte der Milchkuhe und Rinder auf, gefolgt von Schweinen, Legehennen und Mastgeflügel. Neben der jeweiligen Mast-/Lebensdauer ist der stoffwechselbedingte Ausstoß von Methan bei den Wieder-

käuern entscheidend hierfür verantwortlich. Die Anteile der Emissionen von Lachgas und Kohlendioxid sind hingegen in etwa gleich hoch bei jeder einzelnen betrachteten Wirtschaftsweise.

Die Betrachtung einer Mengeneinheit des jeweiligen Erzeugnisses zeigt, dass die Erzeugung von Rindfleisch mit Abstand die höchsten CO₂-Emissionen hervorruft. Aufgrund der hohen jährlichen Leistungen bei der Milcherzeugung, im Vergleich zur Erzeugung von Fleisch, sinken die relativen CO₂-Äquivalente pro kg Milch stark ab, so dass hier die geringsten Emissionen pro kg erzielt werden können. Bei einem Vergleich auf Grundlage des Nährstoff- oder Energiegehaltes würden die Vorteile der Milch entsprechend gemindert²¹⁰.

Tabelle 52: Produktbezogene CO₂-Äquivalente aus konventioneller, ressourcenschonender und ökologischer Nutztierhaltung

	produktbezogene CO ₂ -Äquivalente		
	g CO ₂ -Äquiv./kg erzeugtes Produkt ¹⁾		
	konventionell	konventionell _{RS}	ökologisch
Milch	826	745	843
Rindfleisch	10.066	8.679	10.223
Schweinefleisch	4.109	3.860	4.965
Geflügelfleisch	1.978	1.798	2.846
Hühnerei	1.724	1.338	1.592

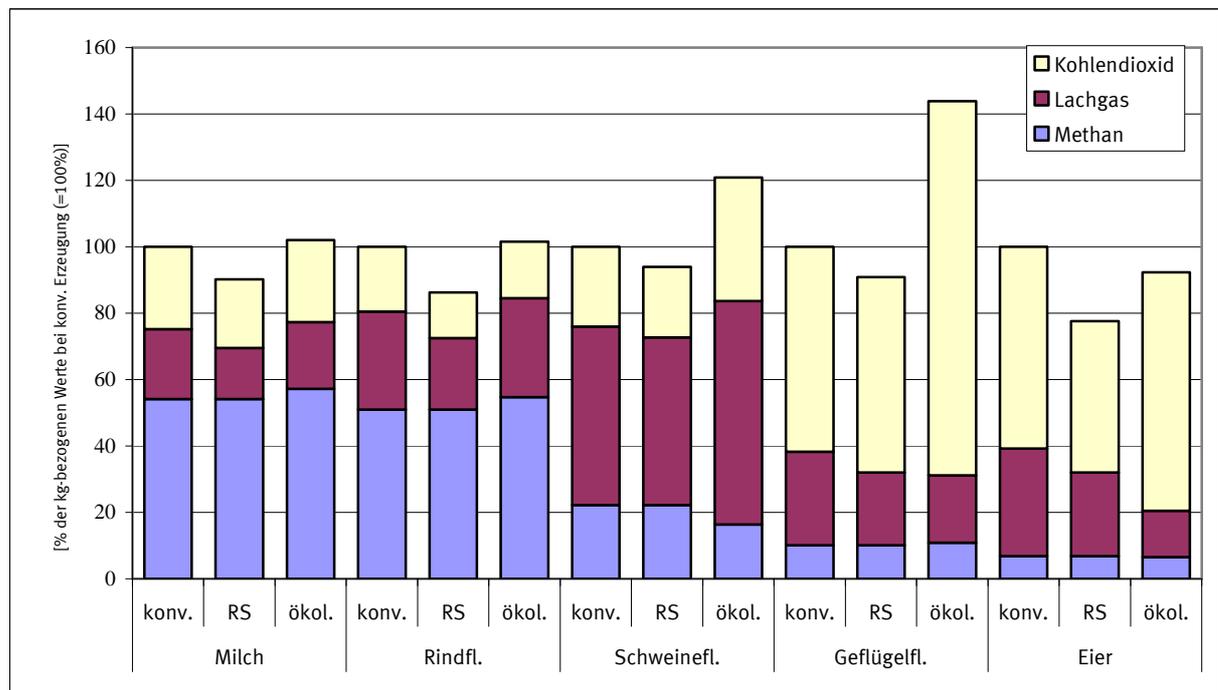
Quelle: eigene Berechnungen

¹⁾ bei Fleisch bezogen auf das SG.

Wie Tabelle 52 zeigt, verändern sich auch die Verhältnisse bezüglich des GWP zwischen den betrachteten Wirtschaftsweisen deutlich, wenn man die Emissionen auf die erzeugte Produkteinheit bezieht. Dann ergeben sich in etwa gleich hohe CO₂-Äquivalente pro kg Milch bzw. Rindfleisch bei ökologischer und konventioneller Erzeugung. Im Vergleich zur ressourcenschonenden Produktionsweise liegen die CO₂-Äquivalente bei ökologischer Erzeugung dagegen bei Milch um 13 % und bei Rindfleisch 18 % höher. Bei der Erzeugung von Geflügelfleisch sind die CO₂-Äquivalente bei ökologischer Erzeugung deutlich höher als bei konventioneller oder ressourcenschonender Produktion (Abbildung 17).

²¹⁰ Wählt man beispielsweise den Energiegehalt als Vergleichsgrundlage, so erhöht sich der Kohlendioxid-ausstoß bei Milch um den Faktor von 2,5 (Milch ca. 70 kcal/100g, Rindfleisch ca. 175 kcal/100g).

Abbildung 17: CO₂-Äquivalente bei ressourcenschonender bzw. ökologischer Wirtschaftsweise tierischer Lebensmittel im Vergleich zur konventionellen Produktion



Quelle: eigene Darstellung; RS = ressourcenschonende Erzeugung

In Abbildung 17 wird deutlich, dass der dominierende Anteil der Methanemissionen bei den Wiederkäuern zu finden ist (etwa 50 % der Gesamtemissionen), der bei den Monogastriern eine untergeordnete Rolle bezogen auf die Gesamtemission klimawirksamer Gase spielt. Bei der Erzeugung von Schweinefleisch steht das Lachgas mit etwa der Hälfte der Gesamtemissionen an erster Stelle. Bei der landwirtschaftlichen Erzeugung von Geflügelfleisch dominiert der Anteil der Kohlendioxidemissionen (zwischen 70 und 80 % der Gesamtemissionen).

Zur Einordnung der Ergebnisse zu den CO₂-Äquivalenten aus der Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft sollen diese – soweit verfügbar – mit Literaturangaben verglichen werden. Die hier durchgeführten Berechnungen zeigen, dass pro kg erzeugter Milch in etwa gleich hohe Mengen an CO₂-Äquivalenten freigesetzt werden. Cederberg et al. (2000) kommen dagegen insgesamt zu höheren Emissionen an CO₂-Äquivalenten und zu dem Ergebnis, dass pro kg konventionell erzeugter Milch mehr CO₂-Äquivalente (990 g) als pro kg ökologisch erzeugter Milch (942 g) emittiert werden. Verglichen mit den Berechnungen von Iepema et al. (2001) zeigt sich eine Ähnlichkeit in der Höhe der CO₂-Äquivalente bei konventioneller Milcherzeugung (888 g CO₂-Äquivalente/kg Milch), jedoch ist die ökologische Milcherzeugung (922 g CO₂-Äquivalente/kg Milch) hier mit deutlich höheren Emissionen behaftet als die konventionelle Variante. In der Arbeit von Haas et al. (2001) werden dagegen für ökologisch und konventionell erzeugte Milch mit jeweils 1.300 g CO₂-Äquivalenten/kg Milch gleiche, allerdings sehr viel höhere Angaben gemacht als hier (um 57 % höher) und in den anderen Studien berechnet wurden. Zu ebenfalls deutlich höheren Ergebnissen kommt van der Zijpp (2001), der für die konventionelle Milcherzeugung 1.129 g CO₂-Äquivalenten/kg Milch und für die ökologische Erzeugung 974 g CO₂-Äquivalenten/kg Milch angibt. Hier sind sowohl die absoluten Zahlen

als auch die Differenzen zwischen den beiden Erzeugungsvarianten deutlich höher als in der eigenen Berechnung. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass van der Zijpp (2001) etwa doppelt so hohe Milchleistungen in beiden Wirtschaftsformen annimmt.

In den Studien von Cederberg et al. (2000), Iepema et al. (2001) und Haas et al. (2001) bewegt sich für die konventionelle Milcherzeugung der Anteil der Methanemissionen an den gesamten CO₂-Äquivalenten um 50 %, eine Größenordnung, die gut mit den eigenen Berechnungen korreliert. Auch die Angaben zum höheren Methanemissionsanteil aus ökologischer Milcherzeugung (rd. 60 %) passen gut mit den eigenen Ergebnissen (rd. 56 %) zusammen.

Die Ergebnisse zu den CO₂-Äquivalenten aus der Rindermast werden mit Angaben von Reitmayr (1995) und Wechselberger (2000) verglichen. Innerhalb der integrierten Rindermast werden von Reitmayr (1995) pro Tier 3.088 kg CO₂-Äquivalente bzw. 8,5 kg CO₂-Äquivalente/kg Fleisch errechnet. Diese Emissionen liegen sowohl pro Tier als auch pro kg Fleisch in der gleichen bzw. ähnlichen Größenordnung wie die in dieser Arbeit ermittelten Angaben zur ressourcenschonenden Erzeugung. Die tierspezifischen CO₂-Äquivalente aus ökologischer Rindermast werden bei Reitmayr (1995) auf rd. 5.600 kg pro Tier bzw. 29 kg pro kg Fleisch beziffert. Im Vergleich dazu werden in der eigenen Berechnung etwa 2.740 kg CO₂-Äquivalente pro Tier und etwa 10,2 kg CO₂-Äquivalente/kg Fleisch ermittelt. Damit liegen die eigenen Werte deutlich unter den Angaben von Reitmayr. Die Zahlen von Reitmayr können jedoch nicht mit den eigenen Berechnungen verglichen werden, da dieser eine Mutterkuhhaltung unterstellt, die nicht mit der in dieser Studie betrachteten ökologischen Rindermast vergleichbar ist.

Der Vergleich der Ergebnisse mit den Angaben von Wechselberger (2000) zeigt, dass dessen Zahlen etwas höher liegen als die eigenen Werte. Für die konventionelle Rindermast – ausschließliche Betrachtung der Mast von 125 bis 625 kg und ohne Berücksichtigung der Emissionen aus der Gebäudeherstellung – nennt Wechselberger (2000) tierspezifische CO₂-Äquivalente von rd. 4.160 kg und mengenspezifische Emissionen von 11,5 kg. Im Vergleich dazu liegen die eigenen Werte pro Tier deutlich (3.290 kg pro Tier) und pro Produkteinheit (10,1 kg/kg Fleisch) etwas darunter. Die THE innerhalb der Mutterkuhhaltung liegen pro Tier gleichfalls deutlich über den eigenen Berechnungen zur ökologischen Rindermast. Die Unterschiede bei den mengenbezogenen Emissionen sind hingegen nicht so drastisch wie beim Vergleich mit der Studie von Reitmayr (1995), da Wechselberger (2000) mit einem höheren Fleischanteil pro Mutterkuheinheit²¹¹ kalkuliert.

IV.3.4 Emissionen aus Verarbeitung und Transport

Die Abschätzung der klimawirksamen Emissionen aus der weiteren Verarbeitung der landwirtschaftlich erzeugten tierischen Lebensmittel erfolgt anhand der Berechnungen aus Kapitel IV.2. Auf die gesonderte Darstellung der konventionellen ressourcenschonenden Variante wird in diesem Kapitel verzichtet, da sich diese nur auf die landwirtschaftliche Produktion bezieht.

²¹¹ Mit Anteil Altkuh sowie Nachzucht.

IV.3.4.1 Emissionen bei der Milchbereitstellung

Bei der Milchverarbeitung wird davon ausgegangen, dass die gemolkene Milch bis zur Abholung durch Tanksammelwagen mit Eiswasser gekühlt wird. Die in die Molkerei angelieferte Rohmilch wird aufbereitet, verpackt und über ein Zentrallager in die Verkaufsstätten transportiert. Zusätzlich werden die anteiligen Emissionen aus den Kapitalanlagen mit Zahlen belegt.

Wie die Ergebnisse in Tabelle 53 zeigen, stammt der größte Teil der CO₂-Äquivalente aus der landwirtschaftlichen Erzeugung, nur knapp 15 % entfallen auf Verarbeitung und Transport.

Tabelle 53: Treibhausgasemissionen aus der Milchbereitstellung bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise

	Treibhausgasemissionen aus der Milchbereitstellung		
	konventionell	konventionell _{RS}	ökologisch
	CO ₂ -Äquivalente [g/kg Milch]		
Eiswasserkühlung ¹⁾	51		
Rohmilcherfassung ²⁾	13		
Produktherstellung (inkl. Verpackungsmaterial) ³⁾	25		
Transport ²⁾ Molkerei nach Zentrallager	4		
Transport ²⁾ Zentrallager nach Verkaufsstätte	24		
Maschinen/Gebäude ⁴⁾	7		
Summe Verarbeitung/Transport	124		
Emissionen aus landwirtschaftlicher Erzeugung	826	745	843
Landwirtschaft inklusive Verarbeitung/Transport	950	869	967

Quelle: eigene Berechnungen

¹⁾ Berechnung erfolgt auf Basis des deutschen Strom-Mix bzw. rd. 180 g CO₂ pro MJ (GEMIS 1997; Teske 2002).

²⁾ Basis ist die Primärenergie- und CO₂-Effizienz im Güterverkehr (79,4 g CO₂/MJ) sowie der PEV des eingesetzten Fahrzeuges (IFEU/TÜV 1992; Hoffmann et al. 2001).

³⁾ Die CO₂-Emissionen aus Molkereien werden mit rd. 18 g CO₂/MJ PEV angesetzt (Durchschnitt aus Gropper o.J.; Andechser Molkerei 2000; Weihestephan 2001).

⁴⁾ Die Emissionen aus Investitionsgütern werden auf 34 g CO₂/MJ PEV festgesetzt (vgl. Kapitel IV.3.3.1).

Der Vergleich der THE aus der Erzeugung und Verarbeitung (inklusive Transport) von Milch bei unterschiedlicher Produktionsweise zeigt, dass diese bei ökologischer Milch um etwa 2 % höher sind als bei konventioneller Milch und um 11 % höher als bei ressourcenschonend erzeugter Milch (Tabelle 53). Die Differenzen sind allein auf die landwirtschaftliche Produktion zurückzuführen.

IV.3.4.2 Emissionen aus Transport und Verarbeitung von Fleisch und Eiern

Bei der Bereitstellung von Fleisch (frisch und verarbeitet) und Eiern stammt bei allen drei Wirtschaftsweisen der kleinere Teil der THE aus Verarbeitung, Transport und Lagerung und der größere Teil aus der landwirtschaftlichen Produktion (Tabelle 54). Diese Aufteilung trifft zwar auch auf die Emissionen aus der Milcherzeugung zu, wobei hier die Spanne zwischen den einzelnen Prozessschritten (Landwirtschaft und Weiterverarbeitung)

nicht so groß ist. Die Emissionen innerhalb der betrachteten Fleischwaren und bei Eiern unterscheiden sich mitunter deutlich von den Emissionen aus der Bereitstellung von Kuhmilch. Dabei liegt der Trockenmassegehalt von Milch jedoch auch unter dem von Fleisch und Eiern.

Tabelle 54: Treibhausgasemissionen aus der Bereitstellung von Fleisch und Eiern bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise

	CO ₂ -Äquivalente in [g/kg]											
	konventionell				konventionell _{RS}				ökologisch			
	Rind	Schwein	Gefl.	Eier	Rind	Schwein	Gefl.	Eier	Rind	Schwein	Gefl.	Eier
Schlachtung/Verarbeitung/ Verpackung (Verarbeitungsfleisch/Eier) ¹⁾	1.035	1.056	1.077	908	1.035	1.056	1.077	908	1.035	1.056	1.077	855
Schlachtung/Verpackung (Frischfleisch) ¹⁾	127	148	169		127	148	169		127	148	169	
Lagerung ²⁾	18	18	18		18	18	18		18	18	18	
Transporte Verarbeitungsfleisch/Eier ³⁾	98	98	98	94	98	98	98	94	98	98	98	94
Transporte Frischfleisch ³⁾	80	80	80		80	80	80		80	80	80	
Summe aus Verarbeitung/ Transporten	688	709	730	1.003	688	709	730	1.003	688	709	730	949
Summe aus landw. Erzeugung	10.066	4.109	1.978	1.724	8.679	3.860	1.798	1.338	10.223	4.965	2.846	1.592
Landwirtschaft inkl. Verarb./ Transport	10.754	4.818	2.708	2.727	9.367	4.569	2.528	2.341	10.911	5.674	3.576	2.541

Quelle: eigene Zusammenstellung

¹⁾ Bei Fleisch wird ein Mittelwert aus verarbeitetem und frischem Fleisch gebildet. Bei Frischfleisch entfallen daher die Verarbeitungsschritte und ein Teil der Transporte. Bei Eiern gleiche Emissionen in der Verarbeitung wie Schlachtereie/Fleischerei (105,6 g CO₂/MJ), Eiergewicht konventionell 58 g/Stück, ökologisch 62 g/Stück.

Emissionen Schlachtereie bei 60 % thermischer, 40 % elektrischer Energie (Erdgas: 56 g CO₂/MJ; Strom: 180 g CO₂/MJ, Mix: 105,6 g CO₂/MJ; GEMIS 1997; UBA 2003a).

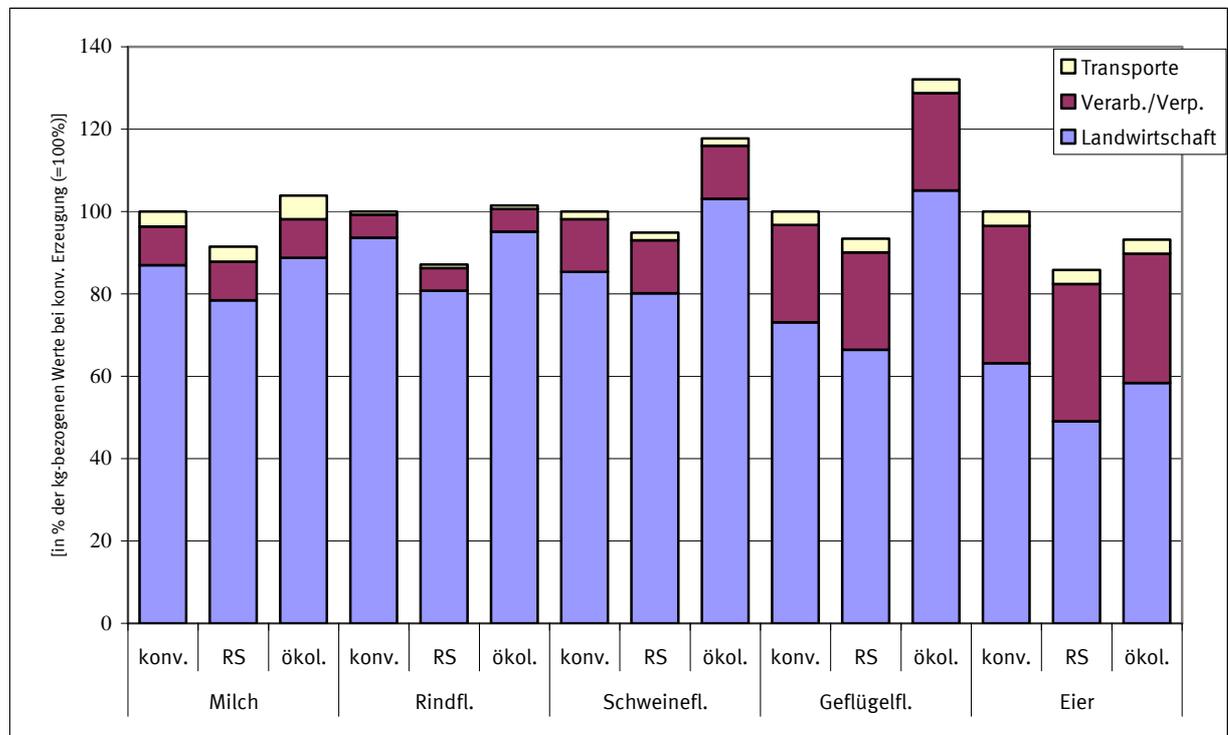
²⁾ Lagerungsemissionen aus Emissionen bei Strom (Mix: 180 g CO₂/MJ; GEMIS 1997).

³⁾ Transporte mit 79,4 g CO₂/MJ (IFEU/TÜV 1992; Hoffmann et al. 2001).

Mit Ausnahme von Hühnereiern liegen die klimaschädlichen THE bei der Erzeugung und Verarbeitung tierischer Lebensmittel bei ökologischer Erzeugung stets über denen aus konventioneller Erzeugung. Bei Rindfleisch unterscheiden sich die Angaben nur minimal, bei Schweine- und Geflügelfleisch liegen die Emissionen innerhalb der ökologischen Landwirtschaft um 20 bis 30 % über denen aus konventioneller Landwirtschaft.

In Abbildung 18 wird deutlich, dass der Anteil von Verarbeitung/Transporte an den Gesamtemissionen – mit Ausnahme der Eier (hier um 35 %) – den geringeren Anteil beisteuert. Weiter ist zu erkennen, dass – wenn die THE aus konventioneller Erzeugung auf 100 % und die Emissionen aus den anderen Wirtschaftsformen ins Verhältnis hierzu gesetzt werden – die ressourcenschonende Erzeugung immer geringere Emissionen (zwischen 5 und 14 %) und die ökologische Erzeugung immer höhere – die Eier bilden hierbei eine Ausnahme – THE aufweisen (zwischen 1 und 32 %).

Abbildung 18: Treibhausgasemissionen bei ressourcenschonender bzw. ökologischer Wirtschaftsweise tierischer Lebensmittel im Vergleich zur konventionellen Produktion



RS = ressourcenschonende konventionelle Produktion

IV.3.5 Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen bei eingeschränktem Verzehr an tierischen Lebensmitteln bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise

Wird der Verzehr an tierischen Lebensmitteln gemäß den wissenschaftlichen Empfehlung der DGE (Kapitel III) eingeschränkt, resultieren daraus die in Tabelle 55 dargestellten verzehrten Mengen an Milch, Rind-, Schweine- und Geflügelfleisch sowie Eiern. Diese Anteile variieren je nach Lebensmittel zwischen 23 und 81 % im Vergleich zum IZ. Besonders hoch ist der Rückgang beim Verzehr an Geflügelfleisch (um 81 %) und Schweinefleisch (um 65 %). Der Eierverbrauch wird um rd. 40 % des gegenwärtigen Verzehrs eingeschränkt. Der Konsum von Milch²¹² und Rindfleisch ist mit einer Verringerung um rd. 23 % am wenigsten stark betroffen.

²¹² Ausgedrückt in Vollmilchäquivalenten.

Tabelle 55: Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen bei eingeschränktem Verzehr tierischer Lebensmittel aus konventioneller Produktion

	Ist-Zustand (2002)			eingeschränkter Verzehr tierischer Lebensmittel		
	Verbrauch ¹⁾ [kg/(p*a)]	PEV [MJ]/(p*a)]	CO ₂ -Äq. [kg / (p*a)]	Verbrauch ¹⁾ [kg/(p*a)]	PEV [MJ]/(p*a)]	CO ₂ -Äq. [kg/(p*a)]
Milch	334,0	1.787	317	257,0	1.375	244
Rindfleisch ²⁾	12,7	437	136	10,0	234	67
Schweinefleisch	52,6	1.069	253	18,4	374	89
Geflügelfleisch	17,6	385	48	3,3	73	9
Eier (Stück)	220,0	303	35	133,0	183	21
Summe	-	3.981	789	-	2.239	430

Quelle: eigene Zusammenstellung

¹⁾ Die Angaben bei Fleisch beziehen sich auf das kg SG, d.h. dass hier die Verbrauchsmengen anstelle der Verzehrsmengen angegeben sind.

²⁾ Bei der Hochrechnung für Rindfleisch werden die direkt vom Mastrind stammenden Mengen mit den Primärenergie- und Treibhausgasfaktoren berechnet. Beim Fleischanteil aus Milchkühen fließen dagegen nur die Auswirkungen aus Verarbeitung/Transport ein, da die landwirtschaftlichen bereits bei Milch berücksichtigt wurden.

Auf Basis dieser eingeschränkten Verzehrsmengen ergeben sich bei konventioneller Erzeugung um 45 % verringerte THE und ein um 44 % verringerter Verbrauch an Primärenergie im Vergleich zum IZ 2002 (Tabelle 55). Auffallend ist der hohe Anteil des Energieverbrauchs (45 % des gesamten Verbrauchs aus dem Verzehr tierischer Lebensmittel) und der THE (40 % der gesamten Emissionen aus dem Verzehr tierischer Lebensmittel) aus der Milchbereitstellung am IZ. Der Beitrag der Milcherzeugung am PEV und an den THE aus dem Verzehr tierischer Lebensmittel steigt bei eingeschränktem Verzehr tierischer Lebensmittel weiter auf 61 % (PEV) bzw. 57 % (CO₂-Äquivalente) an. Dies hängt mit dem relativ hohen Konsum an Milch sowohl im IZ als auch bei eingeschränktem Verzehr zusammen. Während Schweinefleisch gegenwärtig einen ebenfalls beträchtlichen Anteil an den betrachteten Indikatoren hält, reduziert sich dieser aufgrund der im Vergleich zu Milch deutlich stärker eingeschränkten Verzehrsmengen.

Reduktion der Bereitstellung tierischer Lebensmittel bei ökologischer und ressourcenschonender Produktion

Geht man von einer ökologischen Erzeugung der tierischen Lebensmittel – sowohl im IZ als auch bei eingeschränktem Verzehr – so werden die jeweiligen Lebensmittel zwischen 8 und 83 % und damit in einer ähnlichen Spanne verringert wie bei konventioneller Erzeugung (vgl. Tabelle 56).

Bei ökologischer Erzeugung ergeben sich gegenüber dem IZ aus der konventionellen Erzeugung bei einer Reduktion des Verzehrs tierischer Lebensmittel ähnliche Einsparungen im Bereich des PEV und der THE (Tabelle 56) im Vergleich zu den Einsparungen bei konventioneller Erzeugung (vgl. Tabelle 55). Im Vergleich zum IZ mit ökologischer Erzeugung sind die Werte bei eingeschränktem Verzehr um 23 bis 80 % niedriger.

Tabelle 56: Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen bei eingeschränktem Verzehr tierischer Lebensmittel aus ökologischer Produktion

	Ist-Zustand (2002)			eingeschränkter Verzehr tierischer Lebensmittel		
	Verbrauch ¹⁾ [kg/(p*a)]	PEV [MJ]/(p*a)]	CO ₂ -Äq. [kg/(p*a)]	Verbrauch ¹⁾ [kg/(p*a)]	PEV [MJ]/(p*a)]	CO ₂ -Äq. [kg/(p*a)]
Milch	334,0	1.720	323	257,0	1.324	249
Rindfleisch	12,7	351	138	10,7	195	67
Schweinefleisch	52,6	1.243	298	16,9	400	96
Geflügelfleisch	17,6	526	63	3,2	96	11
Eier (Stück)	220,0	311	34	124,0	175	19
Summe	-	4.151	856	-	2.190	442

Quelle: eigene Zusammenstellung

¹⁾ Die Angaben bei Fleisch beziehen sich auf das kg SG, d.h. dass hier die Verbrauchsmengen anstelle der Verzehrsmengen angegeben sind.

Darüber hinaus können die tierischen Lebensmittel auch ressourcenschonend hergestellt werden. Hierbei wird ein Teil der mineralischen Düngemittel durch organische ersetzt. Ebenfalls werden innerhalb dieser Variante Kraftfuttermischungen z.T. hofeigen selber gemischt. Im Vergleich zur ressourcenschonenden Bereitstellung in der Ist-Situation könnten durch einen verringerten Verzehr der PEV und die THE um 23 % bis 81 % verringert werden (Tabelle 57). Insgesamt kann der PEV auf 56 % und der Ausstoß an Treibhausgasen auf 54 % im Vergleich zum IZ (konventionelle Erzeugung) vermindert werden.

Tabelle 57: Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen bei eingeschränktem Verzehr tierischer Lebensmittel aus ressourcenschonender Produktion

	Ist-Zustand (2002)			eingeschränkter Verzehr tierischer Lebensmittel		
	Verbrauch [kg/(p*a)]	PEV [MJ]/(p*a)]	CO ₂ -Äq. [kg/(p*a)]	Verbrauch [kg/(p*a)]	PEV [MJ]/(p*a)]	CO ₂ -Äq. [kg/(p*a)]
Milch	334	1.587	290	257	1.221	223
Rindfleisch ²¹³	12,7	333	118	10,0	185	59
Schweinefleisch	52,6	990	240	18,4	347	84
Geflügelfleisch	17,6	373	44	3,3	71	8
Eier (Stck.)	220	261	30	133	157	18
Summe	-	3.544	722	-	1.981	392

Quelle: eigene Zusammenstellung

²¹³ Bei Rindfleisch werden nur die direkt vom Mastrind stammenden Mengen mit den Primärenergie- und Treibhausgasemissionsfaktoren berechnet. Das Fleisch aus Milchkühen wird erst ab der Verarbeitung betrachtet, da die landwirtschaftlichen Umweltwirkungen bereits bei der Milcherzeugung berücksichtigt wurden.

Die Herstellung einer reduzierten Menge tierischer Lebensmittel bei ökologischer Produktionsweise geht mit einem ähnlich hohen PEV und ähnlich hohen THE einher wie die Herstellung einer entsprechenden Menge tierischer Lebensmittel bei konventioneller Produktion. Die Erzeugung einer reduzierten Menge tierischer Lebensmittel in einer ressourcenschonenden Wirtschaft könnte den PEV und die THE im Vergleich zur konventionellen Erzeugung nochmals um ca. 10 % senken. Im Vergleich zum IZ (konventionelle Erzeugung) kann der PEV und die THE auf 50 % verringert werden.

Tabelle 58: Verringerung des Primärenergieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen durch eingeschränkten Verzehr tierischer Lebensmittel

	PEV [MJ]/(p*a)]		CO ₂ -Äq. [kg/(p*a)]	
Ist-Zustand (konventionelle Produktion)	3.981		789	
Verringerter Verzehr tierischer Lebensmittel	PEV [MJ]/(p*a)]	in [%] von Ist	CO ₂ -Äq. [kg/(p*a)]	in [%] von Ist
- konventionelle Erzeugung	2.239	56	430	55
- ökologische Erzeugung	2.190	55	442	56
- ressourcenschonende Erzeugung	1.981	50	392	50

Quelle: eigene Zusammenstellung

Die ressourcenschonende Erzeugung schneidet sowohl beim PEV als auch bei den THE deutlich besser ab als die konventionelle und die ökologische Variante. Mit ihr können bei reduziertem Verzehr sowohl der PEV als auch die THE halbiert werden.

IV.3.6 Einordnung der Ergebnisse

Der Energieverbrauch für den Bereich „Ernährung und Landwirtschaft“, inklusive Energiegehalt von Importgütern, wird von Coenen et al. (2003) für das Jahr 2000 mit 2.477 PJ beziffert. Bezogen auf Deutschland liegt dieser Sektor damit bei 17 % des gesamten Energieverbrauchs von etwa 14.319 PJ pro Jahr (AG Energiebilanzen 2003). Betrachtet man ausschließlich den Abschnitt „Kernbereiche“ inklusive den dafür zuzurechnenden Vorleistungen und abzüglich der Forstwirtschaft, der Fischerei sowie der Tabakwaren, so liegt der PEV der Landwirtschaft und des Ernährungssektors bei rd. 1.300 PJ pro Jahr²¹⁴.

Während die Bereitstellung tierischer Lebensmittel den Berechnungen zufolge etwa ein Viertel des PEV der Landwirtschaft beansprucht, verringert sich dieser Anteil bei reduzierten Verzehrsmengen auf ca. 14 % bei konventioneller sowie ökologischer Erzeugung (Tabelle 59). Mit ressourcenschonender Erzeugung tierischer Lebensmittel können im Vergleich zur konventionellen und zur ökologischen Bereitstellung der Lebensmittel weitere 2 % an Primärenergie eingespart werden.

²¹⁴ Diese 1.300 PJ resultieren aus den Vorleistungen für den Kernbereich sowie dem Energieverbrauch aus Landwirtschaft, Nahrungsmittel, Getränke. Ausgeschlossen sind neben Forstwirtschaft, Fischerei und Tabakwaren auch die letzten Verwendungen der Güter und Dienstleistungen des Bereiches innerhalb der Privaten Haushalte sowie die dafür notwendigen Vorleistungen.

Tabelle 59: Einfluss des eingeschränkten Verzehrs tierischer Lebensmittel auf den Primärenergieverbrauch in Deutschland bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise

	PEV [PJ/a]	Anteil am PEV Deutschland [%] ¹⁾	Anteil an PEV Ernährung/Landwirtschaft [%]	Anteil an PEV Kernbereich [%]
Sektor Ernährung/Landwirtschaft	2.477	17,3	100	
Kernbereich Ernährung/Landwirtschaft	1.300	9,1	52,5	100
Ist-Zustand Erzeugung tierischer Lebensmittel	329	2,3	13,3	25,3
Verringerte Erzeugung tierischer Lebensmittel				
- bei konventioneller Produktion	185	1,3	7,5	14,2
- bei ökologischer Produktion	181	1,3	7,3	13,9
- bei ressourcenschonender Produktion	163	1,1	6,6	12,6

Quelle: eigene Berechnungen nach AG Energiebilanzen 2003; Coenen et al. 2003

¹⁾ PEV in Deutschland (2002): 14.319 PJ = 100 %.

Nach Angaben des Umweltbundesamtes lagen die THE in Deutschland zu Beginn des 21. Jahrhunderts bei rd. 990 Mio. t CO₂-Äquivalenten (UBA 2003b). Aus den hier durchgeführten Berechnungen zu den THE aus der Bereitstellung tierischer Lebensmittel lässt sich ermitteln, dass bei den aktuellen Verzehrsmustern in Deutschland pro Jahr etwa 65 Mio. t CO₂-Äquivalente durch die Erzeugung tierischer Lebensmittel freigesetzt werden. Bezogen auf die Gesamtemissionen entspricht dies einem Anteil von etwa 6,6 %.

Der eingeschränkte Verzehr tierischer Lebensmittel führt in allen Wirtschaftsweisen zu einer deutlichen Verringerung des Ausstoßes an klimarelevanten Gasen aus der Erzeugung tierischer Lebensmittel (Tabelle 60). Bei konventioneller Erzeugung verringern sich die THE auf 33 Mio. t/a bzw. bei ökologischer Erzeugung auf 37 Mio. t/a CO₂-Äquivalente. Dies entspricht 3,6 bzw. 3,7 % der THE in Deutschland (Stand 2000). Die Bereitstellung tierischer Lebensmittel aus einer ressourcenschonenden Landwirtschaft kann die THE auf 32 Mio. t/a bzw. 3,3 % der THE reduzieren.

Tabelle 60: Einfluss des eingeschränkten Verzehrs tierischer Lebensmittel auf die Treibhausgasfreisetzung Deutschlands bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise

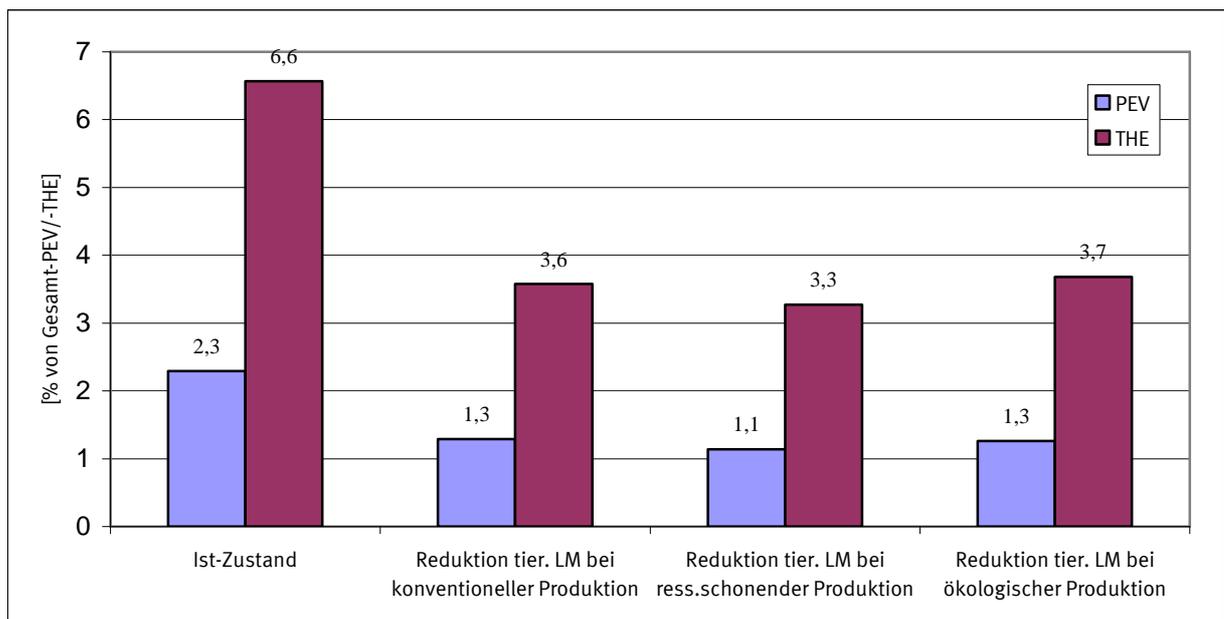
	CO ₂ -Äquivalente [Mio. t/a]	Anteile an CO ₂ -Äquivalente [%]
Deutschland 2000	991,4	100
Ist-Zustand Erzeugung tierischer Lebensmittel	65	6,6
Verringerter Verzehr tierischer Lebensmittel		
- bei konventioneller Produktion	36	3,6
- bei ökologischer Produktion	37	3,7
- bei ressourcenschonender Produktion	32	3,3

Quelle: eigene Berechnungen nach UBA 2003b

Damit kann eine Verringerung der Bereitstellung tierischer Lebensmittel in Deutschland zu einer deutlichen Verminderung der klimarelevanten Emissionen führen. Das Ausmaß dieser Emissionsminderungen korreliert hierbei nicht allein mit der entsprechenden Verringerung der Herstellung tierischer Lebensmittel. Vielmehr sind auch die jeweiligen Emissionsfaktoren einzelner Tierarten sowie das Wirtschaftungsverfahren von entscheidender Bedeutung.

Vergleicht man die Anteile des PEV bzw. der THE der einzelnen Berechnungen (IZ, konventionelle, ressourcenschonende sowie ökologische Erzeugung) in Bezug auf den Gesamt-PEV bzw. die Gesamt-THE von Deutschland, so fällt auf, dass die Anteile an den THE einen mehr als doppelt so hohen prozentualen Anteil an den Gesamtemissionen treibhauswirksamer Gase haben im Vergleich zum Anteil des PEV am Gesamtenergieverbrauch (Abbildung 19). Während in den PEV lediglich die energiebedingten Faktoren eingehen, umschließen die THE neben den energiebedingten CO₂-Emissionen auch noch die klimarelevanten Emissionen an Methan und Distickstoffoxid mit einem deutlich höheren spezifischen Treibhauspotenzial. Insofern kann eine Reduktion des Verzehrs tierischer Lebensmittel zur Verminderung klimawirksamer Gase einen deutlicheren Beitrag leisten als zur Einsparung von Energie.

Abbildung 19: Anteil des Primärenergieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen in Deutschland bei reduziertem Verzehr tierischer Lebensmittel



Gesamt-PEV 2002: 14.319 PJ/a; Gesamt-THE 2000: 991 Mio.t CO₂-Äquivalente/a

In Abbildung 19 ist auch erkennbar, dass eine Reduzierung des Verzehrs tierischer Lebensmittel einen deutlich größeren Einfluss auf den Verbrauch an Primärenergie sowie den Emissionen klimawirksamer Gase hat als eine Änderung der Wirtschaftsweise, welche vergleichsweise geringere Einsparungen zur Folge hätte.

IV.4 Arbeitszeitbedarf und Arbeitsplätze

IV.4.1 Konventionelle Erzeugung tierischer Lebensmittel

Der Anteil der in der Landwirtschaft Erwerbstätigen ist während der vergangenen Jahrzehnte stetig gesunken und liegt derzeit bei unter 3 % in Bezug auf alle Erwerbstätigen in Deutschland (BMVEL 2003a). Betrachtet man alle Arbeitsplätze, die direkt und indirekt von der Landwirtschaft abhängen, so liegt der Anteil jedoch bei etwa 10 % (Maschinenindustrie, Großhandel, Ernährungsindustrie und -handwerk, Groß- und Einzelhandel, Gastgewerbe etc.; BMVEL 2003b). Es ist davon auszugehen, dass die in dieser Arbeit betrachtete Reduktion der Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung tierischer Lebensmittel bei sonst konstanten Rahmenbedingungen mit einem Arbeitsplatzabbau einhergeht. Zur Berechnung der Größenordnung in dem sich dieser Abbau bewegt, wird nachfolgend der spezifische AZB für die Erzeugung der jeweiligen Lebensmittel tierischer Herkunft ermittelt.

Da der Arbeitsbedarf je nach Verfahren (z.B. Grad an Mechanisierung und Automatisierung) und Rahmenbedingungen (Betriebs- und Bestandsgröße, etc.) sehr unterschiedlich sein kann, werden zunächst Standardverfahren in Abhängigkeit von Betriebszweig und Bestandsgrößenklassen der Tierhaltung definiert. Um die in Deutschland bestehenden Strukturen im Bereich der Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft möglichst gut abzubilden, werden diejenigen Betriebe als Durchschnittsbetriebe gewählt, innerhalb derer derzeit die meisten Tiere in Deutschland gehalten werden. Eine Zuweisung der Bestandsgrößenklassen nach der höchsten Anzahl an Betrieben würde deutlich kleinere Durchschnittsbetriebe erbringen. Tabelle 61 stellt diesen Sachverhalt dar, indem der größte Anteil an Betrieben mit der jeweiligen Bestandsgrößenklasse gezeigt wird. Darüber hinaus werden die Bestandsgrößenklassen aufgezeigt, in denen gegenwärtig die meisten Tiere gehalten werden. Hieraus wird die unterschiedliche Verteilung zwischen häufigster Betriebsgröße (Bestandsgröße an Tieren) und häufigster Bestandsgrößenklasse (Bestandsgröße, in der die meisten Tiere gehalten werden) ersichtlich.

Tabelle 61: Bestandsgrößenklassen nach höchstem Anteil der Betriebe sowie nach höchstem Anteil gehaltener Tiere

	Betriebe		Tierbestand	
	Größenklasse	% ¹⁾	Größenklasse	% ¹⁾
Milchkühe	10 - 19	23	50 - 99	28
Mastrinder	1 - 9	68	10 - 29	33
Mastschweine	1 - 9	42	400 - 999	37
Mastgeflügel	1 - 499	90	> 200.000	27
Legehennen	1 - 19	56	> 30.000	64

Quelle: BMVEL 2003a

¹⁾ prozentualer Anteil der in dieser Größenklasse gehaltenen Tiere.

Es ist zu erkennen, dass die Wahl auf Grundlage der Betriebsgrößenklasse, innerhalb derer die meisten Betriebe wirtschaften, zu anderen Durchschnittsbeständen führt als die Wahl des Durchschnittsbestandes auf Grundlage derjenigen Bestandsgrößenklasse, in-

nerhalb derer die meisten Tiere gehalten werden. Da jedoch bei einer Verringerung der Verzehr- und Produktionsmengen davon auszugehen ist, dass vor allem die kleineren Betriebe durch Preisdruck aus der Produktion ausscheiden würden, erscheint die gewählte Vorgehensweise richtig (Heißenhuber 2005). Außerdem wird – außer bei Geflügel²¹⁵ – bei der gewählten Vorgehensweise auch der Standardarbeitszeitbedarf für die nächst größere bzw. kleinere Bestandsgrößenklasse ermittelt. Somit können Bandbreiten des AZB für die prozentual bedeutendsten Bestandsgrößenklassen aufgezeigt werden.

In den in diesem Kapitel aufgeführten Angaben zum AZB sind neben den Tätigkeiten im engeren Bereich der Tierhaltung (hierzu gehören Stallarbeit, Futtevvorbereitungen, Tierpflege etc.) auch die Futterbereitstellung²¹⁶ (Bodenbearbeitung, Anbau, Pflege, Ernte und Einlagerung), die Wirtschaftsdüngerausbringung sowie Restarbeiten²¹⁷ enthalten. Nicht berücksichtigt werden die mit der Bereitstellung von Vorleistungen verbundenen Arbeitszeiten (z.B. Saatgut- und Düngemittelbereitstellung und -anwendung²¹⁸, Maschinen- und Anlagenbau etc.). Des Weiteren wird auf eine Allokation des AZB bei bestimmten Produkten/Tierarten verzichtet (Fleischanfall aus Altkühen und Legehennen).

Aus methodischen Gründen wird nachfolgend – im Gegensatz zum vorhergehenden Kapitel – der landwirtschaftliche AZB für die betrachteten Wirtschaftsweisen (konventionell und ökologisch) separat betrachtet. Der AZB für Verarbeitung, Transport sowie die Zusammenfassung der Ergebnisse erfolgt anschließend für beide Wirtschaftsweisen gemeinsam. Des Weiteren wird in diesem Kapitel auf die Darstellung einer ressourcenschonenden Wirtschaftsweise – hier wird ein Teil der mineralischen Düngemittel durch Wirtschaftsdünger substituiert und die Kraftfuttermittel hofeigen gemischt – verzichtet, da sich diese hinsichtlich des AZB nur wenig von der konventionellen Variante unterscheidet.

²¹⁵ Keine Angabe weiterer Bestandsklassen bei konventionellem Geflügel. Bei ökologisch gehaltenen Rindern, Schweinen und Geflügel jeweils Ausweisung ausschließlich einer weiteren Bestandsgrößenklasse.

²¹⁶ Nicht berücksichtigt werden Importfuttermittel, da hier nur der inländische AZB betrachtet werden soll sowie Komponenten mit geringfügigem Anteil, denen kein AZB zugeordnet werden kann (wie z.B. Futtermittelkalk etc.) sowie Nebenerzeugnisse aus der Nahrungsmittelindustrie, die als Tierfutterkomponenten Verwendung finden, die aber im Vergleich zum eigentlichen Hauptprodukt nur einen marginalen ökonomischen Wert besitzen (z.B. Kartoffeleiweiß, Weizenkleie). Darüber hinaus wird nicht mit einbezogen, ob die jeweiligen Futtermittel in den Viehhaltungsbetrieben selber oder aber in anderen Betrieben hergestellt werden.

²¹⁷ Arbeiten, die nur eingeschränkt einem speziellen Betriebszweig zuzuordnen sind, wie z.B. die allgemeine Betriebsführung (Buchhaltung, Preisverhandlungen, Warenbestellungen, Rationsberechnungen, etc.), die Wartung und Reparatur von Maschinen und Geräten, die Pflege von Gebäuden, sonstige Hof- und Feldarbeiten, Bereitstellung von Betriebsmitteln (Futtermittel, Ersatzteile, Treibstoffe, Saatgut, Düngemittel etc.) sowie unregelmäßig anfallende Tätigkeiten im Bereich der Tierhaltung (Geburtshilfe, künstliche Besamung, Behandlung kranker Tiere, Klauenpflege, Umställen und Verkauf von Tieren, Gewichts- und Trächtigkeitskontrolle, Tiertransporte etc.; BAL/BLT 2002).

²¹⁸ Die Anwendung von Düngemitteln würde pro funktioneller Einheit keinen entscheidenden Beitrag zum Gesamtergebnis leisten. Hierzu wurden eigene Berechnungen anhand KTBL 2000/2002a; BAL/BLT 2002 durchgeführt, deren Ergebnisse bezüglich der hier gewählten Bezugsgrößen für eine Darstellung zu klein ausfallen.

IV.4.1.1 Milchkuhhaltung

Der AZB bei der Milchkuhhaltung wird im Wesentlichen durch die Bestandsgröße und die Aufstallungsform bestimmt (Schied o.J.). Deshalb werden hier zunächst Angaben zu den betrachteten Bestandsgrößen und zur Haltungsweise gemacht.

Innerhalb der Milchviehhaltung in Deutschland wurden im Jahr 2001 knapp 28 % der Tiere in Beständen zwischen 50 und 99 Tieren sowie knapp 24 % in Beständen zwischen 30 und 49 Tieren gehalten (BMVEL 2003a). Somit finden sich innerhalb dieser beiden Bestandsgrößen mehr als die Hälfte aller gehaltenen Milchkühe. Die nächst kleinere bzw. größere Bestandsklasse umfasst 20 bis 29 Tiere (knapp 14 % aller gehaltenen Milchkühe) bzw. 100 bis 199 Tiere (rd. 8 %) (BMVEL 2003a). Für diese Bestandsgrößen werden ebenfalls Standardarbeitszeitbedarfe angegeben, und zwar durch die Wahl der Bestandsgrößen von 20 und 120 Milchkühen.

Für den Durchschnittsbestand (60 Milchkühe als Mittelwert der oben genannten wichtigsten Bestandsgrößenklassen) wird ein Liegeboxenlaufstall mit Spaltenböden und Flüssigmistsystem bei ganzjähriger Stallhaltung angenommen. Abgemolken werden die Kühe im Melkstand. Die Milch wird durch die Molkerei geholt. Gefüttert werden die Kühe durch mechanische Fahrsilos, über lose Gabe von Heu und über einen geringen Anteil Totale Mischration (TMR). Die Kraftfuttergabe erfolgt über einen Transponder. In den nachfolgenden Angaben zur Standardarbeitszeit für die Milcherzeugung sind das Füttern, das Entmisten und Reinigen sowie die Milchgewinnung enthalten. Die Kälberaufzucht über vier Monate hinweg²¹⁹ umfasst das Füttern (Gruppenbuchten mit Eimerfütterung), Einstreuen und das Entmisten. Die Aufzucht der Färsen bis zur ersten Laktation erfolgt zur einen Hälfte der Betriebe in Tiefstreulaufställen und zur anderen Hälfte in einstreulosen Laufställen. Die Fütterung erfolgt in analoger Weise wie bei den Milchkühen. Es werden 60 Färsen pro Arbeitsgang berücksichtigt.

Die Ermittlung des AZB für die Bereitstellung der erforderlichen Futtermittel erfolgt auf Grundlage üblicher Futterrationen für Milchkühe (vgl. Bockisch 2000). Für die einzelnen Komponenten werden durchschnittliche Hektarerträge der letzten fünf Wirtschaftsjahre ermittelt (BMVEL 2003a). Mit Hilfe von Standardarbeitszeiten für die jeweiligen Kulturen bei zugrundegelegter Betriebsgröße²²⁰ kann der flächenbezogene und der produktmengenbezogene AZB der Futtermittelkomponenten abgeschätzt werden. Mittels dieser wird die Gesamtarbeitszeit für eine vereinheitlicht angenommene Futterration aus verschiedenen Komponenten (Grund- und Kraftfutter) errechnet. Dabei erfolgt auch eine anteilige Berücksichtigung der Futterrationen für Kälber und Färsen.

Die jeweilige Betriebsgröße der futtermittelerzeugenden Betriebe ergibt sich aus den Tierbeständen pro Betrieb, den dafür benötigten Futterrationen und der über durchschnittliche Flächenerträge ermittelten landwirtschaftlichen Nutzfläche. Dabei wird angenommen, dass die Betriebe sich auf die Erzeugung genau dieser Futtermittelkomponenten spezialisieren, so dass der insgesamt benötigte AZB der Futtermittelerzeugung zuzuschlagen ist²²¹. Für die Behandlung der anfallenden Wirtschaftsdünger aus der

²¹⁹ Berücksichtigt wird hierbei die Arbeitszeit für 20 Kälber pro Arbeitsgang.

²²⁰ Hierbei wird die für die Erzeugung der erforderlichen Futtermittel bei gegebener Bestandsgröße benötigte LF errechnet.

²²¹ Nicht mit einbezogen wird, ob die jeweiligen Futtermittel in den Viehhaltungsbetrieben selber oder aber in anderen Betrieben hergestellt werden.

Milchviehhaltung (mit anteiliger Kälber- und Färsenaufzucht) wird die Menge der anfallenden Exkreme mit einem Standardarbeitszeitfaktor bei zugrundegelegter Bestandsgröße verrechnet. Hieraus lässt sich der pro Milchkuheinheit²²² (MKE) erforderliche AZB ermitteln. Für die Berechnungen der Restarbeiten werden vereinfachend die Faustzahlen der KTBL (KTBL 2002a) für Futterbaubetriebe mit den entsprechenden Annahmen zugrunde gelegt.

Tabelle 62 zeigt, dass in allen drei dargestellten Bestandsgrößen der größte Teil des AZB (rd. 60 bis 76 %) auf die Tierhaltung entfällt, an zweiter Stelle die Restarbeiten (13 bis 20 %) stehen, gefolgt von der Bereitstellung der Futtermittel (10 bis 13 %).

Tabelle 62: Arbeitszeitbedarf in der konventionellen Milchviehhaltung bei unterschiedlichen Bestandsgrößen

	Durchschnittsbestand (60 Kühe)		kleiner Bestand (20 Kühe)		großer Bestand (120 Kühe)	
	Akh/(MKE*a)	Akmin/kg Milch	Akh/(MKE*a)	Akmin/kg Milch	Akh/(MKE*a)	Akmin/kg Milch
Tierhaltung	49,6	0,5	108,5	1,1	36,5	0,4
Futtermittel	8,2	0,1	13,7	0,1	7,8	0,1
Wirtschaftsdünger	2,5	< 0,1	2,5	< 0,1	2,5	< 0,1
Restarbeiten	15,0	0,1	19,0	0,2	12,9	0,1
Summe	75,3	0,7	143,7	1,4	59,7	0,6

Quelle: eigene Berechnungen nach BAL/BLT 2002; BMVEL 2003a; KTBL 2000/2002c; Bockisch 2000
Die Milchleistung liegt bei 6.100 kg pro Kuh und Jahr. Eine MKE umfasst den AZB für die Milchkuh und anteilig den für die Aufzucht von Kalb und Färse.

Insgesamt variieren die Ergebnisse innerhalb einer Bandbreite von rd. 60 bis 144 Akh pro Kuheinheit. Der spezifische Arbeitszeitaufwand zur Milcherzeugung in größeren Betrieben (120 MKE) beträgt pro Tiereinheit weniger als die Hälfte der AZB kleinerer Betriebe (20 MKE), bedingt durch einen höheren Grad an Mechanisierung und Rationalisierung in größeren Milchkuhbeständen.

Der Vergleich der Ergebnisse mit Literaturangaben – meistens beschränken sich die Angaben auf die Tierhaltung im engeren Sinne – zeigt, dass sich der o.g. Durchschnittswert pro MKE (rd. 75 Akh pro Jahr) etwa im Mittelfeld bewegt. Nach Schied (o.J.) liegt der Arbeitsbedarf pro Milchkuh und Jahr zwischen 45 (bei 80 Milchkühen) und 72 (bei 20 Milchkühen) Stunden. Zählt man dazu die Anteile von Kalb und Färse (30 bis 50 Akh pro Färseneinheit (Färse plus Kalb) und Jahr), so liegen die Angaben in einer ähnlichen Größenordnung wie die hier durchgeführten Ergebnisse.

Nach Informationen des Landwirtschaftsamtes Rudolstadt (o.J.) werden pro Milchkuh 65 Akh pro Jahr und pro Kalb 25 Akh pro Jahr benötigt. Allerdings werden hier keine Angaben zur Bestandsgröße gemacht. Der *Ernährungs- und Agrarpolitische Bericht der Bundesregierung* weist den Milchviehbetrieben bei einem Bestand von 70 Großvieheinheit (GVE) etwa 52 Akh²²³ pro GVE und Jahr zu (BMVEL 2003b). Diese Angabe ist ver-

²²² Milchkuh plus Berücksichtigung der Anteile aus Kälber- und Färsenaufzucht.

²²³ Aufgrund fehlender Angaben kann hier nicht ermittelt werden, aus welchen Komponenten (Tierhaltung, Wirtschaftsdüngerausbringung, Futtermittelbereitstellung usw.) sich diese Zahl zusammensetzt (BMVEL 2003b).

gleichbar mit den eigenen Angaben in Tabelle 62, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, dass eine MKE größer ist als eine GVE. Bei Umrechnung der MKE in GVE würden sich die Zahlen in Tabelle 62 auf knapp 60 Akh/a verringern.

Nach BAL/BLT (2002) liegt der – seitens eines Beispielbetriebs erhobene – AZB in einem Bestand mit 40 Milchkühen zwischen 115 und 135 Stunden pro Tier und Jahr. Hierin sind jedoch, im Gegensatz zu den o.g. Kalkulationsangaben (Schied o.J.; Landwirtschaftsamt Rudolstadt o.J.), neben dem AZB für die Tierhaltung auch die Rest- und Feldarbeit sowie die Ausbringung der Wirtschaftsdünger enthalten. Die prozentuale Verteilung dieser Arbeitsbereiche²²⁴ ist hierbei relativ deckungsgleich mit den Verteilungen innerhalb der eigenen Berechnungen²²⁵ (BAL/BLT 2002).

IV.4.1.2 Rindermast

Die Mastrinderhaltung²²⁶ in Deutschland erfolgte im Jahr 2001 zu rd. 33 % in Bestandsgrößen zwischen 10 und 29 Rindern. Fügt man die zweitgrößte Bestandsklasse (30 bis 49 Mastrinder) hinzu, so wird innerhalb dieser beiden Klassen knapp die Hälfte des gesamten Rinderbestandes gehalten (BMVEL 2003a). Die nächst kleinere bzw. größere Bestandsgrößenklasse wird mit rd. 20 % aller gehaltenen Mastrinder bei Beständen von 1 bis 9 Rindern bzw. mit rd. 15 % bei 50 bis 89 Rindern klassifiziert (BMVEL 2003a). Für die Berechnung des AZB bei durchschnittlichen Beständen wird im Mittel von 30 Rindern pro Betrieb und für den kleineren bzw. größeren Bestand mit 20 bzw. 80 Rindern ausgegangen. In der Literatur finden sich lediglich Zahlen für die Bestandsgröße von 40 Tieren, die hier Verwendung finden sollen (BAL/BAT 2002). Die Tiere werden in ganzjähriger Stallhaltung auf Spaltenboden mit Flüssigmistsystem oder im Tiefstreulaufstall gehalten. Die Fütterung erfolgt aus dem Flachsilo mit einem Blockschneider. Die Mastdauer beträgt 14 Monate bis zu einer LM von 690 kg. Die Kälberaufzucht beansprucht weitere 4 Monate.

Die Ermittlung des AZB aus der Futterbereitstellung erfolgt in analoger Weise zur Milchkuhhaltung anhand von Futterrationen, Erträgen und Standardarbeitszeitkoeffizienten. Dabei wird wiederum anteilig die Futterration der Jungtiere in das Gesamtergebnis für Mastrinder einbezogen. Die Größe der futteranbauenden Betriebe wird aus der Bestandsgröße und der dadurch erforderlichen Nutzfläche kalkuliert, so dass die Arbeitszeit aus diesen Betrieben lediglich diejenigen Stunden inkludiert, die für die Erzeugung der entsprechenden Rationen erforderlich ist. Die benötigte Zeit zur Ausbringung der Wirtschaftsdünger wird analog zur Milchviehhaltung betrachtet. Ebenso wird mit den nicht zuteilbaren Restarbeiten verfahren.

Wie die Ergebnisse in Tabelle 63 zeigen, liegt im Bereich der Mastrinderhaltung der größte Anteil (etwa 50 %) des AZB bei der Tierhaltung. Es folgen danach die Bereitstellung der Futtermittel und die Restarbeiten. Dabei wurde innerhalb der Berechnungen der Restarbeitszeit mit jeweils den gleichen Angaben in allen drei Bestandsgrößenklassen gerechnet, so dass sich bei gegebener Futterfläche und Tierzahl jeweils gleich hohe absolute

²²⁴ Tierhaltung: 63-65 %, Restarbeit: 19-22 %, Feldarbeit: 12 %, Wirtschaftsdünger: 3-4 %; Ergebnisse zweier ausgewählter Betriebe (BAL/BLT 2002).

²²⁵ Tierhaltung: 65 %, Restarbeit: 20 %, Feldarbeit: 11 %, Wirtschaftsdünger: 4 %.

²²⁶ Nachfolgend wird der Begriff Mastrinder und Rinder synonym behandelt, obgleich in den öffentlichen Statistiken unter den Begriff „Rinder“ ebenso Milchkühe, Kälber, Färsen und Mutterkühe fallen.

Restarbeiten ergeben²²⁷. Der Anteil des AZB für die Ausbringung der Wirtschaftsdünger liegt in allen drei betrachteten Betriebsgrößen bei 5 bis 10 %.

Tabelle 63: Arbeitszeitbedarf in der konventionellen Mastrinderhaltung bei unterschiedlichen Bestandsgrößen

	Durchschnittsbestand (40 Rinder)		kleiner Bestand (20 Rinder)		großer Bestand (80 Rinder)	
	Akh/(MRE*a)	Akmin/kg SG	Akh/(MRE*a)	Akmin/kg SG	Akh/(MRE*a)	Akmin/kg SG
Tierhaltung	15,4	2,8	21,0	3,8	11,0	2,0
Futtermittel	6,7	1,2	11,6	2,1	4,8	0,9
Wirtschaftsdünger	2,3	0,4	2,3	0,4	2,3	0,4
Restarbeiten	4,8	0,9	4,8	0,9	4,8	0,9
Summe	29,2	5,3	39,7	7,2	22,9	4,2

Quelle: eigene Berechnungen nach NÖL 1999; BAL/BLT 2002; KTBL 2000/2002a; BMVEL 2003a
Eine Mastrindereinheit (MRE) umfasst den AZB für das Mastrind und anteilig den für die Aufzucht des Kalbes. Das SG eines Mastrindes nach 14 Monaten (plus 4 Monate Kälberaufzucht) beträgt 386 kg.

Die Literaturangaben zum AZB in der Rindermast gehen für den Bereich der Tierhaltung von 14 Akh (bei 80 Rindern), 17 Akh (bei 40 Rindern) und 25 Akh (bei 20 Rindern) pro Rind und Mastdauer aus (Schied o.J.; Landwirtschaftsamt Rudolstadt o.J.). Bei unterstellter Mastdauer von 14 Monaten entspräche dies ca. 12, 14 bzw. 21 Akh pro Tier und Jahr. Diese Werte gleichen den in Tabelle 63 aufgeführten Angaben zum AZB in der Mastrinderhaltung (nur Tierhaltung).

IV.4.1.3 Schweinemast

Etwa 37 % der Mastschweine in Deutschland werden in Beständen mit 400 bis 999 Mastschweinen und weitere 21 % in Bestandsgrößen zwischen 200 und 399 Tieren gehalten (BMVEL 2003a). Die nächst kleinere bzw. größere Bestandsgrößenklasse liegt bei 100 bis 199 Schweinen (rd. 9 % der gehaltenen Tiere) bzw. 1.000 bis 1.999 Schweinen (rd. 12 % der gehaltenen Tiere; BMVEL 2003a). Neben der Betrachtung des Durchschnittsbetriebes mit 600 Mastschweinen (Mittelwert der Bestandsklasse zwischen 200 und 999 Tieren) wird der AZB für die Mastschweinehaltung in Beständen mit 100 Tieren bzw. 1.000 Tieren dargestellt²²⁸. Es wird von einer Mastdauer von 132 Tagen (plus Ferkel- und Jungschweineaufzucht) ausgegangen, innerhalb derer die Tiere bis auf 115 kg LM heranwachsen. Die Haltung erfolgt auf Voll- und Teilspaltenböden. Zur Tierhaltung gehören neben der Fütterung auch weitergehende Arbeiten wie Reinigen und Kontrollaufgaben.

Bei den Zuchtsauen wird mit rd. 30 % der größte Anteil der in Deutschland gehaltenen Zuchtsauen durch Bestände zwischen 100 und 199 Tieren gebildet. Für die Betrachtung des AZB im Durchschnittsbetrieb sowie im Betrieb mit 1.000 Mastschweinen wird daher von mehr als 100 Zuchtsauen ausgegangen, während für die Betrachtung des AZB im

²²⁷ Die Angaben in den Faustzahlen variieren erst ab einer Betriebsgröße (LF) von 30 ha LF.

²²⁸ Für die Bestände 150 bzw. 1.500 Tiere, was dem jeweiligen Mittelwert der Bestandsgrößenklassen entspräche, liegen in der verwendeten Literatur keine Angaben vor (vgl. BAL/BLT 2002).

kleinen Betrieb – für den größeren Betrieb erfolgt keine Differenzierung bei der Zahl an Zuchtsauen – der untere Wert der nächst kleineren Bestandsgröße an Sauen mit 50 Tieren gewählt wird. In den Berechnungen wird weiter davon ausgegangen, dass die Zuchtsauen pro Jahr 2,5 Würfe mit insgesamt 20 abgesetzten Ferkeln haben. Die Säugezeit beträgt 28 Tage, die Aufzuchtdauer der Ferkel 67 Tage. Die Haltung der Sauen erfolgt auf Vollspaltenböden. Innerhalb der Berechnungen zum AZB werden die Arbeiten für Eber und Jungsauen unberücksichtigt gelassen.

Der AZB für die Futterbereitstellung (für Sauen, Ferkel, Mastschweine) erfolgt in gleicher Weise wie bei Milchvieh und Mastrindern. Da keine Angaben über konventionelle Mischfuttermittel verfügbar waren, mussten hier jedoch die Futterrationen aus dem ökologischen Bereich übernommen und an konventionelle Verhältnisse (Flächenerträge etc.) angepasst werden (KTBL 2002b; BAL/BLT 2002; BMVEL 2003a). Die erforderliche Fläche der futtermittelerzeugenden Betriebe wird in Abhängigkeit vom Futterbedarf bei kleinen Mastschweinebeständen auf etwa 10 ha LF, bei Durchschnittsbeständen auf 50 ha LF und bei den größeren Beständen auf 100 ha LF festgesetzt.

Die Futterrationen beinhalten neben Getreide und Eiweißfuttermitteln auch Nebenerzeugnisse aus der Nahrungsmittelverarbeitung (Kartoffeleiweiß und Kleie). Bei diesen Komponenten wird davon ausgegangen, dass die Erzeugung von Kartoffelstärke bzw. Mehl das eigentliche Wertschöpfungsziel darstellt und Kartoffeleiweiß/Kleie lediglich Nebenprodukte mit geringem monetärem Wert darstellen.

Die benötigte Zeit zur Ausbringung der Wirtschaftsdünger wird analog zur Milchvieh- und Mastrinderhaltung betrachtet. In Ermangelung von Angaben über Restarbeit in Veredelungsbetrieben wird mit den nicht zuteilbaren Restarbeiten ebenso verfahren (KTBL 2002a; Redelberger 2002). Auch in diesem Bereich wurde deshalb mit den Faustzahlen der Futterbaubetriebe kalkuliert.

Wie die Ergebnisse der Berechnungen zum AZB in der Schweinemast zeigen (Tabelle 64), entfällt in Durchschnittsbeständen mit 600 Mastschweinen etwa die Hälfte des Zeitbedarfs pro Masteinheit auf die Tierhaltung, etwa ein Drittel auf die Restarbeiten und rd. 14 % entfallen auf die Bereitstellung der Futtermittel. Die Ausbringung der Wirtschaftsdünger ist vernachlässigbar gering.

Tabelle 64: Arbeitszeitbedarf in der konventionellen Mastschweinehaltung bei unterschiedlichen Bestandsgrößen

	Durchschnittsbestand (600 Mastschweine)		kleiner Bestand (100 Mastschweine)		großer Bestand (1.000 Mastschweine)	
	Akh/(Masteinheit*Mastdauer)	Akmin/kg SG	Akh/(Masteinheit*Mastdauer)	Akmin/kg SG	Akh/(Masteinheit*Mastdauer)	Akmin/kg SG
Tierhaltung	1,4	0,9	2,4	1,6	1,3	0,9
Futtermittel	0,4	0,3	1,2	0,8	0,3	0,2
Wirtschaftsdünger	0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	0,1	< 0,1
Restarbeiten	0,9	0,6	0,9	0,6	0,7	0,4
Summe	2,8	1,8	4,6	3,0	2,4	1,5

Quelle: eigene Berechnungen nach BAL/BLT 2002; KTBL 2000/2002a; KTBL 2002b; BMVEL 2003a.

Eine Masteinheit umfasst den AZB für das Mastschwein und anteilig den für Ferkel und Sauen. SG eines Mastschweins nach rd. 200 Tagen (inklusive Ferkel- und Jungschweineaufzucht) etwa 92 kg.

Auch in den beiden anderen betrachteten Bestandsgrößen liegt der Anteil der Tierhaltung bei etwa der Hälfte des jeweiligen AZB. Durch die kleinflächigere Erzeugung der Futtermittel in Beständen mit 100 Mastschweinen fällt hier jedoch der Anteil der Futtermittelbereitstellung mit etwa einem Viertel der AZB deutlich höher aus als in den beiden anderen Bestandsgrößen. Dagegen ist der Anteil der Restarbeiten im kleinen Bestand relativ zum Gesamtergebnis geringer, absolut jedoch gleich hoch wie im Durchschnittsbetrieb. Der AZB bei der Erzeugung von Schweinefleisch variiert zwischen 2,4 und 4,6 Akh pro Tier bzw. 1,5 und 3,0 Akmin pro kg SG. Innerhalb großer Bestände lässt sich ein kg Schweinefleisch mit der Hälfte des Arbeitszeitaufwandes erzeugen wie innerhalb eines kleinen Betriebes.

Nach den Angaben von Schied (o.J.) und dem Landwirtschaftsamt Rudolstadt (o.J.) bewegt sich der Arbeitszeitbedarf in der Mastschweinehaltung zwischen rd. 1 (bei 1.000 Stallplätzen) und 2 Stunden pro Einheit (bei 100 Stallplätzen)²²⁹. Betrachtet man die berechneten Werte aus Tabelle 64, so liegen die eigenen Angaben, bezogen auf die Anzahl der Standplätze, jeweils etwas über den Literaturdaten. Dies lässt sich durch den anteiligen Einbezug des AZB für die Sauenhaltung erklären. Der *Erährungs- und Agrarpolitische Bericht der Bundesregierung* gibt einen AZB von etwa 1,8 Akh pro Mastschwein an²³⁰ (BMVEL 2003b), bei einem durchschnittlichen Bestand an Mastschweinen von etwa 1.100 Tieren²³¹. Die Angaben des BMVEL liegen damit etwas niedriger als die eigenen Werte.

IV.4.1.4 Mastgeflügelhaltung

Die in Deutschland gehaltenen Masthühner leben zu fast 90 % in Großbeständen mit mehr als 25.000 Tieren. Der aktuell größte prozentuale Anteil der Tiere (27 %) wird in Beständen von mehr als 200.000 Tieren gehalten (BMVEL 2003a). Da die Kalkulationsdaten innerhalb der verwendeten Literatur lediglich bis zu einer Bestandsgröße von 50.000 Tieren angegeben sind (BAL/BLT 2002), wird mit diesen Zahlen gearbeitet. Es wird hierbei keine weitere Bestandsgrößenklasse berücksichtigt, da sich die Kalkulationsangaben zum AZB für Betriebe mit einer Zahl zwischen 20.000 und 50.000 Tieren nur geringfügig unterscheiden. Innerhalb der Bestandsgröße von 50.000 Tieren ist die Tierhaltung größtenteils mechanisiert. Die Tiere werden automatisch gefüttert. Die Mastdauer erstreckt sich über 42 Tage bis zu einem Lebendgewicht von 1,7 kg pro Tier. Rechnet man die Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen zwischen zwei Mastdurchgängen hinzu, so können pro Standplatz jährlich gut acht Umtriebe realisiert werden.

²²⁹ Dabei entspricht eine Einheit einem auf einem Standplatz durchschnittlich gehaltenem Tier (Schied, o.J.).

²³⁰ Diese Zahlen beruhen auf eigenen Umrechnungen der Angaben des BMVEL bei gleicher Mastdauer wie in dieser Arbeit (knapp 200 d).

²³¹ Umrechnung der GVE pro Betrieb anhand des GVE für Mastschweine (pro Mastschwein = 0,16 GVE).

Aus Ermangelung an Daten werden für die Futterberechnungen übliche Rationen aus der ökologischen Geflügelmast mit dem AZB und den Flächenerträgen aus der konventionellen Wirtschaftsweise kombiniert (BAL/BLT 2002; Vogt-Kaute 2003; BMVEL 2003a). Die erforderlichen Futtermittel werden in spezialisierten Futtermittelbetrieben mit jeweils 50 ha LF pro Rationskomponente produziert. Für die Betrachtung des AZB bei der Wirtschaftsdüngerausbringung werden die entsprechenden Mengen aus der Geflügelhaltung mit Faustzahlen für den AZB verrechnet (KTBL 2000; BAL/BLT 2002). Die nicht zuteilbaren Restarbeiten des Betriebsablaufes werden analog zur Vorgehensweise innerhalb der Mastschweinehaltung behandelt. Als Kalkulationsbasis muss jedoch auch hier mit den Angaben für Futterbaubetriebe gerechnet werden, da sich innerhalb der Literatur keine Angaben finden lassen, die Aufschluss über die Restarbeiten innerhalb von Veredelungsbetrieben geben.

Wie Tabelle 65 zeigt, nimmt der Anteil der Restarbeiten mit rd. 50 % den größten Teil der Arbeitszeit pro Tier in Anspruch. Es folgen die Bereiche Tierhaltung und Futtermittelbereitstellung mit etwa 25 % bzw. rd. 20 %. Da die Tierhaltung weitestgehend mechanisiert ist und die Bereitstellung der Futtermittel bei relativ geringem Futterverbrauch (rd. 3 kg Futter pro Tier und Mast) wenig Zeit erfordert, sind die nicht zuteilbaren Arbeiten vergleichsweise hoch. Vor dem Hintergrund des Rest-AZB pro Produkteinheit innerhalb der übrigen betrachteten Tierarten erscheinen die Angaben jedoch in vergleichbarer Höhe.

Tabelle 65: Arbeitszeitbedarf in der konventionellen Mastgeflügelhaltung

	Durchschnittsbestand (50.000 Tiere)	
	Akmin/(Masttier*Mastdauer)	Akmin/kg VG
Tierhaltung	0,4	0,3
Futtermittel	0,3	0,3
Wirtschaftsdünger	< 0,1	< 0,1
Restarbeiten	0,8	0,7
Summe	1,5	1,3

Quelle: eigene Berechnungen nach BAL/BLT 2002; BMVEL 2003a; Vogt-Kaute 2003
Das Vermarktungsgewicht eines Masttieres nach insgesamt 6 Wochen beträgt etwa 1,1 kg.

Die Angaben zur Arbeitszeitkalkulation innerhalb der Literatur variieren bei Mastgeflügel deutlich. Dabei beziehen sich diese Zahlen allein auf die Tierhaltung, nicht auf die weiteren Arbeitsbereiche. Pro Tier werden, je nach Haltungsform und Bestandsgröße des Betriebes, zwischen knapp 0,5 Akmin pro Tier und Mastdauer (bei 20.000 Tieren in Bodenhaltung) und 17 Akmin pro Tier und Mastdauer (bei 1.000 Tieren in Bodenhaltung) angegeben (Schied o.J.; Landwirtschaftsamt Rudolstadt o.J.). Die Werte für Käfighaltung werden hierbei nicht angeführt, liegen aber vermutlich darunter. Der Wert für die Tierhaltung bei einem Bestand von 20.000 Tieren (0,5 Akmin pro Tier und Mastdauer) liegt 25 % über dem in Tabelle 65 ausgewiesenen AZB bei einem Gesamtbestand von 50.000 Tieren.

IV.4.1.5 Legehennenhaltung

Knapp zwei Drittel der in Deutschland gehaltenen Legehennen befinden sich in Beständen mit jeweils mehr als 30.000 Tieren, knapp 50 % der Tiere sogar in Beständen mit mehr als 100.000 Tieren (BMVEL 2003a). Für die hier berechneten Durchschnittsbestände werden Angaben für Standardarbeitszeiten der BAL/BLT verwendet, innerhalb derer die größte Bestandsgrößenklasse 24.000 Tiere umfasst. Die Kalkulationsdaten der KTBL (2000/2002a) weisen maximale Tierbestände von 15.000 Legehennen aus. Es wird deshalb vereinfachend davon ausgegangen, dass sich der AZB bei noch größeren Tierbeständen nicht mehr stark verringert. Diese Vermutung wird durch die Kalkulationsdaten zu Beständen von 12.000, 18.000 und 24.000 Legehennen gestützt (BAL/BLT 2002). In den Berechnungen wird von Käfighaltung²³² mit automatischer Fütterung und Eierabnahme (BAL/BLT 2002) ausgegangen. Bei den Tieren wird die Legereife bei 20 Wochen angenommen, bei einer Gesamtlegedauer von 15 Monaten. Die Legeleistung beträgt 76 %.

Die Berechnung des AZB im Zuge der Futtermittelbereitstellung erfolgt analog zur im Kapitel „Mastgeflügel“ beschriebenen Vorgehensweise. Es werden durchschnittliche Futterrationen für Legehennen aus den Kalkulationsangaben des ökologischen Landbaus (KTBL 2002b) mit den entsprechenden Mengen pro Tier, den Flächenerträgen sowie dem AZB für die Erzeugung der einzelnen Komponenten aus der konventionellen Wirtschaftsweise kombiniert. Berücksichtigt werden die für die Erzeugung der Futterrationen erforderlichen LF, die aus der gegebenen Betriebsgröße resultieren. Es wird von speziellen Futterbaubetrieben mit einer LF von jeweils 50 ha ausgegangen.

Für die Betrachtung des AZB bei der Wirtschaftsdüngerausbringung werden die entsprechenden Mengen aus der Geflügelhaltung mit Faustzahlen für den AZB verrechnet (KTBL 2000; BAL/BLT 2002). Die nicht zuteilbaren Restarbeiten des Betriebsablaufes werden analog zur Vorgehensweise innerhalb der Mastschweinehaltung behandelt. Als Kalkulationsbasis muss jedoch auch hier mit den Angaben für Futterbaubetriebe gerechnet werden, da sich innerhalb der Literatur keine Angaben finden lassen, die Aufschluss über die Restarbeiten innerhalb von Veredelungsbetrieben geben.

Wie die Ergebnisse in Tabelle 66 zeigen, wird der AZB bei der Eierzeugung von der Tierhaltung dominiert. Dieser Teilbereich macht gut 50 % des AZB aus. An zweiter Stelle folgen mit etwa einem Drittel des AZB die Restarbeiten. Die Bereitstellung der Futtermittel erfordert nochmals etwa 17 % des AZB. Die Ausbringung der Exkrememente ist pro Einzel-tier im Beitrag verschwindend gering.

²³² In Deutschland liegt der Anteil der Käfighaltung im Jahr 2004 bei etwa 77 %, während Boden- etwa 12 % und Freilandhaltung etwa 11 % ausmachen (BMVEL 2005).

Tabelle 66: Arbeitszeitbedarf in der konventionellen Legehennenhaltung

	Durchschnittsbestand (24.000 Legehennen)	
	Akmin/(Legehenneneinheit*Jahr)	Akmin/kg Eiermasse
Tierhaltung	9,9	0,6
Futtermittel	3,3	0,2
Wirtschaftsdünger	< 0,1	< 0,1
Restarbeiten	6,3	0,4
Summe	19,5	1,2

Quelle: eigene Berechnungen nach BAL/BLT 2002; KTBL 2002b; BMVEL 2003a, Stückgewicht eines Eies liegt bei 58 g. Eine Legehenneneinheit umfasst den AZB für die Legehennen und den anteiligen AZB der Küken-/Junghühneraufzucht, jeweils auf ein Kalenderjahr bezogen.

Der Vergleich der ermittelten Zahlen mit Kalkulationsangaben aus der Literatur lässt im Bereich der Tierhaltung auf ähnliche Ergebnisse schließen. So werden für die Käfighaltung bei 20.000 Stallplätzen pro Tier und Jahr etwa 11 Akmin veranschlagt (Schied o.J.). Berücksichtigt man lediglich die innerhalb dieser Studie gemachten Angaben zur Tierhaltung bei ausgewachsenen Legehennen²³³ mit rd. 11 Akmin (BAL/BLT 2002), so decken sich die beiden Angaben nahezu.

Die innerhalb der österreichischen Standardarbeitszeitberechnung angegebenen Werte für Gesamtösterreich liegen hingegen bei etwa 40 Akmin pro Standplatz und Jahr, bei einer rechnerischen Betriebsgröße von knapp 80 Standplätzen pro Betrieb²³⁴ (BAL/BLT 2002). Dabei ist jedoch zu beachten, dass innerhalb der Studie der BAL/BLT bei den Legehennenhaltenden Betrieben der AZB ausschließlich für die Tierhaltung angegeben ist. Die Teilbereiche Futtermittelerzeugung bzw. Restarbeiten werden in anderen landwirtschaftlichen Zweigen (Außenwirtschaft) oder gar nicht erfasst.

IV.4.1.6 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Der Vergleich des AZB für durchschnittliche Tierbestände zeigt, dass die Erzeugung von Rindfleisch mit 5,3 Akmin pro kg den mit Abstand höchsten AZB erfordert (Tabelle 67). Dieses Ergebnis gründet hauptsächlich auf dem hohen AZB innerhalb der Tierhaltung und der Futtermittelbereitstellung. Mit etwa einem Drittel des AZB der Rindfleischerzeugung folgt die Erzeugung von Schweinefleisch. Geflügelfleisch kann mit nochmals geringerem AZB als Schweinefleisch produziert werden. Mit dem geringsten AZB werden Hühnereier sowie Kuhmilch (Tabelle 67) hergestellt. Zu diesen Ergebnissen tragen die relativ hohen quantitativen Leistungen bei Hühnereiern und Kuhmilch in Bezug auf den AZB pro Tier bei. Zu berücksichtigen ist hierbei jedoch auch der geringere Trockensubstanzgehalt v.a. der Milch im Vergleich zu Fleisch.

²³³ In dieser Arbeit nicht einzeln ausgewiesen, sondern als Anteil in den Gesamt-AZB pro Legehenneneinheit einbezogen. Der Wert aus Tabelle 66 ergibt sich aus dem Einbezug der Anteile für Küken und Junghennen.

²³⁴ Wobei der Durchschnittsbestand auch in Deutschland mit 425 Legehennen pro Betrieb deutlich geringer ausfällt als durch die Wahl der Bestandsgrößenklasse mit den am meisten gehaltenen Tieren suggeriert wird (BMVEL 2003a).

Tabelle 67: Arbeitszeitbedarf bei der konventionellen Erzeugung tierischer Lebensmittel

	Arbeitszeitbedarf [Akmn/kg]				
	Milch	Rindfleisch (SG)	Schweinefleisch (SG)	Geflügelfleisch (VG)	Hühnerei
Tierhaltung	0,5	2,8	0,9	0,3	0,6
Futtermittelbereitstellung	0,1	1,2	0,3	0,3	0,2
Düngerausbringung	< 0,1	0,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Restarbeiten	0,1	0,9	0,6	0,7	0,4
Summe	0,7	5,3	1,8	1,3	1,2

Quelle: eigene Zusammenstellung

Tierbestände im jeweiligen Durchschnittsbetrieb: 60 Milchkühe, 40 Mastrinder, 600 Mastschweine, 50.000 Mastgeflügel, 24.000 Legehennen. VG = Verzehrsgewicht, SG = Schlachtgewicht, bei Eiern in [Akmn/kg Eiermasse].

Mit Ausnahme von Geflügelfleisch liegt der Anteil der Tierhaltung pro kg Erzeugnis jeweils bei mehr als der Hälfte des Gesamt-AZB. Der Anteil der Tierhaltung in der Geflügelmast beträgt hingegen lediglich ein knappes Viertel des Gesamt-AZB.

Zur Berechnung der Effekte eines eingeschränkten Verzehrs an Lebensmitteln tierischer Herkunft auf die Beschäftigungssituation in der Landwirtschaft werden die ermittelten Arbeitszeiten pro erzeugter Produkteinheit (Tabelle 67) mit den Verzehrsmengen verrechnet und ein Vergleich zwischen dem AZB zur Erzeugung der gegenwärtig hohen und der empfohlenen eingeschränkten Verzehrsmengen gezogen. Bei der Ermittlung der Auswirkungen auf die Zahl an erforderlichen Arbeitskräften werden die benötigten Arbeitszeiten in AKE umgerechnet – dies entspricht einer Person mit 2.380 Akh pro Jahr (Redelberger 2002).

Wie die Ergebnisse in Tabelle 68 zeigen, sind in der aktuellen Situation etwa 50 % der in der Landwirtschaft im Jahr 2002 geleisteten AKE für die Bereitstellung der betrachteten tierischen Lebensmittel erforderlich²³⁵. Durch eine Einschränkung des Konsums an Lebensmitteln tierischer Herkunft geht der Bedarf an Arbeitskräften zur Erzeugung tierischer Lebensmittel im Vergleich zur Ist-Situation um 35 % zurück. Dies entspricht einem Verlust von 93.000 AKE und einem Rückgang des Bedarfs an Arbeitskräften in der Landwirtschaft von rd. 17 %. Der Anteil der Arbeitskräfte in Bezug auf die insgesamt in der Landwirtschaft benötigten Arbeitskräfte sinkt von derzeit (2002) rd. 49 % auf 32 % bei eingeschränktem Verzehr tierischer Lebensmittel (Tabelle 68).

²³⁵ Es erfolgt hier keine Berücksichtigung von Exporten und Importen, sondern es wird von Vollversorgung ausgegangen, was in der Realität zum aktuellen Zeitpunkt nicht zutrifft. Insofern ist der Bezug zum aktuellen Ausmaß von Arbeitskräften innerhalb der deutschen Landwirtschaft nur eingeschränkt möglich.

Tabelle 68: Bedarf an Arbeitskräften zur konventionellen Erzeugung tierischer Lebensmittel bei aktuellen und eingeschränkten Konsummengen

Arbeitszeitbedarf zur konventionellen Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft						
	Verbrauch 2002 [kg/(p*a)]	Verbrauch bei reduziertem Verzehr [kg/(p*a)]	AZB 2002 [Akh/(p*a)]	Anteile am AZB 2002 [%]	AZB bei reduziertem Verzehr [Akh/(p*a)]	Anteile am AZB red. Verzehr [%]
Milch	334	257	247	55	190	65
Rindfleisch	12,7	10	68	15	54	18
Schweinefleisch	52,6	18	100	22	35	12
Geflügelfleisch	17,6	3	23	5	4	2
Eier (Stück)	220	133	15	3	9	3
Summe			453		292	
Bedarf an Arbeitskräften zur konventionellen Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft						
					Ist-Situation (2002)	Reduzierter Verzehr
AZB für die Erzeugung tierischer Lebensmittel pro Person [Akh/(p*a)]					7,6	4,9
AZB für die Erzeugung tier. LM in Deutschland [Mio. Akh/(Bevölkerung*a)]					625	403
AKE für die Erzeugung tier. LM in Deutschland [AKE/(Bevölkerung*a)]					262.000	169.000
Beschäftigte in der Landwirtschaft (AKE)					536.900	-
Anteil AKE (tier. LM) an Summe landwirtschaftlicher AKE (Ist 2002) [%]					49	32

Quelle: eigene Zusammenstellung

AZB = Arbeitszeitbedarf; AKE = Arbeitskrafteinheit

Welchen Einfluss die Bestandsgröße, in der die Tiere zur Erzeugung tierischer Lebensmittel gehalten werden, auf den Bedarf an Arbeitskräften in der Landwirtschaft hat, zeigt eine Sensitivitätsanalyse anhand der nächst kleineren bzw. größeren Bestandsgröße. Auf der Basis des AZB bei kleineren Tierbeständen – für die Milchvieh-, Mastrinder- und Mastschweinehaltung, bei der Geflügelhaltung bleibt die Bestandsgröße unverändert – errechnet sich ein Bedarf an Arbeitskräften von rd. 440.000 für die Erzeugung tierischer Lebensmittel. Dies entspricht 82 % der gegenwärtig in der gesamten Landwirtschaft erbrachten AKE. Bei einem gleichzeitig eingeschränkten Verzehr an tierischen Lebensmitteln würde deren Erzeugung in kleineren Tierbeständen zu einem Arbeitskraftbedarf von rd. 292.000 Arbeitskräften führen. Dies entspricht 54 % der in der Ist-Situation beschäftigten Arbeitskräfte.

Würde hingegen der gesamte Verbrauch an tierischen Lebensmitteln innerhalb der in dieser Studie gewählten größeren Betriebe erzeugt²³⁶, so würde sich der Arbeitskraftbedarf für die Erzeugung tierischer Lebensmittel bei aktuellen Verzehrsmengen auf knapp 214.000 AKE berechnen (im Vergleich zu 262.000 AKE bei Durchschnittsbetrieben, s. Tabelle 68). Dies entspricht gegenüber dem aktuellen Arbeitskräfteeinsatz in der Landwirtschaft einem Anteil von 40 %. Bei einem eingeschränkten Verzehr tierischer Lebensmittel geht der Arbeitskraftbedarf auf rd. 136.000 AKE bzw. 25 % der aktuell in der Landwirtschaft benötigten AKE zurück.

²³⁶ Größere Betriebe in Milchkuh-, Mastrinder- und Mastschweinehaltung. In der Geflügelhaltung wird mit Durchschnittsbetrieben kalkuliert.

IV.4.2 Ökologische Erzeugung tierischer Lebensmittel

Die Berechnungen des AZB der ökologischen Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft basieren auf Kalkulationsangaben für die Tierhaltung im ökologischen Landbau von Redelberger (2002) und KTBL (2002b), einzelnen Erhebungen, die Rückschlüsse auf die Bestandsgrößenklassen innerhalb bestimmter Tierarten zulassen (Hörning et al. 2003; Hörning 2003; Redelberger 2004; Deerberg 2004; Löser 2004), durchschnittlichen Bestandszahlen aus den Buchführungsbetrieben des BMVEL (BMVEL 2003a/b) und Befragungen von Fachleuten und Verbänden des ökologischen Landbaus (z.B. Redelberger 2004; Demeter 2004; Bioland 2004). Aus der Verordnung und den Richtlinien für den ökologischen Landbau (EG-Öko-Verordnung 2092/91 und verbandsspezifische Richtlinien) lässt sich ableiten, dass eine Steigerung der Tierbestandsgrößen nicht unbegrenzt möglich ist, da die Tierhaltung flächengebunden zu erfolgen hat. Dies bedeutet, dass nur so viele Tiere pro Betrieb gehalten werden dürfen, dass die Gesamtmenge an Stickstoff der anfallenden Exkremate der Tiere 170 kg N pro ha LF und Jahr nicht übersteigt²³⁷.

Für die Berechnungen (Durchschnittsbestand) werden nicht die im *Statistischen Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten* (BMVEL 2003a) und in der Status-Quo-Erhebung von Hörning et al. (2003) ausgewiesenen Durchschnittsbetriebe herangezogen, sondern die jeweils nächst größere Bestandsgröße, die über dem Durchschnittsbestand liegt. Dies erfolgt in Anlehnung an den konventionellen Bereich, innerhalb dessen derjenige Bestand mit der aktuell am meisten gehaltenen Tierzahl stets über dem Durchschnittstierbestand liegt (BMVEL 2003a). Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass die Durchschnittsbestände innerhalb der Status-Quo-Erhebung insgesamt klein sind, da die untersuchten süddeutschen Betriebe nur über eine relativ geringe Flächenausstattung verfügen (Hörning et al. 2003). Aufgrund fehlender Literaturangaben muss mit Ausnahme der Milchkuhhaltung auf die Betrachtung einer dritten Bestandsgrößenklasse verzichtet werden.

Bei der Bereitstellung der Futtermittel wird davon ausgegangen, dass die Tiere betriebs-eigene oder von anderen Ökobetrieben zugekaufte praxisübliche Rationen erhalten. Einige der noch erlaubten konventionellen Komponenten, meist Nebenerzeugnisse aus der Nahrungsmittelindustrie, werden aufgrund ihres geringen ökonomischen Werts hier nicht berücksichtigt. Da bei ökologischer Produktion i.d.R. geringere Flächenerträge erwirtschaftet werden (Bockisch 2000; Redelberger 2002; BMVEL 2003a) und die Möglichkeiten Pflanzenschutzmittel und Herbizide einzusetzen stark eingeschränkt sind, ist mit einem deutlich über dem im durchschnittlichen konventionellen Betrieb liegenden AZB bei der Futterbereitstellung zu rechnen²³⁸.

Die Bereiche Restarbeiten und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern werden analog zur Vorgehensweise im konventionellen Landbau bearbeitet. Hierbei gibt es keine methodischen Änderungen, es werden lediglich Größen-/Mengenunterschiede und Unterschiede bei der Art der Wirtschaftsdünger geltend gemacht (Festmist, Gülle).

Ein Vergleich der Ergebnisse mit anderen Berechnungen kann hier nicht erfolgen, da keine entsprechenden Studien verfügbar sind. Deshalb soll ein Vergleich der Ergebnisse mit

²³⁷ Das bedeutet z.B. nicht mehr als 2 Rinder (>2 Jahre) oder 2 Milchkühe pro ha LF, nicht mehr als 14 Mast-schweine, 580 Masthühner oder 230 Legehennen pro ha LF.

²³⁸ Vergleiche hierzu die Kalkulationsdaten für den AZB bei der pflanzlichen Erzeugung unter Berücksichtigung der Flächengröße (z.B. BAL/BLT 2002; KTBL 2002a/b; Redelberger 2002).

den zuvor ermittelten Zahlen für die konventionelle Milchviehhaltung erfolgen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass sich die Systemannahmen hierbei z.T. deutlich unterscheiden.

IV.4.2.1 Milchkuhhaltung

Nach statistischen Angaben der Bundesregierung und innerhalb der Status-Quo-Befragung der Tierhaltung in Ökobetrieben liegt die durchschnittliche Tierzahl zwischen 31 und 33 Milchkühen pro Betrieb (BMVEL 2003a/b; Hörning et al. 2003). Dabei kann dieser Durchschnittswert nicht mit den Bestandsgrößenklassen verglichen werden, innerhalb derer die meisten Tiere gehalten werden²³⁹. Für die nachfolgenden Berechnungen wird deshalb mit 20, 40 und 80 Milchkühen pro Betrieb als Bestandsgrößenklassen kalkuliert. Dabei wird der Betrieb mit 40 Milchkühen als Durchschnittsbetrieb gewählt, da er sich als nächst größter Bestand über dem Durchschnittsbestand ergibt.

Die Haltung der Tiere erfolgt bei kleinen Beständen (20 Tiere) im Zweiraumlaufstall. Die Stallungen werden mit einem Schlepper entmistet. Die Fütterung erfolgt per Hand. Abgemolken werden die Kühe in einem Vierer-Melkstand (Redelberger 2002). In den beiden größeren Haltungsverfahren erfolgt die Fütterung mit Futterverteilmägen (40 Kühe) bzw. mit dem Fräsmischwagen (80 Kühe) und einem Kraftfutterautomaten. Es wird jeweils mit dem Schlepper entmistet und im Vierer- bzw. Sechser-Fischgrätenmelkstand gemolken (Redelberger 2002). Überdies wird ein halbjähriger Weidegang unterstellt.

Nach der Geburt werden die Kälber in Einzelboxen im Außenbereich auf Stroh gehalten. Ab der 6. Lebenswoche erfolgt die Aufzucht von Kälbern in kleineren Gruppen im eigenen Betrieb (Redelberger 2002). Nach der Aufzuchtphase (45 bis 125 kg) der Kälber geht das Verfahren in die Färsenaufzucht über. Sie erfolgt bis zu einem Jahr weitgehend im Stall mit Kraftfutterzufütterung und Auslauf. Ab dem zweiten Jahr erfolgt im Sommer ganztägige Weidehaltung und im Winter Gruppenhaltung auf Tretmist (Redelberger 2002).

Der nachfolgend berechnete AZB innerhalb der Tierhaltung umfasst die Tätigkeiten Melken, Füttern, Entmisten und Einstreuen. Die Ermittlung des AZB für die Futterbereitstellung erfolgt auf Grundlage üblicher Futterrationen für ökologisch gehaltene Milchkühe (vgl. Bockisch 2000). Die Komponenten werden betriebseigen erzeugt, auf Schlägen von 2 bzw. 5 ha LF. Dabei werden durchschnittliche Erträge des ökologischen Landbaus angenommen, die meist unter den Hektarerträgen des konventionellen Landbaus liegen²⁴⁰ (Bockisch 2000; Redelberger 2002; BMVEL 2003a). Jegliche Futtermittel können im Inland erzeugt werden. Der AZB für die einzelnen Futterkomponenten (sowohl Grund- als auch Kraftfutter) wird anhand von Redelberger (2002) dargestellt. Mit Hilfe dieser Angaben werden die einzelnen Rationen für Milchkuh, Kalb und Färsen berechnet und auf den produktiven Zeitraum der Milchkuh (Nutzungsdauer) bzw. die Milchleistung umgerechnet.

Für die Behandlung der anfallenden Wirtschaftsdünger aus der Milchviehhaltung (mit anteiliger Kälber- und Färsenaufzucht) wird die Menge der anfallenden Exkremente mit ei-

²³⁹ Wie die Zahlen aus dem konventionellen Bereich nahe legen, liegt der Durchschnittsbestand in allen betrachteten Kategorien stets unter der Bestandsgrößenklasse in der die meisten Tiere gehalten werden.

²⁴⁰ Geringe Unterschiede bei Hülsenfrüchten, bei den übrigen Komponenten deutliche Ertragsunterschiede.

nem Standardarbeitszeitfaktor bei zugrunde gelegter Bestandsgröße verrechnet. Hieraus lässt sich der pro Milchvieheinheit erforderliche AZB erschließen.

Wie Tabelle 69 zeigt, reicht die Spannweite der Ergebnisse von rd. 80 bis knapp 130 Akh pro MKE und Jahr bzw. von 1,0 bis 1,5 Akmin pro kg Milch. Dabei sinkt der AZB bei steigender Bestandsgröße absolut und auch relativ.

Tabelle 69: Arbeitszeitbedarf in der ökologischen Milchviehhaltung bei unterschiedlichen Bestandsgrößen

	Durchschnittsbestand (40 Milchkühe)		kleiner Bestand (20 Milchkühe)		großer Bestand (80 Milchkühe)	
	Akh/(MKE*a)	Akmin/kg Milch	Akh/(MKE*a)	Akmin/kg Milch	Akh/(MKE*a)	Akmin/kg Milch
Tierhaltung	62,8	0,8	85,7	1,0	50,4	0,6
Futtermittel	11,3	0,1	13,6	0,2	11,3	0,2
Wirtschaftsdünger	1,6	< 0,1	1,6	< 0,1	1,6	< 0,1
Restarbeiten	21,2	0,3	25,2	0,3	17,1	0,2
Summe	96,9	1,2	126,1	1,5	80,4	1,0

Quelle: eigene Berechnungen nach Bockisch 2000; Redelberger 2002; KTBL 2002b

Die Milchleistung liegt bei 5.000 kg pro Kuh und Jahr. Eine MKE umfasst neben dem AZB für die ausgewachsene Milchkuh auch anteilig den AZB für die Aufzucht von Kalb und Färse.

In den drei gezeigten Bestandsgrößen macht die Tierhaltung mit jeweils mehr als 60 % den größten Anteil des gesamten AZB aus. An zweiter Stelle mit etwa 20 % folgen die Restarbeiten und mit etwa 15 % die Bereitstellung der Futtermittel. Der Zeitaufwand für die Ausbringung der Wirtschaftsdünger ist vernachlässigbar gering.

Ein Vergleich der Ergebnisse in Tabelle 69 mit den Werten für die konventionelle Milchviehhaltung zeigt für die konventionelle Tierhaltung eine sehr viel breitere Spanne (60 bis 144 Akh pro Tier bzw. 0,7 bis 1,4 Akmin pro kg Milch) im Vergleich zur ökologischen Tierhaltung (80 bis 126 Akh pro Tier bzw. 1,0 bis 1,5 Akmin pro kg Milch) bei allerdings auch deutlich größeren Bandbreiten bei den Bestandsgrößenklassen (20 bis 120 Milchkühe bei konventionellem Betrieb und 20 bis 80 Milchkühe bei ökologischem Betrieb).

Die unterschiedlich großen Durchschnittsbetriebe (40 bzw. 60 Milchkühe) lassen keinen direkten Vergleich zu. Deutlich wird jedoch bei einer Gegenüberstellung der Zahlen, dass die konventionelle Milcherzeugung in einem um 50 % größeren Bestand mit 0,7 Akmin/kg mit geringerem AZB erfolgt als die ökologische Erzeugung mit 1,2 Akmin/kg. Auch durch die Wahl des in dieser Arbeit größten Milchkuhbestandes im ökologischen Landbau kann dieser Wert für die konventionelle Milcherzeugung nicht erreicht werden.

Ein direkter Vergleich auf Basis der Bestandsgröße ist hingegen beim kleinen Bestand innerhalb der beiden Wirtschaftsweisen mit jeweils 20 Milchkühen möglich (1,4 bzw. 1,5 Akmin/kg). Während die ökologische Erzeugung von Kuhmilch im Teilbereich Restarbeiten einen höheren AZB pro kg Milch erfordert, liegt der AZB für die Tierhaltung geringfügig unter dem Wert des konventionellen Landbaus. Die geringeren Angaben bei der Tierhaltung lassen sich durch den annahmegemäß halbjährigen Weidegang der ökologisch gehaltenen Tiere erklären, so dass die Stallarbeiten geringer ausfallen als im konventionellen Bereich mit ganzjähriger Stallhaltung.

Der Anteil der Restarbeiten am Gesamtergebnis macht bei ökologischer Wirtschaftsweise einen relativ größeren Anteil aus als bei der konventionellen Wirtschaftsweise, da die Flächenproduktivität und die Besatzdichte hier geringer sind.

IV.4.2.2 Rindermast

Die Rindermast in ökologischen Betrieben erfolgte im Jahr 2001 mit durchschnittlich 34 Rindern pro Betrieb²⁴¹ (BMVEL 2003a). Wie oben beschrieben, wird für die Berechnung des AZB die in der Literatur angegebene nächst größere Bestandsgrößenklasse gewählt. Als Durchschnittbestand werden 40 Mastrinder und als kleinerer Bestand 10 Mastrinder pro Betrieb unterstellt.

Die Aufzucht der Kälber erfolgt in Analogie zur Milchkuhhaltung. Die Rinder werden für jeweils ein halbes Jahr in Tretmistställen bzw. auf der Weide gehalten und bis zu einem Lebendgewicht von 600 kg gemästet. Die Mastdauer beträgt knapp 15 Monate, zuzüglich der Aufzuchtsdauer der Kälber von 4 Monaten. Der AZB für die Rindermast umfasst die Tätigkeiten Füttern, Einstreuen und Entmisten. Die unterschiedlichen Angaben des AZB, je nach Bestandsgröße, beruhen auf dem Einsatz von Fütterungstechnik, aufgrund dessen der AZB in größeren Beständen (40 gegenüber 10 Mastrindern) um etwa 15 % geringer ausfällt (Redelberger 2002).

Die Berechnung des AZB für die Futterbereitstellung erfolgt mit den bei der Milchviehhaltung beschriebenen Verfahren und Annahmen. Hierbei werden die in vorhergehenden Kapiteln (PEV, THE) eingesetzten Futtermittel und -rationen übernommen und mit entsprechenden Standardarbeitszeiten für die Erzeugung der einzelnen Komponenten nach ökologischen Kriterien belegt. Die daraus resultierenden AZB für die Futtermittel beruhen auf dem Produkt der jeweiligen Anteile innerhalb der Futterration, aus durchschnittlichen Flächenerträgen des ökologischen Landbaus und dem pro Flächeneinheit erforderlichen AZB für die Kultivierung der Futterpflanzen. Die benötigte Zeit zur Behandlung der Wirtschaftsdünger wird analog zur Milchviehhaltung betrachtet. Ebenso wird mit den nicht zuteilbaren Restarbeiten verfahren.

Wie die Ergebnisse in Tabelle 70 zeigen hat die Tierhaltung einen Anteil von mindestens 45 % am gesamten AZB.

²⁴¹ Innerhalb der Status-Quo-Erhebung fällt der Durchschnitt hier mit nur 23 Tieren deutlich geringer aus (Hörning et al. 2003).

Tabelle 70: Arbeitszeitbedarf in der ökologischen Mastrinderhaltung bei unterschiedlichen Betriebsgrößen

	Durchschnittsbestand (40 Mastrinder)		kleiner Bestand (10 Mastrinder)	
	Akh/(MRE*a)	Akmin/kg SG	Akh/(MRE*a)	Akmin/kg SG
Tierhaltung	15,1	3,4	17,4	3,9
Futtermittel	8,5	1,9	12,8	2,9
Wirtschaftsdünger	0,9	0,2	1,6	0,4
Restarbeiten	6,3	1,4	6,3	1,4
Summe	30,8	6,9	38,1	8,6

Quelle: eigene Berechnungen nach NÖL 1999; Bockisch 2000; Redelberger 2002; BAL/BLT 2002
Eine Mastrindereinheit (MRE) umfasst den AZB für das Mastrind und anteilig für die Aufzucht des Kalbes. SG eines ökologisch gehaltenen Mastrindes entspricht 330 kg.

Der Vergleich der Ergebnisse in Tabelle 70 mit denen aus dem konventionellen Bereich (Tabelle 63) zeigt für den Durchschnittsbestand (40 Rinder bei konventioneller und ökologischer Erzeugung) pro MRE einen ähnlich großen AZB (29,2 bzw. 30,8 Akh/MRE und Jahr). Die Erzeugung eines kg Rindfleisch (SG) erfordert dagegen bei ökologischer Rindermast einen um rd. 30 % höheren AZB als bei konventioneller Rindermast. Der Umfang an Restarbeiten pro Tiereinheit ist bei konventioneller Mastrinderhaltung aufgrund höherer Flächenerträge und des damit verbundenen geringeren Flächenbedarfs zur Erzeugung einer Futtereinheit deutlich kleiner als bei ökologischer Mastrinderhaltung.

IV.4.2.3 Schweinemast

Die durchschnittliche Bestandsgröße ökologisch wirtschaftender Schweinemastbetriebe betrug im Jahr 2001 59 Tiere²⁴² (BMVEL 2003a). Wie bereits erläutert wird nachfolgend mit dem nächst größeren Bestand als Durchschnittsbestand – 100 Mastschweine – gerechnet. Diese Bestandsgröße wird als übliche Größe angesehen (Redelberger 2002/2004). Als nächst größere Bestandsgröße werden 500 Masttiere betrachtet. Die Bestandsklasse von 100 Mastschweinen lässt sich direkt mit dem konventionellen Verfahren für kleine Betriebe vergleichen. Bei 500 Tieren im ökologischen Betrieb ist darüber hinaus eine Vergleichbarkeit der Zahlen mit der Durchschnittsbestandsklasse innerhalb der konventionellen Mastschweinehaltung (600 Tiere) möglich.

Die Mastdauer der ökologisch gehaltenen Tiere beträgt 150 Tage. Hinzu kommt die Ferkelaufzuchtsdauer von knapp 90 Tagen. Es wird von 18 abgesetzten Ferkeln pro Sau und Jahr ausgegangen. Die Aufstallung der Tiere erfolgt auf Stroheinstreu. Die Anteile für die Ferkelaufzucht und die Sauenhaltung gehen in die Berechnungen mit ein. Die Eberhaltung hingegen wird unberücksichtigt gelassen. Im Gegensatz zum konventionellen Bereich wird davon ausgegangen, dass Ferkelerzeugung und Schweinemast in einem geschlossenen System auf einem Hof erfolgen (vgl. Bockisch 2000).

²⁴² Wiederum liegt der Durchschnittsbestand innerhalb der Erhebung von Hörning et al. (2003) mit 35 Mastschweinen pro Betrieb deutlich tiefer. Dabei fallen unter den Terminus „Schweine“ innerhalb der BMVEL (2003a) ebenso Zuchtsauen, Ferkel und Eber, so dass der eigentliche Mastschweinebestand ebenfalls geringer ausfällt.

Der AZB innerhalb der Tierhaltung umfasst das Füttern, das Einstreuen und das Entmisten. Die Fütterung der Schweine (Mastschweine, Sauen, Ferkel) erfolgt anhand praxiserprobter Futtermischungen für die ökologische Schweinemast auf der Basis von Getreide und Körnerleguminosen (vgl. Bockisch 2000). Es wird der AZB für die Mischfutterkomponenten auf die jeweiligen Rationen der Tiere hochgerechnet. Hierbei gehen die Standardarbeitszeiten für die Erzeugung pflanzlicher Futtermittel sowie entsprechende Flächenerträge des ökologischen Landbaus mit ein. Ebenso wie in der konventionellen Schweinemast bleiben dabei einige Rationskomponenten unberücksichtigt²⁴³. Die Erzeugung der Futtermittel erfolgt auf verschiedenen Schlaggrößen, 2 bzw. 5 ha LF. Dabei werden die Futtermittel im Betrieb mit 100 Mastschweinen annahmegemäß auf kleineren Schlägen (2 ha LF), im größeren Betrieb (500 Mastschweine) auf Schlägen von 5 ha LF erzeugt.

Die Berechnung des AZB für die Behandlung der Wirtschaftsdünger erfolgt unter Berücksichtigung der anfallenden Exkremente bei Festmistverfahren (Bockisch 2000). Diese werden kombiniert mit Standardarbeitszeitbedarfen bei der Ausbringung von Festmist (BAL/BLT 2002).

Im Bereich der Restarbeiten wird die für die Futtermittelerzeugung benötigte LF bei gegebenem Tierbestand mit den Arbeitszeitfaktoren für Restarbeit hochgerechnet und auf jeweils ein Tier umgelegt. Dabei gilt jedoch zu berücksichtigen, dass die aktuelle Fachliteratur keine Angaben machen kann über pauschale Faktoren bei der Restarbeit für Veredelungsbetriebe (KTBL 2002a; Redelberger 2002). Insofern musste auch in diesem Bereich mit den Schätzwerten der Futterbaubetriebe kalkuliert werden.

Wie die Ergebnisse in Tabelle 71 zeigen, entfällt bei der Mastschweinehaltung in einem ökologischen Betrieb mit 100 Mastschweinen gut die Hälfte des Zeitbedarfs pro Masteinheit auf die Tierhaltung, etwa ein Viertel auf die Restarbeiten und etwa ein Fünftel auf die Bereitstellung der Futtermittel. Die Ausbringung der Wirtschaftsdünger spielt eine untergeordnete Rolle.

Tabelle 71: Arbeitszeitbedarf in der ökologischen Mastschweinehaltung bei unterschiedlichen Bestandsgrößen

	Durchschnittsbestand (100 Mastschweine)		großer Bestand (500 Mastschweine)	
	Akh/ (Masteinheit*Mastdauer)	Akmin/kg SG	Akh/ (Masteinheit*Mastdauer)	Akmin/kg SG
Tierhaltung	3,8	2,6	2,4	1,6
Futtermittel	1,3	0,9	1,3	0,9
Wirtschaftsdünger	0,2	0,1	0,1	0,1
Restarbeiten	1,8	1,2	1,2	0,8
Summe	7,1	4,8	5,0	3,4

Quelle: eigene Berechnungen nach Bockisch 2000; BAL/BLT 2002; Redelberger 2002

In größeren Beständen verringert sich der AZB für die Tierhaltung pro Masteinheit deutlich und auch die Restarbeiten gehen zurück. In größeren Betrieben wird annahmegemäß die Tierhaltung mit weniger Handarbeit ausgeführt als in kleineren Betrieben. Des Weiteren

²⁴³ Kartoffeleiweiß, Mineralfutter und Rapsöl.

ren kann bei größeren LF durch das größere Volumen an benötigten Futtermitteln der AZB für Restarbeiten pro ha LF gesenkt werden, was sich ebenfalls pro Masteinheit niederschlägt.

Beim Vergleich der Ergebnisse für den Durchschnittsbestand bei ökologischer Haltung mit dem kleinen Bestand bei konventioneller Haltung (ebenfalls 100 Mastschweine) zeigt sich, dass der produktbezogene AZB des konventionellen Betriebes bei rd. 60 % des AZB des ökologischen Betriebes liegt. Die Werte beim AZB im Bereich der Tierhaltung, der Bereitstellung der Futtermittel und der Restarbeiten liegen im ökologischen Verfahren pro kg deutlich höher. Die Ursachen hierfür innerhalb der Tierhaltung sind in mehr Zeit erfordernden Haltungssystemen zu finden²⁴⁴. Im Bereich der Futtermittelerzeugung sind die geringeren Erträge und die damit verbundenen höheren Flächenansprüche zur Futtermittelerzeugung sowie die stärker mechanisch ausgerichtete Bewirtschaftung der Flächen für die Höhe des AZB relevant, z.B. aufgrund von Einschränkungen im Pflanzenschutzmitteleinsatz.

Erhöhte Ansprüche an Fläche bedeuten bei konstantem Tierbestand eine größere Fläche pro Einzeltier, so dass die anfallenden Restarbeiten, die sich aus der Größe und der Betriebsform ergeben, pro Tier höher ausfallen als im konventionellen Bereich.

Bei steigender Bestandsgröße können dagegen in beiden Verfahren Skaleneffekte innerhalb der Tierhaltung erzielt werden. In allen Teilbereichen beider Wirtschaftsweisen, abgesehen von der Wirtschaftsdüngerausbringung und der Futtermittelbereitstellung im ökologischen Verfahren, geht der AZB deutlich zurück, so dass bei 500 (ökologischer Bestand) bzw. 600 Mastschweinen (konventioneller Bestand) der Bereich der Tierhaltung pro kg Fleisch bei fast der Hälfte des Gesamt-AZB liegt. Dabei entspricht jedoch die Tierhaltung im konventionellen Betrieb mit 0,9 Akmin/kg nur gut der Hälfte des AZB aus dem ökologischen Bereich (1,6 Akmin/kg). Bei noch größeren Tierbeständen (1.000 Mastschweine) im konventionellen Verfahren beträgt der gesamte AZB pro kg Fleisch weniger als der AZB der Tierhaltung im ökologischen Landbau bei 500 Mastschweinen.

IV.4.2.4 Mastgeflügelhaltung

Bei der Berechnung des AZB bei ökologischer Mastgeflügelhaltung wird aufgrund fehlender Literaturangaben auf Werte aus der konventionellen Mastgeflügelhaltung (BAL/BLT 2002) zurückgegriffen. Es werden Zahlen für die Bestandsgrößen von 1.000 und 5.000 Masthühnern berechnet²⁴⁵.

²⁴⁴ Z.B. Stroheinstreu gegenüber Spaltenböden.

²⁴⁵ Bei Redelberger (2002) wird der AZB für den Bereich der Legehennenhaltung bei Beständen zwischen 1.000 und 3.000 Tieren angegeben. Aus diesem Grund erscheinen die oben gewählten Bestände als realistisch, geht man davon aus, dass die Tierzahl innerhalb der Mastgeflügelhaltung aufgrund der deutlich kürzeren Verweilzeit im Betrieb über derjenigen innerhalb der Legehennenhaltung liegt (vgl. hierzu auch Bestandsangaben und Statistik im konventionellen Landbau). Auch die nach EG-Öko-VO zulässige Anzahl an Masttieren pro ha LF liegt mit 580 gegenüber 230 mehr als doppelt so hoch.

Den Berechnungen wird zugrunde gelegt, dass in kleineren Beständen Handfütterung erfolgt, während Tiere in größeren Beständen automatisch mit Futter versorgt werden (BAL/BLT 2002). Die Mastdauer der ökologischen Masttiere umfasst 81 Tage, bei einem Mastendgewicht von 2,8 kg. Inklusive der Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen können somit pro Standplatz und Jahr gut vier Umtriebe realisiert werden.

Die Berechnung des AZB für die Bereitstellung der erforderlichen Futtermittel innerhalb der ökologischen Mastgeflügelhaltung basieren auf den bereits in vorhergehenden Kapiteln beschriebenen Futterrationen. Dabei werden diese Rationen mit entsprechenden Arbeitszeitfaktoren belegt, die sich wiederum aus dem AZB für die Erzeugung der Futtermittelkomponenten und den jeweiligen Hektarerträgen ergeben. Es werden die für die Erzeugung der Futterrationen erforderlichen LF berücksichtigt, die aus der gegebenen Betriebsgröße resultieren.

Die Berechnung des AZB für die Behandlung der anfallenden Exkremente sowie für die nicht zuteilbaren Restarbeiten erfolgt in Analogie zu den Ausführungen innerhalb der konventionellen Mastgeflügelhaltung.

Wie die Ergebnisse in Tabelle 72 zeigen, nimmt bei kleinen Mastgeflügelbeständen die Tierhaltung mit etwa zwei Dritteln am gesamten AZB den bedeutendsten Anteil ein. Dagegen sinkt dieser Anteil mit zunehmender Bestandsgröße durch stärker mechanisierte Betriebsabläufe und Skaleneffekte deutlich ab. Bei einer Bestandsgröße von 5.000 Tieren verringert sich der Zeitaufwand der Tierhaltung um etwa die Hälfte und liegt bei weniger als 50 % des gesamten AZB. Hingegen gewinnt der AZB für die Bereitstellung der Futtermittel stärker an Bedeutung und liegt nunmehr bei knapp 40 %.

Tabelle 72: Arbeitszeitbedarf in der ökologischen Mastgeflügelhaltung bei unterschiedlichen Bestandsgrößen

	kleiner Bestand (1.000 Tiere)		großer Bestand (5.000 Tiere)	
	Akmin/(Tier*Mastdauer)	Akmin/kg VG	Akmin/(Tier*Mastdauer)	Akmin/kg VG
Tierhaltung	3,4	1,7	1,7	0,9
Futtermittel	1,4	0,7	1,4	0,7
Wirtschaftsdünger	0,1	0,1	0,1	< 0,1
Restarbeiten	0,5	0,3	0,5	0,3
Summe	5,4	2,8	3,7	1,9

Quelle: eigene Berechnungen nach KTBL 2000; BAL/BLT 2002; Redelberger 2002; Vogt-Kaute 2003
Vermarktungsgewicht eines Masttieres nach insgesamt etwa 11,5 Wochen knapp 2 kg.

Der große Bestand ökologisch gehaltenen Mastgeflügels (5.000 Tiere) kann nicht mit dem in Tabelle 65 dargestellten konventionellen Geflügelmastbetrieb verglichen werden, da hier zehnmal so viele Tiere gehalten werden. Bei einer Gegenüberstellung dieser Zahlen, bezogen auf das kg Fleisch, liegt jedoch bei konventioneller Erzeugung von Geflügelfleisch das Ergebnis bei weniger als der Hälfte des Ergebnisses aus dem großen ökologischen Betrieb. Den bedeutendsten Einfluss auf das Endergebnis hat innerhalb dieser Berechnungen die Tierhaltung: Steigende Tierzahlen mit entsprechender Arbeitsrationalisierung lassen den AZB stark sinken.

IV.4.2.5 Legehennenhaltung

Die Ermittlung des AZB bei ökologischer Legehennenhaltung basiert auf Kalkulationsgrundlagen von Redelberger (2002) sowie der Status-Quo-Befragung von Hörning et al. (2003). Bei Redelberger (2002) werden als Bestandsgrößen 1.000, 2.000 und 3.000 Legehennen angegeben, während Hörning et al. (2003) die durchschnittliche Anzahl an Legehennen mit zwischen 221 und 304 Tieren pro Betrieb angibt. Innerhalb dieser Durchschnittszahlen befinden sich jedoch auch Betriebe mit nur bis zu 10 Tieren. Wählt man für die Betrachtung des AZB diejenigen Bestandsgrößen, in denen die meisten Tiere gehalten werden, so resultieren hier Betriebe mit mehr als 1.000 Tieren. Die nachfolgenden Berechnungen werden anhand zweier Bestandsgrößenklassen geführt: bei 1.000 Tieren im Bodenhaltungsverfahren sowie bei 3.000 Tieren in Volierenhaltung, jeweils mit Auslauf (vgl. Redelberger 2002). Als Durchschnittsbetrieb wird ein Bestand von 1.000 Legehennen angenommen.

Die ökologisch gehaltenen Legehennen erreichen annahmegemäß nach 22 Wochen die Legereife, bei einer Gesamtlegedauer von 18 Monaten. Die durchschnittliche Legeleistung wird mit 74 % angegeben. Innerhalb der kleineren Bestandsgröße (1.000 Tiere in Bodenhaltung) erfolgt die Fütterung und das Eiersammeln manuell. Innerhalb des größeren Betriebes hingegen wird von einer automatischen Fütterung und Sammlung ausgegangen (Redelberger 2002).

Der AZB innerhalb der Tierhaltung umfasst bei der Legehennenhaltung neben den Tätigkeiten Füttern, Entmisten, Sammeln, Sortieren, Abpacken der Eier sowie Vermarktung an den Handel²⁴⁶ ebenso das Einstellen der Junghennen, Tierkontrollen, das Ausstallen der Schlachthennen und Desinfektionsmaßnahmen, Einstreuen, Auslaufpflege sowie Öffnen und Schließen der Auslaufluken (ebd.).

Für die Berechnung des AZB im Rahmen der Bereitstellung der erforderlichen Futtermittel werden durchschnittliche Futtermischungen der ökologischen Legehennenhaltung herangezogen (KTBL 2002b). Die einzelnen Komponenten werden anhand von Kalkulationsdaten für den AZB bei der ökologischen Erzeugung auf die Ration pro Tier umgerechnet²⁴⁷.

Der AZB für die Behandlung der anfallenden Exkremete wird aus der Menge und den entsprechenden Standardarbeitszeitkoeffizienten für die jeweiligen Bezugsgrößen (Tier-einheit bzw. kg Produkt) errechnet (KTBL 2000; BAL/BLT 2002). Das Zahlenmaterial hierfür wird als identisch mit dem konventionellen Bereich angesehen.

Für den AZB der Restarbeiten werden die für die Futtermittelerzeugung benötigten Flächen mit den Faustzahlen aus der Literatur verrechnet und auf die Bezugsgröße umgeschlagen. Als Kalkulationsbasis muss jedoch auch hier mit den Angaben für Futterbaubetriebe gerechnet werden, da sich innerhalb der Literatur keine Angaben finden lassen, die Aufschluss über die Restarbeiten innerhalb von Veredelungsbetrieben geben.

Wie die Ergebnisse in Tabelle 73 zeigen, wird auch bei ökologischer Legehennenhaltung bei den betrachteten Betriebs-/Bestandsgrößen der gesamte AZB von der Tierhaltung

²⁴⁶ Bei Direktvermarktung der Eier werden deutlich höhere Arbeitszeiten veranschlagt als bei der hier berücksichtigten Vermarktung an den Handel (zwischen 31 und 47 Akh/Einheit und Jahr gegenüber 0,7 – 1,2 Akh/Einheit und Jahr).

²⁴⁷ Wie bereits oben erwähnt, bleiben innerhalb der Berechnung des AZB für die Futtermittel einige Komponenten unberücksichtigt (Kartoffeleiweiß, Maiskleber, Kalk, Mineralstoffe und Pflanzenöl).

dominiert. Während die übrigen Teilbereiche innerhalb dieser Betrachtung als konstant angenommen werden, sinkt der Anteil des AZB für die Tierhaltung durch größere Bestände und anderer Haltungsverfahren von knapp 70 auf 52 %. Das Endergebnis beträgt bei den größeren Bestandsgrößen nur noch etwa zwei Drittel des AZB der kleineren Betriebe. Die Restarbeiten betragen weitere 23 bzw. 35 % und die Bereitstellung der Futtermittel liegt bei etwa 10 % des jeweiligen Gesamt-AZB.

Tabelle 73: Arbeitszeitbedarf in der ökologischen Legehennenhaltung bei unterschiedlichen Bestandsgrößen

	Durchschnittsbestand (1.000 Tiere)		großer Bestand (3.000 Tiere)	
	Akmin/ (Einheit*Jahr)	Akmin/kg Eimasse	Akmin/ (Einheit*Jahr)	Akmin/kg Eimasse
Tierhaltung	40,7	2,4	19,5	1,2
Futtermittel	4,1	0,3	4,1	0,3
Wirtschaftsdünger	0,4	< 0,1	0,4	< 0,1
Restarbeiten	13,2	0,8	13,2	0,8
Summe	58,5	3,5	37,3	2,2

Quelle: eigene Berechnungen nach KTBL 2000/2002b; Redelberger 2002; BAL/BLT 2002
Stückgewicht des Hühnereis bei 62 g.

Eine Gegenüberstellung der Ergebnisse des ökologischen Betriebes (3.000 Tiere) mit dem konventionellen Durchschnittsbetrieb (24.000 Tiere) ist schwierig, da diese deutlich unterschiedliche Bestandsgrößen aufweisen. Der konventionelle Betrieb benötigt deutlich weniger Arbeitszeit für die Tierhaltung als der ökologische Betrieb. Dabei fallen jedoch die Einsparungen an Arbeitszeit bezogen auf den Tierbestand nicht mehr so groß aus wie von kleinen Betrieben zu größeren Betrieben²⁴⁸. Dennoch ist das Gesamtergebnis, bezogen auf das kg Produkt, im ökologischen, größeren Betrieb mehr als doppelt so hoch wie im konventionellen Betrieb. Hierzu tragen auch die höheren AZB für die Bereiche Restarbeiten und Futtermittel bei, die pro Produkteinheit im ökologischen Landbau etwa anderthalbmal bis doppelt so hoch sind.

IV.4.2.6 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Der Vergleich des AZB für die ökologische Tierhaltung in durchschnittlichen Tierbeständen (Tabelle 74) zeigt, dass – wie bei der konventionellen Erzeugung tierischer Lebensmittel – die Produktion von Rindfleisch mit 6,9 Akmin pro kg den mit Abstand höchsten AZB erfordert. Er liegt um mehr als 40 % höher als die Erzeugung von Schweinefleisch. Dabei fällt diese Differenz deutlich geringer aus als die Differenz zwischen konventionellem Rind- und Schweinefleisch.

²⁴⁸ Z.B. von 1.000 Tieren Bodenhaltung auf 3.000 Tiere Volierenhaltung, d.h. bei einer Steigerung des Tierbestandes um 2.000 Tiere ist die Einsparung an Arbeitszeit deutlich größer als bei einer Steigerung der Tierzahlen von 3.000 auf 24.000.

Tabelle 74: Arbeitszeitbedarf bei der ökologischen Erzeugung tierischer Lebensmittel

	Arbeitszeitbedarf [Akmin/kg]				
	Milch	Rindfleisch (SG)	Schweinefleisch (SG)	Geflügelfleisch (VG)	Hühnerei
Tierhaltung	0,8	3,4	2,6	1,7	2,4
Futtermittelbereitstellung	0,1	1,9	0,9	0,7	0,3
Düngerausbringung	< 0,1	0,2	0,1	0,1	< 0,1
Restarbeiten	0,3	1,4	1,2	0,3	0,8
Summe	1,2	6,9	4,8	2,8	3,5

Quelle: eigene Zusammenstellung

Tierbestände im jeweiligen Durchschnittsbetrieb (Ausnahme: Mastgeflügel ohne Durchschnittsangabe): 40 Milchkühe, 40 Mastrinder, 100 Mastschweine, 1.000 Mastgeflügel, 1.000 Legehennen. Bei Fleisch bezogen jeweils auf das SG.

An dritter Stelle des gesamten AZB steht die Erzeugung von Hühnereiern, gefolgt von Geflügelfleisch und Milch. Während sich die Reihenfolge im konventionellen Bereich bei Hühnereiern und Geflügelfleisch umgekehrt verhält, steht ebenfalls mit dem geringsten AZB die Milcherzeugung. Generell ist davon auszugehen, dass bei langer Mast-/Haltungsdauer und geringen Erträgen pro Tier die produktbezogenen AZB relativ hoch liegen. Darüber hinaus sind auch die jeweiligen Haltungsverfahren an der Höhe des Gesamt-AZB beteiligt.

Zur Berechnung der Effekte eines eingeschränkten Verzehrs an Lebensmitteln tierischer Herkunft bei ökologischer Wirtschaftsweise auf die Beschäftigungssituation in der Landwirtschaft werden die ermittelten Arbeitszeiten pro erzeugter Produkteinheit (Tabelle 74) mit den Verzehrsmengen verrechnet und es wird ein Vergleich zwischen dem AZB zur Erzeugung der gegenwärtig hohen und der (empfohlenen) eingeschränkten Verzehrsmengen gezogen. Bei der Ermittlung der Auswirkungen auf die Zahl an erforderlichen Arbeitskräften werden die benötigten Arbeitszeiten in AKE umgerechnet – dies entspricht einer Person mit 2.380 Akh pro Jahr (Redelberger 2002).

Wie die Ergebnisse in Tabelle 75 zeigen, wären bei einer flächendeckenden ökologischen Produktionsweise 89 % der gegenwärtig in der Landwirtschaft geleisteten AKE für die Bereitstellung tierischer Lebensmittel erforderlich²⁴⁹. Im Vergleich zur konventionellen Wirtschaftsweise wären dies 216.000 bzw. 82 % AKE mehr.

²⁴⁹ Es erfolgt hier keine Berücksichtigung von Exporten und Importen, sondern es wird von Vollversorgung ausgegangen, was in der Realität zum aktuellen Zeitpunkt nicht zutrifft. Insofern ist der Bezug zum aktuellen Ausmaß von Arbeitskräften innerhalb der deutschen Landwirtschaft nur eingeschränkt möglich.

Tabelle 75: Bedarf an Arbeitskräften zur ökologischen Erzeugung tierischer Lebensmittel bei aktuellen und eingeschränkten Konsummengen

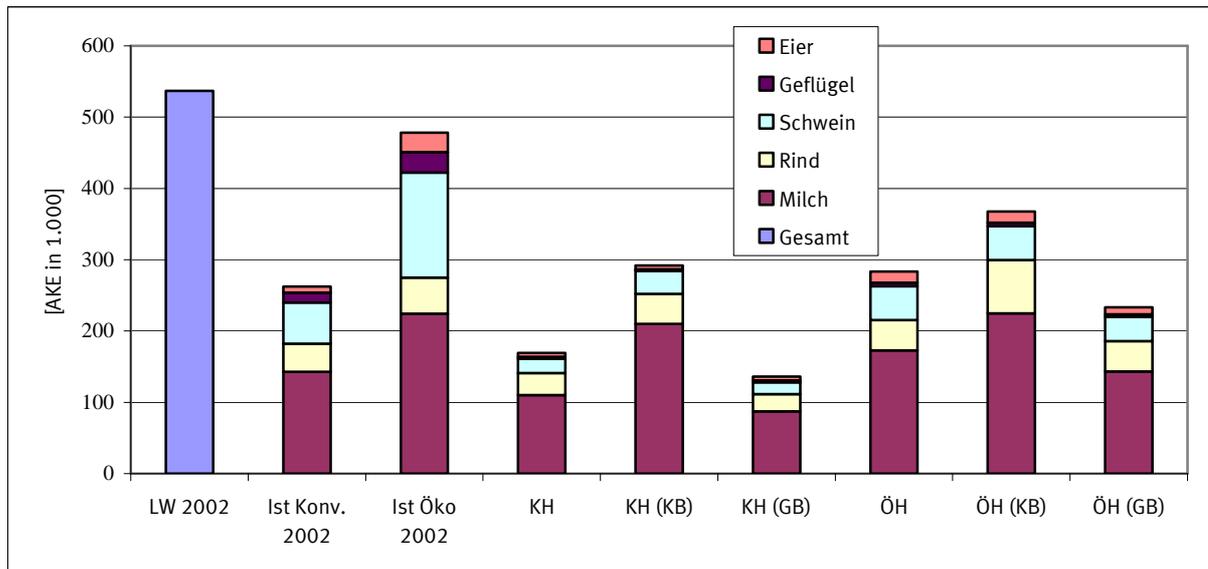
Arbeitszeitbedarf zur konventionellen Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft						
	Verbrauch 2002 [kg/(p*a)]	Verbrauch bei reduziertem Verzehr [kg/(p*a)]	AZB 2002 [Akh/(p*a)]	Anteile am AZB 2002 [%]	AZB bei reduziertem Verzehr [Akh/(p*a)]	Anteile am AZB red. Verzehr [%]
Milch	334,0	257	388	47	299	61
Rindfleisch	12,7	11	88	11	74	15
Schweinefleisch	52,6	17	255	31	82	17
Geflügelfleisch	17,6	3	49	6	9	2
Eier (Stück)	220,0	124	48	6	27	5
Summe			828		491	
Bedarf an Arbeitskräften zur konventionellen Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft						
					Ist-Situation (2002)	reduzierter Verzehr
AZB für die Erzeugung tierischer Lebensmittel pro Person [Akh/(p*a)]					14	8
AZB für die Erzeugung tier. LM in Deutschland [Mio. Akh/(Bevölkerung*a)]					1.138	674
AKE für die Erzeugung tier. LM in Deutschland [AKE/(Bevölkerung*a)]					478.000	283.000
Beschäftigte in der Landwirtschaft (AKE)					536.900	-
Anteil AKE (tier. LM) an Summe landwirtschaftlicher AKE (Ist 2002) [%]					89	53

Quelle: eigene Zusammenstellung

AZB = Arbeitszeitbedarf; AKE = Arbeitskrafteinheit

Durch eine Einschränkung des Konsums an Lebensmitteln tierischer Herkunft geht der Bedarf an Arbeitskräften zur Erzeugung dieser Menge Lebensmittel im Vergleich zur ökologisierten Ist-Situation um 41 % zurück. Dies entspricht einem Verlust von 195.000 AKE und einem Rückgang des Bedarfs an Arbeitskräften in der Landwirtschaft von rd. 36 % (Abbildung 20). Der Anteil AKE bei der Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft sinkt von der ökologisierten Ist-Situation mit rd. 89 % auf 53 % an den insgesamt in der Landwirtschaft benötigten Arbeitskräften bei eingeschränktem Konsum an tierischen Lebensmitteln (Tabelle 75). Durch die ökologische Produktionsweise zur Erzeugung der reduzierten Verzehrsmengen sind 114.000 AKE mehr erforderlich als bei deren Produktion mit konventionellen Verfahren. Im Vergleich zum gegenwärtigen Arbeitskräftebedarf für die Erzeugung tierischer Lebensmittel in Deutschland (konventionelle Erzeugung) führt eine Einschränkung des Konsums tierischer Lebensmittel bei vollständig ökologischer Produktionsweise zu einem Anstieg des Bedarfs an Arbeitskräften (plus 21.000 AKE).

Abbildung 20: Bedarf an Arbeitskräften zur Erzeugung tierischer Lebensmittel bei aktuellen und eingeschränkten Konsummengen bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise



LW 2002=AKE in der Landwirtschaft in Deutschland im Jahr 2002;

Ist Konv./Öko 2002 = Berechnung der AKE aus aktuellen Verzehrsmengen und ermittelten AZB der Durchschnittsbetriebe (konventionell bzw. ökologisch);

KH = Hochrechnung des AZB der konventionellen Durchschnittsbetriebe bei reduziertem Verzehr;

KH (KB/GB) = s.o., jedoch bei kleinen/großen Betrieben;

ÖH = Hochrechnung des AZB der ökologischen Durchschnittsbetriebe bei reduziertem Verzehr;

ÖH (KB/GB) = s.o., jedoch bei kleinen/großen Betrieben.

Die Erzeugung der betrachteten Lebensmittel unter konventionellen Kriterien und Annahmen erfolgt in jeder Sparte (Durchschnitt, kleiner und großer Betrieb) mit jeweils geringererem AZB im Vergleich zu einer Erzeugung unter ökologischen Prämissen. Deutlich wird innerhalb der Grafik außerdem, dass die Erzeugung tierischer Produkte vom Rind (Fleisch und Milch) den größten Anteil des AZB beansprucht.

Auf der Basis des AZB kleiner ökologischer Betriebe²⁵⁰ wären bei unveränderten Verzehrsmustern knapp 9 % mehr Arbeitskräfte notwendig als gegenwärtig in der Landwirtschaft tätig sind (rd. 584.000 AKE). Bei stark reduzierten Verzehrsmengen wären es noch 68 % (370.000 AKE). Wird der AZB des größeren ökologischen Betriebs²⁵¹ herangezogen, würden bei aktuellen Verzehrsmengen knapp 71 % der gegenwärtig insgesamt getätigten Arbeitsleistung in der Landwirtschaft durch den Bereich der Tierhaltung belegt (380.000 AKE). Bei eingeschränktem Konsum tierischer Lebensmittel sind es 43 % bzw. 233.000 AKE. Dieser Wert liegt etwas unter dem Arbeitskraftbedarf der Erzeugung tierischer Lebensmittel nach konventionellem Verfahren bei aktuellem Konsum (Ist 2002) tierischer Lebensmittel.

²⁵⁰ Kleine Betriebe bei der Milchvieh- und der Mastrinderhaltung, übrige Betriebe verbleiben Durchschnittsbetriebe.

²⁵¹ Bis auf Rindermastbetriebe, bei denen Durchschnittsbetriebe eingesetzt werden.

IV.4.3 Arbeitsbedarf bei der Verarbeitung

Die Berechnungen in diesem Kapitel beziehen sich auf Milch und die verschiedenen Fleischarten. Die Verarbeitung von Eiern wird hier nicht betrachtet, da der Eianteil in den Produkten meist vernachlässigbar ist und die vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten²⁵² eine Zuteilung des AZB zum jeweiligen Eianteil schwierig gestalten würden. Bei Milch wird – im Gegensatz zu den Berechnungen beim PEV und den THE – bei der Ermittlung des AZB nicht die erzeugte Frischmilch, sondern die gesamte Produktpalette berücksichtigt. Die Betrachtung der Beschäftigungseffekte im Bereich der Fleischverarbeitung erfolgt für Fleisch und Fleischerzeugnisse (z.B. Wurst).

Bei der Berechnung des AZB in der Verarbeitung tierischer Lebensmittel wird keine Unterscheidung zwischen konventioneller und ökologischer Wirtschaftsweise vorgenommen, da unterstellt wird, dass die Strukturen prinzipiell ähnlich ausfallen. Schon heute findet z.B. die ökologische Milch- und Fleischverarbeitung in denselben Betrieben statt wie auch die konventionelle, und vom Zeitaufwand dürfte es zwischen den Wirtschaftsweisen geringere Unterschiede geben als zwischen handwerklicher und industrieller Praxis.

IV.4.3.1 Milchverarbeitung

In der Molkereiwirtschaft hat sich in den vergangenen Jahrzehnten ein deutlicher Strukturwandel vollzogen. So ist die Anzahl der Unternehmen von etwa 3.000 im Jahre 1960 kontinuierlich abgesunken und beläuft sich für das Jahr 2002 lediglich noch auf 118 Unternehmen mit insgesamt 258 Betriebsstätten (Milch-Markt 2004). Da die insgesamt verarbeitete Milchmenge jedoch angestiegen ist, erhöhte sich gleichzeitig die durchschnittliche Milchverarbeitung pro Betrieb. Sie liegt momentan bei 134.100 t jährlich (Milch-Markt 2004).

Im Jahr 2000 verfügten mehr als drei Viertel aller Betriebe (Betriebsstätten) über jährliche Verarbeitungsmengen unter 150.000 t und nur gut 10 % über Mengen größer 300.000 t. Auf die erstgenannten etwa 200 Betriebsstätten entfiel im Jahr 2000 jedoch nur etwa ein gutes Viertel der insgesamt verarbeiteten Milchmenge. Hingegen werden in Unternehmen/Betriebsstätten mit mehr als 300.000 t Milch pro Jahr fast 56 % der gesamten Milchverarbeitung getätigt (BMVEL 2003a). Für die Berechnung der Beschäftigten bei eingeschränktem Milchkonsum werden deshalb die Strukturen der größeren Molkereiunternehmen (> 300.000 t/a) unterstellt.

Für die Verarbeitung der in Deutschland insgesamt verwendeten Vollmilch in Höhe von etwa 27,5 Mio. t waren im Jahr 2001 knapp 35.000 Beschäftigte verantwortlich (BMVEL 2003a). Aus den verarbeiteten Milchmengen und den in der Milchverarbeitung Beschäftigten (Basis BMVEL 2003a) lässt sich ableiten, dass pro 790 t verarbeiteter Milch eine Arbeitskraft erforderlich ist. Diese Zahl liegt in einer ähnlichen Größenordnung wie die Angaben von fünf deutschen Großmolkereien²⁵³ (400 bis 1.100 t pro Mitarbeiter, gemittelt für diese Betriebe: 830 t pro Mitarbeiter). Betrachtet man darüber hinaus noch zwei

²⁵² Ein großer Teil der Eier findet Verwendung in Back-, Süß- und Teigwaren, in Eis, Salatsoßen, Mayonnaisen, Fleischprodukten oder Trockensuppen. Der Anteil des Eies liegt hierbei teilweise bei wenigen Prozenten.

²⁵³ Hochwald Nahrungsmittel Werke, Nordmilch eG, Frischli, Unternehmensgruppe Theo Müller, Campina.

weitere Betriebe²⁵⁴ mit einer jährlichen Milchverarbeitung von 20.400 bzw. 120.900 t so ergibt sich auch hier pro Mitarbeiter eine verarbeitete jährliche Milchmenge zwischen 710 und 785 t. Insofern ist davon auszugehen, dass die Betriebsabläufe innerhalb großer und sehr großer Unternehmen weitgehend identisch sind und sich somit die Milchmengen pro Mitarbeiter nur marginal unterscheiden. Entscheidend ist hierbei sicherlich jedoch die jeweilige Produktpalette der Unternehmen: Bei stärker veredelten Produkten (z.B. Käse, Kondensmilch, Butter) ist die verarbeitete Menge an Milch pro Beschäftigtem relativ geringer als bei Produkten mit hoher Durchlaufhäufigkeit (z.B. Frischmilch; Betz 2004).

Wie die Ergebnisse in Tabelle 76 zeigen führt der eingeschränkte Konsum an Milch auf 21,2 Mio. t zu einer Verringerung der bei der Verarbeitung Beschäftigten um 7.960 Mitarbeiter, gleich bleibende Produktionsstrukturen vorausgesetzt. Dies entspricht einem Rückgang auf 77 % der ursprünglich Beschäftigten (Tabelle 76):

Tabelle 76: Beschäftigung in der Milchverarbeitung bei eingeschränktem Milchverzehr in Deutschland

	Milchverarbeitung	
Verwendung von Vollmilch in Molkereien insgesamt	Tsd. t/a	27.476
Beschäftigte in der Milchverarbeitung (ohne Speiseeis) ¹⁾		34.862
Milchmenge pro Beschäftigtem und Jahr	t/(p*a)	788
Gesamtverbrauch Vollmilch bei reduziertem Verzehr	Tsd. t/a	21.203
Beschäftigte bei reduziertem Verzehr		26.902
Anteil Beschäftigter im Vergleich zu Ist-Situation	%	77

Quelle: eigene Berechnungen nach BMVEL 2003a

¹⁾ Nur Betriebe von Unternehmen mit mehr als 20 Beschäftigten.

IV.4.3.2 Fleischverarbeitung

Die Anzahl der Betriebe im Bereich der Schlachtung und Fleischverarbeitung liegt bei 1.320 (2001)²⁵⁵. Davon werden etwa 80 % der Fleischverarbeitung und etwa 20 % der Schlachtung zugerechnet. Die Anzahl der Beschäftigten innerhalb dieses Wirtschaftszweiges beläuft sich auf rd. 106.230 Personen. Hinzu kommen einerseits die industriellen Kleinbetriebe²⁵⁶ mit 1.880 Beschäftigten in 311 Betrieben (BMVEL 2003a). Andererseits stellt die Gruppe der Betriebe des Fleischerhandwerks mit knapp 18.300 eigenständigen Meisterbetrieben (plus weitere 11.150 Filialen) und knapp 177.000 beschäftigten Personen eine bedeutende Größe dar. Innerhalb dieser Beschäftigtengruppe finden sich jedoch auch Filialverkaufskräfte, Betriebsinhaber, Familienangehörige und Auszubildende²⁵⁷ (Fleischerverband 2004).

²⁵⁴ Molkerei Scheitz GmbH, Upländer Bauernmolkerei (in diesen Unternehmen wird neben konventioneller Milch auch ein Großteil ökologisch erzeugter Milch verarbeitet). Die Beschäftigungseffekte sind hierbei unabhängig von der Wirtschaftsweise (ökologisch oder konventionell).

²⁵⁵ Nur Betriebe von Unternehmen mit mehr als 20 Beschäftigten.

²⁵⁶ Unternehmen mit weniger als 20 Beschäftigten, jedoch ohne Betriebe des Ernährungshandwerks (BMVEL 2003a).

²⁵⁷ Der Anteil der Auszubildenden liegt bei 10 % (Fleischerverband 2004).

Für die Ermittlung der Beschäftigten im Bereich der Schlachtung und Fleischverarbeitung werden die Angaben des BMVEL (2003a) herangezogen (Tabelle 77). Die Zahl der Beschäftigten beträgt 106.000. Dies sind 20 % der insgesamt im produzierenden Ernährungsgewerbe Beschäftigten bzw. 1,4 % der Gesamterwerbstätigen in Deutschland.

Tabelle 77: Beschäftigung im Wirtschaftszweig Schlachten und Fleischverarbeitung

	Beschäftigte (2001)
Schlachten und Fleischverarbeitung	106.234
- Schlachten (ohne Geflügel)	16.256
- Schlachten von Geflügel	8.512
- Fleischverarbeitung	81.466
Produzierendes Ernährungsgewerbe insgesamt	554.838

Quelle: BMVEL 2003a

Ernährungsindustrie und -handwerk; Betriebe von Unternehmen mit 20 und mehr Beschäftigten.

Die Betrachtung der Beschäftigungseffekte erfolgt auf Basis der Nettoerzeugung²⁵⁸ von Fleisch zuzüglich dem Anteil an exportiertem Fleisch (inklusive Fleischwaren und Konserven), da dieser ebenfalls durch inländische Erwerbstätige bereitgestellt wird. Aus dieser Größe wird die Menge an Fleisch pro Erwerbstätigem und Jahr überschlagen. Die Anzahl der Erwerbstätigen bei reduziertem Verzehr von Fleisch wird anhand der geringer ausfallenden Gesamtfleischmenge bei vollständiger Selbstversorgung abgeschätzt.

Tabelle 78: Beschäftigung in der Fleischwarenindustrie/Schlachtung bei eingeschränktem Fleischverzehr in Deutschland

Beschäftigte Schlachten/Fleischverarbeitung ¹⁾		106.234
Menge verarbeitetes Fleisch pro Beschäftigtem	t SG	80,1
Fleischverbrauch pro Person bei reduziertem Verzehr	kg SG	31
Fleischverbrauch in Deutschland bei reduziertem Verzehr	Tsd. t SG	2.615
Beschäftigte bei reduziertem Verzehr		32.658
Anteil Beschäftigte im Vergleich zur Ist-Situation	%	31

Quelle: nach BMVEL 2003a

¹⁾ Nur Betriebe von Unternehmen mit mehr als 20 Beschäftigten.

Für die Versorgung der Bevölkerung sind aufgrund der um 39 % reduzierten Verzehrsmenge an Fleisch nur noch 31 % der gegenwärtig Beschäftigten in der Fleischwarenindustrie und Schlachtung notwendig²⁵⁹. Dies entspricht einem Rückgang der Beschäftigten in diesem Wirtschaftszweig um rd. 73.600 Beschäftigte, vorausgesetzt die Produktionsstrukturen werden beibehalten.

²⁵⁸ Die Nettoerzeugung resultiert aus der Bruttoeigenerzeugung (sämtliche im Inland erzeugten Tiere, unabhängig von der Schlachtung im In- oder Ausland), zuzüglich der Einfuhr lebender Tiere und abzüglich der Ausfuhr lebender Tiere.

²⁵⁹ Die Differenzen zwischen den beiden prozentualen Angaben (Verbrauch und Beschäftigte) sind darauf zurückzuführen, dass durch die Gesamtheit der Beschäftigten in der Ist-Situation noch weitere Fleischarten (Schaf, Ziege, Pferd, Innereien etc.) verarbeitet werden, die in den eigenen Berechnungen keine Berücksichtigung finden. Würde die Verarbeitung der übrigen Fleischarten noch mit betrachtet, so wären mehr Arbeitskräfte notwendig und die prozentualen Angaben würden sich egalalisieren.

Fleischerhandwerk

Die Aufteilung der Beschäftigten innerhalb des Fleischerhandwerks in die Bereiche Produktion und Verkauf zeigt, dass im Durchschnitt aller Betriebe etwa ein Drittel der Beschäftigten für die Herstellung und zwei Drittel für den Verkauf eingesetzt werden. Bei kleinen Betrieben (Jahresumsatz bis zu 500.000 €) liegt der Anteil der Mitarbeiter in der Produktion deutlich höher (bis 50 %) als bei größeren Betrieben (Jahresumsatz mehr als 1,5 Mio. €), bei denen zwar der absolute Anteil an Beschäftigten insgesamt und innerhalb der Teilbereiche deutlich höher liegt, der relative Anteil innerhalb der Produktion jedoch lediglich ein Viertel der Beschäftigten ausmacht (Utrillias 2004).

Tabelle 79: Beschäftigung in der Fleischverarbeitung in Deutschland

	Betriebe	Beschäftigte
Ernährungsindustrie	1.320	106.234
Industrielle Kleinbetriebe	311	1.880
Fleischerhandwerk (plus Filialen)	18.266 (11.148)	176.700
Fleischerhandwerk (nur Produktion) ¹⁾	k.A.	59.550

Quelle: BMVEL 2003a; Fleischerhandwerk 2004

¹⁾ eigene Abschätzung nach Utrillias 2004

Eine Grobabschätzung der pro beschäftigter Person verarbeiteten Menge an Fleisch unter Berücksichtigung der industriellen Kleinbetriebe sowie des Handwerks und der insgesamt verarbeiteten Menge an Fleisch würde zu einer deutlich geringeren personenbezogenen Fleischverarbeitungsmenge führen (Tabelle 80).

Unter Berücksichtigung der industriellen Kleinbetriebe und des Fleischerhandwerks sinkt die pro Beschäftigtem verarbeitete Fleischmenge von etwa 80 t/a (nur industrielle Verarbeitung) auf rd. 51 t/a (Tabelle 80), was einem Rückgang um etwa 36 % entspricht. Die Beschäftigten bei eingeschränktem Fleischverzehr gehen mit etwa 51.500 Personen auf 31 % des derzeitigen Beschäftigungsvolumens zurück. Da die Statistik jedoch keine Auskunft über Größenklassen innerhalb des Fleisch verarbeitenden Gewerbes gibt, die sich auf die pro Betrieb verarbeitete Menge beziehen, kann eine Darstellung nach diesem Kriterium an dieser Stelle nicht erfolgen.

Tabelle 80: Beschäftigung in der Fleischverarbeitung bei eingeschränktem Fleischverzehr in Deutschland

	Fleischverarbeitung	
Beschäftigte Schlachten/Fleischverarb. inkl. Kleinbetriebe, Handwerk ¹⁾		167.664
Menge verarbeitetes Fleisch pro Beschäftigtem	t SG	50,7
Fleischverbrauch pro Person bei verringertem Verzehr	kg SG	31
Fleischverbrauch in Deutschland bei verringertem Verzehr	Tsd. t SG	2.615
Beschäftigte bei verringertem Verzehr		51.543
Anteil Beschäftigte im Vergleich zur Ist-Situation	%	31

Quelle: nach BMVEL 2003a; Fleischerhandwerk 2004

¹⁾ Nur die in der Produktion beschäftigten Personen sind berücksichtigt.

Hingegen zeigt die Verteilung der gesamten Betriebe der Ernährungsindustrie (1.320 Betriebe, s.o.) hinsichtlich Beschäftigtengrößenklassen, dass mit etwa 50 % der größte Teil der Betriebe zwischen 20 und 49 Mitarbeiter umfasst. Die meisten Beschäftigten arbeiten allerdings in Betrieben mit 100 bis 199 Mitarbeitern, so dass diese Beschäftigtengrößenklasse mit 24 % den größten Anteil darstellt. Ebenso wird innerhalb dieser letztgenannten Beschäftigtengrößenklasse mit 29 % der größte Anteil an Umsätzen erzielt (BMVEL 2003a).

Die oben ermittelten Angaben zum Rohwareneinsatz pro Beschäftigtem (Tabelle 78 und Tabelle 80) werden zur Prüfung ihrer Plausibilität nachfolgend mit einem Beispielbetrieb aus der Praxis verglichen. In einer Studie der LfU (2001) wird ein industriell fleischverarbeitender Betrieb mit einer breiten Palette von Fleisch- und Wurstwaren (8.200 t/a, davon rd. 64 % Brühwurst, 32 % Fleischwaren und 4 % Koch-/Rohwurst) beschrieben, der 138 Mitarbeiter hat und damit in der o. g. größten Beschäftigtengrößenklasse mit gleichzeitig höchstem Umsatzanteil liegt. In diesem Betrieb werden pro Mitarbeiter und Jahr rd. 59 t Fleisch verarbeitet. Diese Menge liegt um etwa ein Viertel unter den Angaben in Tabelle 78, aber nur etwa 16 % höher als die personenbezogenen Mengen unter Berücksichtigung der Kleinbetriebe und des Handwerks (Tabelle 80). Da der betrachtete Betrieb in die Kategorie der industriellen Fleischverarbeitung fällt, jedoch bezüglich des Personals eher eine Mittelfeldposition einnimmt, erscheinen die ermittelten beschäftigtenbezogenen Mengen realistisch. Geht man von der hier pro Beschäftigtem durchschnittlich verarbeiteten Fleischmenge von 59 t aus, so ergibt sich die in Tabelle 81 dargestellte Beschäftigungssituation.

Tabelle 81: Beschäftigung in der Fleischverarbeitung bei eingeschränktem Fleischverzehr in Deutschland anhand eines Beispielbetriebes

	Fleischverarbeitung	
	t SG	
Menge verarbeitetes Fleisch pro Beschäftigtem		59
Erforderliche Beschäftigte für die Gesamtverarb. an Fleisch in der Ist-Situation		144.188
Fleischverbrauch pro Person bei verringertem Verzehr	kg SG	31
Fleischverbrauch in Deutschland bei verringertem Verzehr	Tsd. t SG	2.615
Beschäftigte bei reduziertem Verzehr		44.326
Anteil Beschäftigte im Vergleich zur Ist-Situation	%	31

Quelle: nach LfU 2001

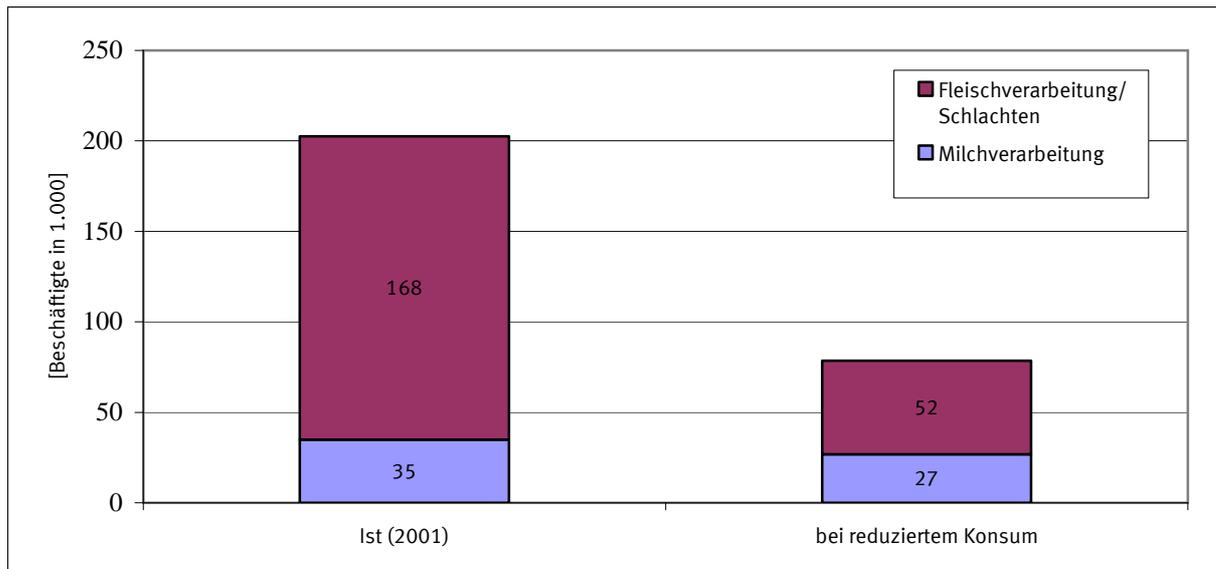
Die Gesamtzahl der Beschäftigten in der Ist-Situation liegt um knapp 36 % über der momentan innerhalb der industriellen Fleischverarbeitung/Schlachten und um etwa 14 % unter der Gesamtzahl an Beschäftigten unter Einbezug der industriellen Kleinbetriebe und des Handwerks²⁶⁰. Für die Abschätzung der Beschäftigungseffekte eines eingeschränkten Fleischverzehrs in Deutschland werden die Angaben aus Tabelle 80 als repräsentativer Durchschnitt verwendet. Die Ergebnisse in Tabelle 81 untermauern diese Angaben.

²⁶⁰ Nur Beschäftigte aus der Produktion.

IV.4.3.3 Zusammenstellung der Ergebnisse

Von den gegenwärtig rd. 202.500 Beschäftigten in der Milch- und Fleischverarbeitung fallen durch eine Einschränkung der konsumierten Mengen an Milch und Fleisch rd. 124.000 Arbeitsplätze weg. Dies entspricht einem Rückgang auf knapp 39 %.

Abbildung 21: Auswirkungen einer Reduktion des Konsums an Fleisch und Milch auf die Arbeitsplätze in der Fleisch-/Milchverarbeitung



Wie aus Abbildung 21 ersichtlich ist, resultiert der Rückgang der Beschäftigten zum größten Teil aus dem Bereich der Fleischverarbeitung und Schlachtung. Dies ist auf zwei Ursachen zurückzuführen:

- Der Konsumrückgang von Fleisch bei reduziertem Verzehr ist deutlich größer als derjenige von Milch.
- Die pro Beschäftigtem verarbeitete Menge an Fleisch liegt bei 10 % der pro Beschäftigtem verarbeiteten Menge an Milch, d.h. ein Rückgang in der Gesamtverarbeitungsmenge wirkt sich im Bereich der Fleischverarbeitung bezüglich der Beschäftigtenzahlen um ein Vielfaches stärker aus als im Bereich der Milchverarbeitung.

IV.4.3.4 Arbeitsplätze beim Transport tierischer Lebensmittel

Wie bereits im Bereich der Lebensmittelverarbeitung können im Bereich der Arbeitsplätze für den Transport der betrachteten Lebensmittel (Fleisch, Milch, Eier) nur Schätzgrößen ermittelt werden. Dies liegt einerseits darin begründet, dass Lebensmitteltransporte schwer vereinheitlicht werden können, da sie von zahlreichen Einflussfaktoren bestimmt werden. So spielt beispielsweise Art und Größe des Transportfahrzeugs, die jeweilige Geschwindigkeit oder auch die Auslastung des möglichen Transportvolumens eine entscheidende Rolle beim Zeitbedarf für den Transport einer gewissen Menge an Gütern. Weiterhin werden gerade im Bereich der Lebensmitteldistribution Mischtransporte

durchgeführt, die neben hier relevanten tierischen Produkten z.B. auch Obst, Gemüse, Trocken- oder Tiefkühlartikel befördern. Der Anteil der transportierten Menge an Milch, Fleisch und Eiern kann hierbei nicht pauschal ermittelt werden²⁶¹. Ebenso wenig können für die Berechnung statistische Erhebungen herangezogen werden, da sich hierin keine Aufschlüsselungen nach den zu untersuchenden Aspekten, sondern nur Angaben zu den Erwerbstätigen im Bereich Handel, Gastgewerbe und Verkehr – ca. 9,7 Mio. Personen für das Jahr 2003 (Statistisches Bundesamt 2004) – finden lassen²⁶². Die Zahl der im Bundesgebiet im Straßengüterverkehr Beschäftigten wird auf rd. 36.500 Personen geschätzt (Olze 2004). Um für die Bereiche Sammlung von Milch, Tiertransporte sowie weitere Distribution der Halb- und Fertigprodukte von Fleisch und Milch entsprechende Zahlen zu generieren, muss daher auf die Ermittlung eigener Schätzgrößen zurückgegriffen werden.

Milch

Nach Angaben von Betz (2004) sind in Deutschland derzeit etwa 1.300 Erfassungsfahrzeuge für Milch im Einsatz. Diese Fahrzeuge fahren überwiegend im Zweischichtbetrieb Tag und Nacht. Die transportierte Menge an Milch liegt hier durchschnittlich zwischen 33 und 47 t, je nach Auslegung des Transportfahrzeuges²⁶³ (Wessendorf 2004; Rüd 2004; Breisgau-Milch 2004). Geht man davon aus, dass jegliche in Deutschland konsumierte Milch durch Tanksammelwagen vom Erzeugerbetrieb abgeholt wird²⁶⁴, so sind bei einer durchschnittlichen Milchmenge pro Tanksammelwagen von 42 t/d etwa 3.600 Personen für die Milchsammlung erforderlich. Eine Reduktion des Konsums von Kuhmilch führt in diesem Bereich zu Einsparungen von etwa 800 Arbeitsplätzen, vorausgesetzt die momentanen Bedingungen werden beibehalten²⁶⁵.

Für die Abschätzung der Beschäftigtenzahlen der weiteren Transporte ab Molkerei zu Zentrallager bzw. Lebensmitteleinzelhandel werden entsprechende Transportfahrzeuge mit einer maximalen Nutzlastzuladung angenommen und mit den in Kapitel IV.2 verwendeten Distanzen plus Be- und Entladezeiten verrechnet (vgl. Egger 2000). Anhand dieser Annahmen sind für den Transport der in Deutschland verbrauchten Milch (27,5 Mio. t/a) rd. 3.900 Fahrzeugführer erforderlich. Bei einer Reduktion des Milchverbrauchs verringert sich die Zahl der Beschäftigten auf knapp 3.000. Für den gesamten Milchtransport ergibt sich eine Reduktion von 7.450 auf 5.750 Personen. Dies entspricht einem Rückgang um etwa 1.700 Personen. Der Vergleich zu den Einsparungen an Arbeitsplätzen in der Landwirtschaft zeigt im Bereich der Milchtransporte einen deutlich geringeren Rückgang (weniger als 2 % im Vergleich zur Landwirtschaft).

²⁶¹ Anders ist dies bei der Milchsammlung oder dem Viehtransport, wo die gesamte Kapazität des Fahrzeugs dem entsprechenden Produkt zugeordnet werden kann.

²⁶² Diese These wird gestützt durch Aussagen von Olze 2004; Kauffmann 2004; Strucken 2004.

²⁶³ Sammelwagen plus Anhänger.

²⁶⁴ Vom Eigenbedarf auf dem landwirtschaftlichen Betrieb wird abgesehen.

²⁶⁵ Es ist davon auszugehen, dass sich die Transportentfernungen bei insgesamt geringerer Milchmenge erhöhen werden. Dieser oder ähnliche Faktoren werden in den Pauschalangaben nicht berücksichtigt.

Unter den aktuellen Gegebenheiten wäre der AZB für den Transport ökologischer Waren vermutlich höher, da die Transportdistanzen aufgrund einer geringeren Betriebsdichte größer wären. Aufgrund der vergleichsweise geringen Bedeutung und der bei steigender Nachfrage/Angebot wachsenden Zahl von Betrieben und damit einer höheren Betriebsdichte werden keine Differenzen zwischen konventionellem und ökologischem Transport angenommen.

Fleisch und Eier

Für die Abschätzung der Beschäftigungseffekte beim Transport von Schlachtvieh, Fleischteilen, Fleisch- und Wurstwaren sowie von Eiern werden die getroffenen Annahmen zu den Transportdistanzen und -fahrzeugen übernommen (vgl. Kapitel IV.2.8). Diese Daten werden ergänzt um durchschnittliche Transportgeschwindigkeiten, Be- und Entladezeiten und Auslastungsgrade der Fahrzeuge. Legt man, vergleichbar zum landwirtschaftlichen Bereich, durchschnittliche Arbeitszeiten pro Erwerbstätigem zugrunde, können somit Angaben zur Höhe der Beschäftigung im betrachteten Sektor gemacht werden.

Bei gegebenem Fleisch- und Eiverzehr sind nach eigenen Abschätzungen für den Transport zwischen Erzeuger, Verarbeiter, Zwischenlager und Verkaufsstelle 4.085 Beschäftigte erforderlich (Tabelle 82). Dies entspricht rd. 11 % der gegenwärtig in Deutschland im Straßengüterverkehr Beschäftigten. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Transporte für das jeweilige betrachtete Lebensmittel optimiert (keine Mischfahrten etc.) und durchschnittliche Fahrt- und Ladezeiten eingehalten werden.

Tabelle 82: Abschätzung des Bedarfs an Beschäftigten für den Transport von Milch, Fleisch und Eiern

	Anzahl Beschäftigte für Transporte gesamt	
	Ist-Zustand	reduzierte Menge konventioneller/ökologischer Lebensmittel
Milch	7.450	5.735
Fleisch und Eier	4.085	1.795
Gesamt	11.535	7.530

Quelle: eigene Berechnungen

Durch eine Reduktion des Konsums dieser tierischen Lebensmittel geht die Zahl der Beschäftigten auf 1.795 Personen zurück (konventionelle und ökologische Bereitstellung). Da die Reduktion im Fleischverbrauch deutlich stärker ausfällt als bei Milch, ist auch der Rückgang der Beschäftigtenzahlen deutlich höher.

Die Reduktion der Beschäftigten im Bereich des Transportwesens ist vergleichsweise gering gegenüber den Minderungen an Arbeitsplätzen in der Landwirtschaft und der Ernährungswirtschaft. Der Anteil der im Transportsektor zurückgehenden Arbeitsplätze liegt zwischen 2 und 4 % des Rückgangs in der Landwirtschaft und Verarbeitung. Daher werden über die hier durchgeführten Abschätzungen hinaus keine detaillierteren Berechnungen erstellt.

IV.4.3.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

In Tabelle 83 ist der Arbeitsbedarf für die Erzeugung, Verarbeitung und den Transport von Fleisch, Milch und Eiern sowohl bei aktuellen Verzehrsmustern (konventionelle Produktion) als auch bei eingeschränktem Verbrauch bei konventioneller sowie ökologischer Erzeugung vergleichend dargestellt zusammengeführt. Es ist erkennbar, dass durch die Reduktion des Verbrauchs tierischer Lebensmittel bei sonst gleichbleibenden Rahmenbedingungen mit einem deutlichen Rückgang an Arbeitsplätzen zu rechnen ist. Hierbei liegt der Rückgang bei konventioneller Erzeugung bei gut 54 % der aktuellen Anzahl an Arbeitsplätzen in den betrachteten Sparten. Nicht berücksichtigt sind hier Arbeitsplätze in vorgelagerten Bereichen, z.B. Saatgut-, Maschinen-, Gebäude-, Fahrzeugherstellung. Bei einem Rückgang des Verbrauchs tierischer Lebensmittel ist auch hier mit Einbußen bei der Anzahl an Arbeitsplätze zu rechnen.

Tabelle 83: Arbeitsplätze in Landwirtschaft, Verarbeitung und Transport tierischer Lebensmittel bei reduziertem Verbrauch

	Arbeitsplätze	in % von Ist-Situation
Ist-Situation (konventionelle Produktion)	476.560	100
Reduzierter Verbrauch (konventionelle Produktion)	255.150	54
Reduzierter Verbrauch (ökologische Produktion)	369.355	78

Quelle: eigene Berechnungen

Bei ökologischer Ausrichtung der Erzeugung, Verarbeitung und der Transporte sind deutlich mehr Arbeitsplätze erforderlich so dass der Rückgang bei nur 22 % gegenüber dem derzeitigen Bestand an Arbeitsplätzen bei aktuellen Verbrauchsmustern liegt. Der Anteil der Arbeitsplätze in der Landwirtschaft beträgt hier etwa drei Viertel der Gesamtanzahl an Arbeitsplätzen im Vergleich zu etwa zwei Dritteln in der konventionellen Variante.

Der Anteil Arbeitsplätze in der Landwirtschaft liegt sowohl in der Ist-Situation als auch bei eingeschränktem Verzehr an Lebensmitteln tierischer Herkunft bei mehr als der Hälfte der insgesamt ausgewiesenen Arbeitsplätze. Bei ökologischer Erzeugung liegt der Anteil der Landwirtschaft an der Gesamtanzahl der Arbeitsplätze sogar bei knapp 80 %. Da hier nicht davon ausgegangen wird, dass ein Teil des eingeschränkten Verzehrs an tierischen Lebensmitteln durch eine erhöhte Zufuhr pflanzlicher Lebensmittel kompensiert werden muss, handelt es sich bei den Angaben zur Verringerung der Arbeitsplätze um Brutto- und Nettowerte.

Ein Rückgang der Zahl der Arbeitsplätze innerhalb dieses Wirtschaftssektors muss als nicht nachhaltig bezeichnet werden, sofern dieser Rückgang nicht in anderen Sektoren oder Bereichen kompensiert werden kann.

IV.5 Flächeninanspruchnahme

IV.5.1 Flächeninanspruchnahme in der Landwirtschaft

Bei den Berechnungen zur Flächeninanspruchnahme wird unterstellt, dass hier nur die Flächeninanspruchnahme in der landwirtschaftlichen Erzeugung eine Rolle spielt und die nachgelagerten Prozesskettenglieder bis zum Point of Sale von untergeordneter Bedeutung sind und daher vernachlässigt werden können. Der Bedarf an landwirtschaftlicher Nutzfläche zur Erzeugung tierischer Lebensmittel wird auf Basis der Futtrationen der einzelnen Tierarten und der Hektarerträge der jeweiligen Wirtschaftsweise ermittelt. Bezüglich der Hektarerträge werden für den konventionellen Bereich die Durchschnittserträge der vergangenen fünf Jahre (1999 bis 2003) gemittelt (BMVEL 2003a). Die Erträge im ökologischen Landbau werden von Redelberger (2002) übernommen²⁶⁶. Aus den Rationsmengen werden mit Hilfe dieser Angaben die benötigten Flächen pro Tiereinheit berechnet und auf ein kg Produkt bezogen. Auf die Darstellung der konventionell ressourcenschonenden Wirtschaftsweise wird hier verzichtet, da diese sich nicht auf den Flächenbedarf für die Erzeugung der benötigten Futtermittel auswirkt.

IV.5.1.1 Milchkuhhaltung

Die Berechnungen des FV bei der Erzeugung von Kuhmilch im konventionellen Wirtschaftsverfahren basieren auf den Futtrationen aus Bockisch (2000). Da sich hier keine Angaben zur Zusammensetzung der anteiligen Kraftfuttration finden, werden die Komponenten des Kraftfutters aus einer weiteren Literaturquelle übernommen (Landwirtschaftsamt Bayreuth (o.J.)). Die zu Grunde gelegte Milchviehration besteht in den Sommermonaten aus Schnittgras, in den Wintermonaten aus Mais- und Grassilage sowie jeweils einem Anteil an Kraftfutter (vgl. Bockisch 2000). Die Kraftfuttermischung besteht zu 67 % aus Getreide, zu 20 % aus Sojaextraktionsschrot und zu 10 % aus Leguminosen (Landwirtschaftsamt Bayreuth o.J.). Unberücksichtigt bleiben innerhalb dieser Kalkulation Futterkalk und Mineralfuttermittel mit einem Anteil von 3 % an der Gesamtration. Die durchschnittlichen Hektarerträge der eingesetzten Futtermittelkomponenten und die entsprechenden Rationsmengen finden sich in der Tabelle 84.

²⁶⁶ Diese von Redelberger (2002) angegebenen Werte wurden mit Angaben aus der Literatur (Bockisch 2000; NÖL 1999) verglichen. Diese untermauern die Zahlen von Redelberger (2002).

Tabelle 84: Hektarerträge und Futtermittelverbrauch in der konventionellen Milchviehhaltung

Rationskomponente	Verbrauch [kg/Tier und Jahr]	Hektarertrag [t/ha]
Schnittgras (TM)	2.550	9,0
Maissilage (TM)	1.040	13,2
Grassilage (TM)	1.040	9,0
Kraftfutter		
- Gerste	450	5,8
- Triticale/Weizen	180	7,2
- Körnermais	180	8,7
- Ackerbohnen	120	3,6
- Sojaextraktionsschrot	245	2,1

Quelle: Bockisch 2000; LLM 2002; BMVEL 2003a
Angaben in TM bei Lagerung (vgl. Bockisch 2000).

Bei der Ermittlung des Flächenbedarfs für die Erzeugung von Sojaextraktionsschrot werden sowohl die mengenmäßige als auch die ökonomische Verteilung zwischen Sojaschrot und Sojaöl berücksichtigt, aus denen hervorgeht, dass das Sojaextraktionsschrot als direkt flächenwirksam zu erachten ist. Und zwar beträgt der Gewichtsanteil des Sojaschrotes etwa 82 %, der des Sojaöls hingegen etwa 18 % (vgl. Seemüller 2000; Wechselberger 2000). Eine Aufteilung nach dem monetären Wertverhältnis weist dem Sojaöl einen Anteil von etwa einem Drittel, dem Sojaschrot einen Anteil von zwei Dritteln zu (Seemüller 2000). Somit kann nicht davon ausgegangen werden, dass das Sojaschrot lediglich ein Nebenprodukt aus der Nahrungsmittelindustrie mit geringem ökonomischem Wert darstellt. Deshalb wird hier der FV für die Erzeugung von Sojaschrot berücksichtigt. Hierfür werden die um den Ölgehalt bereinigten Flächenerträge eingesetzt²⁶⁷.

Der produktspezifische FV der Milcherzeugung wird auf der Basis Flächenbedarf zur Futtermittelerzeugung und der Jahresmilchleistung ermittelt. In die Berechnungen gehen auch die Flächen für die Erzeugung der Futterrationen des Kalbes und der Färsen mit ein. Da hier ausschließlich der Erhaltungsbedarf und kein zusätzlicher Energiebedarf für die Milchproduktion wirksam wird, ist der Futter- und damit der Flächenbedarf vergleichsweise geringer als bei der laktierenden Kuh. Darüber hinaus wird der Futtermittelverbrauch der Färsen und Kälber auf den gesamten Lebenszeitraum der Milchkuh bezogen. Die Ausweisung des jährlichen Flächenbedarfs für die Erzeugung der Futtermittel, die an Kalb und Färsen verfüttert werden, spielt somit bezogen auf den Gesamtflächenbedarf eine untergeordnete Rolle. Wie die Ergebnisse zeigen wird für die bedarfsgerechte Fütterung einer Milchkuh pro Jahr rd. 1 ha beansprucht. Daraus resultiert ein produktbezogener FV von ca. 1,6 m² an LF pro kg Milch bei einer Jahresmilchleistung von 6.100 kg.

Die Berechnung des Flächenbedarfs für die ökologische Milcherzeugung beruht auf den Futterrationen aus der Studie von Bockisch (2000). Hier werden für die ökologische Milchkuhhaltung neben der Grundfutterration auch Kraftfuttermischungen ausgewiesen. Die berücksichtigten Futterrationen setzen sich durchweg aus landwirtschaftlichen Primärprodukten zusammen, so dass jegliche Komponenten in ihrer Flächenwirksamkeit berücksichtigt werden. Der Anteil der Flächen für die Fütterung von Kalb und Färsen geht

²⁶⁷ Hektarertrag von Soja ca. 2,5 t; daraus folgt ein Hektarertrag von Sojaextraktionsschrot von etwa 2,1 t bei einem Anteil von 82 % Sojaextraktionsschrot an der Sojabohne (vgl. die Hektarerträge aus Fußnote 66).

anteilig mit in den Flächenbedarf der Milchkuh ein. Die durchschnittlichen Hektarerträge der eingesetzten Futtermittelkomponenten und die entsprechenden Rationsmengen finden sich in Tabelle 85.

Tabelle 85: Hektarerträge und Futtermittelverbrauch in der ökologischen Milchviehhaltung

Rationskomponente	Verbrauch [kg/Tier und Jahr]	Hektarertrag [t/ha]
Weidegras (TM)	2.190	9,0
Heu (TM)	840	8,3
Maissilage (TM)	700	12,0
Kleegrassilage (TM)	810	9,0
Grassilage (TM)	115	9,0
Kraftfutter		
- Ackerbohne	230	3,7
- Erbsen	115	3,8
- Gerste	60	4,4
- Hafer	115	3,3
- Luzerne	60	6,2

Quelle: Bockisch 2000; Redelberger 2002
Angaben in TM bei Lagerung (vgl. Bockisch 2000).

Aus den jährlichen Futterverbräuchen der MKE und den angenommenen Milchleistungen kann der Flächenbedarf bestimmt werden. Die Erzeugung von einem kg Kuhmilch nach ökologischen Kriterien beansprucht durchschnittlich gut 2,1 m² an LF. Damit liegt der mengenbezogene Flächenbedarf im Vergleich zur Erzeugung von Milch unter konventionellen Kriterien um rd. 31 % höher.

IV.5.1.2 Rindermast

Die konventionelle Erzeugung von Rindfleisch erfolgt auf Basis von Maissilage, ergänzt durch Soja, Gerste und Heu (NÖL 1999). Über die Ration der Mastrinder hinaus wird ebenso die Aufzucht der Kälber berücksichtigt. Der flächenwirksame Anteil der Rinderration beträgt 100 %. Der Verbrauch an Futtermitteln pro Mastdauer und die jeweiligen Erträge der einzelnen Komponenten gehen aus Tabelle 86 hervor.

Tabelle 86: Hektarerträge und Futtermittelverbrauch in der konventionellen Mastrinderhaltung

Rationskomponente	Verbrauch [kg/Tier und Mastdauer]	Hektarertrag [t/ha]
Heu (TM)	430	9,0
Maissilage (TM)	2.500	13,2
Sojaschrot	270	2,1
Gerstenschrot	590	5,8

Quelle: eigene Berechnungen nach NÖL 1999; LLM 2002 ; BMVEL 2003a; KTBL 2002a; KTBL 2002c
Die Rationen für Kälber sind in der Tabelle 86 nicht enthalten, werden aber in den Flächenberechnungen berücksichtigt. Angaben in TM bei Lagerung (vgl. Bockisch 2000).

Für die pro kg Rindfleisch notwendige Fläche wird der FV aus der gesamten Rindermast, inklusive Kälberaufzucht, auf ein kg SG bezogen. Die Berechnung der Futterflächen erfolgt analog zur Ermittlung des Flächenbedarfs bei der Milcherzeugung. Der Gesamtflächenbedarf aus der Kälberration und der Rindermastration wird dabei auf ein kg SG Rindfleisch bezogen. Für die Erzeugung von einem kg SG konventionellen Rindfleisches werden durchschnittlich 13,6 m² an LF benötigt.

Die Fütterung ökologisch gehaltener Mastrinder basiert auf der Rationsgestaltung aus NÖL (1999). Hauptbestandteil dieser Ration ist Kleegrasanwelksilage, ergänzt durch Getreide (Tabelle 87), Leguminosen und Heu. Der flächenwirksame Anteil dieser Rationen beträgt 100 %. Ebenso berücksichtigt werden die anteilig mit einbezogenen Mastkälberrationen.

Tabelle 87: Hektarerträge und Futtermittelverbrauch in der ökologischen Mastrinderhaltung

Rationskomponente	Verbrauch [kg/Tier und Mastdauer]	Hektarertrag [t/ha]
Heu (TM)	450	8,3
Kleegrasanwelksilage (TM)	2.000	9,0
Gerste-Ackerbohnschrot	675	4,1

Quelle: NÖL 1999; Redelberger 2002

Angaben in TM bei Lagerung (vgl. Bockisch 2000).

Der Flächenbedarf bei der Erzeugung ökologischen Rindfleisches umfasst 20,7 m² an LF und liegt damit um rd. 52 % über dem Bedarf bei konventioneller Rindfleischerzeugung. Dieses Ergebnis ist vor allem auf die relativ geringeren Flächenerträge bei Kleegrasanbau im Vergleich zum Silomaisanbau zurückzuführen.

IV.5.1.3 Schweinemast

Zur Berechnung des Flächenbedarfs zur konventionellen Schweinemast werden praxisübliche Rationen aus Geier et al. (2002) herangezogen. Die unterstellten Rationen enthalten zu 70 % Getreide, zu 22 % Sojaschrot sowie zu 4 % Weizenfuttermehl. Die restlichen Anteile an Mineralfuttermitteln bleiben in Bezug auf den FV unberücksichtigt, so dass der flächenwirksame Anteil der Mastschweinerationen bei 96 % liegt. Der anteilig einberechnete FV von Zuchtsau und Ferkel basiert auf bedarfsgerechten Futterrationen²⁶⁸. Die Mastschweineration und die entsprechenden durchschnittlichen Hektarerträge zeigt Tabelle 88.

²⁶⁸ Es erfolgt hier keine Darstellung der Futterrationen von Ferkel und Zuchtsau (vgl. hierzu KTBL 2002b). Diese Rationen enthalten z.T. Nebenerzeugnisse aus der Nahrungsmittelindustrie (z.B. Weizenkleie, Kartoffeleiweiß), die als nicht flächenwirksam angesetzt werden. Darüber hinaus sind die Anteile der erforderlichen Fläche im Vergleich zum Anteil der Fläche für das Mastschwein gering (s.u.). Die erforderlichen Flächen für die Erzeugung der Futtermittel von Ebern werden in dieser Arbeit nicht betrachtet.

Tabelle 88: Hektarerträge und Futtermittelverbrauch in der konventionellen Mastschweinehaltung

Rationskomponente	Verbrauch [kg/Tier und Mastdauer]	Hektarertrag [t/ha]
Gerste	53	5,8
Roggen	26	5,2
Triticale	39	5,7
Weizen	66	7,2
Sojaschrot	58	2,1
Weizenfuttermehl	11	6,3
Mineralfutter; sonstiges	11	-

Quelle: Bockisch 2000; LLM 2002 ; Geier et al. 2002; BMVEL 2003a
Angaben in TM bei Lagerung (vgl. Bockisch 2000).

Zum FV der Mastschweinehaltung (Tabelle 88) kommen noch die anteiligen Flächen aus der Fütterung der Zuchtsauen und der Ferkel. Insgesamt beträgt der FV für die Erzeugung eines kg Schweinefleischs (SG) 7,1 m² LF und liegt damit bei etwas mehr als der Hälfte des FV bei der Erzeugung von Rindfleisch. Der Anteil des Mastschweinefutters am gesamten FV beträgt hierbei etwa 90 %. Der auf die Fütterung des Ferkels verwendete FV liegt bei 8 %, ein geringer Anteil des FV von 2 % erfordert die Fütterung der Sauen. Dabei wird der gesamte Flächenbedarf aus der Herstellung der Futtermittel für die Sauenhaltung auf die pro Sau geborenen Ferkel umgeschlagen.

Für die Berechnung des Flächenbedarfs in der ökologischen Schweinemast – inklusive der Futterbereitstellung für Zuchtsauen und Ferkel²⁶⁹ – kann auf Bockisch (2000) zurückgegriffen werden. Einige Rationskomponenten der Schweinemast, wie Kartoffeleiweiß, Mineralfutter und Bierhefe, werden von der Bewertung des Flächenbedarfs ausgenommen, da hierfür kein sinnvoller Flächenbedarf angesetzt werden kann bzw. entsprechende Produkte als Nebenerzeugnisse der Nahrungsmittelverarbeitung mit geringem Marktwert und vernachlässigbar kleinem Anteil am Ausgangsprodukt angesehen werden. Der Gesamtanteil dieser Komponenten an der Ration beläuft sich beim Mastschweinefutter auf 7 % (vgl. Bockisch 2000).

Tabelle 89: Hektarerträge und Futtermittelverbrauch in der ökologischen Mastschweinehaltung

Rationskomponente	Verbrauch [kg/Tier und Mastdauer]	Hektarertrag [t/ha]
Gerste	120	4,4
Weizen	146	4,4
Ackerbohnen	73	3,7
Bierhefe	13	nicht berücksichtigt
Kartoffeleiweiß	13	nicht berücksichtigt

Quelle: Bockisch 2000; Redelberger 2002
Angaben in TM bei Lagerung (vgl. Bockisch 2000).

²⁶⁹ Die erforderlichen Flächen für die Erzeugung der Futtermittel von Ebern wird in dieser Arbeit nicht betrachtet.

Bezieht man den Futterverbrauch der Ferkel und Zuchtsauen anteilig mit ein und legt man die Schlachtausbeuten der ökologisch gehaltenen Schweine zugrunde, so sind pro kg SG für die Bereitstellung der Futtermittel durchschnittlich 10,1 m² an LF erforderlich. Im Vergleich zur konventionellen Schweinemast sind dies ca. 42 % mehr. Die Ursachen hierfür sind in den geringeren Hektarerträgen und tierischen Leistungen aufgrund der deutlich längeren Mastzeiten zu suchen.

IV.5.1.4 Mastgeflügelhaltung

Für die Berechnung des Flächenbedarfs infolge der Fütterung von Mastgeflügel wird auf Angaben von Vogt-Kaute (2003) zurückgegriffen, die sich auf den ökologischen Bereich der Geflügelmast beziehen²⁷⁰. In diesen Rationen werden auch Futtermittel eingesetzt, die nicht flächenwirksam sind. Dies sind Nebenerzeugnisse aus der Nahrungsmittelin-
dustrie mit geringem ökonomischen Wert und Gewichtsanteil im Vergleich zum Haupt-
produkt, wie z.B. Maiskleber, Kartoffeleiweiß und Sonnenblumenpresskuchen²⁷¹. Die be-
rücksichtigten flächenwirksamen Anteile der Mastgeflügelration umfassen daher ledig-
lich einen Anteil von 76 % (Tabelle 90).

**Tabelle 90: Hektarerträge und Futtermittelverbrauch in der konventionellen Mast-
geflügelhaltung**

Rationskomponente	Verbrauch [kg/Tier und Mastdauer]	Hektarertrag [t/ha]
Weizen	0,8	7,2
Mais	0,7	8,7
Erbsen	0,8	3,1
Sonnenblumenkuchen	0,4	nicht berücksichtigt
Maiskleber	0,2	nicht berücksichtigt
Kartoffeleiweiß	0,2	nicht berücksichtigt
Sonnenblumenöl ¹⁾	< 0,1	0,8

Quelle: FiBL 2000; KTBL 2002b; Kratz et al. 2002; Swiss Granum 2003; Vogt-Kaute 2003; BMVEL 2003a

¹⁾ Anteil von 35 % am Hektarertrag von Körnersonnenblumen mit 2,2 t/ha (FiBL 2000; BMVEL 2003a; Swiss Granum 2003), Angaben in TM bei Lagerung (vgl. Bockisch 2000).

Auf Basis dieser Zahlen errechnet sich ein durchschnittlicher Flächenbedarf von 4,5 m² LF pro kg SG Mastgeflügel. Der Wert liegt bei etwas mehr als der Hälfte der Flächeninanspruchnahme für die Erzeugung von Schweinefleisch sowie bei gut einem Drittel des Flächenbedarfs für die Erzeugung von Rindfleisch.

In den Berechnungen zum Flächenbedarf wird davon ausgegangen, dass die Futterrationen und Grundkomponenten bei ökologischer Mastgeflügelhaltung analog zur konventionellen Mastgeflügelhaltung sind (Tabelle 91).

²⁷⁰ Es wird angenommen, dass die üblicherweise innerhalb der konventionellen Mast eingesetzten Futtermittelzusatzstoffe (Aminosäuren, Vitamine etc.) nicht flächenwirksam berücksichtigt werden, jedoch zu der o.g. Ration zugefügt werden müssen, um entsprechende Mastleistungen zu erzielen. Die Gesamtmenge an umsetzbarer Energie (ME MJ) in der Futterration deckt sich mit den Kalkulationsdaten für die konventionelle Geflügelmast (KTBL 2002c).

²⁷¹ Im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot liegt der ökonomische Wert von Sonnenblumenpresskuchen gegenüber Sonnenblumenöl bei lediglich einem Sechstel (vgl. Swiss Granum 2003).

Tabelle 91: Hektarerträge und Futtermittelverbrauch in der ökologischen Mastgeflügelhaltung

Rationskomponente	Verbrauch [kg/Tier und Mastdauer]	Hektarertrag [t/ha]
Weizen	2,2	4,4
Mais	1,7	4,1
Erbsen	2,1	3,8
Sonnenblumenkuchen	1,0	nicht berücksichtigt
Maiskleber	0,6	nicht berücksichtigt
Kartoffeleiweiß	0,4	nicht berücksichtigt
Sonnenblumenöl ¹⁾	0,1	0,7

Quelle: FiBL 2000; KTBL 2002b; Kratz et al. 2002; Redelberger 2002; Swiss Granum 2003; Vogt-Kaute 2003

¹⁾ Anteil von 35 % am Hektarertrag von Körnersonnenblumen mit 1,9 t/ha (FiBL 2000; Redelberger 2002; Swiss Granum 2003), Angaben in TM bei Lagerung (vgl. Bockisch 2000).

Aufgrund der etwa doppelt so langen Mastdauer des ökologisch erzeugten Mastgeflügels und der geringeren Futtermittelverwertung liegen die Verbrauchszahlen deutlich über jenen aus der konventionellen Geflügelmast. Bezogen auf ein kg SG werden für die Bereitstellung der eingesetzten Futtermittel durchschnittlich 8,1 m² an LF benötigt. Im Vergleich zur konventionellen Erzeugung von Geflügelfleisch liegen diese Angaben damit um rd. 80 % höher.

IV.5.1.5 Legehennenhaltung

Analog zur Geflügelmast wird auch bei der konventionellen Legehennenhaltung – inklusive der Zeit bis zur Legereife der Hühner – auf Futtermitteln aus den Kalkulationsdaten der KTBL (2002b) für den ökologischen Landbau zurückgegriffen (Tabelle 92). Vergleichbar zu den Rationen in der Geflügelmast gehen auch bei der Legehennenhaltung Komponenten in die Futtermischungen mit ein, die für die Berechnung des Flächenbedarfs nicht berücksichtigt werden. Hierzu zählen Kalk und Mineralstoffe, Maiskleber und Kartoffeleiweiß. Der Anteil der einbezogenen flächenwirksamen Komponenten beträgt dadurch nur 78 %.

Tabelle 92: Hektarerträge und Futtermittelverbrauch in der konventionellen Legehennenhaltung

Rationskomponente	Verbrauch [kg/Tier und Jahr]	Hektarertrag [t/ha]
Weizen	25,7	7,2
Erbsen	8,6	3,1
Kalk und Mineralstoffe	5,0	nicht berücksichtigt
Maiskleber	4,5	nicht berücksichtigt
Hafer	2,5	4,7
Kartoffeleiweiß	1,5	nicht berücksichtigt
Grünmehl	1,5	8,6
Sonnenblumenöl ¹⁾	1,0	0,8

Quelle: FiBL 2000 ; KTBL 2002b; KTBL 2002a; Swiss Granum 2003; BMVEL 2003a

¹⁾ Anteil von 35 % am Hektarertrag von Körnersonnenblumen mit 2,2 t/ha (FiBL 2000; BMVEL 2003a; Swiss Granum 2003), Angaben in TM bei Lagerung (vgl. Bockisch 2000); Angaben inkl. Futteraufwand Küken und Junghennen.

Aus den Rationsangaben und der durchschnittlichen Legeleistung konventionell gehaltener Legehennen errechnet sich ein Flächenbedarf von 4,8 m² LF pro kg Eimasse (bei einem Durchschnittsgewicht pro Hühnerei von 58 g). Damit liegt der Flächenbedarf pro kg erzeugtes Produkt in ähnlicher Höhe wie die Flächeninanspruchnahme bei der Erzeugung von Geflügelfleisch.

Die Annahmen zur ökologischen Legehennenhaltung basieren auf den Angaben zur konventionellen Legehennenhaltung. Ebenso werden hier die Kalkulationsdaten der KTBL (2002b) zugrunde gelegt (Tabelle 93). Die darin ausgewiesenen Rationen werden durch Flächenenerträge und Futtermengen ergänzt und die Junghennenaufzucht wird anteilig mit einberechnet.

Tabelle 93: Hektarerträge und Futtermittelverbrauch in der ökologischen Legehennenhaltung

Rationskomponente	Verbrauch [kg/Tier und Jahr]	Hektarertrag [t/ha]
Weizen	28,0	4,4
Erbsen	9,3	3,8
Kalk und Mineralstoffe	5,5	nicht berücksichtigt
Maiskleber	4,9	nicht berücksichtigt
Hafer	2,7	3,3
Kartoffeleiweiß	1,6	nicht berücksichtigt
Grünmehl	1,6	8,0
Sonnenblumenöl ¹⁾	1,1	0,7

Quelle: FiBL 2000; KTBL 2002b; Redelberger 2002; Swiss Granum 2003

¹⁾ Anteil von 35 % am Hektarertrag von Körnersonnenblumen mit 1,9 t/ha (FiBL 2000; Redelberger 2002; Swiss Granum 2003), Angaben in TM bei Lagerung (vgl. Bockisch 2000); Angaben inkl. Futteraufwand Küken und Junghennen.

Aufgrund der geringeren Leistungen und der später einsetzenden Legereife liegt der Futtermittelverbrauch bei ökologisch gehaltenen Legehennen über dem der konventionellen Legehennenhaltung. Somit ergibt sich auf das kg Eimasse bezogen ein höherer Flächenbe-

darf. Dieser beträgt im Durchschnitt 7,2 m²/kg. Damit liegt der Wert um 50 % über dem Flächenbedarf bei konventioneller Erzeugung. Hieran sind vor allem die geringeren Erträge des ökologischen Landbaus (Ausnahme Erbsen) sowie der erhöhte Futterbedarf ökologisch gehaltener Legehennen beteiligt.

IV.5.2 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Die in den vorangehenden Kapiteln berechneten Flächen für die Futterbereitstellung zur Erzeugung unterschiedlicher tierischer Lebensmittel sind in Tabelle 94 vergleichend dargestellt. Weitere Flächen, die direkt oder indirekt für die Erzeugung der Futtermittel benötigt werden, sind unberücksichtigt gelassen. Hierzu zählen beispielsweise Flächen für Gebäude und Fahrwege oder die für die Saatguterzeugung eingesetzten Flächen. Ebenso unberücksichtigt bleiben die v.a. in der ökologischen Tierhaltung zusätzlichen Auslaufflächen²⁷².

Tabelle 94: Flächenbedarf für die Erzeugung tierischer Lebensmittel bei konventioneller und ökologischer Wirtschaftsweise

Produkt	Flächenbedarf [m ² /kg]		Relation öko zu konv. [%]
	konventionell	ökologisch	
Kuhmilch	1,6	2,1	131
Rindfleisch	13,6	20,7	152
Schweinefleisch	7,1	10,1	142
Geflügelfleisch	4,5	8,1	180
Hühnerei (Eimasse)	4,8	7,2	150

Quelle: eigene Berechnungen

Die Gegenüberstellung des Flächenbedarfs für die Bereitstellung der für die Erzeugung tierischer Lebensmittel erforderlichen Futtermittel zeigt zwischen den beiden Wirtschaftsformen teilweise erhebliche Unterschiede. Diese sind überwiegend auf die niedrigeren Erträge bei ökologischer Futterbereitstellung im Vergleich zu konventioneller Futtererzeugung zurückzuführen. Bei Getreide können die Erträge bis zu 50 % niedriger ausfallen, bei anderen Kulturen, v.a. bei stickstofffixierenden Pflanzen, sind die Differenzen meist geringer (vgl. Bockisch 2000; Redelberger 2002; BMVEL 2003a). Somit sind von Seiten der Bereitstellung der Futtermittel im ökologischen Landbau für die gleiche Menge an Erzeugnis mehr Flächen notwendig.

Des Weiteren liegen im Bereich der Tierhaltung des ökologischen Landbaus generell weniger intensive Verfahren vor. Dies hat zur Folge, dass die Leistungen i.A. geringer ausfallen und somit pro kg Produkt mehr Futtermittel eingesetzt werden müssen. Einerseits aufgrund der geringeren Zuwächse (bzw. der geringeren täglichen Milchleistungen bzw. Legeleistungen), andererseits aber auch durch den bei längerer Mastdauer insgesamt höher ausfallenden Erhaltungsbedarf der Tiere.

²⁷² Diese sind in der Gesamtheit der Betrachtungen vernachlässigbar, wenngleich sie gem. EG-ÖKO-VO 2092/91 pro Tier von unter einem bis zu mehreren m² betragen können. Für die bei vollständiger Umstellung auf ökologische Wirtschaftsweise erforderlichen 4,5 Mio. Milchkühe (vgl. Tabelle 10) sind z.B. knapp 2.000 ha Freifläche erforderlich.

Ein Vergleich der Ergebnisse mit Berechnungen von Seemüller (2000)²⁷³ zeigt, dass die ermittelten Werte mit Ausnahme von Rindfleisch und Eiern unter den Angaben von Seemüller liegen (Tabelle 95). Dies ist u.a. eine Folge der unterschiedlichen Berechnung der Futterrationen – Seemüller (2000) kalkuliert hier an einigen Stellen mit pauschaleren Werten.

Tabelle 95: Vergleich der Ergebnisse mit den Angaben aus der Literatur

Produkt	Bedarf landwirtschaftlicher Fläche zur Erzeugung von 1 kg Produkt (m ²)			
	eigene Berechnungen		Seemüller (2000)	
	konventionell	ökologisch	konventionell	ökologisch
Kuhmilch	1,6	2,1	2,2	2,8
Rindfleisch	13,6	20,7	11,4	15,3
Schweinefleisch	7,1	10,1	10,3	13,5
Geflügelfleisch	4,5	8,1	7,0	10,2
Hühnererei (Eimasse)	4,8	7,2	4,0	5,8

Quelle: eigene Berechnungen; Seemüller (2000)

Bei der Erzeugung von Milch werden in den eigenen Berechnungen etwa 25 % weniger Fläche beansprucht als bei Seemüller (2000) ausgewiesen. Die prozentualen Unterschiede im Flächenbedarf bei ökologischer und konventioneller Milcherzeugung zwischen den eigenen Berechnungen und den Angaben von Seemüller (2000) sind dagegen ähnlich.

Die Unterschiede bei den Aussagen zum Flächenbedarf bei der Erzeugung von Rindfleisch – 19 bzw. 35 % höherer Flächenbedarf bei konventioneller bzw. ökologischer Produktion im Vergleich zu Seemüller (2000) (Tabelle 95) – resultieren daraus, dass Seemüller (2000) den Flächenbedarf der Mastkälber dem Flächenansatz für Milch zuschlägt, während in den eigenen Berechnungen die Futterrationen der Mastkälber dem Rindfleisch angerechnet werden. Die darüber hinaus verbleibenden Differenzen sind auf unterschiedlich hohe Mastrationen und abweichende Futtermittelkomponenten zurückzuführen. Der Mehrbedarf an Fläche bei ökologischer Rindfleischerzeugung (im Vergleich zu konventioneller Erzeugung) liegt den eigenen Berechnungen zufolge bei 52 % im Vergleich zu 34 % bei Seemüller (2000).

Beim Flächenbedarf zur Futtermittelbereitstellung für die Erzeugung von Schweinefleisch liegen die eigenen Berechnungen 31 % bzw. 25 % unter den Werten von Seemüller (2000) bei konventioneller bzw. ökologischer Erzeugung. Eine Erklärungsmöglichkeit hierfür ist, dass Seemüller (2000) auch die Futtermittel für Eber berücksichtigt, dessen Anteil am Gesamtfutterenergiebedarf der Schweine allerdings nur bei 0,5 % liegt. Eine größere Rolle bei den Unterschieden dürfte deshalb den Unterschieden bei den Futterrationen zukommen: Seemüller (2000) geht von Futterrationen aus, die lediglich innerhalb der ökologischen Variante eine Komponente (Kartoffeleiweiß) aufweisen, welche nicht flächenwirksam berücksichtigt wird. Im Gegensatz dazu werden innerhalb der eigenen Berechnungen für jede Kategorie unter den Schweinen (Mastschweine, Zuchtsauen, Ferkel) entsprechende Rationen eingesetzt, in der jeweils Komponenten aus der Nahrungs-

²⁷³ Seemüller (2000) hat einen ähnlichen methodischen Ansatz, indem die pro Tier benötigten Futtermittel über den Energiebedarf und (teilweise vereinfachte) Futterrationen unter Zugrundelegung von Flächenenerträgen mit entsprechenden Flächenanforderungen belegt werden.

mittelindustrie (Nebenprodukte) enthalten sind. Diese Komponenten werden nicht flächenwirksam berücksichtigt. Sie fallen aus dem Gesamtwert pro kg Fleisch heraus und verringern letztendlich den produktbezogenen Flächenbedarf.

Diese Unterschiede in den Berechnungen sind auch Ursache für die Differenzen im Flächenbedarf bei der Mastgeflügelhaltung (Tabelle 95). Hier werden bei Seemüller (2000) zwar Futterrationen ausgewiesen, welche aber nur zu geringen Anteilen flächenwirksam nicht berücksichtigte Komponenten enthalten (Tier- und Fischmehl). In den eigenen Futterberechnungen sind diese Komponenten in weitaus größerem Umfang enthalten. Das heißt, durch die Wahl der eigenen Futterrationen wird ein im Vergleich zu Seemüller (2000) größerer Anteil an Rationsbestandteilen aus der Flächenbetrachtung herausgenommen. Das schmälert den Anteil des Flächenbedarfs pro kg Produkt. Darüber hinaus geht Seemüller (2000) pro Einzeltier von höheren Nahrungsenergieaufnahmen aus, so dass er bei der Masthähnchenhaltung pro kg Erzeugnis zu einem höheren Futter-/Flächenbedarf kommt. Des Weiteren betrachtet Seemüller (2000) bei der Erzeugung von Geflügelfleisch neben der Masthähnchenhaltung auch die Erzeugung von Geflügelfleisch aus anderem Geflügel. Für dieses andere, nicht näher definierte Geflügel werden nahezu doppelt so hohe Nahrungsenergieaufnahmen angenommen. Dies steigert den Futter- und damit den Flächenbedarf pro kg Produkt. Aus den genannten Gründen liegt der produktbezogene Flächenbedarf bei Seemüller (2000) bei konventioneller Haltung um 56 % und bei ökologischer Haltung um 26 % höher als die in Tabelle 95 dargestellten eigenen Ergebnisse.

Im Bereich der konventionellen Legehennenhaltung weichen die eigenen Ergebnisse und die von Seemüller (2000) bei unterschiedlich hohem Anteil der berücksichtigten Komponenten um 20 % (konventionelle Erzeugung) bzw. 24 % (ökologische Erzeugung) voneinander ab. Die höhere Differenz bei ökologischer Erzeugung beruht darauf, dass bei Seemüller (2000) die gleichen Leistungen zwischen konventioneller und ökologischer Haltung angesetzt werden, während in den eigenen Berechnungen der Futterverbrauch pro Tag und Legehennen höher ausfällt als bei konventioneller Haltung.

Andere Studien zum Thema Flächenbedarf bei der Erzeugung tierischer Lebensmittel gehen vergleichsweise geringer ins Detail. Entweder wird lediglich die konventionelle Wirtschaftsweise oder aber nur ein Erzeugnis (z.B. Rind- oder Schweinefleisch) betrachtet. Darüber hinaus ist die Herleitung der Zahlen meist nicht oder nur grob nachvollziehbar. Insofern erfolgt hier nur eine vergleichende Darstellung der Zahlen, aber keine Diskussion der Unterschiede. Nach IÖW (2004) werden bei konventioneller Schweinefleischerzeugung zwischen 6,5 und 7 m²/kg an LF beansprucht, während es bei ökologischer Schweinefleischerzeugung zwischen 9,4 und 10 m²/kg sind. Die oberen Werte dieser Spannen decken sich mit den eigenen Berechnungen (7,1 m²/kg bzw. 10,1 m²/kg).

Nach Wechselberger (2000) werden bei konventioneller Rindfleischerzeugung (Maissilage) ca. 14,4 m²/kg an LF gebunden. Diese Angabe ist nur um 6 % höher als das eigene Ergebnis. Die von Wechselberger (2000) berechnete ökologische Erzeugung ist mit der eigenen Variante jedoch nicht vergleichbar, da die von ihm unterstellte Mutterkuhhaltung ein deutlich extensiveres Verfahren zur Fleischerzeugung darstellt als eine ökologische Rindermast auf Grundlage von Kleegrassilage.

Die Angaben der NÖL (1999) zur konventionellen Milcherzeugung liegen mit 1,7 m²/kg etwas über den eigenen Berechnungen, während sie in der ökologischen Wirtschaftsweise mit 2,1 m²/kg an LF gleich hoch sind. Im Bereich der Rindfleischerzeugung liegen die Angaben der NÖL (1999) mit 23,5 m²/kg für konventionell bzw. 32,7 m²/kg für ökolo-

gisch erzeugtes Rindfleisch deutlich über den eigenen Angaben (vgl. Tabelle 95). Dies liegt einerseits an den höher angesetzten Futterrationalen, andererseits jedoch auch an bei NÖL (1999) zugrunde gelegten Ausbeuten an Fleisch pro Tier. Hier wird der gesamte Flächenbedarf auf die verzehrsfertigen Mengen an Rindfleisch bezogen (Verzehrs-/Verkaufsgewicht), während in den eigenen Berechnungen mit dem SG kalkuliert wird, welches über dem eigentlichen verzehrbaren Anteil liegt. Berücksichtigt man diese unterschiedlichen Bezugsgrößen und rechnet die Werte der NÖL (1999) auf die Schlachtausbeute um, so resultieren für die konventionelle Rindfleischerzeugung $18,4 \text{ m}^2/\text{kg}$ und für die ökologische $22,8 \text{ m}^2/\text{kg}$. Diese Werte nähern sich den eigenen ermittelten Zahlen an. In der konventionellen Variante liegen sie um 35 %, in der ökologischen etwa 10 % über den Zahlen aus Tabelle 95.

Die von Heißenhuber (1998) angegebenen Zahlen zum Flächenbedarf bei konventionell erzeugten tierischen Lebensmitteln liegen bei Rindfleisch ($9,9 \text{ m}^2/\text{kg}$ an LF) und bei Schweinefleisch ($5,4 \text{ m}^2/\text{kg}$ an LF) deutlich unter den eigenen Angaben (vgl. Tabelle 95). Allerdings erscheinen diese Zahlen auch vor dem Hintergrund der übrigen hier betrachteten Studien als vergleichsweise gering. Im Bereich der konventionellen Geflügelhaltung (Mastgeflügel und Legehennen) beansprucht nach Heißenhuber (1998) die Erzeugung eines kg Produkt dagegen etwas größere Flächen als in der eigenen Berechnung ($4,9 \text{ m}^2/\text{kg}$ an LF bei Geflügelfleisch und $5,2 \text{ m}^2/\text{kg}$ an LF bei der Erzeugung von Hühneriern).

IV.5.3 Flächenfreisetzung

Auf Basis der für die landwirtschaftliche Bereitstellung von Futtermitteln zur Erzeugung unterschiedlicher Lebensmittel tierischen Ursprungs benötigten Flächen und des gegenwärtigen Verbrauchs an tierischen Lebensmitteln in Deutschland wird in Tabelle 96 dargestellt, welcher Flächenbedarf damit verbunden ist. Hierbei wird unterschieden zwischen einerseits konventioneller und ökologischer Erzeugung sowie andererseits zwischen gegenwärtig verzehrter tierischer Lebensmittel und eingeschränkten Verzehr.

Die Versorgung einer Person mit tierischen Lebensmitteln bei aktuellen Konsumgewohnheiten erfordert bei konventioneller Bewirtschaftungsweise einen Flächenbedarf von 1.200 m^2 pro Jahr (Tabelle 96). Bezogen auf die Gesamtbevölkerung sind dies rd. 10 Mio. ha an LF. Diese Fläche entspricht ca. 60 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) in Deutschland von knapp 17 Mio. ha (BMVEL 2003a).

Tabelle 96: Flächenfreisetzung bei konventioneller Landbewirtschaftung und eingeschränktem Konsum an tierischen Lebensmitteln

	derzeitiger Verbrauch [kg/(p*a)]	reduzierter Verbrauch [kg/(p*a)]	konventionelle Produktion tierischer Lebensmittel			
			derzeitiger Flächenbedarf		Flächenbedarf bei red. Verzehr	
			pro Person [m ² /a]	in Deutschland [in 1.000 ha/a]	pro Person [m ² /a]	in Deutschland [in 1.000 ha/a]
Milch ¹⁾	334	257	517	4.269	398	3.285
Rindfleisch	13	10	172	1.419	136	1.125
Schweinefleisch	53	18	374	3.085	131	1.079
Geflügelfleisch	18	3	79	648	15	124
Hühnereier	220	133	62	510	37	307
Summe			1.204	9.931	717	5.920
					freigesetzte Fläche	
Summe					487	4.011

Quelle: eigene Berechnungen

¹⁾ Vollmilchwert

Der Anteil der ausländischen Flächen für die Erzeugung des Sojaextraktionsschrotes beträgt bei aktuellen Verbrauchsmustern etwa 2,4 Mio. ha LF (24 % der gesamten beanspruchten LF) und bei reduziertem Verbrauch etwa 1,3 Mio. ha LF (13 %). Die Zahlen errechnen sich aus dem jeweiligen Flächenbedarf der eingesetzten Anteile Soja in den Futtermitteln der Wiederkäuer und Schweine und den durchschnittlichen Flächenerträgen beim Anbau von Soja.

Ein eingeschränkter Konsum tierischer Lebensmittel führt zu einer deutlichen Verringerung des Flächenbedarfs zur Erzeugung von Futtermitteln. Pro Person und Jahr werden rd. 490 m² LF weniger in Anspruch genommen (Tabelle 96). Für Deutschland bedeutet dies, dass rd. 4 Mio. ha LF nicht mehr für die Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft benötigt werden und für andere Zwecke, beispielsweise die Produktion nachwachsender Rohstoffe und Energieträger, zur Verfügung stehen. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass bei den Berechnungen davon ausgegangen wird, dass (aufgrund der hohen kalorischen Versorgung der Bevölkerung) die Reduktion des Konsums tierischer Lebensmittel nicht durch den Verzehr anderer Lebensmittel ausgeglichen wird und die Reduktion des Flächenbedarfs als Nettoeinsparung zu betrachten ist.

Im Vergleich zu den ermittelten Flächenbedarfswerten bei konventioneller Erzeugung liegen die Angaben bei ökologischer Erzeugung deutlich höher. Pro Person und Jahr sind mit 1.750 m² LF etwa 45 % mehr Flächen notwendig, um die aktuelle Versorgung mit tierischen Lebensmitteln zu gewährleisten. Die Gesamtheit der beanspruchten LF liegt für die gesamte Bevölkerung bei aktuellen Verbrauchsmustern bei 14,4 Mio. ha LF (85 % der aktuellen LF Deutschlands).

Tabelle 97: Flächenfreisetzung bei ökologischer Landwirtschaft und eingeschränktem Konsum an tierischen Lebensmitteln

	derzeitiger Verbrauch [kg/(p*a)]	reduzierter Verbrauch [kg/(p*a)]	ökologische Produktion tierischer Lebensmittel			
			derzeitiger Flächenbedarf		Flächenbedarf bei red. Verzehr	
			pro Person [m ² /a]	in Deutschland [in 1.000 ha/a]	pro Person [m ² /a]	in Deutschland [in 1.000 ha/a]
Milch ¹⁾	334	257	714	5.887	549	4.530
Rindfleisch	13	11	261	2.156	221	1.822
Schweinefleisch	53	17	533	4.400	172	1.415
Geflügelfleisch	18	3	143	1.180	26	216
Hühnereier	220	124	98	807	55	455
Summe			1.749	14.430	1.023	8.438
					freigesetzte Fläche	
Summe					726	5.992
					freigesetzte Fläche im Vgl. zur Ist-Situation (Tabelle 96)	
Summe					181	1.493

Quelle: eigene Berechnungen

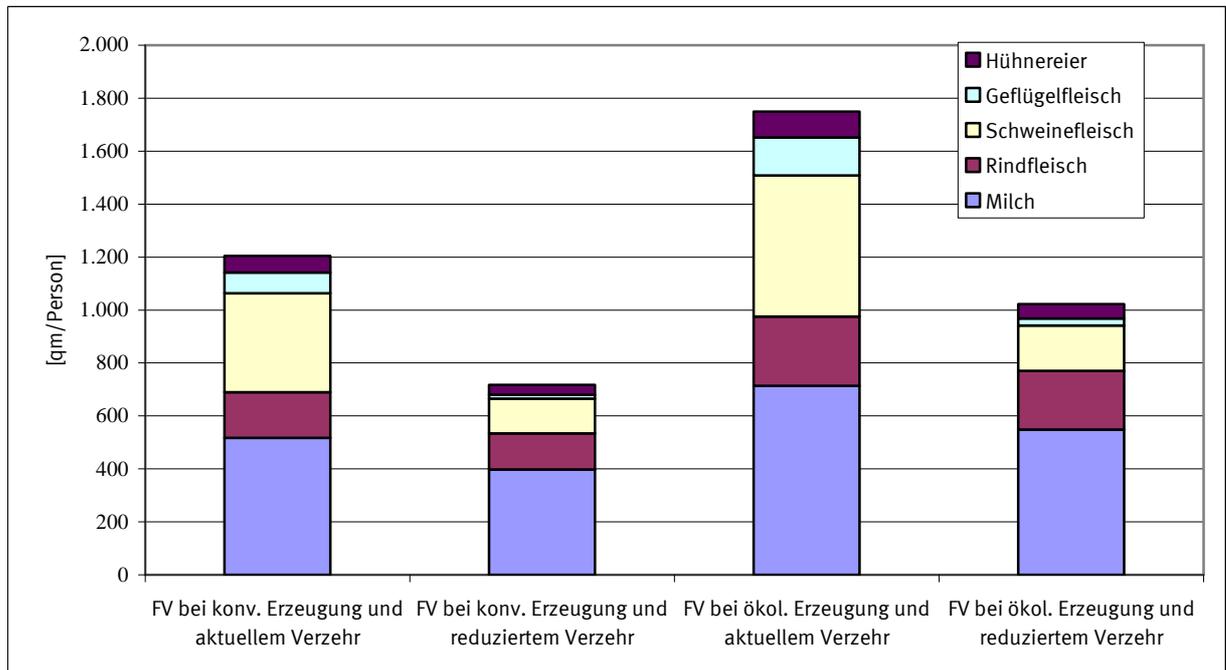
¹⁾ Vollmilchwert

Ein eingeschränkter Verbrauch an tierischen Lebensmitteln beansprucht bei ökologischer Erzeugung pro Person noch etwa 1.000 m² LF, für die gesamte Bevölkerung liegt der Flächenbedarf bei gut 8,4 Mio. ha LF (50 % der aktuellen LF Deutschlands).

Bei eingeschränktem Verzehr an Lebensmitteln tierischen Ursprungs und gleichzeitig ökologischer Wirtschaftsweise werden im Vergleich zur Ist-Situation (konventionelle Bewirtschaftung) in Deutschland rd. 1,5 Mio. ha freigesetzt. Diese Flächen können für Naturschutzzwecke oder die Erzeugung nachwachsender Rohstoffe und Bioenergieträger eingesetzt werden.

Da der spezifische Flächenbedarf pro kg Produkt bei der ökologischen Erzeugung höher liegt als bei der konventionellen Erzeugung, führt eine Reduktion des Verbrauchs tierischer Lebensmittel innerhalb dieser Bewirtschaftungsform zu einem relativ stärkeren Rückgang am gesamten Flächenbedarf als innerhalb der konventionellen Bewirtschaftungsform (Abbildung 22). Dabei liegen die absoluten ökologischen Zahlen deutlich über den konventionellen.

Abbildung 22: Personenspezifischer Flächenbedarf für die Erzeugung tierischer Lebensmittel bei gegenwärtigem und eingeschränktem Konsum



Die Ergebnisse für die Versorgung einer Person mit tierischen Lebensmitteln bei konventioneller Wirtschaftsweise und gegenwärtigem Konsummuster liegen um 13 % niedriger als die Werte (1.370 m² an LF) von Seemüller (2000). Bei der Versorgung der Bevölkerung mit tierischen Lebensmitteln (gegenwärtiges Konsummuster) unter ökologischen Kriterien werden pro Person und Jahr bei Seemüller (2000) durchschnittlich 1.910 m² an LF ermittelt, während diese in den eigenen Berechnungen etwa 1.749 m² an LF betragen und damit um etwa 9 % niedriger liegen. Die Hochrechnung der von Seemüller (2000) ermittelten Zahlen ergibt für Deutschland einen Flächenbedarf unter konventionellen Rahmenbedingungen von rd. 11,3 Mio. ha (im Vergleich zu den errechneten rd. 10 Mio. ha, s. Tabelle 96). Unter ökologischen Rahmenbedingungen ergibt das mit den von Seemüller (2000) vorgegebenen Zahlen zur Flächeninanspruchnahme pro Person einen Flächenbedarf von fast 15,8 Mio. ha (im Vergleich zu etwa 14,4 Mio. ha unter Verwendung der hier ermittelten Zahlen, s. Tabelle 97).

Zur Einordnung der Ergebnisse wird an dieser Stelle auf die in Kapitel II.2.2.3 angeführten derzeitigen Flächenverbräuche pro Person in der EU-15 verwiesen. Diese Flächenverbräuche betragen aktuell ca. 0,44 ha pro Person und Jahr. Werden von dieser Fläche die Einsparungen an Fläche durch den Verzicht auf den Konsum eines Teiles der tierischen Lebensmittel abgezogen, so würde der Flächenverbrauch bei konventioneller Erzeugung tierischer Lebensmittel pro Person etwa 0,39 ha betragen, während er bei ökologischer Erzeugung der tierischen Lebensmittel weiterhin etwa 0,42 ha betragen würde. Damit läge der Pro-Kopf-Flächenverbrauch unter konventionellen Wirtschaftsbedingungen nur noch geringfügig oberhalb der in Europa statistisch zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Fläche von 0,37 ha pro Person.

V Schlussbetrachtung und Diskussion

Das Ziel der Arbeit ist die Evaluierung konventioneller und ökologischer Wirtschaftsweisen hinsichtlich ausgewählter Parameter bei Einschränkung im Konsum tierischer Lebensmittel.

Die Grundlagen dieser Abschätzungen werden von national und international zugänglichen Literatur- und Statistikdaten gebildet. Da nicht alle der innerhalb dieser Arbeit betrachteten Bereiche durch diese Daten abgedeckt werden konnten, war es erforderlich, weitere Recherchen durchzuführen und persönliche Kontakte mit Fachleuten aufzunehmen. Die nach Abschluss der Datenrecherche zusammengetragene Datenbasis stellt sich für den konventionellen Bereich deutlich umfassender dar als für den ökologischen Bereich und für die in Teilaspekten betrachtete konventionell ressourcenschonende Wirtschaftsweise. An zahlreichen Stellen mussten daher aus dem konventionellen Wirtschaftssystem bekannte und fundierte Zusammenhänge auf die ökologische Wirtschaftsweise abgebildet werden. Die abschließende Bewertung basiert aus diesem Grund sowohl aus Angaben aus der Literatur als auch auf Annahmen und Abschätzungen.

In diesem Abschlusskapitel werden die Ergebnisse zu den Nachhaltigkeitsindikatoren Primärenergieverbrauch, Treibhausgasemissionen, Arbeitsplätze und Flächeninanspruchnahme zusammengefasst dargestellt und die berechneten Werte pro Person als auch für die gesamte Bevölkerung Deutschlands, jeweils bezogen auf ein Kalenderjahr, präsentiert. Beim Indikator Arbeitsplätze allerdings erfolgt eine Ausweisung des Wertes lediglich für Deutschland pro Jahr.

Tabelle 98 zeigt, dass die Erzeugung einer eingeschränkten Menge an tierischen Lebensmitteln bei verschiedenen Wirtschaftsweisen teilweise deutliche Unterschiede in den Ergebnissen aufweist. Darüber hinaus wird ersichtlich, dass eine Einschränkung des Konsums tierischer Lebensmittel, ausgehend vom aktuellen Verbrauch, die Endergebnisse stärker beeinflusst als der Wechsel zwischen zwei unterschiedlichen Wirtschaftsweisen bei etwa gleich hohem Verbrauch dieser Lebensmittel. Diese Feststellung wird z.B. von Taylor (2000) untermauert.

Tabelle 98: Auswirkungen eines eingeschränkten Verzehrs tierischer Lebensmittel auf ausgewählte Nachhaltigkeitsindikatoren bei unterschiedlicher Bewirtschaftungsform

	Einheit	Ist-Situation	eingeschränkter Verzehr tierischer Lebensmittel		
		konv. Produktion	konv. _{RS} Produktion	ökol. Produktion	
Primärenergieverbrauch					
- pro Person	MJ/a	3.981	2.239	1.981	2.189
- Deutschland	PJ/a	329	185	163	181
Treibhausgasemissionen					
- pro Person	kg CO ₂ -Äquiv./a	789	430	393	442
- Deutschland	Mio. t CO ₂ -Äquiv./a	65	36	32	37
Arbeitsplätze					
- Deutschland	Anzahl/a	476.560	255.150	255.150	369.355
Flächeninanspruchnahme					
- pro Person	m ² /a	1.204	718	718	1.023
- Deutschland	Mio. ha/a	9.932	5.920	5.920	8.437

Quelle: eigene Zusammenstellung

Ein eingeschränkter Konsum an Lebensmitteln tierischen Ursprungs würde zu einer Verringerung des PEV auf 56 % (konventionelle Bereitstellung) bzw. 55 % (ökologische Bereitstellung) und im Falle der ressourcenschonenden Wirtschaftsweise sogar auf 50 % führen. Die Emissionen an klimaschädigenden Gasen würden ebenfalls nennenswert verringert werden. Sie würden in der konventionellen Wirtschaftsweise auf 55 %, in der ökologischen Variante auf 56 % und in der ressourcenschonenden Wirtschaftsweise auf die Hälfte der gegenwärtig emittierten Klimagase zurückgehen.

Beim Indikator Flächeninanspruchnahme könnte bei insgesamt begrenzter verfügbarer landwirtschaftlicher Nutzfläche durch eine Verringerung des Flächenbedarfs für die Erzeugung tierischer Lebensmittel die frei werdende Fläche anderen Nutzungsarten zur Verfügung gestellt werden. Die Verwendung dieser Flächen für Naturschutzzwecke, zur Erzeugung von nachwachsenden Rohstoffen oder zur Produktion von Bioenergieträgern würde indirekt zu positiven Auswirkungen bei den hier betrachteten umweltrelevanten und darüber hinaus noch bei anderen Nachhaltigkeitsindikatoren (z.B. Erhalt der Biodiversität) führen. Eine Versiegelung der frei werdenden Flächen (z.B. durch Siedlungs- und Verkehrszwecke) entspräche jedoch nicht dem Nachhaltigkeitsbild. Die Verringerung der Versiegelung von Flächen ist erklärtes Nachhaltigkeitsziel auch der Bundesregierung (Bundesregierung 2002).

Wie zu erwarten, stehen bei einer Reduktion des Konsums tierischer Lebensmittel Vorteile beim PEV und den THE sowie bei der Inanspruchnahme landwirtschaftlich genutzter Fläche negative Auswirkungen auf die Beschäftigungssituation in Deutschland gegenüber. Da beim Indikator Arbeitsplätze in dieser Arbeit davon ausgegangen wird, dass eine Verringerung der Beschäftigtenzahlen in einem bestimmten Wirtschaftszweig ohne deren Kompensation in anderen Wirtschaftsbereichen erfolgt, wäre der mit dem eingeschränkten Verzehr tierischer Lebensmittel verbundene Rückgang an Beschäftigungsmöglichkeiten nicht mit dem Grundgedanken der Nachhaltigkeit vereinbar. Beim Vergleich der Effekte unterschiedlicher Bewirtschaftungsformen auf die Beschäftigung wird

deutlich, dass der ökologische Landbau durch den relativ höheren Bedarf an Arbeitszeit vergleichsweise mehr Arbeitsplätze erhalten kann als der konventionelle Landbau (Tabelle 98). Eine Reduktion des Verzehrs tierischer Lebensmittel würde also bei konventioneller Erzeugung mit einem höheren Nettoverlust an Arbeitsplätzen als bei ökologischer Erzeugung einhergehen. Dabei wird vereinfachend unterstellt, dass im ökologischen Landbau in den hier vorgenommenen Berechnungen keine Skaleneffekte realisiert werden. Bei einer flächendeckenden ökologischen Wirtschaftsweise ist jedoch davon auszugehen, dass effizientere Verfahren zur Anwendung kommen und auch hier das Arbeitszeitvolumen pro Produkteinheit sinken wird.

Eine Reduktion der Bereitstellung tierischer Lebensmittel ohne Kompensation durch andere Flächennutzungen (z.B. zur Erzeugung von Bioenergie) führt unter der Annahme gleichbleibender Arbeitseffektivitäten zum Abbau von Arbeitsplätzen. Wenngleich dieser Verlust gemessen an der Gesamtbeschäftigtenzahl in Deutschland geringer als 1 % ausfällt, so liegt er in Bezug auf die Gesamtzahl der in Deutschland in der Landwirtschaft Beschäftigten bei knapp 20 % (ökologische Wirtschaftsweise) bzw. gut 40 % (konventionelle Wirtschaftsweise). Diese Entwicklung entspricht nicht dem Grundgedanken der Nachhaltigkeit. Während Effizienzsteigerungen durchaus im Sinne der Nachhaltigkeit zu verstehen wären, erfolgt der o.g. Rückgang an Arbeitsplätzen jedoch bei als konstant angenommenen Effizienzen.

Wenn die frei werdenden Flächen nun jedoch anders genutzt werden (s.o.), kann davon ausgegangen werden, dass für die neue Flächennutzung weitere, anders ausgebildete Arbeitskräfte benötigt werden. Insofern ist in der Gesamtheit der Arbeitskraftsituation davon auszugehen, dass zwar ein Teil der im Bereich Landwirtschaft beschäftigten Arbeitskräfte ohne weitere Beschäftigung verbleibt. Hingegen sind für alternative Flächennutzungsarten zusätzliche Arbeitskräfte erforderlich.

Die vorliegenden Ergebnisse erlauben Aussagen über die Effekte eines eingeschränkten Verzehrs an Lebensmitteln tierischen Ursprungs. Bei ihrer Interpretation müssen allerdings folgende Rahmenbedingungen der Arbeit berücksichtigt werden:

- Es wurde davon abstrahiert, dass der teilweise Verzicht auf eine Lebensmittelgruppe (Fleisch, Milch, Eier) eine gleichzeitige Ausweitung des Verzehrs einer anderen Lebensmittelgruppe (pflanzliche Lebensmittel) nach sich ziehen kann.
- Es wurde vereinfachend angenommen, dass eine vollständige Umstellung auf eine ökologische Wirtschaftsweise möglich ist. Damit zusammenhängende ökonomische, soziale und strukturelle Effekte wurden weitgehend ausgeblendet.
- Es werden zwei Extrempositionen verglichen ohne die Frage des Übergangs zu erörtern.
- Es wurde von der Betrachtung einzelner Betriebe oder bestimmter Personen(-gruppen) abstrahiert. Es soll ein möglichst repräsentatives Bild dargestellt werden, so dass die vorgestellten Berechnungen und Ergebnisse jeweils als Mittelwerte fungieren.

Da in Deutschland eine Überversorgung der Bevölkerung in Bezug auf die Energie sowie auf den Großteil der Nährstoffe und Vitamine – gemessen an den Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr (DGE et al. 2000b; DGE 2004) – besteht und die Zufuhrempfehlungen bestimmter Nährstoffe und Vitamine (Calcium, β -Carotin (nur bei Männern), Vitamin D

sowie Pantothensäure) bereits bei der derzeitigen, tierisch betonten Kostform im Durchschnitt der Männer und Frauen nicht erreicht werden können, wird davon ausgegangen, dass eine deutliche Einschränkung des Verzehrs tierischer Lebensmittel diese Situation zwar verschärfen kann, aber nicht ursächlich an der Entstehung der bereits vorhandenen Defizite beteiligt ist.

Aufgrund der aktuell sehr hohen energetischen Überversorgung im Durchschnitt aller Männer und Frauen würden die in der Arbeit vorgenommenen Einschränkungen des Konsums tierischer Lebensmittel (gemäß Empfehlungen der DGE) nur bei Männern zu einer geringen energetischen Unterversorgung (etwa 60 kcal/Person und Tag) führen. Von dieser energetischen Betrachtung ausgeschlossen bleiben jedoch die mit dem Verzehr tierischer Lebensmittel gekoppelten weiteren Lebensmittel (z.B. Bratfett, Saucen etc.).

Die Einschränkung des Konsums tierischer Lebensmittel hätte eine Reduktion der täglichen Energiezufuhr von insgesamt 265 kcal pro Person und Tag (vgl. Kapitel III) zur Folge. Umgerechnet auf Getreide entspricht dies 85 g Weizen pro Person und Tag (Weizen mit einem spezifischen Nahrungsenergiegehalt von 313 kcal/100 g Weizenvollkorn; Prodi 2001). Unter der Annahme, dass die Gesamtzufuhr an Nahrungsenergie trotz verringertem Konsum tierischer Lebensmittel konstant auf derzeitigem Niveau verbleiben soll, wären theoretisch täglich pro Person 85 g Weizen mehr zu konsumieren. Bezogen auf Deutschland entspräche das knapp 2,6 Mio. t pro Jahr bzw. etwa 10 % der Weizenernte aus 2005 (BMVEL 2005).

Geht man von einer Gebäckausbeute von 140 % bei Brot aus (aus 100 Anteilen Getreide erhält man 140 Anteile Brot), so käme das einem Mehrverzehr von etwa 120 g Brot pro Person und Tag gleich.

Es wird abgeschätzt, welchen Beitrag die Bereitstellung dieser Mengen Brot auf die in dieser Arbeit betrachteten Indikatoren ausüben. Dabei wird im Bereich der ökologischen Indikatoren auf Literatur zur Ökobilanz von Brot zurückgegriffen, die den Primärenergieverbrauch sowie den Ausstoß treibhauswirksamer Gase bei der Herstellung von Brot abschätzt (z.B. Wiegmann 2000). Vereinfachend wird davon ausgegangen, dass sich die Herstellung von Brot in einer ressourcenschonenden Variante je nach Annahmen in einem Bereich unterhalb der konventionellen Werte bis hin zum Bereich der ökologischen Werte befindet, da der Primärenergieverbrauch innerhalb der ressourcenschonenden landwirtschaftlichen Erzeugung von Weizen etwa gleich hoch wie unter ökologischer Bewirtschaftung ist. Diese Variante wird in den weiteren Darstellungen nicht berücksichtigt.

Um die Bandbreite der Ergebnisse aufzeigen zu können, wird bei der ökologischen Herstellung von Brot unterstellt, dass statt einer Backmischung ein Mehl aus der Region verwendet wird. Somit reduziert sich der Transportaufwand. Im Bereich der Landwirtschaft beansprucht der Anbau ökologischen Getreides annahmegemäß weniger Primärenergie (vgl. Bockisch 2000). Bei der Aufbereitung des Getreides in der Mühle wird bei der ökologische Variante davon ausgegangen, dass auf regenerative Energien zurückgegriffen und in der Bäckerei technologisch effiziente Verfahren eingesetzt werden²⁷⁴. Durch diese Variation der Annahmen bei der ökologischen Broterzeugung lässt sich pro Kilogramm Brot etwa die Hälfte der Primärenergie gegenüber der konventionellen Erzeu-

²⁷⁴ Unabhängig von der Wirtschaftsweise können die Annahmen aus der Herstellung ökologischer Backwaren ebenso auf die Verwendung konventionell oder ressourcenschonend angebauten Getreides übertragen werden.

gung einsparen (Wiegmann 2000). Damit ergeben sich die in Tabelle 99 dargestellten Primärenergieverbrauche:

Tabelle 99: Berechnungen zum Primärenergieverbrauch durch den Verzehr von Brot

		konv. prod. Brot	ökol. prod. Brot
Konsum Weizen	g/(Person*d)	85,0	85,0
äquivalente Brotmenge	g/(Person*d)	119	119
Brotmenge Gesamtbevölkerung	Mio. t/(Bev.*a)	3,6	3,6
PEV Brot	MJ/kg	7,5	3,9
PEV Brotverzehr Gesamtbevölkerung	PJ/a	27,0	14,0
- Anteil an PEV Ist konv. tierische Lebensmittel (vgl. Tabelle 98)	%	8,2	4,2
- Anteil an PEV Sektor Ernährung/ Landwirtschaft (vgl. Tabelle 59)	%	1,1	0,6

Quelle: eigene Berechnungen nach Wiegmann 2000

Durch die dargestellte Erhöhung des Konsums pflanzlicher Lebensmittel (Brot) würde der PEV um etwa 27 PJ pro Jahr (konventionelle Erzeugung) bzw. etwa 14 PJ pro Jahr (ökologische Erzeugung) ansteigen. Dies sind im Vergleich zum Primärenergieverbrauch bei der Bereitstellung der erforderlichen tierischen Lebensmittel in der aktuellen Verzehrssituation unter konventionellen Bedingungen etwa 8,2 % bzw. unter ökologischen Bedingungen ca. 4,2 % (vgl. Tabelle 98). Im Vergleich zum gesamten Energieverbrauch des Bereiches Landwirtschaft und Ernährung würde eine ergänzende Herstellung von Brot in der konventionellen Variante etwa 1 %, in der ökologischen Variante etwa ein halbes Prozent Primärenergie erfordern. Es wird dabei in der konventionellen Herstellung von Brot davon ausgegangen, dass die Landwirtschaft pro Kilogramm erzeugtes Brot 27 %, die Transporte 16 %, die Mühle 8 % sowie die Bäckerei 49 % der gesamten Energie beanspruchen.

Die bei der Bereitstellung von Brot emittierten treibhauswirksamen Emissionen werden in der Tabelle 100 dargestellt:

Tabelle 100: Berechnungen zu Treibhausgasemissionen durch den Verzehr von Brot

		konv. prod. Brot	ökol. prod. Brot
THE Brot	kg CO ₂ /kg	0,6	0,4
THE Brotverzehr Gesamtbevölkerung	Mio. t CO ₂ /a	2,3	1,6
- Anteil an THE Ist konv. tierische Lebensmittel (vgl. Tabelle 98)	%	3,5	2,4
- Anteil an Gesamt-THE (vgl. Tabelle 60)	%	0,2	0,2

Quelle: eigene Berechnungen nach Wiegmann 2000

Durch den zusätzlichen Verzehr von Brot würden pro Jahr in Deutschland ca. 2,3 Mio. t mehr CO₂ anfallen, sofern das Brot konventionell hergestellt wird. Bezogen auf die jährlichen Gesamtemissionen treibhauswirksamer Gase in Deutschland wären das gut 0,2 %. Bei einer ökologischen Variante der Herstellung von Brot lägen die Treibhausgasemissionen leicht unter den Angaben aus der konventionellen Herstellung. Es würden etwa 1,6 Mio. t CO₂ jährlich anfallen. Dies entspräche knapp 0,2 % der derzeitigen jährlichen Emissionen.

Die pro Person zusätzliche Menge an Kohlendioxid pro Jahr würde sich auf 28 kg belaufen, wenn diese Person täglich knapp 120 g mehr Brot essen würde, welches konventionell hergestellt wurde. Würde sich die Person für ein ökologisch erzeugtes Brot entscheiden, dann lägen die Kohlendioxidemissionen pro Jahr bei 19 kg und damit bei 70 % der Emissionen aus dem konventionellen Bereich.

Die Abschätzung des Flächenbedarfs aus der Bereitstellung von Brot wird auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen beschränkt (vgl. Kapitel IV.5). Hierbei ergeben sich die in Tabelle 101 aufgezeigten zusätzlichen Flächen:

Tabelle 101: Berechnungen zum Flächenverbrauch durch den Verzehr von Brot

		konv. prod. Brot	ökol. prod. Brot
Ertrag Weizen	t/ha	7,2	4,4
Erforderliche Menge Weizen	Mio. t/(Bev.*a)	2,6	2,6
erforderliche Fläche zur Erzeugung Weizen	ha/(Bev.*a)	355.495	581.719
- in bezug auf die gesamte LF	%	2,1	3,4

Quelle: eigene Berechnungen

Die zusätzliche Fläche zur landwirtschaftlichen Erzeugung des Weizens beträgt in der konventionellen Wirtschaftsweise etwa 355.500 ha pro Jahr und in der ökologischen Wirtschaftsweise etwa 581.720 ha. Das sind gut 60 % mehr an Fläche. In Bezug auf die gesamte landwirtschaftliche Fläche Deutschlands entspräche das 2,1 % in der konventionellen bzw. 3,4 % in der ökologischen Wirtschaftsweise.

Parallel zu den Betrachtungen des Flächenverbrauchs werden auch die erforderlichen Arbeitskräfte zur Bereitstellung der zusätzlichen Mengen an Brot ausschließlich im Bereich Landwirtschaft betrachtet. Für die der Landwirtschaft nachgelagerten Bereiche (wie z.B. das Brotbacken) werden keine separaten Zahlen ausgewiesen.

Tabelle 102: Berechnungen zum Arbeitskraftbedarf durch den Verzehr von Brot

		konv. prod. Brot	ökol. prod. Brot
Gesamtfläche Erzeugung Weizen (Tabelle 101)	ha/Bev.*a	355.495	581.719
Arbeitszeitbedarf für Weizenanbau	Akh/ha	6,8	8,7
Arbeitszeitbedarf zur Erzeugung Weizen	Mio. Akh/(Bev.*a)	2,4	5,1
- in Arbeitskräfteinheiten	AKE/(Bev.*a)	1.016	2.126
- Arbeitskräfteinheiten in bezug auf Gesamtbeschäftigte in der Landwirtschaft	%	0,2	0,4

Quelle: eigene Berechnungen

Die zusätzliche Anzahl Arbeitskräfte zur Erzeugung der Getreidemengen, die für die Versorgung der Bevölkerung mit jeweils 120 g Brot pro Person und Tag erforderlich wären, beträgt bei konventioneller Wirtschaftsweise etwa 1.000 und in der ökologischen gut 2.100 Arbeitskräfteinheiten. Im Vergleich zu den derzeit in der Landwirtschaft beschäftigten Personen entspricht dies deutlich weniger als einem Prozent.

Bei der Herstellung pflanzlicher Lebensmittel sind ebenfalls Auswirkungen auf die Umwelt, auf die Arbeitsplatzsituation sowie auf den Verbrauch von landwirtschaftlicher Nutzfläche zu erwarten. Der vergleichsweise geringe Anteil dieser Auswirkungen hängt vor allem mit den relativ kleinen produzierten Mengen zusammen. Darüber hinaus ist jedoch ebenfalls zu berücksichtigen, dass bei der Herstellung tierischer Lebensmittel Umwandlungsverluste im tierischen Organismus entstehen, die es bei der Bereitstellung pflanzlicher Lebensmittel nicht gibt. Somit sind die Auswirkungen der betrachteten Indikatoren bei der Herstellung pflanzlicher Lebensmittel in der Regel geringer als bei der Herstellung tierischer Lebensmittel.

Es sei erneut betont, dass die durchschnittliche kalorische Versorgung der deutschen Bevölkerung z.T. deutlich über dem eigentlichen Bedarf liegt. Durch die Einsparungen an Nahrungsenergie, die durch den Verzicht auf den Konsum tierischer Produkte erzielt werden (ohne Berücksichtigung der mit dem Konsum tierischer Lebensmittel verbundenen weiteren Lebensmittel wie Saucen etc.), würden sich die Verzehrsmengen deutlich besser an die Bedarfsmengen angleichen. Ein erhöhtes Risiko einer energetischen Unterversorgung durch den Verzicht auf die in dieser Arbeit genannten Mengen tierischer Lebensmittel liegt nicht vor.

In der vorliegenden Arbeit wird (um die Effekte studieren zu können) vereinfachend davon ausgegangen, dass eine flächendeckende ökologische Wirtschaftsweise erfolgt. In der Realität wären damit weitreichende wirtschaftliche, strukturelle und soziale Veränderungen und enorme zeitliche Ressourcen verbunden, auf die hier nicht eingegangen wurde. Bislang werden in Deutschland (Stand 2005) nur 5 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche (bzw. 812.000 ha) nach ökologischen Kriterien bewirtschaftet. Die Gesamtzahl ökologisch wirtschaftender Betriebe liegt für dasselbe Jahr bei knapp 16.800, was etwas mehr als 4 % aller landwirtschaftlichen Betriebe entspricht (Rehn 2006). Obwohl der Umsatz mit ökologischen Lebensmitteln im Jahr 2005 in Deutschland um 14 % gewachsen ist, liegt er mit 4 Mrd. Euro bzw. einem Anteil am Gesamtlebensmittelmarkt von ca. 3 % relativ weit unten. Am gesamteuropäischen Öko-Lebensmittelmarkt bestreitet der deutsche Umsatz mit ökologischen Lebensmitteln jedoch bereits ca. 30 % (Rehn 2006).

Eine vollständige Umstellung auf ökologische Landbewirtschaftung bei gleichzeitiger Sicherung der Ernährungssituation ist nach Seemüller (2000) nur in einem Zeitraum von 20 bis 30 Jahren möglich, vorausgesetzt, dass der Konsum tierischer Lebensmittel gleichzeitig um etwa 2 % pro Jahr zurückgeht. Dies entspricht einer Verringerung des Anteils tierischer Lebensmittel an der Nahrungsenergieversorgung von etwa 39 % auf 24 % (Seemüller 2000). Bis etwa 2024 könnte dann nach Seemüller (2000) ein Niveau des Konsums tierischer Lebensmittel erreicht werden, welches eine vollständige Versorgung der Bevölkerung durch ökologische Landbewirtschaftung mit Ausnahme des Indikators Arbeitsplätze durch eine Minderung des Konsums gewährleistet, ohne gleichzeitig die Importquote zu erhöhen.

Aus den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit lässt sich hinsichtlich der ökologischen Wirtschaftsform zusammenfassend ableiten, dass diese als nicht generell nachhaltiger bezeichnet werden kann im Vergleich zur konventionellen Erzeugung tierischer Lebensmittel. Hinsichtlich der umweltrelevanten Indikatoren schneidet die Erzeugung ökologisch erzeugter Lebensmittel ähnlich ab wie die konventionelle Erzeugung. Allein die dargestellte konventionell ressourcenschonende Erzeugung der Lebensmittel birgt deut-

liche Einsparpotenziale beim PEV und bei den THE im Vergleich zur konventionellen Erzeugung. Der Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung im Bereich Landwirtschaft und Ernährung geht, wenn die ausgewählten Nachhaltigkeitsindikatoren zusammen betrachtet werden, mit Abwägungen zwischen konkurrierenden Zielen einher. Eine eindeutige Win-Win-Situation wird hierbei nicht zu erwarten sein. Für eine abschließende Bewertung eines eingeschränkten Verzehrs an Lebensmitteln tierischer Herkunft bei unterschiedlicher Bewirtschaftungsweise wäre die Berücksichtigung noch weiterer Indikatoren wünschenswert und erforderlich. So liegen mittlerweile einige Studien vor, die die Auswirkungen des Ökolandbaus auf natürliche Ressourcen im Vergleich zum konventionellen Landbau bewerten (z.B. Stolze et al. 2000; Tauscher et al. 2003). Aus diesen geht hervor, dass der ökologische Landbau hinsichtlich Boden (z.B. biologische Aktivität, organische Substanz), Grund- und Oberflächenwasser (Medikamente und Pestizide, Nitratauswaschung), Betriebsmittelbilanzen (Nährstoffbilanzen und Energieverbrauch) sowie Biodiversität und Landschaft (z.B. Pflanzenarten- oder Tierartenvielfalt) i.d.R. besser abschneidet als der konventionelle Landbau. Wobei Einzelbetrachtungen auch anders ausfallen können (Häring, 2006).

Es ist anzunehmen, dass hierdurch weitere Zusammenhänge und Zielkonflikte auftreten, welche die in dieser Arbeit ermittelten Ergebnisse berühren und darüber hinaus für die Beurteilung einer nachhaltigen Entwicklung von Bedeutung sind.

Es muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass die Einstufung der Wirtschaftsweisen in den Kontext der Nachhaltigkeit ausschließlich anhand der vier Indikatoren Primärenergieverbrauch, Treibhausgasemissionen, Arbeitskräfte sowie Flächenverbrauch vorgenommen wurde. Die Beschränkung auf diese vier Indikatoren birgt die Gefahr, dass weitere, ebenfalls nachhaltigkeitsrelevante Indikatoren und Zusammenhänge durch diese Vorgehensweise vernachlässigt wurden. Insofern können die ermittelten Ergebnisse zur Einordnung verschiedener Wirtschaftsweisen in den komplexen Zusammenhang des Nachhaltigkeitsdiskurses lediglich einen Ausschnitt repräsentieren.

VI Zusammenfassung

Erzeugung und Konsum von Lebensmitteln im Allgemeinen und von Lebensmitteln tierischer Herkunft im Besonderen stellen in Deutschland einen bedeutenden Wirtschaftszweig dar. In Bezug auf die Gesamtzahl der Erwerbstätigen in Deutschland liegt der Anteil der Erwerbstätigen in der Landwirtschaft bei etwa 3 %. Der Lebensmittelsektor insgesamt (hierzu gehören u.a. Maschinenindustrie, Ernährungsindustrie und –handwerk, Gastgewerbe) beschäftigt rund 11 % der Erwerbstätigen und hat einen Anteil von rund 6 % an der Bruttowertschöpfung. Auf der anderen Seite sind Über- und Fehlernährung beteiligt an verschiedenen Nachhaltigkeitsdefiziten. Übergewicht und ernährungsbedingte Krankheiten haben sich beispielsweise zu Volkskrankheiten entwickelt, die bedeutende Kosten verursachen. Außerdem trägt die Landwirtschaft insbesondere über die Tierhaltung zu verschiedenen Belastungen der Umwelt bei. Besonders hervorzuheben ist hier die Freisetzung der klimarelevanten Gase Distickstoffoxid und Methan.

Die Versorgung der deutschen Bevölkerung mit Nahrungsenergie und auch die Zufuhr an Protein und Fett liegen über den aus wissenschaftlicher Sicht angeratenen Mengen. Der gegenwärtige Verzehr beträgt pro Person und Jahr etwa 60 kg Fleisch, 330 kg Milch und gut 13 kg Eier. Unter Einbezug der übrigen Lebensmittel ergibt sich eine durchschnittliche Energiezufuhr von etwa 2.440 kcal bei Männern sowie etwa 2.190 kcal bei Frauen. Damit wird die empfohlene Höhe der Energiezufuhr um durchschnittlich etwa 15 % überschritten. Die energetische Überversorgung wird jedoch von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Hierzu gehört z.B. auch der übermäßige Verzehr von Süßigkeiten.

Ausgehend von den an der menschlichen Gesundheit ausgerichteten Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung über die Höhe der Proteinzufuhr sowie der Menge des verzehrten Fleisches sollte der durchschnittliche Verzehr an Lebensmitteln tierischer Herkunft auf etwa 20 kg Fleisch, 210 kg Milch und 6 kg Eier pro Person und Jahr begrenzt werden. Die empfohlene Reduzierung des Konsums tierischer Lebensmittel hätte unter anderem zur Folge, dass der gegenwärtige Nutztierbestand unter Beibehaltung der Haltungsformen mehr als halbiert würde (von derzeit knapp 15 Mio. Großvieheinheiten auf rund 7 Mio. GVE).

Vor diesem Hintergrund werden in der vorliegenden Arbeit unterschiedliche Strategien zur Verringerung von Nachhaltigkeitsdefiziten des Konsumverhaltens der deutschen Bevölkerung untersucht. Dabei werden folgende Fragen bearbeitet:

- Welchen Anteil hat die derzeit in Deutschland vorherrschende tierisch betonte Kostform an drängenden Problemen der Nachhaltigkeit?
- Welchen Einfluss hat eine Minderung der Höhe des Gesamtverzehrs an Lebensmitteln tierischer Herkunft auf diese Probleme?
- Inwieweit wirkt sich eine Veränderung der Produktionsweise in Landwirtschaft und Verarbeitung (von konventionell auf ressourcenschonend bzw. ökologisch) zur Bereitstellung tierischer Lebensmittel auf bestehende Nachhaltigkeitsdefizite aus?

Zur Beantwortung dieser Fragen wird die gesamte Prozesskette der Bereitstellung tierischer Lebensmittel betrachtet, von der landwirtschaftlichen Erzeugung über die Aufbereitung landwirtschaftlicher Urprodukte, die Lagerhaltung und Transporte bis hin zum point of sale. Dabei werden neben der derzeit in Deutschland vorherrschenden konventionellen Wirtschaftsweise in Landwirtschaft und Verarbeitung ebenso eine konventionell ressourcenschonende sowie eine ökologische Wirtschaftsweise untersucht. Die ressourcenschonende Wirtschaftsweise unterscheidet sich von der konventionellen vor allem dadurch, dass ein Teil der mineralischen Düngemittel durch organische ersetzt wird und die verfütterten Kraftfuttermittel teilweise vom Betrieb selber erzeugt werden.

Zur vergleichenden Bewertung traditioneller und veränderter Konsum- und Wirtschaftsweisen werden die untersuchten Verfahren in den Kontext einer nachhaltigen Entwicklung eingeordnet. Zu diesem Zweck wurde das am ITAS entwickelte integrative Nachhaltigkeitskonzept herangezogen und an den regionalen Rahmen und die spezielle Fragestellung der Arbeit angepasst. Die für die Fragestellung relevanten Nachhaltigkeitsbedingungen behandeln sowohl sozio-ökonomische als auch umweltrelevante Aspekte. Im Einzelnen gehören dazu die selbständige Existenzsicherung, die Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen, die Inanspruchnahme der Umwelt als Senke und die gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten. Zur Operationalisierung dieser Mindestbedingungen nachhaltiger Entwicklung werden in dieser Arbeit folgende Indikatoren verwendet:

- Primärenergieverbrauch,
- Emission treibhauswirksamer Gase,
- Beschäftigung,
- Flächeninanspruchnahme.

Die Bereitstellung tierischer Lebensmittel ist geprägt von einem vergleichsweise hohen **Primärenergieverbrauch** im Rahmen der landwirtschaftlichen Erzeugung, während die Verarbeitung und der Transport – mit Ausnahme von Milch – lediglich eine untergeordnete Bedeutung haben. Der höchste Primärenergieverbrauch ist mit der Bereitstellung von Fleisch unter konventionellen Wirtschaftsmethoden verbunden. Hier werden pro kg Fleisch zwischen 34,5 MJ (Rind) und 20,3 MJ (Schwein) benötigt. Zwei Drittel dieses Energieverbrauchs stammen aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung. Dieses Verhältnis bleibt auch bei einer ressourcenschonenden bzw. einer ökologischen Bereitstellung von Fleisch erhalten. Durch ressourcenschonende Wirtschaftsweise kann der Primärenergieverbrauch bei der Erzeugung von Rindfleisch um fast ein Viertel gesenkt werden. Deutlich geringer fallen jedoch die Einsparungen bei Schweine- bzw. Geflügelfleisch aus (7 bzw. 3 % Einsparung im Vergleich zur konventionellen Variante). Die Bereitstellung ökologisch erzeugten Rindfleisches ist im Vergleich zur konventionellen Erzeugung ebenfalls mit einer Energieeinsparung um rund 20 % verbunden. Bei der ökologischen Herstellung von Schweine- bzw. Geflügelfleisch wird dagegen produktbezogen deutlich mehr Primärenergie verbraucht (um 16 bzw. 36 % mehr als bei konventioneller Erzeugung). Bei der Erzeugung von Eiern werden 23,8 MJ/kg in der konventionellen, 20,5 MJ/kg in der ressourcenschonenden sowie 22,8 MJ/kg in der ökologischen Variante benötigt. Die Bereitstellung

konventioneller Milch beansprucht insgesamt 5,4 MJ/kg, von ressourcenschonend erzeugter Milch 4,8 MJ/kg sowie von ökologisch produzierter Milch 5,2 MJ/kg. Hiervon entstammt jeweils etwa die Hälfte des Primärenergieverbrauchs aus der Landwirtschaft. Wie die Ergebnisse zeigen, weist die Bereitstellung tierischer Lebensmittel unter ökologischen Wirtschaftsmethoden nicht bei allen untersuchten Lebensmitteln geringere produktspezifische Verbräuche an Primärenergie auf als bei konventioneller Wirtschaftsweise. Dies ist im Wesentlichen auf die deutlich geringeren Leistungen infolge der extensiveren Produktion zurückzuführen. Insgesamt erfordert die ressourcenschonende Wirtschaftsweise den geringsten Primärenergieaufwand. Dies ist nicht überraschend, da diese Produktionsform die Reduktion des Ressourcenverbrauchs zum Ziel hat, aber ansonsten hohe Leistungen in der tierischen Produktion anstrebt.

Der Großteil der freigesetzten **klimawirksamen Treibhausgase** (Methan, Lachgas, Kohlendioxid) bei der Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft stammt aus der Tierhaltung, während die nachgelagerten Transport- und Verarbeitungsschritte nur vergleichsweise geringe Treibhausgasemissionen verursachen. Unter den untersuchten Verfahren wird bei der ökologischen Rindfleischerzeugung mit rund 10.900 g CO₂-Äquivalenten/kg Fleisch die größte Menge an Treibhausgasen emittiert. Im Vergleich zur konventionellen Variante sind dies allerdings nur 1,3 % mehr. Eine deutliche Verringerung der Treibhausgasemissionen (um 13 % gegenüber der konventionellen Variante) kann über die ressourcenschonende Erzeugung erreicht werden. Durch die Erzeugung von ökologischem Schweinefleisch entstehen knapp halb so viele Treibhausgase wie bei der ökologischen Rindfleischerzeugung (5.670 g CO₂-Äquivalente/kg). Diese Emissionen liegen um 18 % über denen aus der konventionellen Erzeugung. Die ressourcenschonende Variante emittiert wieder weniger Treibhausgase (um 5 %) als die konventionelle Erzeugung. Auch bei der Bereitstellung von Geflügelfleisch emittiert die ökologische Wirtschaftsweise die vergleichsweise größten Mengen an klimawirksamen Gasen (3.580 g CO₂-Äquivalente/kg). Dies entspricht gegenüber der konventionellen Variante einer Mehremission von 32 %. Die ressourcenschonende Variante führt dagegen im Vergleich zur konventionellen Produktion zu einer Einsparung an Klimagasen um rund 7 %. Bei der Erzeugung von Hühnereiern liegen die Treibhausgasemissionen bei konventioneller und ressourcenschonender Wirtschaftsweise mit knapp 2.730 bzw. knapp 2.350 g CO₂-Äquivalenten/kg in vergleichbarer Höhe wie bei der Erzeugung von Geflügelfleisch. Die Erzeugung von Hühnereiern unter ökologischen Kriterien liegt mit gut 2.540 g CO₂-Äquivalenten/kg etwas unter der konventionellen Eierzeugung. Bei der Bereitstellung konventionell erzeugter Milch entstehen 950 g CO₂-Äquivalente/kg. Der Anteil der Landwirtschaft an diesen Emissionen beträgt dabei knapp 90 %. Ähnliche absolute und relative Angaben erhält man bei der Bereitstellung ressourcenschonend (knapp 870 g CO₂-Äquivalenten/kg) sowie ökologisch (knapp 970 g CO₂-Äquivalenten/kg) erzeugter Milch. Wie die Ergebnisse zeigen, schneidet die ökologische Wirtschaftsweise in Bezug auf die Emissionen treibhauswirksamer Gase mit Ausnahme der Eierzeugung schlechter ab als die konventionellen Wirtschaftsweisen. Maßgeblich daran beteiligt sind die geringeren Leistungen bei der Erzeugung tierischer Produkte. Der Beitrag der Transport- und Verarbeitungsschritte zu den Gesamtemissionen spielt eine relativ geringe Bedeutung. Er liegt bei der Erzeugung von Geflügelfleisch mit etwa 30 % am höchsten. Bei der Bereitstellung von Rindfleisch beträgt er weniger als 10 %. Aus den Ergebnissen wird auch deutlich, dass zur Gesamtheit der treibhauswirksamen Gase bei der Wiederkäuerhaltung (Milchkühe, Mastrinder) die Emissionen von Methan dominieren, während diese bei der

Schweine- und der Geflügelhaltung weniger als ein Drittel der Gesamtemissionen verursachen. Hingegen steigt bei den Monogastriern (Schweine, Geflügel) die Bedeutung der Lachgas- und der Kohlendioxidemissionen.

Die Ergebnisse über den **Arbeitszeitbedarf** zur Erzeugung einer Produkteinheit geben Hinweise auf Beschäftigungseffekte bei unterschiedlicher Produktionsweise. In die Berechnungen gingen der Arbeitsbedarf in der Landwirtschaft und in der Verarbeitung der landwirtschaftlich erzeugten Produkte sowie die für Transporte ein. Auf die Darstellung einer ressourcenschonenden Variante wird verzichtet, da sich hier die Werte kaum von der konventionellen unterscheiden. Die Bereitstellung konventioneller Milch ist mit einem Arbeitszeitvolumen von etwa 0,9 Arbeitskraftminuten/kg verbunden. Die Erzeugung ökologischer Milch erfordert hingegen aufgrund arbeitsintensiverer Methoden in der Landwirtschaft mit etwa 1,4 Arbeitskraftminuten/kg etwa 50 % mehr Arbeitszeit. Auch bei der Bereitstellung von Fleisch und Eiern beansprucht die ökologische Wirtschaftsweise deutlich mehr Arbeitszeit als bei der Erzeugung unter konventionellen Methoden. So liegt das Arbeitszeitvolumen bei konventionell erzeugtem Rindfleisch bei 8,1, die Erzeugung von Schweinefleisch bei 4,6 und die von Geflügelfleisch bei 4,1 Arbeitskraftminuten/kg. Wird ökologisches Fleisch hergestellt, so sind damit pro kg Rindfleisch 9,7 Arbeitskraftminuten, pro kg Schweinefleisch 7,6 Arbeitskraftminuten und pro kg Geflügelfleisch 5,6 Arbeitskraftminuten verbunden. Auch die Bereitstellung konventioneller Hühnereier ist aufgrund der arbeitsexensiveren Methoden mit 1,2 Arbeitskraftminuten/kg deutlich geringer als unter ökologischen Kriterien mit 3,5 Arbeitskraftminuten/kg.

Landwirtschaftlich genutzte Fläche ist eine begrenzt verfügbare Ressource, die für unterschiedliche Zwecke (Produktion von Futtermitteln, Nahrungsmitteln, nachwachsenden Rohstoffen, Bioenergieträgern) genutzt wird. Die Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft beansprucht durch die schlechtere Effizienz der Futtermittelverwertung durch die Tiere eine vergleichsweise große Fläche. Aufgrund des Imports von Tierfutter befindet sich ein Teil der für die Futtermittelbereitstellung benötigten Flächen im Ausland. Wie die Ergebnisse der Berechnungen zeigen, ist die ökologische Erzeugung von Rindfleisch mit der größten produktspezifischen **Flächeninanspruchnahme** (20,7 m²/kg) verbunden. Sie hat einen rund 52 % höheren Flächenbedarf als die konventionelle Rindfleischerzeugung. Die Erzeugung von ökologischem Schweine- bzw. Geflügelfleisch beansprucht 10,1 bzw. 8,1 m²/kg. Sie liegt damit um 42 % bzw. 80 % über dem Flächenbedarf der konventionellen Variante. Für die Erzeugung konventioneller Eier sind pro kg Eimasse etwa 4,8 m² und für die ökologische Erzeugung 7,2 m²/kg erforderlich. Am geringsten ist die produktspezifische Flächeninanspruchnahme bei der Erzeugung von Milch: Hier werden 1,6 m²/kg bei der konventionellen sowie 2,1 m²/kg bei der ökologischen Erzeugung benötigt. Der deutlich höhere Flächenbedarf bei der Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft nach den Prinzipien des ökologischen Landbaus spiegelt die Richtlinien des ökologischen Landbaus hinsichtlich des tiergerechten Flächenangebots pro Tier wider. Darüber hinaus tragen auch die geringeren Erträge beim ökologischen Anbau von Futterpflanzen sowie die in der Regel geringere Futtermittelverwertung ökologisch gehaltener Tiere zum höheren Flächenbedarf bei.

Ausgehend von einer den o.g. Vorgaben entsprechenden Reduktion des Verzehrs an Fleisch auf ein Drittel, an Milch auf rund zwei Drittel und an Eiern auf knapp die Hälfte bezogen auf die Höhe des gegenwärtigen Verzehrs kann der Primärenergieverbrauch des Nahrungsmittelsektors (ausschließlich tierische Lebensmittel) gegenüber dem derzeitigen Ausmaß bei konventioneller Bewirtschaftung und Produktion auf 56 % verringert werden. Eine noch stärkere Einsparung (auf 50 % des gegenwärtigen Bedarfs) lässt sich bei gleicher Reduktion und ressourcenschonender Bewirtschaftung erzielen. Bei ökologischer Bereitstellung liegt die Reduktion bei 55 % bezogen auf die Referenz.

In der gleichen Größenordnung bewegen sich die Potentiale zur Verringerung der Freisetzung klimaschädigender Gase. Sie gehen in der konventionellen Wirtschaftsweise auf 55 %, in der ökologischen Variante auf 56 % und in der ressourcenschonenden Wirtschaftsweise auf die Hälfte der gegenwärtig emittierten Klimagase zurück. Diese Maßnahmen können somit einen nennenswerten Beitrag zum Klimaschutz leisten. Aus Sicht des Verbrauchs nicht erneuerbarer Energieträger und der Freisetzung klimarelevanter Gase ist dabei die ressourcenschonende Variante die zu bevorzugende Bewirtschaftungsweise. Die Ergebnisse für die konventionelle und ökologische Produktionsform liegen bei diesen Indikatoren eng zusammen.

Der Anteil des Primärenergieverbrauchs zur Bereitstellung der erforderlichen Mengen tierischer Lebensmittel entspricht nach Reduzierung des Verzehrs tierischer Lebensmittel gut einem Prozent des gesamten Energieverbrauchs in Deutschland im Vergleich zu gut zwei Prozent bei derzeitigen Verzehrsgewohnheiten.

In die Berechnungen der treibhauswirksamen Emissionen gehen neben den energiebedingten (Kohlendioxid) ebenfalls die Emissionen von Methan und Lachgas mit einem über dem von Kohlendioxid liegenden Treibhauspotenzial ein. Dadurch liegt der Anteil der Treibhausgasemissionen aus der Bereitstellung tierischer Lebensmittel unter aktuellen Konsummustern bei knapp sieben Prozent der Gesamtemissionen in Deutschland. Nach Reduktion des Verzehrs entspricht der Anteil der Emissionen lediglich noch etwa dreieinhalb Prozent bezogen auf die derzeitigen Gesamtemissionen.

Die Zahl der Arbeitsplätze sinkt durch einen Rückgang der produzierten Mengen tierischer Lebensmittel deutlich. Allein in der konventionellen Landwirtschaft geht die Zahl der Beschäftigten auf etwa die Hälfte der zu Beginn des Jahrhunderts beschäftigten Personen zurück. Durch ökologische Landbewirtschaftung können hingegen knapp 90 % dieser Arbeitsplätze erhalten bleiben. Unter Einbezug von Verarbeitung und Transporten werden durch ökologische Bewirtschaftung immerhin noch etwa 50 % mehr Arbeitskräfte benötigt als durch konventionelle Bewirtschaftungsmethoden.

Der Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche, der für die Erzeugung tierischer Lebensmittel erforderlich ist, sinkt durch einen Rückgang des Verzehrs an Lebensmitteln tierischer Herkunft. Dabei geht der Flächenbedarf bei reduziertem Verzehr unter ökologischer Bewirtschaftung auf etwa 85 % der derzeit beanspruchten Flächen zurück. Unter konventioneller Wirtschaftsweise werden dagegen nur noch etwa 60 % der derzeit erforderlichen Nutzfläche benötigt. Die frei werdenden Flächen können bei uns oder im Ausland zur Erreichung anderer Nachhaltigkeitsziele (z.B. Naturschutz, Produktion nachwachsender Rohstoffe oder von Bioenergieträgern) genutzt werden.

Die vorliegenden Ergebnisse erlauben Aussagen über die Effekte eines eingeschränkten Verzehr an Lebensmitteln tierischen Ursprungs. Bei ihrer Interpretation müssen allerdings folgende Rahmenbedingungen der Arbeit berücksichtigt werden:

- Es wurde davon abstrahiert, dass die Verringerung des Konsums tierischer Lebensmittel (Fleisch, Milch, Eier) eine gleichzeitige Ausweitung des Verzehr einer anderen Lebensmittelgruppe (pflanzliche Lebensmittel) nach sich ziehen kann. Hierbei wird argumentiert, dass die durchschnittliche Energiezufuhr der deutschen Bevölkerung über den Empfehlungen der Ernährungswissenschaften liegt. Darüber hinaus wurde durch Abschätzungen ermittelt, dass die Kompensation der eingesparten Nahrungsenergie aus tierischen Lebensmitteln durch pflanzliche Lebensmittel in Hinblick auf die gewählten Indikatoren keine nennenswerten Auswirkungen hätte.
- Es wurde vereinfachend angenommen, dass eine vollständige Umstellung auf eine ökologische Wirtschaftsweise möglich ist. Damit zusammenhängende ökonomische, soziale und strukturelle Effekte wurden weitgehend ausgeblendet.
- Es werden zwei Extrempositionen verglichen ohne die Frage des Übergangs zu erörtern.
- Es wurde von der Betrachtung einzelner Betriebe oder bestimmter Personen(-gruppen) abstrahiert. Es soll ein möglichst repräsentatives Bild dargestellt werden, so dass die vorgestellten Berechnungen und Ergebnisse jeweils als Mittelwerte fungieren.

Aus den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit lässt sich zusammenfassend ableiten, dass sich die Höhe des Konsums tierischer Lebensmittel entscheidend auf ausgewählte Indikatoren der Nachhaltigkeit auswirken kann. Im Vergleich dazu hat die Wirtschaftsform einen deutlich geringeren Einfluss auf die Nachhaltigkeitsdefizite. Die Bevorzugung einer bestimmten Höhe des Konsums tierischer Lebensmittel oder der Präferenz für eine Wirtschaftsweise lässt sich in Hinblick auf die Nachhaltigkeit nicht mit einer eindeutigen Antwort belegen. Vielmehr gilt es, die jeweiligen sich ergebenden Vor- und Nachteile gegeneinander abzuwägen und zu beurteilen. Für eine abschließende Bewertung eines eingeschränkten Verzehr an Lebensmitteln tierischer Herkunft bei unterschiedlicher Bewirtschaftungsweise ist die Berücksichtigung weiterer Indikatoren wünschenswert und erforderlich.

VII Summary

Production and consumption of food products in general and animal products in particular form an important part of German economy. Considering the total employment level in Germany, employees in agriculture account for 3%. In total the food industry (this includes food machinery, nutritional industry and trade, hotel and restaurant business amongst others) employs around 11% of the total workforce and accounts for about 6% of gross productivity. Excessive eating and malnutrition are accountable for various long term deficiencies. Over weight and food related diseases have become national health hazards of substantial expenses. Furthermore agriculture in general and especially animal farming have a negative influence on the environment. In particular this is true in emissions of climate affecting gases like dinitrogen monoxide and methane.

The supply of Germany's population with food related energy as well as protein and fat lie above scientifically recommended levels. The present average consumption per person per year is about 60 kilograms of meat, 330 kilograms of dairy products and approximately 13 kilograms of eggs. Including all other food products this results in an energy supply of 2.440kcal for men and 2.190 kcal for women. This exceeds recommended energy supply levels by around 15%.

Following the health recommendations of the German Society for Nutrition regarding consumption of protein and meat products, the average consumption of animal food products per person per year should be limited to 20 kilograms of meat, 210 kilograms of dairy products and 6 kilograms of eggs. The recommended reduction of the consumption of animal food products would result in halving the present number of farm animals under the existing animal farming methods. (i.e. from presently 15 million livestock units to about 7 million livestock units).

Considering the afore mentioned facts this paper investigates various strategies to reduce long term deficiencies of the German populations' consumption attitude. The following questions are being dealt with:

- How does the present German preference in mainly consuming animal food products affect the pressing problems of sustainable development?
- - How will a reduction of the total consumption of animal food products affect these problems?
- - How will a change of agricultural production methods and subsequent processing (from conventional to resource friendly or ecological processes) affect existing long term deficiencies?

To answer these questions the total production process of animal food products has to be investigated, from agricultural production to subsequent processing, including storage and transport to the final point of sale. In addition to the prevailing conventional economic situation of farming and processing in Germany, the effects of a conventional resource friendly and ecological economy will be investigated. An resource friendly process differs from a conventional method mainly by replacing mineral based fertilizers with organic ones and by feeding animals with high energy fodder produced on site.

For comparison purposes of traditional and varied methods of consumption attitudes and economy the investigated procedures are assessed in connection with their effect on sustainable development. To achieve this the concept of integrated sustainability as developed by ITAS was used, and adapted to the regional settings and the specific subject of this study paper. Conditions of sustainability are dealt with by investigating social-economical as well as environmental aspects. This includes in particular safeguarding the position of self-employed people, use of non-renewable resources, utilisation of the environment as a carbon sink, and the fair use of environmental applications. For organisational purposes of these minimal conditions of sustainable development the following indicators are applied in this paper:

- primary energy consumption
- emission of greenhouse effecting gases
- employment
- floor space requirements.

Production of animal food products involves a rather high **primary energy consumption** in agricultural production, whereas the processing and transportation - with the exception of milk - are of minor importance. The highest primary energy consumption is tied to providing meat products by applying conventional methods, i.e. 34.5 MJ per kilogramme of beef and 20.3 MJ for pork. Two thirds of this energy consumption are related to agricultural animal farming. This part of energy consumption will not be affected by applying resource friendly or ecological meat production processes. The primary energy consumption of the production of beef can be reduced by a quarter by applying resource friendly processes. Savings in the production of pork and poultry are substantially less (savings of 7% and 3% in comparison with conventional methods). The provision of ecologically produced beef uses 2% less energy than conventional methods. In the ecological production process of pork and poultry substantially more primary energy is required (16% and 36% more than under conventional production methods). The production of eggs by applying conventional methods requires 23.8 MJ per kilogramme, by applying resource friendly methods 20.5 MJ per kilogramme, and 22.8 MJ per kilogramme by using ecological processes. Providing conventionally produced milk uses 5.4 MJ, resource friendly production of milk 4.8 MJ, and ecologically produced milk 5.2 MJ per kilogram. Thereof half of primary energy consumption is related to agriculture. It can be seen that animal food products provided under ecological aspects will not in all cases result in product related primary energy reductions when compared with the application of conventional methods. Primarily this is due to the substantially lower requirements as a consequence of intensified production. Overall a resource friendly economy requires the lowest level of primary energy consumption. This is not surprising as this method of production aims to reduce the usage of resources, whilst at the same time endeavouring to obtain high production levels of animal food products.

A large part of the **emissions of climate affecting greenhouse gases** (methane, nitrous oxide, carbon dioxide) is related to the production of animal food products due to animal farming, whereas subsequent transport and processing cause only comparatively low greenhouse gas emissions. Of the investigated processes the ecological production of beef results in the largest greenhouse gas emission with 10.900 grams CO₂ equivalent per kilogram of meat. Compared with conventional methods of production this is only an

increase of 1,3 %. A substantial reduction of greenhouse gas emissions (about 13 % when compared with conventional methods) can be achieved by employing resource friendly production methods. Production of ecologically manufactured pork requires only half of greenhouse gases (5.670 grams CO₂ equivalent per kilogram) as compared with ecological beef production. These emissions exceed those from conventional production methods by 18 %. Resource friendly processes produce again lower greenhouse emissions (around 5 %) in comparison with conventional methods. Ecological poultry processing causes the comparatively largest amounts of climate affecting greenhouse gases. (3.580 grams CO₂ equivalent per kilogram). This is an emission increase of 32 % over conventional methods. A resources friendly process results in a reduction of greenhouse gases emissions of 7 % over conventional methods. In the production of chicken eggs emissions of greenhouse gases from conventional and resources friendly methods with 2.730 and 2.350 grams CO₂ equivalent per kilogram are about at the same levels as in the production of poultry meat. Production of chicken eggs under ecological methods are with 2.540 grams CO₂ equivalent per kilogram marginally lower than under conventional conditions. Conventional milk production causes 950 grams CO₂ equivalent per kilogram. Of this almost 90 % is produced during agriculture. Similar absolute and relative emission levels are being created in resources friendly (nearly 870 grams CO₂ equivalent per kilogram) as well as ecological (almost 970 grams CO₂ equivalent per kilogram) milk production processes. The results show that the ecologically production process creates worse greenhouse gas emissions than conventional production methods, the only exception being egg production. To a large part this is due to the inefficient performance levels during the production process of animal food products. The contribution to total emission levels arising during transport and finishing is of minor importance. Only in the production of poultry this part accounts for 30 %. In the production process of beef the share is less than 10 %. The results show that the total of greenhouse gas emissions arising from ruminant animal (milk-cows and fatstock) farming is mainly caused by methane, whereas in pig and poultry farming only one third of total emissions is due to methane. During monogastric animals (pigs and poultry) animal farming emissions of nitrous oxide and carbon dioxide are substantial.

Results of the **man-hour requirements** during the production process indicate variations according to the selected production methods. The calculation included man-hour requirements during farming, during manufacture of animal food products and during transportation. A presentation of emission values of resources friendly processes can be ignored as the values hardly differ from conventional production processes. Conventional milk production requires about 0,9 man-hour minutes per kilogram. Ecological milk production requires around 1,5 man-hour minutes per kilogram due to the work intensive farming methods, that is almost 50 % more. Also in the production of meat and eggs ecological methods require clearly more man-hours per kilogramme than under conventional methods. The man-hour requirements for conventionally produced beef is 8,1, for pork production 4,6 and for poultry products 4,1 man-hour minutes per kilogram. For ecologically produced meat the respective man-hour minutes per kilogramme are 9,7 for beef, 7,6 for pork and 5,6 for poultry. Also conventional chicken egg production requires 1,2 man-hour minutes per kilogramme as compared to 3,5 man-hour minutes per kilogram in work intensive ecological production processes.

Floor space usable for agriculture is a limited resource and is being used for various purposes (production of fodder, foodstuffs, regrowing raw materials, bio-energy carriers). Due to the inferior efficiency of fodder utilisation the production of animal food products

requires a comparatively large floor space area. Imports of animal fodder resulted in part of the floor space being located abroad. Calculations show that ecological beef production requires the largest product related floor space (20,7 square metres per kilogram). This floor space requirement lies about 52 % above the requirements for conventional production processes. Ecologically produced pork and poultry require 10,1 respectively 8,1 square metres per kilogramme. This is 42 % and 80 % above conventional production floor space requirements. For the conventional production of eggs 4,8 square metres per kilogram egg substance is required as compared to 7,2 square metres for ecological production. The lowest product related floor space is required in milk production with 1,6 square metres per kilogram for conventional and 2,1 square metres per kilogram for ecological production processes. The substantially greater floor space requirements in ecologically produced animal food products reflects the rules for ecological agriculture with regard to floor space requirements per animal. An additional effect on floor space requirements is caused by lower productivity in growing plants used as fodder and by the inferior utilisation of fodder in ecologically animal farming.

On the basis of the above a reduction of meat consumption by one third, of milk by two thirds and of eggs by 50 %, the present consumption of primary energy in the food industry (animal food products only) can be reduced to 56 % of the present level of conventional production and management. An even bigger saving (to 50 % of present levels) can be achieved by reduction in consumption and by applying resources friendly processes. For ecological processes the respective total reduction would result in 55 % of the above levels.

The potential of reducing greenhouse gases would be at a similar level. The respective figures would be reduced to 55 % for conventional production, to 56 % for ecological processes and to 50 % for resources friendly production of present greenhouse gas emissions. These measures would be a substantial contribution to safeguarding the environment's climate. Considering the consumption of non-renewable energy carriers and the emissions of greenhouse gases the resources friendly production method is the most preferable one. Respective results of conventional and ecological production processes are almost identical.

The share of primary energy consumption used for the production of the necessary amounts of animal food products will be reduced to about 1 % as compared to the present level of 2 % of total energy consumption of Germany, if animal food consumption is reduced as outlined. Calculations of greenhouse gas emissions include apart from energy related (carbon dioxide) emissions also methane and nitrous oxide where these exceed the greenhouse gases effect of carbon dioxide. Therefore the share of greenhouse gas emissions resulting from production of animal food products and at present consumption levels is about 7 % of total emissions of Germany. Taking into account the reduction of consumption the share of greenhouse gas emissions will reduce to 3,5 % of total emissions.

Manpower requirements following a reducing in production output of animal food products will be substantially lower. For conventional production processes alone the reduction of manpower would be 50 % of levels at the beginning of this century. Under ecological production processes about 90 % of work places could be saved. When including transport and manufacture ecological production processes require about 50 % more than conventional production processes.

The share of floor space required for the production of animal food products will be reduced following the drop in consumption levels. For ecological production processes floor space requirement following a reduction in consumption levels will go down to 85% of present floor space. For conventional production only 60 % of present floor space would be required. The savings of floor space could be used at home or abroad to achieve sustainable development goals (e.g. preservation of nature, production of renewable raw products, or bioenergy carriers).

The afore mentioned findings permit a statement regarding the effects of a reduction in the consumption of animal food products. In its interpretation the following guidelines of this study have to be considered:

- It was ignored that the reduction of the consumption of animal food products (meat, milk, eggs) could lead to an increase of other food products (vegetarian food). The argument being that the average energy consumption of the German population exceeds the recommended levels as laid down in nutritional science. It was further assessed that replacing savings of nutritional energy from animal food products with vegetarian food stuff will have virtually only small effect on the selected indicators.
- For simplification it was assumed that a total change to ecological food production is possible. Related ecological, social and structural effects were mostly ignored.
- Two extreme positions were compared without evaluating the question of transfer.
- An investigation of individual businesses, persons or group of persons was not performed. It was intended to provide a rather representative picture and the described calculations and results should be seen as mean values.

The results of this study lead to the conclusion that the amount of the consumption of animal food products will have a deciding effect on indicators regarding sustainability. In comparison the type of selected economy has a much lower effect on deficits in sustainability. The effects of a preference of a specified amount of animal food consumption or a preference for a certain type of economic process can not clearly be answered regarding sustainability. The respective pros and cons should be compared and evaluated. For a final assessment of a limited consumption of animal food products considering varying production processes it is desirable and necessary to include further indicators

VIII Literaturverzeichnis

Abel, H.J. (1997):

Stoff- und Energiebilanzen in der Tierproduktion. Plenarvortrag anlässlich des 109. VDLUFA-Kongresses, 15.-19.9.1997 in Leipzig. Vortragskurzfassungen 5

AEL Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft e.V. (2000):

Elektroenergiebedarf in der Milchvieh- und Schweinehaltung, Merkblatt 33/2000, Frankfurt/Main

Ahlgrimm, H.-J.; Gädeken, D. (1990):

Entstehung klimarelevanter Spurengase als Folge der Landbewirtschaftung. 2. Methan. In: Sauerbeck, D.; Brunnert, H. (1990): Klimaveränderungen und Landbewirtschaftung, Teil I., Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 117

AK Land- und Forstwirtschaft (Arbeitskreis Land- und Forstwirtschaft) der Interministeriellen Arbeitsgruppe „CO₂-Reduktion“ (2000):

Nationales Klimaschutzprogramm der Bundesregierung. 5. Bericht des Arbeitskreises V der Interministeriellen Arbeitsgruppe „CO₂-Reduktion“, <http://bml.de/aktuelles/klimaschutz/klimaschutzprogramm.htm>

Ambus, P. (1998):

Emissions of NO and N₂O from arable land. In: Freibauer, A.; Kaltschmitt, M. (eds.): Proceedings of the Workshop on Biogenic Emissions of Greenhouse Gases caused by Arable and Animal Agriculture – Measurement Technology and Emission Factors. University of Stuttgart, Stuttgart

Amgarten, M. (1987):

Vergleichende Untersuchung der Wirtschaftlichkeit verschiedener Haltungssysteme für Legehennen an der Schweizerischen Geflügelzuchtschule in Zölllikofen, Informationstagung neue Legehennenhaltungssysteme in der Schweiz, (SGS); Zölllikofen SGS

Amon, B.; Hopfner-Sixt, K.; Amon, T. (2002):

Emission Inventory for the Agricultural Sector in Austria: Manure Management. Agricultural University Vienna, Vienna

Amon, T.; Boxberger, J.C.; Amon, B. (1997):

Ammoniak- und Treibhausgasemissionen aus der Tierhaltung. Der Förderungsdienst, Sonderausgabe "Landwirtschaft und Umwelt" zur Jubiläumstagung 125 Jahre Universität für Bodenkultur, S. 79-81.

Andechser Molkerei (2000):

Umwelterklärung 2000-2003 Andechser Molkerei, Andechs

- Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (2003):
Mitteilungen zum Primärenergieverbrauch, Jahr 2002, www.ag-energiebilanzen.de
- Arp, B.; Naumann, P. (2001):
Umstellung von konventioneller auf ökologische Schweineproduktion; Neue Landwirtschaft Nr. 9, Berlin-Pankow
- Atzler, A. (1994):
Konsequenzen der Umstellung von der täglichen auf die zweitägige Milcherfassung, Diplomarbeit, TUM Weihenstephan
- BAG Bundesamt für Gesundheit (1998):
Vierter Schweizerischer Ernährungsbericht, Bern
- BAL/BLT Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein/ Bundesanstalt für Landtechnik (2002):
AZB in der österreichischen Landwirtschaft, Abschlussbericht, Irndning/Wieselburg
- Bauer, M. (1995):
Probleme der intensiven Hähnchenmast und Lösungsansätze für artgerechte Mastverfahren dargestellt anhand von Praxisbeispielen unter Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer und tierschutzrelevanter Aspekte, Diplomarbeit, TU München
- Bauer, M. (1997):
Rechnet sich die Schweinemast? Bio-Land 24 (5)
- Bauer, M. (2002):
Telefonische Auskunft Juni 2002, Robert´s Bioland-Geflügel
- Baumann, W. (1999):
Zuchtstrategien für die ökologische Geflügelhaltung in der Schweiz; Vortrag anlässlich des 3. Internationalen Geflügelseminars für den ökologischen Landbau, Berlin
- Beese, F. (1994):
Gasförmige Stickstoffverbindungen. In: Studienprogramm. Band 1: Landwirtschaft, Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages (Hrsg.), Studie D
- Berg, W. (2003):
Fernschriftliche und mündliche Auskunft, Institut für Agrartechnik Bornim ATB
- Berg, W.; Scholz, V. (2000):
Energieaufwand und Kosten für Verfahren der Tierhaltung. Landtechnik 2/2002

- Betz, J., (2004):
fernmündliche Mitteilung Februar 2004, Forschungszentrum für Milch und Lebensmittel, Freising
- Bez, J.; Heyde, M. (1999):
Ökobilanzen für die Verpackungssysteme Kartonverpackung (Giebel), Kartonverpackung (Block) und Mehrwegflasche mit 1 l Füllvolumen zur Verpackung und Distribution von Frischmilch, Freising
- BGR Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hg.) (2003): Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen 2002. In: Rohstoffwirtschaftliche Länderstudien 28. Hannover
- Biesalski, H.-K.; Grimm, P. (1999):
Taschenatlas der Ernährung, Georg Thieme Verlag Stuttgart/New York
- Bio Ernte Austria (o.J.):
Allgemeine Fütterungsrichtlinien,
www.biologisch.cc/dynamisch/betriebsmittel/files/A.Futtermittel.pdf
- Bioland e.V. (2003):
Bioland-Richtlinien, Pflanzenbau, Tierhaltung, Verarbeitung, Mainz
- Bioland e.V. (2004):
ferschriftliche Auskunft des Bioland-Verbandes
- BMELF Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.) (2000):
Agrarbericht der Bundesregierung 2000, Bonn
- BMLF Bundesministerium für Landwirtschaft und Forsten (1999):
Gesetzliche Begrenzungen von Abwasseremissionen aus der Schlachtung und Fleischverarbeitung, BGBl. II Nr. 12/1999, Wien
- BMVEL Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.) (2001):
Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland 2001, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup
- BMVEL Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2002):
Erährungs- und agrarpolitischer Bericht 2002 der Bundesregierung, Berlin
- BMVEL Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.) (2003a):
Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland 2003, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup
- BMVEL Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2003b):
Erährungs- und Agrarpolitischer Bericht der Bundesregierung 2003, Berlin

BMVEL Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2004a):

Ernährungs- und Agrarpolitischer Bericht der Bundesregierung 2004, Berlin

BMVEL Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.) (2004b):

Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland 2004, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup

BMVEL Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.) (2005):

Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland 2005, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup

BMVEL Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2006):
Ernährungs- und Agrarpolitischer Bericht der Bundesregierung 2006, Berlin

BMZ Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (1996):

Umwelt-Handbuch – Arbeitsmaterialien zur Erfassung und Bewertung von Umweltwirkungen – Umweltkatalog, Molkereien

Bockisch, F.-J. (Hrsg.) (2000):

Bewertung von Verfahren der ökologischen und konventionellen landwirtschaftlichen Produktion im Hinblick auf den Energieeinsatz und bestimmte Schadgasemissionen, Studie als Sondergutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn; Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 211, Braunschweig

Bosma, A.H.; Hageman, I.; Kroeze, G.H.; Mandersloot, F.; van Straelen, B.C.P.M.; Vink, A. (1993):

Energieverbruik bij de ruwvoerteelt en –winning (Energiecoefficienten en energiemodule); NOVEM (Hrsg.) IMAG-DLO. Instituut voor Milieu- en Agritech-niek, Wageningen, Netherland

Bouwman, A.F. (Ed.) (1990):

Soils and the greenhouse effect. John Wiley & Sons Ltd, Chichester

Brand, R.A.; Melman, A.G. (1993):

Energie-inhoudnormen voor de veehouderij. TNO-rapport 93-209, Instituut voor Milieu- en Energietechnologie TNO (IMET), Apeldoorn

Brandl, M. (2002):

Fernmündliche Mitteilung November 2002, Milch-Industrie-Verband e.V.

Brandl, V.; Kopfmüller, J.; Sardemann, G. (2003):

Arbeitslosigkeit. In: Coenen, R.; Grunwald, A. (Hg.): Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland. Analyse und Lösungsstrategien. Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland, Bd. 5. Berlin. S. 97-100

-
- Breisgau-Milch (2004):
fernmündliche Mitteilung der Firma Breisgau-Milch Februar 2004, Freiburg
- Brunsch, R. (1995):
Verfahrenstechnische Möglichkeiten zur Reduzierung der Freisetzung klimarelevanter Emissionen aus landwirtschaftlichen Nutztierhaltungen. Ökologische Hefte der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät Berlin
- BUND & MISEREOR (Hrsg.) (1997):
Zukunftsfähiges Deutschland – ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung. 4. Auflage, Basel u.a.
- Bundesregierung (2002):
Perspektiven für Deutschland. Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung, Berlin
- BUWAL Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (1998):
Methanemissionen der schweizerischen Landwirtschaft, Schriftenreihe Umwelt Nr. 298, Bern
- BVB Bundesverband Boden e.V. (2001): Bodenschutz in der Bauleitplanung: Vorsorgeorientierte Bewertung. BVB-Materialien, Bd. 6. Berlin/BVB 2001
- Carlsson-Kanyama, A. (1998):
Climate Change and dietary choices – how can emissions of greenhouse gases from food consumption be reduced? In: Food Policy, Vol. 23, No.3/4, Elsevier Science Ltd., Great Britain
- Cederberg, C. (1998):
Life Cycle Assessment of Milk Production – A Comparison of Conventional and Organic Farming. SIK-Rapport Nr. 643, Gothenburg
- Cederberg, C.; Mattsson, B. (2000):
Life Cycle Assessment of Milk Production – A Comparison of Conventional and Organic Farming. Journal of Cleaner Production 8
- Chlumsky, J.; Ehling, M. (1997):
Grundzüge des künftigen Konzepts der Wirtschaftsrechnungen der privaten Haushalte, Wirtschaft und Statistik (1997)
- Coenen, R.; Sardemann, G. (1998):
Kyoto: Quantitative Bewertung der Verhandlungsergebnisse. Atomwirtschaft 43, 6/1998, S. 397-401
- Coenen, R.; Grunwald, A. (Hrsg.) (2003):
Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland – Analyse und Lösungsstrategien, Global zukunftsfähige Entwicklung - Perspektiven für Deutschland, Bd. 5. Sigma Verlag, Berlin

Corré, W.; Oenema, O. (1998):

Methane from animals and animal waste. In: Freibauer, A., Kaltschmitt, M. (eds.), Proceedings of the Workshop on Biogenic Emissions of Greenhouse Gases caused by Arable and Animal Agriculture – Measurement Technology and Emission Factors. University of Stuttgart, Stuttgart

DBV Deutscher Bauernverband (Hrsg.) (2002):

Situationsbericht 2003, Trends und Fakten zur Landwirtschaft, Bonn

DBV Deutscher Bauernverband (2005): Situationsbericht 2005, Bonn

de Boer, I.J.M. (2002):

Environmental impact assessment of conventional and organic milk production, Review, Wageningen. In: Elsevier Livestock Production Science 80 (2003)

Deerberg, F. (2002):

telefonische und fernschriftliche Auskünfte, Fachberatung Neu-Eichenberg

Deerberg, F. (2004):

telefonische und fernschriftliche Auskünfte, Fachberatung Neu-Eichenberg

Demeter-Bund e.V. (Hrsg.) (2002):

Richtlinien - Erzeugung, Darmstadt

Demeter-Bund e.V. (Hrsg.) (2003):

Verarbeitung – Richtlinien für die Verarbeitung der Demeter-Qualität, Darmstadt

Demeter-Bund e.V. (2004):

ferschriftliche Auskunft des Demeter-Bundes e.V., Darmstadt

Demmeler, M. (2001):

Ökobilanzierung und Monetarisierung eines Verbrauchers von ökologisch erzeugten und regional vermarkteten Nahrungsmitteln – am Beispiel des „von Hier“-Projektes der Firma Feneberg. Diplomarbeit, Technische Universität München, Weihenstephan

Demmeler, M. (2003):

mündliche Auskunft, Technische Universität Weihenstephan, August 2003

DFV Deutscher Fleischer-Verband e.V. (2003):

Geschäftsbericht 2001/2002, Frankfurt/Main

DGE Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (1986):

Kleine Nährwerttabelle der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V., 32. Auflage 1986, Umschau Verlag Frankfurt am Main

-
- DGE Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (1992):
Ernährungsbericht 1992, Frankfurt am Main
- DGE Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (2000a):
Ernährungsbericht 2000, Frankfurt am Main
- DGE Deutsche Gesellschaft für Ernährung et al. (2000b):
Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr; Frankfurt am Main
- DGE Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (2002):
10 Tipps für eine gesunde Ernährung; www.dge.de
- DGE Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (2004):
Ernährungsbericht 2004, Bonn
- DGE Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (2006):
Vollwertig essen und trinken nach den 10 Regeln der DGE, www.dge.de
- Eckert, Dr. G. (2005):
mündliche Auskunft, ABCERT GmbH Kontrollstelle für den ökologischen
Landbau, Esslingen
- EEA European Environment Agency (2004): Impacts of Europe's changing climate. An in-
dicator-based assessment. In: EEA Report, No 2/2004
- Egger, L. (2000):
Transportaufwandsanalyse für Trinkmilch, Projektstudie am Lehrstuhl für
Betriebswirtschaftslehre des Landbaus, TU München-Weihenstephan
- Eichinger, E.; Seidel, I.; Stoll, J.; Spornbauer, T.; Fürschuss, N.; Huber, S. (2001):
Bio-Schweinemast in Österreich. Rahmenbedingungen – Potenziale – Per-
spektiven; Interdisziplinäres Projekt, Institut für Agrarökonomik Arbeits-
gruppe Betriebswirtschaft; Wien
- EIG Emission Inventory Guidebook (2001):
<http://reports.eea.eu.int/EMEPCORINAIR/en>
- Ellendorf, F. (Hrsg.) (2002):
Interdisziplinäre Bewertung unterschiedlich intensiver Produktionssysteme
von Masthähnchen unter Aspekten von Tierschutz, Produktqualität, Umwelt,
Wirtschaftlichkeit. Kurzbericht einer Feldstudie, Bundesforschungsanstalt
für Landwirtschaft FAL, Institut für Tierzucht und Tierverhalten, Marien-
see/Neustadt
- EMEP/CORINAIR (2002):
Emission Inventory Guidebook. Culham, Abingdon, Oxfordshire : AEA Tech-
nology plc

Enquete-Kommission "Schutz der Erdatmosphäre" des Deutschen Bundestages (Hrsg.) (1994):

Landwirtschaft und Ernährung, Teil A (Quantitative Analysen und Fallstudien) und Teil B (Veränderungstendenzen im Ernährungssystem und ihre klimatische Relevanz). In: Studienprogramm Landwirtschaft, Teilband II. E-conomica Verlag, Bonn

Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung“ (2002):

Endbericht. BT-Drucksache 14/9400. Berlin

Faist, M. (2000):

Ressourceneffizienz in der Aktivität Ernähren - Akteursbezogene Stoffflussanalyse, Dissertation ETH Nr. 13884, Zürich

FAO/IFA Food and Agriculture Organization of the United States/International Fertilizer Industry Association (2001):

Global Estimates of Gaseous Emissions of NH₃, NO and N₂O from Agricultural Land, Rome

FiBL Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (1998):

service romand de vulgarisation agricole (srva), Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau (LBL): Deckungsbeiträge. Lindau, Lausanne, Frick

FiBL Forschungsinstitut für biologischen Landbau (2000):

Merkblatt Sonnenblumen, Frick

Finger, T. (1999):

Methanbildung beim Wiederkäuer nach Zulage teilgeschützter Fette in vitro und in vivo. Dissertation, Universität Hohenheim

Firestone, M.K.; Davidson, E.A. (1989):

Microbiological basis of NO and N₂O production and consumption in soil. In: Andreae, M.O.; Schimel, D.S. (eds.): Exchange of Trace Gases between Terrestrial Ecosystems and the Atmosphere. Life Science Research Report 47, John Wiley and Sons, Chichester

Flachowsky, G. (2000):

Nährstoffökonomische und ökologische Aspekte bei der Erzeugung von essbarem Eiweiß tierischer Herkunft bei unterschiedlichem Leistungsniveau der Nutztiere; In: Landbauforschung Völkenrode Heft 1/2 2000

Flachowsky, G. (2002):

Mündliche Auskunft, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft FAL, Braunschweig

Fleischerverband (2004):

Internet-Präsenz des Fleischerverbandes (www.fleischerverband.de)

- Flessa, H.; Ruser, R.; Schilling, R.; Lofffield, N.; Munch, J.C.; Kaiser, E.A.; Beese, F. (2002):
N₂O and CH₄ fluxes in potato fields: automated measurement, management effects and temporal variation. *Geoderma* 105
- Fölsch, D.W. (2001):
Machbarkeitsstudie „Ausstieg aus der Käfighaltung“. Studie im Auftrag der Hessischen Landesschutzbeauftragten, Universität Gesamthochschule Wittenhausen, Kassel
- Freibauer, A. (2002):
Biogenic Greenhouse Gas Emissions from Agriculture in Europe – Quantification and Mitigation. Dissertation aus dem Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre Universität Hohenheim
- Freibauer, A.; Kaltschmitt, M. (Hrsg.) (2001):
Biogenic Emissions of Greenhouse Gases caused by Arable and Animal Agriculture, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart
- Gebetsroither, E.; Strebl, F.; Orthofer, R. (2002):
CH₄ Emissions from Enteric Fermentation in Austria, Report limited Distribution, Seibersdorf Research, Seibersdorf
- Gedrich, K. (2002):
Mündliche Auskunft, Technische Universität München, Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Haushalts, Freising
- Geier, U.T.; Keßeler, U.; Köpke, U.; Schiefer, G. (1997):
Grundlagen einer prozesskettenübergreifenden Ökobilanz in der Fleischherzeugung. In: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft DLG (Hrsg.): Ökobilanzen - von der Erzeugung zum Produkt. Vorträge der DLG-Umweltgespräche am 18. Juni 1997 in Bonn. DLG-Arbeitsunterlagen, Bonn
- Geier, U.; Frieben, B.; Haas, G.; Molkenhain, V.; Köpke, U. (1998):
Ökobilanz Hamburger Landwirtschaft. Umweltrelevanz verschiedener Produktionsweisen, Handlungsfelder Hamburger Umweltpolitik. Teil I: Landwirtschaft. Gutachten i. A. d. Freien u. Hansestadt Hamburg. Schriftenreihe Institut für Organischen Landbau, Berlin
- Geier, U.; Oster, Dr. A. (2002):
Lupinen-Mast Versuch, Fachinformationen – Schweinemast, Landesanstalt für Schweinezücht Forchheim LSZ
- GEMIS (1997):
Gesamt-Emissions-Modell integrierter Systeme Version 3.0, Öko-Institut (Institut für angewandte Ökologie e.V.), Freiburg

- Gottschick, M.; Feindt, P. H. (2003): Agrar-Nachhaltigkeitsindikatoren und Partizipation. Entscheidungsunterstützung für Betrieb und Region. In: BIOGUM-Forschungsbericht/BIOGUM-Research Paper FG Landwirtschaft Nr. 5. Hamburg
- Götz, B.; Zethner, G. (1996):
Regionale Stoffbilanzen in der Landwirtschaft: Der Nährstoffhaushalt Im Hinblick auf seine Umweltauswirkungen am Beispiel des Einzugsgebietes Strem, Wien
- Gropper (2003):
Umwelterklärung der Molkerei Gropper 2001 bis 2004, Bissingen
- Grunwald, A.; Coenen, R.; Nitsch, J.; Sydow, A.; Wiedemann, P. (Hg.) (2001):
Forschungswerkstatt Nachhaltigkeit. Wege zur Diagnose und Therapie von Nachhaltigkeitsdefiziten. In: Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland, Bd. 2. Berlin
- Gutser, R. (2006):
fernmündliche und schriftliche Auskunft, Technische Universität München, Lehrstuhl für Pflanzenernährung, Freising
- Høgas Eide, M.; Ohlsson, T. (1998):
A Comparison of Two Different Approaches to Inventory Analysis of Dairies. In: Int. J. LCA 3 (4), Landsberg
- Haas, G.; Köpke, U. (1994):
Vergleich der Klimarelevanz ökologischer und konventioneller Landwirtschaft. In: Enquete-Kommission "Schutz der Erdatmosphäre" des Dt. Bundestages (Hrsg.), Bd. 1 Landwirtschaft, Studienprogramm, Teilband 2, Studie H. Bonn
- Haas, G.; Wetterich, F.; Köpke, U. (2001):
Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment. Agric. Ecosyst. Environm. 83
- Harborth, H.J. (1991):
Dauerhafte Entwicklung statt globaler Umweltzerstörung. Berlin
- Hartung, E. (2002):
Methan- und Lachgasemissionen der Rinder-, Schweine- und Geflügelhaltung. In: KTBL (Hrsg.) (2002) Emissionen der Tierhaltung, Grundlagen, Wirkungen, Minderungsmaßnahmen, KTBL/UBA-Symposium 3.-5. Dezember 2001 Bildungszentrum Kloster Banz, Darmstadt
- Hartung, E. (2003):
mündliche Mitteilung Juni 2003, Universität Stuttgart-Hohenheim

-
- Hartung, E.; Monteny, G.-J. (2000):
Emission von Methan und Lachgas aus der Tierhaltung – eine Literaturstudie, Landtechnik 4/2000
- Häring, Prof. Dr. A.M. (2006):
Was bringt der Öko-Landbau für die Umwelt? Pflege und Erhalt natürlicher Ressourcen., Nachgefragt: 25 Antworten zum Stand des Wissens rund um Öko-Landbau und Bio-Lebensmittel, herausgegeben vom Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft e.V. (BÖLW), Berlin
- HDLGN Hessisches Dienstleistungszentrum für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturschutz (1999):
Leistungs- und Qualitätsprüfungen, Jahresbericht 1999, Tierzuchtzentrum Neu-Ulrichstein, Homberg (Ohm)
- HDLGN Hessisches Dienstleistungszentrum für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturschutz (2002):
Öko-Betriebswirtschaft, Umstellung Biomilch, www.hdlgn-hessen.de
- HEA Fachverband für Energie-Marketing und –Anwendung e.V. (o.J.):
Strom – Tipps für Landwirte, www.hea.de
- Heinemeyer, O.; Kaiser, E.-A.; Munch, J.C. (1995):
N₂O Freisetzung aus landwirtschaftlich genutzten Böden: Einfluss von Standort, Düngung und Fruchtart. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Reihe A: Angewandte Wissenschaft 442
- Hellebrand, H. J., Kern, J., Scholz, V., Kaulfuss, P.: (2003):
Einfluss der Witterung auf die Lachgasemissionen und den Methanabbau sandiger Böden. 67. Physikertagung Hannover, 24.-28. März 2003, Fachverband Umweltphysik
- Hellebrand H.J., Scholz, V. (2005):
Lachgasemissionen und Treibhausbilanz Nachwachsender Rohstoffe. 69 Jahrestagung der DPG, Berlin, 4.-9. März 2005
- Heißenhuber, A. (1998):
Landwirtschaft unter veränderten Rahmenbedingungen – Konsequenzen veränderter Verzehrsgewohnheiten und des technischen Fortschritts; In: Berichte über die Landwirtschaft 76 (1998), Heft 1
- Heißenhuber, A. (2005):
mündliche Auskunft, Technische Universität München, Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaus, Freising

- Herrmann, G.; Plakolm, G. (1991):
Ökologischer Landbau – Grundwissen für die Praxis, Österreichischer Agrarverlag, Wien
- Herrmannsdorfer Landwerkstätten (2002):
Ökologische Landwirtschaft in Herrmannsdorf, www.herrmannsdorfer.de
- Heyer, J. (1994):
Methan. In: Studienprogramm, Band 1, Landwirtschaft, Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages (Hrsg.), Studie C
- Hoffmann, I.; Lauber, I. (2001):
Gütertransporte im Zusammenhang mit dem Lebensmittelkonsum in Deutschland, Teil II: Umweltwirkungen anhand ausgewählter Indikatoren. In: ERNO 2 (3; 2001)
- Hörning, B. (1994):
Ökologische Legehennenhaltung; Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion 6/1994
- Hörning, B. (2003):
Status-Quo der ökologischen Geflügelhaltung in Deutschland. Tagung ökologische Geflügelhaltung, Bioland-Bundesverband, Evangelische Akademie Loccum 18.-20.02.2003
- Hörning, B.; Aigner, S.; Aubel, E.; Schubbert, A.; Simantke, C.; Bussemas, R.; Trei, G. (2003):
Befragung zum Status-Quo der Tierhaltung bei 287 süddeutschen Bio-Betrieben (Demeter und Bioland). In: Ökologischer Landbau der Zukunft; Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau, Bernhard Freyer, BOKU Wien
- Idel, A (2002):
Fernschriftliche Auskunft, Forschungsinstitut für Biologischen Landbau FiBL
- Iepema, G.; Pijnenburg, J. (2001):
Conventional versus Organic Dairy Farming. A Comparison of three Experimental Farms on Environmental Impact, Animal Health and Animal Welfare. MSc thesis Animal Production Systems Group, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands
- IFEU/TÜV Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg Rheinland (1992):
Primärenergie-Effizienz und CO₂-Effizienz im Güterverkehr der BRD 1987. In: Huhn, B. (1998): BLK-Modellversuch Energienutzung und Klima 1993
- ILU Institut für Landwirtschaft und Umwelt (2001):
Mehr Milch pro Kuh ist aktiver Klimaschutz, Bonn

-
- IÖW Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung gGmbH (2004):
Was kostet ein Schnitzel wirklich. Ökologisch-ökonomischer Vergleich der konventionellen und der ökologischen Produktion von Schweinefleisch in Deutschland, Studie im Auftrag von foodwatch e.V., Berlin, Schriftenreihe des IÖW 171/04, Berlin
- IPCC Intergovernmental Panel of Climate Change (1995):
IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Workbook 3. Cambridge University Press
- IPCC Intergovernmental Panel of Climate Change (1997):
Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 4. Agriculture, Nitrous oxide from agricultural soils and manure management. OECD. Paris
- IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change (2001):
Climate Change 2001. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the IPCC. Cambridge
- Isermann, K.; Isermann, R. (1998):
Eine nachhaltige Tierproduktion der Landwirtschaft in Deutschland, der Europäischen Union und Polen aus der Sicht des Nährstoffhaushaltes und unter besonderer Berücksichtigung einer zukünftig bedarfsorientierten und gesunden (Protein-)Ernährung ihrer Bevölkerung, Workshop „Kriterien der Nachhaltigkeit in der Verfahrensentwicklung für die Nutztierhaltung“ des Umweltbundesamtes, Agrartechnik Bornim und der Humboldt Universität Berlin am 25./26. November 1998 in Berlin
- Isermann, R.; Isermann, K. (2002):
Aktualisierung der Emissionsfaktoren von Methan, Flüchtigen organischen Nicht-Methan-Verbindungen, Ammoniak, Distickstoffoxid, Monostickstoffoxid. Gemeinschaftsausschuss „Chemie der Atmosphäre“, Frankfurt am Main
- ISOE Institut für sozial-ökologische Forschung /Milieudedefensie Friends of the Earth Netherlands (1994):
Sustainable Netherlands. Aktionsplan für eine nachhaltige Entwicklung der Niederlande; Frankfurt am Main
- Jahn, A.; Tüller, R. (1996):
Mast von Bio-Hähnchen. Was leisten Hähnchen bei alternativer Fütterung? Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion 22/1996
- Jungbluth, N. (2000):
Umweltfolgen des Nahrungsmittelkonsums: Beurteilung von Produktmerkmalen auf Grundlage einer modularen Ökobilanz, Dissertation Nr. 13499 ETH, Zürich

- Jörissen, J.; Coenen, R.; Stelzer, V. (2005):
Zukunftsfähiges Wohnen und Bauen. Herausforderungen, Defizite, Strategien. In: Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland, Bd. 7. Berlin
- Kalk, W.-D.; Hülsbergen, K.-J. (1996):
Methodik zur Einbeziehung des indirekten Energieverbrauchs mit Investitionsgütern in Energiebilanzen von Landwirtschaftsbetrieben. Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup
- Kauffmann, R., (2004):
fernmündliche Mitteilung Februar 2004, Kraftfahrtbundesamt KBA, Flensburg
- Kimmelman, S. (2003):
fernmündliche Auskunft, Versuchsstation Viehhausen, Technische Universität München TUM, Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues
- Kinsmann, R.; Sauer, F.D.; Jackson, H.A.; Wolynetz, M.S. (1995):
Methane and Carbon Dioxide Emissions from Dairy Cows in Full Lactation Monitored over a Six-Month Period. *Journal of Dairy Cows* 78
- Kirchgessner, M.; Windisch, W.; Müller, H.L.; Kreuzer, M. (1991):
Release of methane and of carbon dioxide by dairy cattle. *Agribiological Research* 44
- Kirchgessner, M.; Roth, F.X.; Windisch, W. (1993):
Verminderung der Stickstoff- und Methanausscheidung von Schwein und Rind durch die Fütterung. *Übers. Tierernähr.* 21
- Kirchgessner, M. (1995):
Mitteilungen des Ausschusses für Bedarfsnormen der GfE. *Proc. Soc. Nutr. Phys.* 4
- Knaus, W. (1998):
Umweltgerechte Tierernährung bei Wiederkäuern. In: *Der Alm-Bergbauer* 1998
- Knaus, A.; Renn, O. (1998):
Den Gipfel vor Augen. Unterwegs in eine nachhaltige Zukunft. Marburg
- Koch, E. (1987):
Bodenuntersuchung, VDSF Verlags- und Vertriebsgesellschaft, Offenbach

-
- Kopfmüller, J.; Brandl, V.; Jörisen, J.; Paetau, M.; Banse, G.; Coenen, R.; Grunwald, A. (2001):
Nachhaltige Entwicklung integrativ betrachtet. Konstitutive Elemente, Regeln, Indikatoren. In: Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland, Bd. 1. Sigma Verlag, Berlin
- Kralik, C.; Doujak, E. (1996):
Ökologischer Vergleich von Frischmilchverpackungen. In: Verpackungs-Rundschau 7/96, Technisch-Wissenschaftliche Beilage 48/1996 Nr. 4, Wien
- Kramer, K. J.; Moll, H. C. (1995):
Energie voedt: nadere analyses van het indirecteenergieverbruik van voeding. Final report to the NRP global Air Pollution and Global Change, IVEM research report No. 77, Center for Energy and Environmental Studies of the University of Groningen (IVEM RUG), The Netherlands
- Kratz, S. (2002):
Nährstoffbilanzen konventioneller und ökologischer Broilerproduktion unter besonderer Berücksichtigung der Belastung von Böden in Grünausläufen, Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 240, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig
- Kratz, S. (2003):
Fernschriftliche Mitteilung August 2003, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft FAL, Braunschweig
- Kratz, S.; Rogasik, J.; Funder, U.; Schnug, E. (2002):
Energy balances in intensive, free range and organic broiler production (poster and abstract). In: 11th European Poultry Conference (EPC), 6.-10. September 2002, Bremen, Archiv für Geflügelkunde 66, SH II:158
- Krebs, T. (2002):
Konsumausgaben privater Haushalte für Nahrungsmittel, Getränke und Tabakwaren 1998, Wirtschaft und Statistik (2002)
- Kruska, M.; Meyer, J.; Bonczek, P. (2001):
Rationelle Energienutzung in der Ernährungsindustrie – Ein branchenübergreifender Ansatz, Tagung zum betrieblichen Energiemanagement an der Brandenburgischen Technischen Universität 06.-07.03.2001, Cottbus
- Krutzinna, C.; Herrmann, H.-J.; Woelfert, J.; Boehncke, E. (1995):
Kennzahlen der Milchviehhaltung im ökologischen Landbau; In: Lebendige Erde 4/1995
- Krutzinna, C.; Boehncke, E.; Tamm, M (1997):
Die Milchviehhaltung in Biobetrieben der alten Bundesländer; In: Ökologie & Landbau 104, 4/1997

KTBL Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (o.J.):
Baukost – Investitionsbedarf und Jahreskosten für landwirtschaftliche Betriebsgebäude, <http://ktbl.fh-bingen.de/>

KTBL Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (2000):
KTBL-Taschenbuch Landwirtschaft, Daten für betriebliche Kalkulationen in der Landwirtschaft, 20. Auflage 2000/2001, Darmstadt

KTBL Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (2002a):
Betriebsplanung Landwirtschaft 2002/2003, Daten für die Betriebsplanung in der Landwirtschaft, 18. Auflage 2002, Darmstadt

KTBL Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (2002b):
Ökologischer Landbau – Kalkulationsdaten zu Ackerfrüchten, Feldgemüse, Rindern, Schafen und Legehennen, 1. Auflage 2002, Darmstadt

KTBL Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (2002c):
KTBL-Taschenbuch Landwirtschaft 2002/03, Daten für betriebliche Kalkulationen in der Landwirtschaft, 21. Auflage 2002/2003, Darmstadt

KTBL Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (2002d):
Emissionen der Tierhaltung – Grundlagen, Wirkungen, Minderungsmaßnahmen, KTBL/UBA-Symposium 3.-5. Dezember 2001 Bildungszentrum Kloster Banz, Darmstadt

Kühnen, C. (1999):
Das Stichprobenverfahren der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 1998, Wirtschaft und Statistik (1999)

Landwirtschaftsamt Bayreuth (o.J.):
Hofeigene Kraftfuttermischungen für Milchvieh, Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, Landwirtschaftsamt Bayreuth

Landwirtschaftsamt Rudolstadt (o.J.):
Antrag zum Agrarinvestitionsförderungsprogramm (AFP), Anlagen zum Antrag AFP, Rudolstadt, Thüringen

Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe (2002):
Modellvorhaben ökologische Schweinehaltung im Landwirtschaftszentrum Haus Düsse; Ökologische Schweinehaltung – erste Erfahrungen und Ergebnisse –

Lang, T.; Millstone, E. (2003):
The Atlas of Food. Who eats what, where and why?, London: Earthscan

Lebensmittellexikon:
www.lebensmittellexikon.de/g0000310.htm#GEWICHT

- Lerch, A.; Nutzinger, H.G. (1997):
Nachhaltige Entwicklung aus ökonomischer Sicht. In: UFU – Informationsbrief Nr. 33
- LfU Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (2000):
Minderung öko- und klimaschädigender Abgase aus industriellen Anlagen durch rationelle Energienutzung – Milchverarbeitender Betrieb, Augsburg
- LfU Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (2001):
Minderung öko- und klimaschädigender Abgase aus industriellen Anlagen durch rationelle Energienutzung – Fleischverarbeitender Betrieb, Augsburg
- LLM Landesstelle für landwirtschaftliche Marktkunde Schwäbisch Gmünd (2002):
Agrarmärkte 2002, Unterlagen für Unterricht und Beratung in Baden-Württemberg, Jahresheft als Ergänzung der Loseblattsammlung „Marktwirtschaftliche Erzeugerberatung“, Kapitel Ö: Ölsaaten und Eiweißpflanzen, Schwäbisch Gmünd
- Löser, R. (2004):
fernschriftliche Auskunft, Die Ökoberater, Mücke
- Lücker, H.-J. (2002):
Telefonische Auskunft, Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Ref. Schweinehaltung
- Mäder, P.; Fließbach, A.; Dubois, D.; Gunst, L.; Fried, P.; Niggli, U. (2002):
Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. Science 296
- MAFF – Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (UK) (2000): Towards Sustainable Agriculture. A Pilote Set of Indicators. London
- Mayr, B. (1996):
Untersuchungen zur Freilandhaltung von Legehennen; Universität Wien, Dissertation Veterinär-Medizin
- Meierhans, D. (1993):
Kostenvergleich zwischen Freiland- und Bodenhaltung von Legehennen; Schweizer Geflügelzeitung 56 (12)
- Meyer, J.; Kruska, M.; Kuhn, H.-G.; Sieberger, B.-U.; Bonczek, P. (2000):
Rationelle Energienutzung in der Ernährungsindustrie, Leitfaden für die betriebliche Praxis, Vieweg-Verlag, Braunschweig/Wiesbaden
- Meyer-Aurich, A.; Osinski, U.; Matthes, K.; Weinfurtner, K; Gerl, G. (2000):
Ein Ziel und Indikatorensystem zur Entwicklung von Handlungsempfehlungen für eine nachhaltige Landwirtschaft im Forschungsverbund Agrarökosysteme München (FAM). In: VDLUFA-Schriftenreihe, Bd. 53/2000.

- Milch & Markt Informationsbüro (2003):
Fakten, Daten, Zahlen – Verpackungen von Frischmilch, Milch & Markt Informationsbüro, Bonn, www.milchmarkt.de
- Milch-Markt (2004):
Internet-Präsenz, www.milchmarkt.de
- MOBA (2003):
Internetpräsenz MOBA, Barneveld NL, www.moba.nl
- Mosselman, J.; Hageman, I.W. (1994):
Berekening energieverbruik melkveebedrijven. In: Praktijkonderzoek 94-2, Niederlande
- Naturland - Verband für naturgemäßen Landbau e.V. (2000):
Klimaschutz und ökologischer Landbau, Gräfelfinger Thesen, Gräfelfing
- Naturland - Verband für naturgemäßen Landbau e.V. (2002):
Naturland-Richtlinien 2002, Gräfelfing
- Neser, S. (2001):
Gasförmige Emissionen aus Haltungssystemen für Legehennen, Dissertation am Institut für Landtechnik der Technischen Universität München
- Neser, S. (2003):
mündliche Mitteilung September 2003, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft LFL, Freising
- Neuerburg, W.; Padel, S. (1992):
Organisch biologischer Landbau in der Praxis: Umstellung, Pflanzenbau und Tierhaltung, Betriebs- und Arbeitswirtschaft, Vermarktung, BLV, München
- Niederösterreichische Landesregierung NÖL (1999):
Einfluss von Forstwirtschaft, Landwirtschaft und Ernährung auf das Klima; Studie im Auftrag der NÖ Landesregierung und des NÖ Klimabündniskreises Land & Forstwirtschaft, St. Pölten
- OECD Organisation for Economic Cooperation and Development (1982):
The energy problem and the agro-food sector. OECD, Paris
- Olze (2004):
fernmündliche Mitteilung Februar 2004, Bundesamt für Güterverkehr BAG, Köln
- Oosting, S.J.; de Boer, I.J.M. (2002):
Sustainability of organic dairy farming in the Netherlands, Animal Production Systems Group, Wageningen Institute of Animal Sciences, Wageningen University. In: EAAP Publication 106, Organic meat and milk from ruminants

- Oppermann, R.; Braband, D; Haack, S. (2005): Naturindikatoren für die landwirtschaftliche Praxis. In: Berichte über Landwirtschaft, Bd. 83, H. 1, S. 76-91
- Patyk A., Reinhardt G.A. (1997):
Düngemittel – Energie- und Stoffstrombilanzen, Vieweg Braunschweig/Wiesbaden
- Postler, G. (1998):
Leistung der Öko-Milchviehbetriebe in Bayern 1997; Folie BLT-Grub März 1998, Arbeitsgemeinschaft für Rinderzucht auf Lebensleistung, FiBL
- Postler, G. (2002):
Telefonische Auskunft, Arbeitsgemeinschaft für Rinderzucht auf Lebensleistung, FiBL
- Poteracki, P. (2000):
Geflügelhaltung – Berichte und Ergebnisse 2000. Referat Landwirtschaftszentrum Haus Düsse
- Procé, C. (1986):
Energieverbruik in de Nederlandse Akkerbouw en Veehouderij (1982), IVEM-Rapport Nr. 17, Groningen, Niederlande
- Prodi 4.0 (2001):
Energiegehalt von Nahrungsmitteln auf Basis des Bundeslebensmittelschlüssels, Vs. 2.3
- Ratschow, J.-P.; Cielejewski, H. (2001):
Umweltfreundliche Haltungsverfahren für Mastschweine auch attraktiv, BFL-Spezial
- Redelberger, H. (1995):
Wirtschaftlichkeit der Milcherzeugung im ökologischen Landbau; In: Ökologie & Landbau 96, 4/1995
- Redelberger, H- (2002):
Betriebsplanung im ökologischen Landbau, Handbuch für Beratung und Praxis – überarbeitete Neuauflage in Euro, Bioland Verlags GmbH Mainz/Bad Dürkheim
- Redelberger, H. (2004):
Fernschriftliche Auskunft März 2004, Beratung für ökologische Landwirtschaft und Projekte
- Rehn, Dr. G. (2006):
Die ökologische Lebensmittelwirtschaft in Deutschland: Zahlen, Daten, Fakten. Bilanzpressekonferenz Biofach 15. Februar 2006; Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft BÖLW, Berlin

- Reiter, T. (2002):
Fernschriftliche Auskunft, Chiemgauer Naturfleisch
- Reitmayr, T. (1995):
Entwicklung eines rechnergestützten Kennzahlensystems zur ökonomischen und ökologischen Beurteilung von agrarischen Bewirtschaftungsformen – dargestellt an einem Beispiel. Agrarwirtschaft Sonderheft 147, Frankfurt am Main
- Roedenbeck, I. (2004): Bewertungskonzepte für eine nachhaltige und umweltverträgliche Landwirtschaft. Fünf Verfahren im Vergleich. In: BIOGUM-Forschungsbericht/BIOGUM-Research Paper FG Landwirtschaft Nr. 8. Hamburg
- Römer, A.; Abel, H.J.; Moerschner, J.; Döhler, H. (1999):
Stoffbilanz und Fossilenergieaufwand in unterschiedlichen intensiven Systemen der Milchproduktion, VDLUFA-Kongress, Halle, 15.09.1999
- Rösch, C.; Woitowitz, A. (2004):
Mehr Bioenergie durch geringeren Fleischverzehr, Ökologie & Landbau 132 (4/2004), Bad Dürkheim
- Rösch, C.; Raab, K.; Stelzer, V. (2005): Energie aus dem Grünland – eine nachhaltige Entwicklung? Zweiter Zwischenbericht zum MLR-Forschungsprojekt, FZ Kalrsuhe
- Rüd (2004):
fernmündliche Mitteilung der Firma Rüd Februar 2004, Unteralpfen
- Sachsenweger (2003):
mündliche Mitteilung Juni 2003, Denree Naturkost
- Stöhr (2006):
mündliche Mitteilung Juni 2006, Denree Naturkost
- Sauerbeck, D.; Brunnert, H. (Hrsg.) (1990):
Klimaveränderungen und Landbewirtschaftung, Teil I, Studie der ad-hoc-Arbeitsgruppe „Klimaveränderungen und Landwirtschaft“ des Senates der FAL, Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 117, Braunschweig
- Schäfer, M.; Illge, L. (2004): Kriterienraster zur Erfassung des Beitrags der ökologischen Land- und Ernährungswirtschaft zu zukunftsfähigem Wohlstand. In: Diskussionspapier der Forschungsgruppe „Regionaler Wohlstand – neu betrachtet“, Bd. 2. Berlin
- Schied, F. (o.J.):
Arbeitszeitbedarf in der tierischen und pflanzlichen Produktion, Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume mit Landesstelle für landwirtschaftliche Marktkunde, www.infodienst-mlr.bwl.de

-
- Schmid, M.; Neffel, A.; Fuhrer, J. (2000):
Lachgasemissionen aus der Schweizer Landwirtschaft, Schriftenreihe der FAL 33, Zürich-Reckenholz
- Schneeberger, W.; Eder, M.; Zollitsch, W.; Omelko, M.; Bolyos, L.; Brunnhofer, G.; Denk, O.; Hackl, K.; Lercher, G.; Mergili, S.; Peczar, C.; Pilz, C.; Rechberger, M. (2002):
Eier aus biologischer Landwirtschaft – Vom Produzenten zum Konsumenten; Abschlußbericht Universität für Bodenkultur, Institut für Agrarökonomik Arbeitsgruppe Betriebswirtschaft, Wien
- Schumacher, U. (2002):
mündliche Auskunft, Bioland e.V., Ressort Landbau, Mainz
- Schwarz, H.J. (2005):
mündliche und schriftliche Auskunft, TUM Weihenstephan, Fachbereich Tierwissenschaften
- Seemüller, M. (2000):
Der Einfluss unterschiedlicher Landbewirtschaftungssysteme auf die Ernährungssituation in Deutschland in Abhängigkeit des Konsumverhaltens der Verbraucher, Diplomarbeit aus dem Fach Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus an der Technischen Universität München, Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, Lehrgebiet Wirtschaftslehre des Landbaus, Freising-Weihenstephan
- SIGA/ASS Stiftung der Schweizerischen Interessengemeinschaft für Abfallverminderung und Aktion Saubere Schweiz (1998):
Auf den Spuren der grauen Energie – Ihr Alltag unter der Lupe (mit Anhang), Zürich
- Singh, R.P. (1986):
Energy accounting of food processing operations. In: Singh, R.P. (Ed.) Energy in Food Processing. Elsevier, New York, NY
- Sixt, D. (2002):
Die Entwicklung der bayerischen Öko-Milchviehhaltung im Vergleich, Bioland-Beratung Oberbayern Ost; Steinhöring
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2000):
Wirtschaftsrechnungen – Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 1998, Heft 5 (Aufwendungen privater Haushalte für den Privaten Verbrauch), Metzler-Poeschel, Stuttgart
- Statistisches Bundesamt (2004):
www.destatis.de
- Statistisches Bundesamt (2004): Umweltnutzung und Wirtschaft, Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Wiesbaden

Statistisches Bundesamt (2006):

www.destatis.de

Steger, S. (2005):

Der Flächenrucksack des europäischen Außenhandels mit Agrarprodukten, Forschungsgruppe III Stoffströme und Ressourcenmanagement; Herausgeber: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, Wuppertal

Stein, M. (o.J.):

Mogelpackung „Ökoei“: Mehr Salmonellen, mehr Arzneimittel, höhere Umweltbelastung! www.das-eule.de/1797.html

Steingaß, H. (2005):

Vorlesungsskript Sommersemester 2005

Steinmüller, H.; Neumayr, R. (1999):

Biogas – eine ökologische und volkswirtschaftliche Analyse, Endbericht, Studie im Auftrag der NÖ Landesakademie, Bereich Umwelt und Energie, Wien

Steinwider, Dr. A. (o.J.):

Beurteilung der Futteraufnahme bzw. des Futterbedarfs weidender Tiere, Institut für Viehwirtschaft und Ernährungsphysiologie landwirtschaftlicher Nutztiere, BAL Gumpenstein

Stenum/Hauer Stoff Energie Umwelt/Technisches Büro Umweltwirtschaft (2000):

Argumente: Einweggebinde – Mehrweggebinde, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, Graz

Stiebing, A.; Klettner, P.G.; Müller, W.D. (1981):

Energieverbrauch bei der Fleischwarenherstellung. In: Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Mitteilungsblatt 72

StMLF/StMLU Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten/ Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (2003):

Merkblatt Verminderung gasförmiger Emissionen in der Tierhaltung, Ammoniak, Methangas, Lachgas; München

Stolze, M., A. Pierr, A. Häring, S. Dabbert (2000) Environmental and resource use impacts of organic farming in Europe. Organic farming in Europe: Economics and Policy, Volume 6, Stuttgart.

Strucken, K., (2004):

fernmündliche Mitteilung März 2004, Bundesamt für Güterverkehr BAG, Köln

- Sundrum, A. (1998):
Ökologische Tierhaltung - Möglichkeiten und Grenzen der Erzeugung; In:
Krekeler, H.-J., Trappmann, W. (Hrsg.): Vorträge der 50. Hochschultagung der
Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Bonn, 17.02.1998, Münster,
Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup
- Sundrum, A. (2002):
Systemimmanentes Potential der ökologischen Tierhaltung zur Minderung
von Emissionen, In: KTBL (2002d)
- Sundrum, A. (2003):
mündliche Mitteilung August 2003
- Swiss Granum Schweizerische Branchenorganisation Getreide, Ölsaaten und Eiweiß-
pflanzen (2003):
Ölsaaten: Vermarktung und Preise per Ende Oktober, Pressemitteilung 03.
Dezember 2003, Bern
- Tauscher, B.; Brack, G.; Flachowsky, G.; Henning, M.; Köpke, U.; Meier-Ploeger, A.; Mün-
zing, K.; Niggli, U.; Pabst, K.; Rahmann, G.; Willhöft, C.; Mayer-Miebach, E. (2003):
Bewertung von Lebensmitteln verschiedener Produktionsverfahren, Status-
bericht 2003, Senatsarbeitsgruppe „Qualitative Bewertung von Lebensmit-
teln aus alternativer und konventioneller Produktion“
- Taylor, C. (2000):
Ökologische Bewertung von Ernährungsweisen anhand ausgewählter Indi-
katoren, Dissertation, Justus-Liebig-Universität Giessen
- Teske, S. (2002):
Stromkennzeichnung ist Verbraucherrecht! Energieversorger müssen ihren
Strommix offen legen, Greenpeace Deutschland, www.greenpeace.org
- Trei, G. (2001):
Skript Ökologische Hühnerhaltung, Studienschwerpunkt Ökologischer
Landbau SPÖL; Universität Gesamthochschule Kassel (GhK)
- UBA Umweltbundesamt (Hrsg.) (1995):
Ökobilanz für Getränkeverpackungen, Texte 52/95, Berlin
- UBA Umweltbundesamt (Hrsg.) (2001):
Fachgespräch Grüne Gentechnik und Landwirtschaft, UBA-Texte 23/01, Ber-
lin
- UBA Umweltbundesamt (Hrsg.) (2002a):
BMVEL/UBA-Ammoniak-Emissionsinventar der deutschen Landwirtschaft
und Minderungsszenarien bis zum Jahre 2010. Forschungsbericht, Berlin

- UBA Umweltbundesamt (2002b):
Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Die Zukunft dauerhaft umweltgerecht gestalten, Berlin
- UBA Umweltbundesamt (2003a):
Daten und Fakten Kohlendioxidemissionen, Berlin,
www.umweltbundesamt.de
- UBA Umweltbundesamt (2003b):
Treibhausgasemissionen in Deutschland, Klimaschutz – Daten zum Klimawandel, www.umweltbundesamt.de
- UBA Umweltbundesamt (2004):
Deutsches Treibhausgasinventar 1990-2001. Nationaler Inventarbericht 2004. Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen. Ressortabstimmung. Berlin
- Universität Hohenheim (2002):
Nährwerttabelle; Institut für Biologische Chemie und Ernährungswissenschaft, www.uni-hohenheim.de
- Utrillas, U. (2004):
Fernmündliche und –schriftliche Auskunft August 2004, Fleischerverband, Frankfurt/Main
- van der Zijpp, I.A.J. (2001):
Animal Production Systems: On Integration and Diversity, Habilitationsvortrag an der Universität Wageningen am 18. Oktober 2001
- Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates vom 24. Juni 1991 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel
- Vogt-Kaute, W. (2003):
fernmündliche und schriftliche Auskunft April 2003, Fachberatung Naturland – anerkannt ökologischer Landbau, Wartmannsroth
- von Koerber K.; Kretschmer J. (2000):
Zukunftsfähige Ernährung, Gesundheits-, Umwelt-, Wirtschafts- und Sozialverträglichkeit im Lebensmittelbereich. ERNO Zeitschrift für Ernährungsökologie 1 (1)
- WBGU Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2003):
Über Kyoto hinaus denken – Klimaschutzstrategien für das 21. Jahrhundert, Sondergutachten. Berlin

- Wechselberger, P. (2000):
Ökonomische und ökologische Beurteilung unterschiedlicher landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen und –systeme anhand ausgewählter Kriterien. FAM-Bericht 43, Aachen
- Weidema, B.P; Pedersen, R.L.; Drivsholm, T.S. (1995):
Life Cycle Screening of Food Products – Two Examples and some Methodological Proposals, Group of Cleaner Technology, I. Krüger Consult A/S, Danish Academy of Technical Sciences, ATV, Denmark
- Weihenstephan, Staatliche Molkerei GmbH & Co. KG (2001):
Umwelterklärung 2001 nach EMAS II; EWG Nr. 761/2001, Weihenstephan
- Welternährungsgipfel (1996):
Welternährungsgipfel Rom 1996, Aktionsplan zur Welternährung, www.fao.org/wfs/final/rd-e.htm
- Wessendorf (2004):
fernmündliche Mitteilung des Agrar-Service Wessendorf Februar 2004, Ochtrup
- Windisch, Dr. W. (2005):
Vorlesungsskript Ernährungsphysiologie Sommersemester 2005, BOKU Universität für Bodenkultur, Wien
- Wissenschaftlicher Beirat Bodenschutz beim BMU (2000):
Wege zum vorsorgenden Bodenschutz. Fachliche Grundlagen und konzeptionelle Schritte für eine erweiterte Boden-Vorsorge. Bodenschutz und Atlanten, Bd. 8. Berlin
- WKO Wirtschaftskammer Oberösterreich (Hrsg.) (1996):
Energiekennzahlen und Energieeinsparpotenziale im Lebensmittel-Einzelhandel, www.wko.at/ooe/
- Zollitsch, W.; Wlcek, S.; Leeb, T.; Baumgartner, J. (2000):
Aspekte der Schweine- und Geflügelfütterung im biologisch wirtschaftenden Betrieb. 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 6.-8. Juni 2000, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Irtdingr