

# Ökonomische und Ökologische Auswirkungen des Green Deals in der Agrarwirtschaft

Eine Simulationstudie der Effekte der F2F-Strategie auf Produktion, Handel, Einkommen und Umwelt mit dem CAPRI-Modell

Prof. Dr. Dr. Christian Henning<sup>1</sup>,

Dr. Peter Witzke<sup>2</sup>,

MSc agr. Lea Panknin<sup>1</sup>,

Dr. Michael Grunenberg<sup>1</sup>

## Final REPORT

15.8.2021

1 Institut für Agrarökonomie, Abteilung Agrarpolitik, Christian-Albrechts-Universität, Wilhelm-Seelig-Platz 6/7, 24118 Kiel

2 *EuroCARE*, Bonn



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Hintergrund der Studie</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Modell und Szenarien</b>	<b>5</b>
2.1	CAPRI-Modell . . . . .	5
2.2	Szenarienbeschreibung . . . . .	8
2.2.1	Baseline . . . . .	8
2.2.2	Hauptelemente des Green Deal Szenarios . . . . .	9
2.2.3	Sensitivitätsanalysen . . . . .	12
<b>3</b>	<b>Umwelt und Landwirtschaft: Ausgangslage und Outlook 2020</b>	<b>15</b>
3.1	Treibhausgasemissionen . . . . .	15
3.2	Stickstoffbilanz . . . . .	19
3.3	Biodiversität . . . . .	21
<b>4</b>	<b>Auswirkungen der F2F-Strategie: Ökonomische Grundlagen und zu erwartende Effekte</b>	<b>25</b>
4.1	Ökonomische Theorie der nachhaltigen Landnutzung . . . . .	25
4.1.1	Nachhaltigkeit als Koppelprodukt der landwirtschaftlichen Produktion . . . . .	25
4.1.2	Ökonomische Grundlagen der pareto-optimalen Bereitstellung von Nachhaltigkeitsgütern . . . . .	30
4.1.3	Prämissen für eine optimale politische Bereitstellung einer nachhaltigen Landnutzung . . . . .	36
4.1.4	Politikversagen . . . . .	38
4.2	Stilisierte ökonomische und ökologische Effekte der F2F-Strategie . . . . .	41
<b>5</b>	<b>F2F-Auswirkungen: EU-27</b>	<b>45</b>
5.1	Produktion . . . . .	45

5.1.1	Anbauflächen, Tierzahlen und Produktionsmengen . . . . .	45
5.1.2	Inputstrukturen . . . . .	46
5.2	Handel . . . . .	54
5.3	Preise . . . . .	59
5.4	Ökosystemleistungen . . . . .	62
5.4.1	Stickstoff-Bilanz und Wasserqualität . . . . .	62
5.4.2	THG-Emissionen und Klimaschutz . . . . .	63
5.4.3	Biodiversität . . . . .	65
5.5	Leakage Effekte . . . . .	68
5.6	Wohlfahrt . . . . .	71
5.7	Gesellschaftliche Kosten-Nutzenanalyse der F2F-Strategie . . . . .	76
5.8	Verteilung der Kosten und Nutzen der F2F-Strategie über die EU-Mitgliedsländer . .	82
5.9	Sensitivitätsanalyse . . . . .	88
5.9.1	Produktion . . . . .	89
5.9.2	Handel . . . . .	92
5.9.3	Preise . . . . .	98
5.9.4	Wohlfahrt . . . . .	101
5.9.5	Ökosystemleistungen . . . . .	105
<b>6</b>	<b>F2F-Auswirkungen: Deutschland</b>	<b>113</b>
6.1	Produktion . . . . .	113
6.1.1	Anbauflächen, Tierzahlen und Produktionsmengen . . . . .	113
6.1.2	Inputstrukturen . . . . .	114
6.2	Handel . . . . .	120
6.3	Preise . . . . .	125
6.4	Ökosystemleistungen . . . . .	127
6.4.1	Stickstoff-Bilanz und Wasserqualität . . . . .	127
6.4.2	THG-Emissionen und Klimaschutz . . . . .	127
6.4.3	Biodiversität . . . . .	130
6.5	Wohlfahrt . . . . .	132
6.5.1	Produzenten und Konsumentenwohlfahrt . . . . .	132

6.6	Gesellschaftliche Kosten-Nutzenanalyse der F2F-Strategie . . . . .	135
<b>7</b>	<b>F2F-Auswirkungen: Bundesländer</b>	<b>139</b>
7.1	Produktion . . . . .	139
7.2	Ökosystemleistungen . . . . .	143
7.2.1	Stickstoff-Bilanz und Wasserqualität . . . . .	143
7.2.2	THG-Emissionen und Klimaschutz . . . . .	144
7.2.3	Biodiversität . . . . .	145
7.3	Wohlfahrt . . . . .	147
7.3.1	Wohlfahrt der Landwirte . . . . .	147
<b>8</b>	<b>Anhang</b>	<b>149</b>
8.1	Detaillierte Ergebnistabellen: Europäische Union . . . . .	149
8.1.1	Produktion . . . . .	149
8.1.2	Preise . . . . .	169
8.1.3	Handelsbilanzen . . . . .	179
8.2	Detaillierte Ergebnistabellen: Deutschland . . . . .	196
8.2.1	Produktion . . . . .	196
8.2.2	Preise . . . . .	202
8.3	Detaillierte Ergebnistabellen: Bundesländer . . . . .	212
8.3.1	Produktion . . . . .	212
8.3.2	Wohlfahrt . . . . .	214
8.3.3	Statistischer Anhang . . . . .	216
8.4	Auflistung der Produktgruppen in Capri . . . . .	216
8.5	Marktversagen für Nachhaltigkeitsgüter . . . . .	218
8.5.1	Externe Effekte . . . . .	218
8.5.2	Asymmetrische Informationen . . . . .	220
8.6	Permit-Markt . . . . .	222
8.6.1	Simulation eines Stickstoff-Permitmarkts in Schleswig-Holstein . . . . .	222
8.6.2	Simulation der Implementierung eines Permitmarkts zur Regulierung regionaler Stickstoffflüsse in Schleswig-Holstein . . . . .	224



# Abbildungsverzeichnis

3.1	EU: Treibhausgasemissionen des Agrarsektors . . . . .	16
3.2	EU: Treibhausgasemissionen in EU-Mitgliedstaaten [in t CO <sub>2</sub> eq. pro Kopf] . . . . .	17
3.3	EU: Treibhausgaseinlagerungen und -emissionen LULUCF [in Mt CO <sub>2</sub> eq.] . . . . .	17
3.4	EU: Bruttostickstoffbilanz . . . . .	19
3.5	EU: Düngernutzung . . . . .	20
3.6	EU: Anteil Habitats unter Habitatsrichtlinie . . . . .	21
3.7	EU: Anteil Spezies unter Habitatsrichtlinie . . . . .	22
3.8	EU: Indices für gemeine Feld- und Waldvogelarten . . . . .	22
4.1	Ökonomische Grundprinzipien zur optimalen Ausgestaltung nachhaltiger Landnutzung	32
4.2	Stilisierte Effekte der F2F-Strategie . . . . .	42
5.1	EU: Produktionsumfang . . . . .	46
5.2	EU: Produktionsvolumen . . . . .	46
5.3	EU: N-Bilanz . . . . .	47
5.4	EU: Pestizideinsatz und <i>andere</i> Kosten . . . . .	48
5.5	EU: Futtermiteinsatz . . . . .	49
5.6	EU: Futtermittelkosten pro Tier . . . . .	50
5.7	EU: Landnutzungsänderung - LULUCF . . . . .	51
5.8	EU: Landnutzungsänderung - UAA . . . . .	52
5.9	EU: Schattenpreise für Ackerland . . . . .	53
5.10	EU: Marktbilanz - Getreide . . . . .	54
5.11	EU: Marktbilanz - Ölsaaten . . . . .	55
5.12	EU: Marktbilanz - Rindfleisch . . . . .	56
5.13	EU: Marktbilanz - Schweinefleisch . . . . .	56
5.14	EU: Marktbilanz - Geflügelfleisch . . . . .	57

5.15	EU: Marktbilanz - Milchprodukte . . . . .	57
5.16	EU: Produzentenpreise . . . . .	59
5.17	Non-EU: Produzentenpreise . . . . .	60
5.18	EU: Ökosystemleistungen - N-Bilanz . . . . .	62
5.19	EU: Ökosystemleistungen - THG-Emission . . . . .	63
5.20	EU: LULUCF - THG-Emission . . . . .	65
5.21	EU: Ökosystemleistungen - Biodiversität . . . . .	66
5.22	EU: F2F-Leakage Effekte - THG-Emissionen . . . . .	68
5.23	EU: Wohlfahrt . . . . .	71
5.24	EU: Wohlfahrtsänderungen im Agribusiness . . . . .	73
5.25	EU: Kalkulation WTP Ökosystemleistungen . . . . .	77
5.26	EU: Gesellschaftlicher Nutzen für Ökosystemleistungen . . . . .	79
5.27	EU: Nettonutzen F2F-Maßnahmen . . . . .	79
5.28	EU: Kostenfunktion für Ökosystemleistungen - F2F-Maßnahmen . . . . .	81
5.29	EU: F2F induzierte Money Metrik in EU-Mitgliedsländer . . . . .	82
5.30	EU: F2F induzierte landw. Einkommen in EU-Mitgliedsländer . . . . .	83
5.31	EU: F2F induzierte N-Bilanz in EU-Mitgliedsländer . . . . .	84
5.32	EU: F2F induzierte THG in EU-Mitgliedsländer . . . . .	85
5.33	EU: F2F induzierte Biodiversität in EU-Mitgliedsländer . . . . .	85
5.34	EU: Nutzen für F2F-induzierte Ökosystemleistungen in EU-Mitgliedsländer . . . . .	86
5.35	EU: F2F induzierter Nettonutzen in EU-Mitgliedsländer . . . . .	87
5.36	EU: Sensitivitätsszenario Soja – Produktionsvolumen . . . . .	89
5.37	EU: Sensitivitätsszenario China – Produktionsvolumen . . . . .	90
5.38	EU: Sensitivitätsszenario CO2 – Produktionsvolumen . . . . .	91
5.39	EU: Sensitivitätsszenario Fleisch – Produktionsvolumen . . . . .	91
5.40	EU: Sensitivitätsszenario Fleisch – Marktbilanz Getreide . . . . .	93
5.41	EU: Sensitivitätsszenario Fleisch – Marktbilanz Rindfleisch . . . . .	94
5.42	EU: Sensitivitätsszenario Fleisch – Marktbilanz Milchprodukte . . . . .	94
5.43	EU: Sensitivitätsszenario CO2 – Marktbilanz Getreide . . . . .	95
5.44	EU: Sensitivitätsszenario CO2 – Marktbilanz Rindfleisch . . . . .	96
5.45	EU: Sensitivitätsszenario CO2 – Marktbilanz Milchprodukte . . . . .	96
5.46	EU: Sensitivitätsszenario China – Produzentenpreise . . . . .	98

5.47	EU: Sensitivitätsszenario CO2 – Produzentenpreise . . . . .	99
5.48	EU: Sensitivitätsszenario meat – Produzentenpreise . . . . .	99
5.49	EU: Sensitivitätsszenario Soja – Produzentenpreise . . . . .	100
5.50	EU: Sensitivitätsszenario CO2 – Wohlfahrt . . . . .	101
5.51	EU: Sensitivitätsszenario Soja – Wohlfahrt . . . . .	102
5.52	EU: Sensitivitätsszenario Fleisch – Wohlfahrt . . . . .	103
5.53	EU: Sensitivitätsszenario China – Wohlfahrt . . . . .	103
5.54	EU: Sensitivitätsszenario supply only – Wohlfahrt . . . . .	104
5.55	EU: Sensitivitätsszenarien – THG-Emissionen . . . . .	105
5.56	EU: Sensitivitätsszenarien – N-Bilanz . . . . .	106
5.57	EU: Sensitivitätsanalyse – Biodiversität . . . . .	106
5.58	EU: Sensitivitätsszenarien – Leakage-Effekte . . . . .	107
5.59	EU: Sensitivitätsszenario supply only – THG-Emission . . . . .	111
6.1	DE: Produktionsumfang . . . . .	113
6.2	DE: Produktionsvolumen . . . . .	114
6.3	DE: N-Bilanz . . . . .	115
6.4	DE: Pestizideinsatz und <i>andere</i> Kosten . . . . .	116
6.5	DE: Futtermittelinput Rind-, Milchvieh, Schweine, Geflügel . . . . .	117
6.6	DE: Landnutzungsänderung - LULUCF . . . . .	118
6.7	DE: Landnutzungsänderung - UAA . . . . .	119
6.8	DE: Marktbilanz - Getreide . . . . .	121
6.9	DE: Marktbilanz - Ölsaaten . . . . .	121
6.10	DE: Marktbilanz - Rindfleisch . . . . .	122
6.11	DE: Marktbilanz - Schweinefleisch . . . . .	122
6.12	DE: Marktbilanz - Geflügelfleisch . . . . .	123
6.13	DE: Marktbilanz - Milchprodukte . . . . .	123
6.14	DE: Produzentenpreise . . . . .	125
6.15	DE: Ökosystemleistungen - N-Bilanz . . . . .	127
6.16	DE: Ökosystemleistungen - THG-Emission . . . . .	128
6.17	DE: LULUCF - THG-Emission . . . . .	129
6.18	DE: Ökosystemleistungen - Biodiversität . . . . .	130

6.19	DE: Wohlfahrt . . . . .	132
6.20	DE: Wohlfahrtsänderungen im Agribusiness . . . . .	133
6.21	DE: Gesellschaftlicher Nutzen für Ökosystemleistungen . . . . .	135
6.22	DE: Nettonutzen F2F-Maßnahmen . . . . .	136
6.23	DE: Gesellschaftliche Kosten F2F-Maßnahmen . . . . .	137
7.1	DE Bundesländer: Produktionsumfang . . . . .	140
7.2	DE Bundesländer: Produktionsumfang Ölsaaten . . . . .	140
7.3	DE Bundesländer: Produktionsumfang Rindfleisch . . . . .	141
7.4	DE Bundesländer: Produktionsumfang Milchprodukte . . . . .	141
7.5	BL: Ökosystemleistungen - N-Bilanz . . . . .	143
7.6	BL: Ökosystemleistungen - N-Bilanz . . . . .	144
7.7	BL: Ökosystemleistungen - THG-Emission . . . . .	145
7.8	BL: Ökosystemleistungen - Biodiversität . . . . .	146
7.9	BL: Ökosystemleistungen - Biodiversität . . . . .	146
7.10	BL: Wohlfahrt . . . . .	147
7.11	BL: Wohlfahrt . . . . .	148
8.1	Marktgleichgewichte für negative und positive externen Effekte . . . . .	218
8.2	Schematische Darstellung der Wohlfahrtseffekte eines Permit-Handels nach Henning et al. (2019) . . . . .	223
8.3	Gleichgewichtspreise für Permitrechte in € pro [1kg/ha] auf Kreisebene nach Henning et al. (2019) . . . . .	226
8.4	Stoffflüsse [BNB] im Permitmarkt-Gleichgewicht in [kg/ha] auf Kreisebene nach Henning et al. (2019) . . . . .	226
8.5	Stoffflüsse [BNB] im Permitmarkt-Gleichgewicht 40 [kg/ha] auf Unternaturraumbene nach Henning et al. (2019) . . . . .	227
8.6	Stoffflüsse [BNB] im Permitmarkt-Gleichgewicht 60 [kg/ha] auf Unternaturraumbene nach Henning et al. (2019) . . . . .	228
8.7	Stoffflüsse [BNB] im Permitmarkt-Gleichgewicht 80 [kg/ha] auf Unternaturraumbene nach Henning et al. (2019) . . . . .	228
8.8	Wohlfahrtsgewinne und Anpassungskosten im Permitmarkt-Gleichgewicht 40 [kg/ha] für das Kreismarkt-Szenario auf Unternaturraumbene nach Henning et al. (2019) . . . . .	229
8.9	Wohlfahrtsgewinne und Anpassungskosten im Permitmarkt-Gleichgewicht 60 [kg/ha] für das Kreismarkt-Szenario auf Unternaturraumbene nach Henning et al. (2019) . . . . .	230

8.10	Wohlfahrtsgewinne und Anpassungskosten im Permitmarkt-Gleichgewicht 80 [kg/ha] für das Kreismarkt-Szenario auf Unternaturraumbene nach Henning et al. (2019)	230
8.11	Brutto-N-Bilanz und Permit-Angebot im Marktgleichgewicht nach Betriebstypen, für das Kreismarkt-Szenario 40 [kg/ha] nach Henning et al. (2019)	231
8.12	Brutto-N-Bilanz und Permit-Angebot im Marktgleichgewicht nach Betriebstypen, für das Kreismarkt-Szenario 60 [kg/ha] nach Henning et al. (2019)	231
8.13	Brutto-N-Bilanz und Permit-Angebot im Marktgleichgewicht nach Betriebstypen, für das Kreismarkt-Szenario 80 [kg/ha] nach Henning et al. (2019)	232
8.14	Kosten und Netto-Gewinn Permitmarkt versus Regulation nach Betriebstypen nach in €/ha für das Kreismarkt-Szenario 40 [kg/ha] nach Henning et al. (2019)	233
8.15	Kosten und Netto-Gewinn Permitmarkt versus Regulation nach Betriebstypen nach in €/ha für das Kreismarkt-Szenario 60 [kg/ha] nach Henning et al. (2019)	233
8.16	Kosten und Netto-Gewinn Permitmarkt versus Regulation nach Betriebstypen nach in €/ha für das Kreismarkt-Szenario 80 [kg/ha] nach Henning et al. (2019)	234



# Tabellenverzeichnis

5.1	EU: LULUCF-Effekte . . . . .	64
5.2	THG-Emissionen und Leakage-Effekte . . . . .	69
5.3	Globale Landnutzung . . . . .	70
5.4	EU: Wohlfahrtsänderungen relevanter soziökonomischer Gruppen [in Mrd. Euro] . . .	72
5.5	EU: Wohlfahrtsänderungen Landwirtschaft [in Mrd. Euro] . . . . .	74
5.6	Ökosystemleistungen . . . . .	78
5.7	THG-Emissionen und Leakage-Effekte . . . . .	108
8.1	EU: Produktion – base, fertilizer, pesticides, nutrients . . . . .	150
8.2	EU: Produktion – base, organics, landscape, f2f . . . . .	153
8.3	EU: Produktion – Sensitivitätsszenario China . . . . .	157
8.4	EU: Produktion – Sensitivitätsszenario CO2 . . . . .	160
8.5	EU: Produktion – Sensitivitätsszenario Fleisch . . . . .	163
8.6	EU: Produktion – Sensitivitätsszenario Soja . . . . .	166
8.7	EU: Produzentenpreis . . . . .	170
8.8	EU: Produzentenpreis – Sensitivitätsszenarien . . . . .	175
8.9	EU: Handelsbilanz – Getreide: base . . . . .	180
8.10	EU: Handelsbilanz – Getreide: Sensitivitätsszenario China . . . . .	181
8.11	EU: Handelsbilanz – Getreide: Sensitivitätsszenario CO2 . . . . .	182
8.12	EU: Handelsbilanz – Getreide: Sensitivitätsszenario Fleisch . . . . .	183
8.13	EU: Handelsbilanz – Getreide: Sensitivitätsszenario Soja . . . . .	184
8.14	EU: Handelsbilanz – Ölsaaten: baseline . . . . .	185
8.15	EU: Handelsbilanz – Ölsaaten: Sensitivitätsszenario China . . . . .	185
8.16	EU: Handelsbilanz – Ölsaaten: Sensitivitätsszenario CO2 . . . . .	186
8.17	EU: Handelsbilanz – Ölsaaten: Sensitivitätsszenario Fleisch . . . . .	186

8.18	EU: Handelsbilanz – Ölsaaten: Sensitivitätsszenario Soja . . . . .	187
8.19	EU: Handelsbilanz – Milchprodukte: base . . . . .	188
8.20	EU: Handelsbilanz – Milchprodukte: Sensitivitätsszenario China . . . . .	189
8.21	EU: Handelsbilanz – Milchprodukte: Sensitivitätsszenario CO2 . . . . .	190
8.22	EU: Handelsbilanz – Milchprodukte: Sensitivitätsszenario Fleisch . . . . .	191
8.23	EU: Handelsbilanz – Milchprodukte: Sensitivitätsszenario Soja . . . . .	192
8.24	EU: Handelsbilanz – Fleisch: base . . . . .	193
8.25	EU: Handelsbilanz – Fleisch: Sensitivitätsszenario China . . . . .	193
8.26	EU: Handelsbilanz – Fleisch: Sensitivitätsszenario CO2 . . . . .	194
8.27	EU: Handelsbilanz – Fleisch: Sensitivitätsszenario Fleisch . . . . .	194
8.28	EU: Handelsbilanz – Fleisch: Sensitivitätsszenario Soja . . . . .	195
8.29	DE: Produktion – base, fertilizer, pesticides, nutrients . . . . .	197
8.30	DE: Produktion – base, organics, landscape, f2f . . . . .	199
8.31	DE: Produzentenpreis . . . . .	203
8.32	DE: Produzentenpreis – Sensitivitätsszenarien . . . . .	208
8.33	Produktion auf Bundesland-Ebene . . . . .	213
8.34	Wohlfahrt auf Bundesland-Ebene in Mio. Euro . . . . .	215
8.35	Utilized Agricultural Area auf Bundesland-Ebene . . . . .	216
8.36	Auflistung der berücksichtigten Produktgruppen – Handel . . . . .	217
8.37	Auflistung der berücksichtigten Produktgruppen – Produktion . . . . .	217

# Glossar

**baseline** Basisszenario.

**BFP** Biodiversity Friendly Produktion Index.

**BMU** Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.

**c.p.** ceteris paribus (“unter sonst gleichen Bedingungen”).

**CAPRI** Common Agricultural Policy Regionalised Impact.

**CH4** Methan.

**China** Szenario - Rahmenbedingung Reduktion Wirtschaftswachstum China.

**CO2** Szenario - Rahmenbedingung Integration der EU-Landwirtschaft in CO2-Permitmarkt.

**CO2** Kohlendioxid.

**CO2eq** CO2-Äquivalente.

**combined** Szenario - Kombiniertes Green Deal Szenario.

**DE** Deutschland.

**EEA** European Environment Agency, Europäische Umweltagentur.

**ETS** Emissions Trading System.

**EU** Europäische Union.

**F2F** Farm-to-Fork-Strategie.

**f2f** Farm-to-Fork-Szenario.

**FAO** Food and Agriculture Organization of the United Nations, Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen.

**fertilizer** Szenario - Reduktion des Einsatzes von Düngemitteln um min. 20%.

**GVE** Großvieheinheit.

**GWP** Global Warming Potential.

**ha** Hektar.

**JRC** Joint Research Centre, Gemeinsame Forschungsstelle.

**kg** Kilogramm.

**landscape** Szenario - Mindestens 10% der landwirtschaftlichen Flächen sollen Landschaftselemente mit großer biologischer Vielfalt aufweisen.

**LF** landwirtschaftlich genutzte Fläche.

**LULUCF** Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft.

**Meat** Szenario - Rahmenbedingung Reduktion Fleischkonsum.

**Mio** Millionen.

**MM** Money Metric, Wohlfahrtsmaß Konsumenten.

**Mrd** Milliarden.

**Mt** Megatonne.

**N** Stickstoff.

**N<sub>2</sub>O** Lachgas.

**NON-EU** Nicht-EU Ausland.

**nutrients** Szenario - Reduktion des Verlustes an Nährstoffen um 50%.

**NUTS** Nomenclature des unités territoriales statistiques.

**NUTS2** Basisregionen.

**OECD** Organisation for Economic Co-operation and Development, Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.

**organics** Szenario - Mindestens 25% der landwirtschaftlichen Flächen sollen ökologisch/biologisch bewirtschaftet werden.

**pesticides** Szenario - Risiko und Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel und gefährlicher PSM soll um 50% verringert werden.

**PSM** Pflanzenschutzmittel.

**SDG** Sustainable Development Goal.

**Soja** Szenario - Rahmenbedingung Reduktion Sojaimport auf Null.

**t** Tonne.

**THG** Treibhausgas.

**TOT** Terms of Trade.

**UAA** utilised agricultural area, landwirtschaftlich genutzte Fläche.

**WKII** Zweiter Weltkrieg.

**WTP** willingness to pay, Zahlungsbereitschaft.



# Executive Summary: Deutsch

## Hintergrund der Studie

Der Green Deal soll nach dem Willen der EU-Kommission im Agrarsektor auf der Grundlage der im Mai 2020 veröffentlichten Farm to Fork Strategie (F2F) sowie der EU-Biodiversitätsstrategie und der Klimastrategie umgesetzt werden. Der Grain Club hat deshalb eine Studie in Auftrag gegeben, die die Auswirkungen der F2F-Strategie auf die Produktion und den Verbrauch von sowie den Handel mit relevanten Agrarprodukten in der EU insgesamt sowie speziell in Deutschland mit dem CAPRI-Modell analysiert. Das CAPRI-Modell ist ein stark regionalisiertes partielles Gleichgewichtsmodell, das auf den Agrarsektor und entsprechende Umwelt- und Landnutzungseffekte fokussiert ist. Es ist zur Abbildung der regionalen Handelsströme und Agrarpreiseffekte mit einem internationalen Handelsmodell gekoppelt. Das Handelsmodell geht der neuen Handelstheorie folgend nicht von perfekt homogenen Agrargütern aus, wodurch sich eine beschränkte Reagibilität des Agrarhandels auf veränderte Relationen zwischen EU-internen Agrarpreisen und externen Preisen auf internationalen Märkten ergibt.

Die F2F-Strategie beinhaltet zunächst einmal nur eine Umsetzung der zentralen Ziele des Green Deals in der Landwirtschaft. Dies erfolgt, indem produktions-technische Restriktionen als konkrete F2F-Zielwerte formuliert worden sind:

- (1) Reduktion des mineralischen Düngereinsatzes um 20%
- (2) Reduktion des Pflanzenschutz Einsatzes um 50%
- (3) Reduktion der N-Bilanz-Überschüsse um 50%
- (4) Anteil ökologischer Vorrangfläche mindestens 10%
- (5) Anteil des ökologischen Landbaus mindestens 25%

Darüber hinaus wurden die mit diesen Veränderungen implizierten Effekte auf die relevanten Ökosystemleistungen (N-Bilanz, Biodiversität und CO<sub>2</sub>-Emissionen) sowie die implizierten Wohlfahrts-effekte für relevante sozio-ökonomische Gruppen (Landwirte, Agribusiness und Verbraucher) unter unterschiedlichen Rahmenbedingungen – (a) Rückgang der Nachfrage nach tierischen Produkten um 20% bei konstanten Preisen im *baseline*-Szenario, (b) totale Handelsbeschränkungen für Sojaimporte, (c) Rückgang des Wirtschaftswachstums in China, (d) Einbindung der Landwirtschaft in den CO<sub>2</sub>-Permit-Handel bei einem exogenen Preis von 100 Euro/t CO<sub>2</sub>eq. sowie (e) Annahme eines vollkommen elastischen EU-Agraraußenhandels (konstante Agrarexport- und -importpreise) – analysiert.

# Zentrale Ergebnisse der Studie

## A. Produktionsstrukturen

- Die F2F-Strategie führt zu einem **signifikanten Produktionsrückgang** und entsprechenden Preissteigerungen in der EU, wobei insbesondere die Reduktion der N-Bilanzen<sup>1</sup> um 50% starke Effekte impliziert. Konkret rangieren diese Produktionsrückgänge in der gesamten EU zwischen **-20% (Rindfleisch)** und **-6,3% (Milch)** sowie **-21,4%** bzw. **-20% für Getreide und Ölsaaten**. Die entsprechenden Tierzahlen werden dabei noch stärker reduziert. Konkret gehen diese um **-45% (Mastrinder)** und **-13,3% (Milchkühe)** zurück, während die **Getreide- und Ölsaatenflächen** nur um -2,6% bzw. -6% eingeschränkt werden. Im Vergleich zu der Reduktion der N-Bilanzen um 50% führen alle anderen F2F-Maßnahmen zu moderaten Produktionsanpassungen, die allgemein unter 10% liegen. In Deutschland ergeben sich praktisch die gleichen Anpassungen, allerdings werden die Mastrinder deutlich geringer um nur -30% reduziert, wobei sich jedoch die gleiche Reduktion der Produktionsmenge um -20% ergibt.
- Der starke Produktionsrückgang impliziert signifikante **Preissteigerungen** in der EU wie auch in Deutschland, die am stärksten mit rund **+58% für Rindfleisch** gefolgt von **Schweinefleisch mit knapp +48%** und **Rohmilch mit rund +36%** ausfallen. Für pflanzliche Produkte liegen die Preissteigerungen zwischen **+15% für Obst & Gemüse** (einschließlich Dauerkulturen und Wein), **+18% für Ölsaaten** und **+12,5% für Getreide**. Analog zu den Produktionseffekten sind auch die starken Preiseffekte zentral auf die Reduktion der N-Bilanz um 50% zurückzuführen, während die Preiseffekte der anderen F2F-Maßnahmen eher moderat mit Steigerungen unter +5% ausfallen. Eine Ausnahme ergibt sich für die Reduktion des Pflanzenschutzmittels, die zu Preissteigerungen von gut +10% für Ölsaaten und Obst & Gemüse führt.
- Im Vergleich zu den **Preissteigerungen** in der EU sind die Preissteigerungen in den **Nicht-EU-Ländern** deutlich moderater. Konkret ergeben sich durchschnittliche Preissteigerungen von **+7,4% für Rindfleisch**, **+10,2% für Schweinefleisch** und **+4% für Rohmilch**. Für pflanzliche Produkte liegen die Preissteigerungen zwischen **+1,5% für Obst & Gemüse** (einschließlich Dauerkulturen und Wein), **+3,3% für Ölsaaten** und **+3,8% für Getreide**.
- In der EU geht der Input von **mineralischem Dünger pro ha** und **Pflanzenschutzmitteln pro ha** stark um **-51%** bzw. **-58%** zurück, während organischer Dünger um -25% zurückgeht. In Deutschland wird der mineralische Dünger nur um -45% und der organische Dünger nur um -18% reduziert. Der Rückgang des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln und mineralischem Dünger wird durch vermehrte Aufwendungen in anderen Bereichen, mechanische Unkrautbekämpfung bzw. Bodenbearbeitung z.T. kompensiert, sodass die Kostenaufwendungen in diesen Bereichen um +50% steigen.
- Hinsichtlich der Landnutzung impliziert die Umsetzung der F2F-Strategie konstruktionsgemäß eine **starke Zunahme der Stilllegungs- und ökologischen Vorrangfläche** um **+11 Mio. ha** (1,9 Mio. ha allein in Deutschland), während die Nutzung der LF als Grünland um 0,5 Mio. ha (58 tsd ha in Deutschland) zunimmt. Allerdings impliziert die

---

<sup>1</sup>Aus Platzgründen benutzen wir im Folgenden die verkürzte Schreibweise N-Bilanz für den Ausdruck N-Bilanz-Überschuss

Umsetzung der F2F-Strategie auch eine Umwidmung von Waldfläche in landwirtschaftlich genutzte Fläche im Umfang von 1,5 Mio. ha (0,38 Mio. ha in Deutschland).

- Auch hinsichtlich der Anpassung der Input- und Landnutzungsstrukturen ergeben sich allgemein die stärksten Effekte für die Reduktion der N-Bilanz. Eine Ausnahme stellt hier die Reduktion des Pflanzenschutzmittels um 50% dar, die konstruktionsgemäß einen starken Effekt von -50% auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ausübt. Analog impliziert allein die Erhöhung der ökologischen Vorrangfläche auf mindestens 10% eine Ausdehnung um knapp 10 Mio. ha. Interessanterweise ergibt sich allein für die Reduktion der N-Bilanz auch eine Ausdehnung der Stilllegungsfläche um +5 Mio. ha, während die Erhöhung des ökologischen Landbaus auf 25% diese nur um 0,33 Mio. ha ausdehnt. Dafür impliziert die Ausdehnung des ökologischen Landbaus wie auch die Reduktion der Pflanzenschutzmittels und des mineralischen Düngers eine Zunahme der Waldflächen, wenn auch nur in einem relativ geringen Umfang von 0,125 bzw. 0,35 und 0,06 Mio. ha.

## B. Handelsstrukturen

- Die Produktionsreduktion in der EU-Landwirtschaft impliziert allgemein eine Reduktion der Netto-Exporte der EU. Wenn alle F2F-Maßnahmen simultan implementiert werden, kehrt sich für Getreide und auch Rindfleisch die zurzeit bestehende Netto-Exportstellung in eine Netto-Importstellung der EU um. Konkret führt die F2F-Strategie zu einer Reduktion des Netto-Exports von Getreide von +22 Mio. t zu einem Netto-Import von -6,5 Mio. t, während für Rindfleisch der Netto-Export von +22,5 Mio. t auf einen Netto-Import von -950 Tsd. t sinkt. Für Schweinefleisch ergibt sich eine Reduktion des Netto-Exports von +4,3 Mio. t auf +1 Mio. t und für Milch von +5,9 auf +4,9 Mio. t, während für Ölsaaten die Netto-Importe von -17 auf -22 Mio. t steigen. Für Obst & Gemüse nehmen die Netto-Importe von -10 Mio. auf -22 Mio. t zu.
- Auch für die deutsche Landwirtschaft impliziert die F2F-Strategie allgemein eine Reduktion der Netto-Exporte. Konkret kehrt sich aber nur für Geflügel die Netto-Exportstellung von +70 Tsd. t zu einem Netto-Import von -170 Tsd. t, während für Milch die Netto-Exporte praktisch stabil bleiben, gehen diese für Schweinefleisch stark von +1,26 Mio. t auf +0,5 Mio. t zurück, während die Netto-Importe in Deutschland für Getreide stark zunehmen von -4,7 auf -7,4 Mio. t und für Rindfleisch von -0,08 auf -0,19 Mio. t.
- Die inländische Nachfrage reagiert dabei unterschiedlich elastisch auf den Produktionsschock je nach konkretem Produkt, d.h. reduziert sich die inländische Produktion um 1%, so reduziert sich die inländische Nachfrage nur unterproportional um weniger als 1%. Dies drückt sich mit einem Elastizitätswert unter 1 aus. Sehr unelastisch reagiert die inländische Nachfrage für tierische Produkte, insbesondere für Schweinefleisch (Elastizität von 0,12), aber auch für Milch und Rindfleisch mit Elastizitätswerten von je 0,34. Analog ergibt sich eine sehr unelastische Nachfragerreaktion für Ölsaaten (0,14), während für Getreide und Obst & Gemüse die inländische Nachfrage mit Elastizitätswerten von 0,51 und 0,27 elastischer reagiert.

## C. Ökosystemleistungen

- Die F2F-Maßnahmen steigern die Ökosystemleistungen in allen EU-Mitgliedstaaten signifikant, wobei sich analog zu den Produktionseffekten grundsätzlich die stärksten Effekte aufgrund der Reduktion der N-Bilanz ergeben.

- Konkret ergibt sich eine **Reduktion der N-Bilanz um leicht über -50%** von 61 kg/ha LF auf 30 kg/ha LF. Dieser Gesamteffekt ist zentral auf die *Maßnahme Reduktion der N-Bilanz um 50%* zurückzuführen, obwohl sich auch für die Reduktion des mineralischen Düngers um 20% eine signifikante Reduktion der N-Fracht um -10 kg/ha ergibt. Keine bis sehr geringe Effekte ergeben sich für die anderen individuellen Maßnahmen. Insbesondere die Steigerung des ökologischen Landbaus auf 25% impliziert nur eine sehr geringe Reduktion der N-Fracht um -5 kg/ha, während die Erhöhung der ökologischen Vorrangflächen diese sogar nur um -2,5 kg/ha senkt.
- **THG-Emissionen der Landwirtschaft** werden um **-109 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. gesenkt**, das entspricht einer Reduktion um **-29%** des gesamten global warming potential (GWP) der Landwirtschaft gegenüber der *baseline*. Betrachtet man die Einzelkomponenten des GWP, so werden die *N<sub>2</sub>O*-Emissionen sogar um **-37,5 %** gesenkt, während die *CH<sub>4</sub>*-Emissionen nur um **-22,7%** gesenkt werden. Auch hinsichtlich der THG-Emissionen ergibt sich der mit Abstand stärkste Effekt für die Reduktion der N-Bilanz um **+50%**, die allein schon zu einer Reduktion der THG-Emission um **-26%** führt. Für alle anderen Maßnahmen ergeben sich nur sehr geringe Reduktionen der THG-Emissionen, die unter **-5%** liegen. Eine Ausnahme stellt hier die Reduktion des Pflanzenschutzes um **50%** dar, die immerhin eine Reduktion der THG-Emissionen um **-5,5%** impliziert.
- Neben den direkten THG-Emissionen der Landwirtschaft ist auch die THG-Bilanz des LULUCF-Sektors<sup>2</sup> relevant für die umfassende Bewertung der Auswirkung der F2F-Strategie auf die THG-Bilanz der EU-Landwirtschaft. Der LULUCF-Sektor wird in dem CAPRI-Modell explizit abgebildet. Dabei führt die Umsetzung der F2F-Strategie zu einer Reduktion der CO<sub>2</sub>-Einlagerung im LULUCF-Sektor um 50 Mio. t CO<sub>2</sub>eq., die im Wesentlichen auf die Umwandlung von forst- in landwirtschaftlich genutzte Fläche zurückzuführen ist. Somit ergibt sich eine Netto-Bilanz von 109-50=59 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. Für die einzelnen F2F-Maßnahmen ergeben sich unterschiedliche LULUCF-Effekte. Während die Reduktion der N-Bilanz wie auch die Erhöhung der ökologischen Vorrangflächen einen negativen Effekt im LULUCF-Sektor impliziert, ergeben sich positive Effekte für die Reduktion des Pflanzenschutz- wie auch mineralischen Düngereinsatzes mit zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Einlagerungen von -2,7 und -5,9 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. Die Erhöhung des ökologischen Landbaus induziert auch einen positiven Effekt im LULUCF-Sektor in der Höhe von -5,1 Mio. CO<sub>2</sub>eq. zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Einlagerungen. Die Erhöhung der ökologischen Vorrangfläche führt hingegen zu einer Ausdehnung der landwirtschaftlichen Nutzfläche und damit zu einem negativen LULUCF-Effekt in der Größenordnung zusätzlicher THG-Emissionen von +21 Mio. t CO<sub>2</sub>eq.
- Der Einfluss der landwirtschaftlichen Produktion auf die **Biodiversität** ist beim heutigen Stand der Wissenschaft nicht einfach zu messen und entsprechend auch nicht einfach zu modellieren. Im CAPRI-Modell erfolgt dies approximativ mit einem speziell entwickelten Biodiversitätsindex (**Biodiversity Friendly Produktion Index (BFP)**), der zwischen 0 und 1 liegt. Der **CAPRI-Biodiversitätsindex (BFP)** wird durch die Umsetzung der F2F-Strategie von 0,62 auf 0,7 d.h. um 0,08 Einheiten (das entspricht **+12,9%**) gesteigert. Interessanterweise ergibt sich nicht nur für die Erhöhung der ökologischen Vorrangfläche auf 10% sondern auch für die Reduktion der N-Bilanz ein positiver Effekt auf die Biodiversität. Konkret wird der BFP-Index um 0,06 Einheiten (9,7%) gesteigert.

---

<sup>2</sup>Land Use Land Use Change Forest (LULUCF) umfasst CO<sub>2</sub>-Freisetzung bzw. CO<sub>2</sub>-Einlagerungen durch Umwandlung von Wald oder Mooren in landwirtschaftliche Nutzfläche bzw. umgekehrt.

Ein Schwachpunkt des BFP-Index ist allerdings, dass dieser noch nicht die direkte Auswirkung des Pflanzenschutzzeinsatzes auf die Biodiversität berücksichtigt. Dadurch implizieren die CAPRI-Modellsimulationen für die individuelle Maßnahme der Reduktion des Pflanzenschutzzeinsatzes um 50% nur sehr geringe positive Effekte auf die Biodiversität (Steigerung des BFP-Index um nur 0,01 Einheiten (1,6%).

#### D. Gesellschaftliche Wohlfahrt

- Die Umsetzung der F2F-Strategie führt zu entsprechenden gesamtgesellschaftlichen **Anpassungskosten**, die sich absolut auf rund **42 Mrd. Euro** belaufen.
- Aufgrund der starken Preiseffekte, die sich bei der im CAPRI-Modell empirisch geschätzten geringen Handelsreagibilität (siehe auch Punkt G. unten) ergeben, fallen die **Kosten zentral auf der Verbraucherseite** an, wobei sich ein Konsumenten-Wohlfahrtsverlust, gemessen als *Money Metric*, von 70 Mrd. Euro ergibt, das sind im Durchschnitt 157 Euro pro Kopf. Allein in Deutschland fallen Kosten in Höhe von 13,4 Mrd. Euro auf der Verbraucherseite an. Umgekehrt steigen in der EU die **Einkommen der Landwirte** im Durchschnitt sogar real um **+35 Mrd. Euro** (4,7 Mrd. Euro in Deutschland) an, während die Gewinne der Milchindustrie sowie der ölsaatenverarbeitenden Industrie jeweils um rund -4 Mrd. Euro sinken. Weitere volkswirtschaftliche Kosten in Höhe von 16 Mrd. Euro ergeben sich durch die Umwidmung von nicht-landwirtschaftlich genutzter in landwirtschaftlich genutzte Fläche. Betrachtet man einzelne F2F-Maßnahmen, so ergeben sich hohe gesamtgesellschaftliche Kosten in Höhe von 38 Mrd. Euro für die Reduktion der Pflanzenschutzmittel um 50%, während die Reduktion der N-Bilanz um 50% nur gesamtwirtschaftliche Kosten in Höhe von 15 Mrd. Euro bewirkt. Sehr geringe Kosten ergeben sich mit 2,6 Mrd. Euro für die Erhöhung der ökologischen Vorrangfläche auf mindestens 10% und auch die Erhöhung der ökologischen Landwirtschaft auf 25% führt zu vergleichsweise niedrigen gesellschaftlichen Anpassungskosten von rund 10 Mrd. Euro. Zur Gesamtbewertung der individuellen F2F-Maßnahmen sind die Anpassungskosten allein allerdings kein geeigneter Indikator. Erstens ergeben sich klare Synergien zwischen den Maßnahmen und zweitens müssen hierzu auch die jeweils induzierten ökologischen Leistungen mitbetrachtet werden. Relevant ist der Nettonutzen, d.h. die Differenz zwischen Nutzen und Kosten der gesteigerten Ökosystemleistungen. Ein ungeeigneter Indikator ist allerdings die Relation von Nutzen und Kosten, z.B. Anpassungskosten pro Einheit einer Ökosystemleistung.
- Die Erhöhung der landwirtschaftlichen Einkommen durch die Umsetzung der F2F-Strategie ist unerwartet und erscheint im ersten Moment kontra-intuitiv. Dies erklärt sich aber aufgrund der stark unelastischen Nachfrage nach landwirtschaftlichen Produkten bzw. der geringen Reagibilität des Agrarhandels. Ist die EU-Nachfrage hinreichend unelastisch und der Agrarhandelssektor hinreichend wenig reagibel (dies sind Bedingungen, die empirisch in der EU insbesondere für tierische Produkte gelten), führen Produktionsrückgänge zu überproportionalen Preissteigerungen, sodass die gesamte Wertschöpfung der EU-Landwirtschaft trotz Produktionsrückgang steigt. Im Kern entspricht dieser Mechanismus einem umgekehrten Tretrühleneffekt von Cochrane. Dies ist ein Phänomen in der Landwirtschaft, das empirisch gut bestätigt ist und die unerwartete negative Wirkung von technischem Fortschritt auf die landwirtschaftlichen Profite erklärt. Die durch die F2F-Strategie ausgelöste Produktionsrestriktion wirkt quasi wie ein negativer technischer Fortschritt auf die landwirtschaftlichen Profite, d.h. es ergibt sich ein umgekehrter

Tretmühleneffekt. Allerdings ergeben sich asymmetrische Wirkungen der F2F-Strategie auf die tierische und pflanzliche Produktion. Während für die **tierische Produktion**, insbesondere Milch und Rindfleisch wie auch Schweinefleisch, die **Deckungsbeiträge um rund 55 Mrd. Euro steigen** - [24,5 Mrd. (Milch) bzw. 6,5 Mrd. (Rindfleisch) und rund 24 Mrd. Euro (anderes Fleisch, insbesondere Schweinefleisch)] - sinken diese für die **pflanzliche Produktion** um -21,3 Mrd. Euro, im Detail um **-5,8 Mrd. Euro für Getreide und Ölsaaten** und um **-9,2 Mrd. Euro für Obst & Gemüse** (einschließlich Wein).

- Die F2F-Anpassungskosten sind sehr asymmetrisch zwischen den Verbrauchern und den Landwirten sowie innerhalb der Landwirte aufgeteilt. Konkret ergeben sich für die Verbraucher Kosten in Höhe von 157 Euro pro Kopf, während sich für die Landwirte ein Gewinn an Wertschöpfung in Höhe von 4022 Euro pro Beschäftigten ergibt. Allerdings variieren die Gewinne der Landwirte auch erheblich mit der Produktionsrichtung. So impliziert die F2F-Strategie im Durchschnitt eine Erhöhung der Summe der Deckungsbeiträge um +218 Euro pro ha LF. Allerdings sinken die Deckungsbeiträge für Getreide um -94 Euro pro ha LF – das entspricht rund -26% des Deckungsbeitrags pro Hektar in der *baseline* – und um -661 Euro pro ha LF für Obst-& Gemüsebauern (einschließlich Wein) – das entspricht rund -11% des Deckungsbeitrags pro ha in der *baseline* –, während für Rindfleischproduzenten die Deckungsbeiträge um 423 Euro pro Tier und für Milchproduzenten um 693 Euro pro Tier durch die Implementation der F2F-Strategie gesteigert werden<sup>3</sup>.
- Wichtig für die Interpretation der einzelnen Komponenten der volkswirtschaftlichen Kosten ist allerdings, dass die berechneten Wohlfahrtsveränderungen für Verbraucher und Landwirte zunächst einmal rein kalkulatorisch zur Abschätzung der gesamten volkswirtschaftlichen Kosten der Umsetzung der F2F-Strategie erfolgen. Die tatsächlichen Wohlfahrtswirkungen für einzelne sozio-ökonomische Gruppen hängt von der konkreten agrarpolitischen Umsetzung der F2F-Strategie ab, die in den CAPRI-Simulationen noch nicht explizit abgebildet wurde. Weiterhin stellen die berechneten Wohlfahrtsänderungen aggregierte Maße dar, d.h. dass es innerhalb einer sozio-ökonomischen Gruppe zu ganz unterschiedlichen Wohlfahrtswirkungen für individuelle Mitglieder kommen kann. Konkret ist selbst für die klaren Gewinnergruppen der Milch- und Fleisch-produzierenden Betriebe eine heterogene Verteilung der zusätzlichen Gewinne zu erwarten. Insbesondere ist zu erwarten, dass die induzierten Produktionsrückgänge nicht symmetrisch über die einzelnen Betriebe verteilt sind, sondern stark asymmetrisch: selektive Betriebe scheiden komplett aus der Produktion aus und realisieren damit Verluste, während die zusätzlichen Gewinne, die erst durch die mit dem realisierten Produktionsrückgang induzierten Preissteigerungen entstehen, von den im Sektor verbleibenden Betrieben eingefahren werden.
- In absoluten Zahlen ergibt sich eine durchschnittliche Steigerung des Profits von rund 218 Euro pro ha, wenn alle F2F-Maßnahmen umgesetzt werden. Diese Steigerung ist insbesondere auf die Reduktion der N-Bilanz um 50% zurückzuführen, die allein eine Wertschöpfungssteigerung von rund 300 Euro pro ha impliziert, während andere Maßnahmen, z.B. die Reduktion des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln um 50% oder die Erhöhung des ökologischen Landbaus eine Absenkung der Wertschöpfung um -146 Euro bzw. -33 Euro pro ha implizieren.

---

<sup>3</sup>Bezugspunkte der ausgewiesenen pro ha bzw. pro Tier Beträge sind jeweils die Flächen und Tierzahlen in der *baseline*

- Im Gegensatz zu den Landwirten führt die F2F-Strategie für die Agribusiness-Industrie und den Agrarhandel zu einem Rückgang der Wertschöpfung, der je nach Branche und individueller F2F-Maßnahme zwischen -0,02% und bis zu knapp -26,9% liegt. Relativ geringe Profiteinbußen ergeben sich für die verarbeitende Industrie von -0,25% (Milch) bzw. -3,3% (andere verarbeitende Industrie) durch die Erhöhung ökologischer Vorrangfläche um 10%. Die Reduktion des mineralischen Düngereinsatzes um 20% impliziert eine geringe Absenkung der Profite in der Milchindustrie (-0,2%) und eine moderate Gewinnreduktion für die andere (i.w. ölsaatenverarbeitende Industrie) in Höhe von rund -5%, während die Erhöhung des Ökolandbaus auf 25% zu Profiteinbußen von -3,6% für die ölsaatenverarbeitende Industrie, hingegen zu einem leichten Gewinnzuwachs von +0,15% für die Milchindustrie führt. Starke Reduktionen der Gewinne ergeben sich in der verarbeitenden Industrie aufgrund der Reduktion der N-Bilanz um 50% (-14,5% Milchindustrie und -13,2% andere verarbeitende Industrien).
- Setzt man die absoluten Wohlfahrtsverluste in Relation zu dem Pro-Kopf-Einkommen bzw. den gesamten Konsumausgaben für Nahrungsmittel, so relativieren sich diese sehr stark. Konkret belaufen sich die gesamten Wohlfahrtsverluste auf weniger als 0,26% des Gesamteinkommens bzw. rund 3% der gesamten Konsumausgaben der EU-Bevölkerung. Umgekehrt entspricht die Steigerung der Einkommen der Landwirte immerhin rund 49% der im *baseline* realisierten Gewinne der Landwirtschaft in der EU.

#### E. Leakage-Effekte

- Die F2F-Maßnahmen haben **Effekte auf den Konsum und die Produktion** landwirtschaftlicher Güter in **Nicht-EU-Ländern** und damit auch auf entsprechende Veränderungen der Ökosystemleistungen und der ökonomischen Wohlfahrt in den Nicht-EU-Ländern. Handelt es sich wie beim Klimaschutz um ein globales Umweltgut, so sind die durch die F2F-Strategie induzierten Ökosystemleistungen in den Nicht-EU-Ländern aus Sicht der EU-Gesellschaft unmittelbar wohlfahrts-relevant und müssen für eine umfassende gesellschaftliche Bewertung mitberücksichtigt werden. Dies gilt grundsätzlich auch für andere ökologische und ökonomische Spillover-Effekte der F2F-Strategie, solange diese globale Güter aus Sicht der EU-Gesellschaft darstellen. Relevant für die Wohlfahrt sind aus Sicht der EU-Gesellschaft zum Beispiel F2F-induzierte Veränderungen der Ernährungssituation oder Armut in der Welt wie auch F2F-induzierte Veränderung der Biodiversität in Nicht-EU-Ländern. Inwieweit die Stickstoffbilanz in Nicht-EU-Staaten wohlfahrts-relevant aus Sicht der EU-Gesellschaft ist, kann pauschal nicht eingeschätzt werden, sondern hängt von den konkreten Ländern und Umständen ab. Führt eine erhöhte N-Drift in Nicht-EU-Ländern zu einer Belastung der Meere, so wäre dies sicherlich relevant, wobei die Gewichtung der N-Bilanz in Nicht-EU-Ländern im Vergleich zu der N-Bilanz in der EU immer noch erheblich geringer ausfallen kann. Führt eine erhöhte N-Bilanz in Nicht-EU-Ländern allerdings nur zu einer Belastung lokaler Gewässer und Luft, so wäre dies aus Sicht der EU-Gesellschaft nicht oder nur sehr geringfügig wohlfahrts-relevant. Leakage-Effekte sind für die Gesamtbeurteilung der F2F-Strategie relevant.
- **Die F2F-Strategie ist nicht klimawirksam!** Konkret ergibt sich bzgl. der THG-Emissionen ein **Leakage-Effekt** von **54,3 Mio. t CO<sub>2</sub>eq**. Das heißt, dass die Umsetzung der F2F-Strategie zusätzliche THG-Emissionen in der Höhe von 54,3 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. in der Landwirtschaft in Nicht-EU-Ländern induziert. Inklusive dieses Leakage-Effektes ergibt sich quasi eine neutrale THG-Bilanz von  $109 - 50 - 54 = 5$  Mio. t CO<sub>2</sub>eq. für die Umsetzung der F2F-Strategie. Hierbei sind Effekte im LULUCF-Sektor der Nicht-EU-Länder

noch nicht mitberücksichtigt. Der LULUCF-Sektor der Nicht-EU-Länder ist noch nicht vollständig im CAPRI-Modell abgebildet, aber die Umsetzung der F2F-Strategie impliziert eine Reduktion der forstwirtschaftlichen Fläche in Höhe von rund 5 Mio. ha, so dass durch die Berücksichtigung des LULUCF-Sektors der Nicht-EU-Länder eine noch stärker negative THG-Gesamtbilanz der F2F-Strategie zu erwarten ist.

- Betrachtet man die Leakage-Effekte produktspezifisch, so ergeben sich **hohe Leakage-Effekte** vor allem für die tierische Produktion. Insbesondere ergeben sich zusätzliche THG-Emissionen in Höhe von **36 Mio. t CO<sub>2</sub>eq.** aufgrund der durch die F2F-Strategie induzierte **zusätzliche Rindfleischproduktion in den Nicht-EU-Ländern**, während sich aufgrund der zusätzlichen Schweinefleisch- bzw. Milchproduktion nur zusätzliche THG-Emissionen in Höhe von 6 bzw. 4 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. in den Nicht-EU-Staaten ergeben. Ebenso ergeben sich nur sehr **geringe Leakage-Effekte für Getreide und Ölsaaten** in Höhe von 3 und 1 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. Regional fallen Leakage-Effekte vor allem in Afrika (27%), Südamerika (25%) und Südasien (36%) an.

## F. Heterogene regionale Effekte der F2F-Strategie

- Entsprechend der unterschiedlichen Produktionsstrukturen und ökonomisch-ökologischen Rahmenbedingungen ergeben sich grundsätzlich heterogene Effekte für die einzelnen EU-Mitgliedstaaten bzw. einzelnen Regionen innerhalb der Länder. Die detaillierten regionalen Effekte sind auf der Grundlage des CAPRI-Modells alle komplett simuliert worden und darstellbar. Die folgenden Ergebnisse hinsichtlich der regionalen Verteilung der Effekte der F2F-Strategie sollen aber besonders hervorgehoben werden:
  - Die Aufteilung der Anpassungskosten der Umsetzung der F2F-Strategie ist asymmetrisch über die EU-Mitgliedstaaten verteilt. So impliziert die Umsetzung der F2F-Strategie auf der Verbraucherseite Wohlfahrtsverluste des Pro-Kopf-Einkommens, die von -0,2% in Irland bis zu -1,4% in Rumänien variieren. Analog variiert die durch die F2F-Strategie induzierte Einkommensveränderung der Landwirtschaft von 3 Euro pro ha LF in Bulgarien bis zu 945 Euro pro ha LF in Belgien. Für Deutschland ergeben sich Wohlfahrtsveränderungen in der Höhe von -0,33% (das entspricht -166 Euro pro Kopf) auf der Verbraucherseite, während die Einkommen in der deutschen Landwirtschaft durch die Umsetzung der F2F-Strategie um 4,7 Mrd. Euro, das sind rund 285 Euro pro ha, durchschnittlich zunehmen.
  - Die induzierten Ökosystemleistungen sind ebenfalls asymmetrisch über die einzelnen Mitgliedstaaten verteilt. So variiert der N-Überschuss pro ha LF von 20,6 kg/ha in Rumänien bis zu 193,7 kg/ha LF in den Niederlanden. Für Deutschland ergibt sich ein durchschnittlicher N-Überschuss von 68 kg pro ha in der *baseline*. Da die F2F-Strategie eine homogene Reduktion N-Bilanz um 50% für alle Mitgliedstaaten vorsieht, folgt, dass absolute Unterschiede in den N-Überschüssen zwischen den EU-Mitgliedstaaten durch die F2F-Strategie reduziert werden. Konkret heißt dies, dass historisch gewachsene unterschiedlich hohe N-Frachten zwischen den EU-Mitgliedstaaten tendenziell abgebaut werden.
  - Analog variiert die Biodiversität zwischen den einzelnen Mitgliedsländern erheblich. Gemessen mit dem BFP-Index ergibt sich eine Bandbreite, die sich von niedrigen Biodiversitätsniveaus von 0,41 in Slowenien bzw. 0,45-0,47 in Dänemark, Belgien und Malta bis zu hohen Niveaus von 0,8 in Portugal gefolgt von 0,75 in Irland und 0,71 in Italien und Rumänien erstreckt. Deutschland nimmt hinsichtlich der Biodiversität

mit einem BFP-Index von 0,56 eine eher durchschnittliche Position ein, die durch die F2F-Strategie auch nur wenig auf einen BFP-Wert von 0,58 verbessert wird. Analog zu den N-Überschüssen führt die F2F-Strategie tendenziell zu einer Angleichung der Biodiversität zwischen den EU-Mitgliedstaaten auf einem allgemein höheren Niveau.

- Auch hinsichtlich der THG-Emissionen der Landwirtschaft ergibt sich eine erhebliche Varianz über die EU-Mitgliedstaaten. Konkret erstrecken sich die THG-Emissionen in der *baseline* von 0,9 t CO<sub>2</sub>eq. pro ha LF in Rumänien bis zu 10 t CO<sub>2</sub>eq. pro ha LF in den Niederlanden. Wie das Niveau der N-Fracht ist auch das Niveau der THG-Emissionen stark an die intensive Tierproduktion gebunden: Je höher diese ist, desto höher sind c.p. die THG-Emissionen. Durch die F2F-Strategie ergibt sich eine Reduktion der THG-Emissionen, die regional zwischen -15% und -30% schwankt. Grundsätzlich führt die F2F-Strategie zu einer Annäherung der CO<sub>2</sub>-Emissionen zwischen den EU-Mitgliedstaaten auf einem niedrigeren Niveau. So reduziert sich der Range auf 0,64 in Rumänien bis zu 7,5 t CO<sub>2</sub>eq. pro ha LF in den Niederlanden. Für die deutsche Landwirtschaft ergeben sich THG-Emissionen in Höhe von 3,7 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. pro ha LF, die durch die F2F-Strategie auf 2,7 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. pro ha LF abgesenkt werden. Dies entspricht einer Reduktion um -22%, was im Vergleich zu anderen EU-Staaten mit hoher Tierproduktion, wie beispielsweise Polen oder Dänemark mit einer Reduktion von über -30%, als eher gering einzustufen ist.

## G. Sensitivität der Effekte der F2F-Strategie

Im Kern bleiben die beschriebenen F2F-Effekte auch unter den veränderten Rahmenbedingungen (a)-(d) stabil. Im Detail ergeben sich aber dennoch einige wichtige Unterschiede, die gerade hinsichtlich der agrarpolitischen Umsetzung der F2F-Strategie erhebliche Implikationen haben. Insbesondere sind relevante Wohlfahrtseffekte von der Reagibilität des Agrarhandels abhängig. Da andere existierende Studien von einer absolut flexiblen Reagibilität des Agrarhandels ausgehen und dadurch zu z.T. fundamental anderen Ergebnissen kommen, wurde das zusätzliche F2F-Szenario (e), das von konstanten Agrarpreisen ausgeht, simuliert. Die Annahme konstanter Agrarpreise ist empirisch nicht haltbar, aber um mögliche Effekte einer höheren Reagibilität des Agrarhandels abzuschätzen, wurde das unrealistische und extreme Szenario zusätzlich simuliert. Die zentralen Ergebnisse dieser Sensitivitätsanalysen lassen sich in den folgenden Punkten zusammenfassen:

- **Eine erhöhte Reagibilität des Agrarhandels impliziert eine fundamentale Umverteilung der Anpassungskosten zwischen Landwirten und Verbrauchern sowie deutlich höhere Leakage-Effekte:** Die Preis-, Handelsbilanz- und Wohlfahrtseffekte hängen stark von der Annahme der Einbindung des Europäischen Agrarmarktes in den internationalen Agrarhandel ab. Dies gilt insbesondere für die tierischen Produkte Milch und Rindfleisch. Je stärker das internationale Angebot bzw. die internationale Nachfrage von landwirtschaftlichen Rohstoffen auf entsprechend veränderte EU-Preise reagiert, desto geringer sind die durch die F2F-Strategie induzierten Preiseffekte. Geht man von der extremen Annahme einer perfekten Reagibilität aus, d.h. es ergeben sich keine Agrarpreisänderungen, dann werden die Kosten der Umsetzung der F2F-Strategie praktisch komplett durch die Landwirte getragen. Tatsächlich würde sich unter dieser Annahme eine **Reduktion der Einkommen von fast -40 Mrd. Euro für die Landwirte** (das entspricht -242 Euro pro ha LF) ergeben, während die Konsumentenrente und auch die Profite der verarbeitenden Industrie konstant blieben. Entsprechend würden sich

deutlich höhere Produktionsverlagerungen und damit zusätzliche THG-Emissionen in den Nicht-EU-Ländern ergeben. Diese deutlich höheren Leakage-Effekte würden die Klimawirksamkeit der F2F-Strategie komplett vereiteln<sup>4</sup>.

- Ein **reduzierter Fleischkonsum in der EU verringert die Leakage-Effekte** signifikant. Konkret reduzieren sich die Leakage-Effekte der THG-Emissionen erheblich von **54 auf 31 Mio. t CO<sub>2</sub>eq.**, wobei sich insbesondere die Leakage-Effekte der Rindfleischproduktion von 36 auf 16 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. reduzieren. Somit würde die Klimawirksamkeit der F2F-Strategie insgesamt mit einer effektiven Reduktion der weltweiten THG-Emissionen um 27 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. erhöhen. Dies entspricht allerdings nur knapp 8% der gesamten THG-Emissionen der EU-Landwirtschaft und hierbei sind die Effekte im LULUCF-Sektor der Nicht-EU-Länder noch nicht berücksichtigt. Trotzdem unterstreicht dieses Ergebnis, dass Anpassungen auf der Verbraucherseite durchaus effektive Maßnahmen zur Erreichung der Green Deal-Ziele in der Landwirtschaft darstellen. Analog zu der Reduktion des Fleischkonsums würde eine allgemeine Reduktion der Nahrungsmittelverluste in den tierischen und pflanzlichen Wertschöpfungsketten der EU positiv auf die Leakage-Effekte wirken. Faktisch stellen reduzierte Nahrungsmittelverluste in der Wertschöpfungskette technischen Fortschritt dar, wodurch die effektive Nachfrage nach Fleisch in der EU reduziert wird, ohne dass sich die Wohlfahrt oder die Präferenzen der Konsumenten ändern. Entsprechend ergeben sich geringere Spillover-Effekte der F2F-Strategie auf die Produktion in Nicht-EU-Ländern.
- Die **Einbindung der Landwirtschaft in CO<sub>2</sub>-Permit Handel erhöht die Klimawirksamkeit der F2F-Strategie**. Konkret impliziert ein CO<sub>2</sub>-Permit-Preis von 100 Euro pro t CO<sub>2</sub>eq. einen deutlich höheren Rückgang der THG-Emissionen der Landwirtschaft um -140 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. Das entspricht einer Reduktion um -39% im Vergleich zur *baseline*. Zusätzlich ergeben sich auch deutlich geringere Verluste im LULUCF-Sektor der EU mit nur 17,8 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. statt 50 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. bei der Standardumsetzung der F2F-Strategie. Durch die explizite Einbindung der Landwirtschaft in den CO<sub>2</sub>-Permit-Handel ergibt sich somit eine deutlich höhere Netto-Reduktion der THG-Emissionen der EU-Landwirtschaft von - 122 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. im Vergleich zu -54 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. bei einer Standardumsetzung der F2F-Strategie. Allerdings ergeben sich auch höhere **Leakage-Effekte** mit 65 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. im Vergleich zu 54,3 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. für die Standard-F2F-Umsetzung. Insgesamt ergibt sich aber immer noch eine Netto-Reduktion der THG-Emissionen um -57 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. Das heißt, eine um eine aktive klimapolitische Maßnahme ergänzte F2F-Strategie wäre durchaus klimawirksam. Bezieht man die Reduktion der THG-Emissionen auf die gesamten THG-Emissionen in der *baseline*, so ergibt sich nur ein relativer Effekt von 16% der gesamten THG Emissionen der EU-Landwirtschaft<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup>Das Handelsmodul des CAPRI-Modells basiert auf empirischen Daten und ist somit als eine sehr gute Approximation der tatsächlichen Reagibilität des Agrarhandels zu interpretieren. Trotzdem muss konstatiert werden, dass die Reagibilität des Agrarhandels beim jetzigen Stand der empirischen Forschung nicht genau gemessen werden kann und die volkswirtschaftlichen Kosten bzw. die kalkulierten Wohlfahrtsveränderungen gerade der Landwirte und auch der verarbeitenden Industrie sensitiv auf die Reagibilität des Agrarhandels, d.h. die induzierten Preiseffekte reagieren. Dies erklärt sich nicht zuletzt aus der Tatsache, dass der Gewinnanteil in diesen Sektoren relativ gering ist. So ergibt sich für die Landwirtschaft ein Gewinnanteil von 13% an dem gesamten Produktionswert.

<sup>5</sup>Hier ist der LULUCF-Sektor in den Nicht-EU-Ländern nicht berücksichtigt.

# Implikationen für die Agrarpolitik

Die Formulierung der konkreten produktionstechnischen Restriktionen in der F2F-Strategie erfolgten weitestgehend *ad hoc* und nicht auf einer konkreten wissenschaftlichen Grundlage. Klar formuliert sind allerdings die Ziele des Green Deals, d.h. komplette Reduktion der N-Fracht, Klimaneutralität sowie Erreichung/Sicherung eines akzeptablen Niveaus an Biodiversität. Unstrittig ist auch, dass die Landwirtschaft bzw. der Konsum landwirtschaftlicher Güter in der EU einen entscheidenden Beitrag zur Erreichung dieser Ziele beitragen kann bzw. muss. Ebenso unstrittig ist, dass weder die aktuelle landwirtschaftliche Produktionsweise noch die aktuellen Konsumstrukturen im Einklang mit den Zielen des Green Deals stehen, sodass eine Anpassung der landwirtschaftlichen Produktionsweise und der Konsumstrukturen erforderlich sind. Weiterhin ist unstrittig, dass die entsprechenden Produktions- und Konsumanpassungen nur mit Hilfe eines entsprechenden agrarpolitischen Rahmens erfolgen können. Die Frage ist nun, wie ein solcher agrarpolitischer Rahmen aussehen kann. In diesem Zusammenhang hat die vorliegende Studie wichtige Ergebnisse geliefert, die in den folgenden Eckpunkten zusammengefasst sind.

**A. F2F-Strategie stellt noch keine konsistente agrarpolitische Strategie dar:** Die in der F2F-Strategie formulierten produktionstechnischen Restriktionen bilden noch keinen konsistenten agrarpolitischen Rahmen für eine effektive und effiziente Umsetzung der Green Deal-Ziele. Zentrale ungelöste Probleme sind dabei:

1. **Leakage-Effekte:** Ein zentraler Schwachpunkt der F2F-Strategie ist, dass diese in ihrer jetzigen Konstruktion nicht klimawirksam ist. Ein wichtiger Faktor sind dabei die Leakage-Effekte bzgl. der THG-Emissionen. Grundsätzlich lassen sich Leakage-Effekte im Rahmen einer entsprechenden international abgestimmten Klimapolitik vermeiden. Da die Etablierung einer internationalen Klimapolitik sehr schwierig und in absehbarer Zeit nicht zu erwarten ist, sollte eine agrarpolitische Umsetzung der Green Deal-Ziele entsprechende *second best* Optionen zur Minimierung der Leakage-Effekte beinhalten. Grundsätzlich gibt es hier drei Optionen: (a) Förderung von technischem Fortschritt zur Erhöhung einer nachhaltigen Produktion im Agrarsektor, (b) Förderung von technischem Fortschritt in der Verarbeitung und dem Konsum von Agrargütern (Reduktion von *food waste*) sowie (c) handelspolitische Eingriffe zur Vermeidung von Produktionsverschiebungen in Nicht-EU-Staaten.
2. **Einbeziehung des LULUCF-Sektors:** Ein weiterer Grund für die geringe Klimawirksamkeit der F2F-Strategie sind induzierte Landnutzungsänderungen, die neben den Leakage-Effekten einen erheblichen Anteil von 48% an der Kompensation der F2F-induzierten Reduktion der THG-Emissionen in der Landwirtschaft haben. Im Gegensatz zur Kontrolle von Leakage-Effekten ist die Kontrolle der LULUCF-Effekte in der EU relativ einfach über entsprechende ordnungspolitische Regelungen möglich. Zusätzlich können bewährte Anreize zu Landnutzungsänderungen (Aufforstung oder Wiederbewässerung der Moore) zur Steuerung der LULUCF-Effekte im Rahmen der EU-Agrarpolitik erfolgen.
3. **Minimierung der Anpassungskosten:** Die in der F2F-Strategie formulierten Maßnahmen sind sowohl hinsichtlich der Art des Eingriffes als auch der Intensität *ad hoc* und nicht auf einer fundierten wissenschaftlichen Grundlage abgeleitet. Grundsätzlich sollten sich agrarpolitische Maßnahmen an den letztendlichen Zielen, die mit diesen erreicht werden sollen, orientieren. Sinnvoll erscheint somit die maximale N-Bilanz wie auch die

THG-Emissionen politisch zu beschränken, da diese unmittelbar auf die entsprechenden Ökosystemleistungen der Landwirtschaft abzielen. Weniger sinnvoll erscheint es, pauschale produktionstechnische Vorgaben – wie beispielsweise die Erhöhung des ökologischen Landbaus auf 25% – ohne evidenten Bezug zu einer effizienten Erreichung der Green Deal-Ziele zu formulieren. Dies gilt insbesondere dann, wenn entsprechende Ökosystemleistungen, die von konkreten landwirtschaftlichen Betrieben erbracht werden, eine direkte Ansatzstelle agrarpolitischer Maßnahmen darstellen. Dies ist ohne Frage der Fall für die NPK-Nährstoffkreisläufe wie auch die THG-Emissionen. Schwieriger ist dies hinsichtlich der Biodiversität. Diese kann nach Ansicht der Autoren beim aktuellen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis noch nicht direkt adressiert werden, sondern hier muss auf relativ grobe Indikatoren wie die ökologische Vorrangfläche oder den Pflanzenschutzinsatz zurückgegriffen werden. In dieser Hinsicht sind weitere wissenschaftliche Untersuchungen notwendig.

4. **Sozial gerechte Verteilung der Anpassungskosten:** Die effektive Umsetzung der Green Deal-Ziele erfordert eine enorme kollektive Anstrengung der gesamten Gesellschaft in der EU. Von zentraler Wichtigkeit ist, dass die Eckpfeiler der F2F-Strategie einheitlich in allen Mitgliedsländern umgesetzt werden. Darüber hinaus ist es wichtig, dass die Kosten und Nutzen der Umsetzung der Green Deal Ziele sozial verträglich und gerecht zwischen den einzelnen EU-Mitgliedstaaten und deren Regionen sowie zwischen den relevanten sozio-ökonomischen Gruppen, d.h. zwischen Landwirten und Verbrauchern wie auch innerhalb der Landwirte zwischen Tier- und Pflanzenproduzenten wie auch innerhalb der Verbraucher zwischen Haushalten mit niedrigeren und höheren Einkommen, verteilt sind.

## **B. Notwendig sind innovative smarte agrarpolitische Steuerungsmechanismen:**

1. Eine effektive und effiziente Implementation der Ziele des Green Deals erfordert nicht nur die Nutzung von disruptiven digitalen Technologien in der Agrarproduktion, sondern vor allem auch innovative smarte agrarpolitische Steuerungsmechanismen, die die Flexibilität und Anreizkompatibilität von Marktmechanismen mit der Planungssicherheit von regulativen Eingriffen verbinden.
2. Weiterhin muss die agrarpolitische Umsetzung der Green Deal Ziele eine regional und zeitlich flexible Verteilung der Kosten und Nutzen erlauben, die insbesondere kontinuierlich an sich ändernde Rahmenbedingungen – wie technischer Fortschritt oder veränderte internationale Handelsströme – angepasst werden kann.
3. In diesem Zusammenhang stellen handelbare Nutzungsrechte (Permit-Handels-Systeme), wie sie bereits für die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Nichtagrar-sektor etabliert worden sind, vielversprechende Instrumente dar. Diese sind grundsätzlich auch für die effektive und effiziente Steuerung anderer Ökosystemleistungen, d.h. die N-Bilanz und auch Biodiversität, entwickelbar. Darüber hinaus erlauben diese Permit-Handels-Systeme eine flexible und transparente Aufteilung der Bereitstellungskosten der einzelnen Ökosystemleistungen zwischen Landwirten und Verbrauchern wie auch zwischen einzelnen sozialen Gruppen innerhalb der Landwirte und Verbraucher.

# Executive Summary: Englisch

## Background of the Study

According to the EU Commission, the Green Deal will be implemented through on the Farm to Fork Strategy (F2F), which was published in May 2020, as well as the EU's Biodiversity and Climate strategy. Therefore, the Grain Club has commissioned a study to analyse the effects of the F2F Strategy on production, consumption and trade of relevant agricultural products within the EU as a whole and with particular focus on Germany. The analysis was conducted based on the CAPRI-model, which is a regionalised partial equilibrium model focused on the agricultural sector including environmental and land-use effects induced by farm production. To include international trade flows and corresponding agricultural price effects, the CAPRI sector model is linked to an international trading model. Based on the new trade theory, the trading model assumes that traded agricultural commodities are not perfectly homogeneous goods, but rather imperfect substitutes. Therefore, agricultural trade involves a non-linear transaction cost and trade flows that respond only in a limited way to changed terms of trade (TOT), i.e. changed price relation on domestic and international markets.

The F2F Strategy will initially focus on the implementation of the Green Deal's agricultural main goals, which are defined as the following technical production restrictions and target values:

- (1) Reduction of mineral fertilizer use by 20%
- (2) Reduction of pesticide use by 50%
- (3) Reduction of the Nitrogen-balance surplus by 50%
- (4) Share of high diversity landscape features of at least 10%
- (5) Share of organic farming of at least 25%

In addition to that, the induced effects on the relevant ecosystem services (Nitrogen-balance, biodiversity and CO<sub>2</sub>-emission) associated with those changes as well as the implied welfare effects for relevant socio-economic groups (farmers, agribusiness and consumers) were analysed under several framework conditions: (a) decrease of the domestic demand for meat products by 20% at constant prices of the baseline scenario in the EU, (b) complete ban of soy imports into the EU, (c) decrease of China's economic growth, (d) integration of agriculture into the European CO<sub>2</sub>-permit trading system at an exogenous permit price of 100 Euro/t CO<sub>2</sub>eq. and (e) assuming constant export and import prices for the EU.

# Main results of the study

## A. Production structures

- The F2F Strategy would lead to a **significant decline in production** and a respective price increase within the EU, with the reduction of the N-balances by 50% generating the strongest effects. In practice, the decrease in production ranges from **-20% for beef**, **-6.3% for milk** as well as **-21.4%** and **-20% for cereals and oilseeds, respectively**, throughout the EU. The number of animals would be even further reduced with a decline of **-45% for feeder cattle** and **-13.3% for milk cows and young cattle** while **cereal and oilseed areas** would only be reduced by **-2.6%** and **-6%**, respectively. When compared to the N-balance reduction of 50%, all other F2F measures would lead to more moderate production adjustments which generally lie below 10%. The same kind of adjustments would also apply to Germany, except for feeding cattle where the reduction would be less with **-30%**, which would still generate the same reduction of production output with **-20%**.
- The strong decrease in production would imply an equally significant price increase within the EU and in Germany. The strongest price effects could be observed for **beef with an increase of +58%**, followed by **pork with a +48% increase** followed by **raw milk with approximately +36% increase**. Price increases for crops would vary between **+15% for fruits & vegetables** (including permanent crops and wine), **+18% for oilseeds** and **+12.5% for cereal**. In parallel to the production impacts, the strong price effects could also be attributed to the N-balance reduction of 50%, while the price effects of the other F2F measures would yield a moderate increase of **+5%**, with the exception being the reduction of pesticides, which would lead to a price increase of **+10%** for oilseeds and fruits & vegetables.
- Compared to the **price increase** within the EU, the price increases for **non-EU countries** are much more moderate with an average price increase of **+7.4% for beef**, **+10.2% for pork** and **+4% for raw milk**. For crops, price increases would vary between **+1.5% for fruits & vegetables** (including permanent crops and wine), **+3.3% for oilseeds** and **+3.8% for cereals**.
- In the EU, the use of mineral fertilizer per hectare (ha) and pesticides per ha is strongly reduced by **-51% and -58%**, respectively, while the use of organic fertilizer is reduced by **-25%**. Germany, however, reduces its use of mineral fertilizer only by **-45%** and the use of organic fertilizer by **-18%**. This insufficient decline in fertilizer and pesticide use can partially be compensated by increased efforts in other areas such as mechanical weed control and soil cultivation, which leads to an increase in costs of **+50%** in those areas.
- With regard to land-use the implementation of the F2F Strategy by definition implies a **strong growth of set-aside and ecological priority areas by +11 Million ha**, with 1.9 Million of those ha in Germany alone, while the use of utilised agricultural area (UAA) as grassland increases by 0.5 Million ha, with 58 thousand ha in Germany. However, the implementation of the F2F Strategy also implies a transformation of 1.5 Million ha of forest land into UAA, with 0.38 Million ha of those transformed forest areas being in Germany.
- With regard to adjustments of the input and land-use structures the strongest effects are again obtained by reducing the N-balance. One exception would be the reduction

of pesticide use by 50%, which by design yields a strong effect of -50% on the use of pesticides. Similarly, an increase of high diversity landscape features to at least 10% would yield an extension of set-aside areas by approximately 10 Million ha. Interestingly enough, the N-balance reduction itself would result in an extension of set-aside areas by +5 Million ha, while an increase of organic farming would only result in a 0.33 Million ha extension of those areas. In addition to that, an extension of organic farming as well as the reduction of pesticides and mineral fertilizer would result in an increase of forest land, with a margin of 0.125, 0.35 and 0.06 Million ha, respectively.

## B. Trade structures

- The decrease of production of the European agriculture implies a general reduction of net exports by the EU. If all F2F measures are simultaneously implemented, the EU net export position for cereals and beef would revert to a net import position. According to the F2F Strategy, the current net export of cereals would be reduced from +22 Million tonnes to a net import of -6.5 Million tonnes, while the net beef export would sink from +22.5 thousand tonnes to a net import of -950 thousand tonnes. Furthermore, pork would be reduced from a net export of +4.3 million tonnes to +1 million tonnes, milk export would be reduced from +5.9 million tonnes to +4.9 million tonnes while the net import of oilseeds would increase from -17 to -22 million tonnes. Lastly, the net import of fruits & vegetables would also increase from -10 million to -22 million tonnes.
- The F2F Strategy would imply a reduction of net exports for German agriculture as well. However, the export-import reversion would only apply to poultry as the current net export would be reduced from +70 thousand tonnes to a net import value of -170 thousand tonnes. While the net milk export would remain essentially unchanged, the net export of pork would also be strongly reduced from +1.26 million tonnes to 0.5 million tonnes. Lastly, the respective net import values for cereals and beef would increase from -4.7 million tonnes to -7.4 million tonnes and -0.08 million tonnes to -0.19 million tonnes.
- Depending on the product, the domestic demand would respond with a varying elasticity. For example, if the domestic production is reduced by 1%, the domestic demand would disproportionately be reduced by less than 1%, which would result in an elasticity value of less than 1. The domestic demand would be quite inelastic for animal products, especially for pork with an elasticity value of 0.12, but also milk and beef with an elasticity value of 0.34 each. There would also be similarly inelastic responses for oilseeds, with a value of 0.14, while the domestic demand for cereals and fruits & vegetables would be more elastic with values of 0.51 and 0.27 respectively.

## C. Ecosystem services

- The F2F measures significantly increase the ecosystem services of all EU member states. Similar to the production effects, the strongest effects would once again be generated by the reduction of the N-balance.
- In fact, this would cause a **N-balance reduction of approximately -50%** from 61 kg/ha to 30 kg/ha of utilised agricultural area (UAA). This effect can mainly be attributed to the 50% N-balance reduction, however, the reduction of mineral fertilizer by 20% would also result in a significant reduction of the nitrogen loss by -10 kg/ha. Other individual measures only yield a moderate to no effect as increasing organic farming to 25% would

only implied a rather minor nitrogen loss reduction of -5 kg/ha, while the increase of high diversity landscape features would only result in a reduction of -2.5 kg/ha.

- **Agricultural GHG-emissions would be reduced of -109 million t CO<sub>2</sub>eq.**, which translates to a **-29%** reduction of the agricultural global warming potential (GWP) compared to *baseline*. Looking at the individual GWP-components, *N<sub>2</sub>O*-emissions would be reduced by -37.5%, while *CH<sub>4</sub>*-emissions would be reduced by -22.7%. With regard to GHG-emissions the strongest impact is again observed for the 50% N-balance reduction, which results in a GHG-emission reduction of -26%. All other measures would only produce lower reduction rates, all of which are less than -5%, with the sole exception of the 50% reduction of pesticides, which would imply a reduction of -5.5%.
- Besides direct agricultural GHG-emissions, the GHG-balance of the LULUCF sector (Land-Use, Land-Use Change and Forestry) is also crucial for a comprehensive assessment of the F2F Strategy's impact on the GHG-balance of European agriculture. The EU LULUCF sector is explicitly integrated in the CAPRI-model, which predicts that the implementation of the F2F Strategy would lead to a reduction of CO<sub>2</sub> storage in the LULUCF-sector by 50 million tonnes of CO<sub>2</sub>eq. This can mainly be attributed to the transformation of forest into UAA, resulting in a net balance of 109-50=59 million tonnes of CO<sub>2</sub>eq. Each individual F2F measure yields different LULUCF effects. While N-balance reduction and the extension of high diversity landscape features imply a negative effect on the LULUCF sector, positive effects can be observed for the reduction of pesticides as well as mineral fertilizer use with a respective CO<sub>2</sub> storage of -2.7 and -5.9 million tonnes CO<sub>2</sub>eq. Increasing organic farming further induces a positive effect on the LULUCF-sector with a CO<sub>2</sub> storage of -5.1 million tonnes CO<sub>2</sub>eq., however, increasing high diversity landscape features only leads to an extension of agricultural land and thereby has a negative LULUCF effect with a GHG-emission range of +21 million tonnes CO<sub>2</sub>eq.
- The influence of agricultural production on biodiversity is difficult to assess based on the current state of science and therefore even harder to predict and model. The CAPRI-model approximates this influence by using a so-called **Biodiversity friendly production index (BFP)**, which can attain values between 0 and 1. Through the implementation of the F2F Strategy, the **CAPRI-Biodiversity index** would increase from 0.62 to 0.7, which equals 0.08 units or **+12.9%**. Interestingly, increasing high diversity landscape features to 10% and reducing the N-balance both have a positive effect on biodiversity, with a BFP-index increase of 0.06 units or **+9.7%**. One weakness of the BFP-index, however, is that it does not include the direct impact of pesticide use on biodiversity. As a consequence, simulations based on the CAPRI-model only imply very limited positive effects of a 50% pesticide reduction on biodiversity with a modest BFP-index increase of 0.01 units or **+1.6%**.

#### D. Public welfare

- The implementation of the F2F Strategy leads to corresponding public **adjustment costs** of approximately **42 billion Euro**.
- Due to strong price responses projected by the CAPRI-model based on assumed low Armington elasticities (corresponding to low trade response, please see also point G. below), the major share of **adjustment costs would be financed by consumers** with an estimated consumer welfare loss of 70 billion Euro (money metric), equalling to

157 Euro per capita. Germany alone would face a loss in consumer welfare of 13.4 billion Euro. In contrast to that, the **farmers' income** is expected to increase by up to +35 billion Euro (of which 4.7 billion corresponds to the increase of German farm income), while profit margins in the dairy and oil processing industry are being reduced by -4 billion Euro each. Looking at the individual F2F measures, the reduction of pesticides by 50% would require a high social cost of 38 billion Euro while the N-balance reduction would only require 15 billion Euro. Increasing high diversity landscape features to 10% and increasing organic farming to 25%, would entail a rather moderate cost of 2.6 billion Euro and 10 billion Euro, respectively. However, in order to fully assess each individual F2F measure, adjustment costs alone are not a conclusive indicator. On the one hand, there are clear synergies between each measure, and on the other hand, the induced additional ecosystem services need to be factored in as well. The relevant factor is the net benefit, meaning the difference between the benefits and the cost of the increased ecosystem services.

- Increasing agricultural income through the implementation of the F2F Strategy seems unexpected and counterintuitive at first glance, however, it can be explained by the very inelastic demand for agricultural products and the low reactivity of agricultural trading. If the European demand is sufficiently inelastic and agricultural trading is sufficiently less reactive (conditions which especially apply with regard to animal products within the EU), a decline in production leads to a disproportionate price increase resulting in an overall increase in the added value of European agriculture, despite the decline in production. This phenomenon can be considered as a reverse treadmill effect based on the theory of Cochrane. The latter is empirically proven with regard to agriculture and explains the unexpected negative effects of technical progress on agricultural incomes. The production restrictions imposed by the F2F Strategy correspond to a negative technical progress, resulting in a reversed treadmill effect. However, the F2F Strategy impacts asymmetrically on animal and crop production. While the **gross margins for animal products**, especially milk, beef and pork, **increase by 55 billion Euro** (24.5 billion Euro for milk, 6.5 billion Euro for beef and 24 billion Euro for other meat, especially pork), **the gross margins for crop production** is reduced by -21.3 billion Euro, with a reduction of **-5.8 billion Euro for cereals and oilseeds and -9.2 billion Euro for fruits & vegetables** (including wine).
- The F2F adjustment costs are not only distributed asymmetrically between consumers and farmers but also among the farmers themselves. While consumers face a cost of 157 Euro per capita, farmers are looking at a profit margin of up to 4,022 Euro per capita. However, those implied profits vary depending on the specialisation of production. On average, the F2F Strategy implies an increase of total gross margins by 218 Euro per ha UAA. As mentioned, the adjustment costs vary for each farming specialisation with a -94 Euro decrease per ha UAA for cereals, equalling to -26% of the gross margin realized in the baseline, a -661 Euro per ha UAA for fruits & vegetables - translating to -11% of the gross margin in the baseline - while beef and milk producers are faced with a gross margin increase of 423 Euro and 693 Euro per animal, respectively, as a result of the F2F Strategy<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup>Calculated per animal as well as per UAA gross margins that are based on UAA and animal head counts of the baseline.

- When interpreting each individual component of the total social costs, it is important to note that the calculated welfare for each consumer and farmer are used as a mere estimate of the total welfare change implied by the implementation of the F2F Strategy. The fully realised welfare impact for each socio-economic group depends on the concrete agricultural implementation of the F2F Strategy, which has not been explicitly included in the CAPRI-simulations. It is also important to note that the calculated welfare changes correspond to aggregated measures and can therefore vary across individual members within a specific socio-economic group. In fact, even among the clear beneficiaries of the F2F Strategy, i.e. the milk and beef producing farmers, a heterogeneous distribution of the individual benefits is to be expected. It is especially likely that the induced decrease in supply would be distributed asymmetrically among individual farms: less competitive farms would completely give up production and more competitive farms survive to collect the higher profits resulting from higher farm prices while exiting farms would realise a loss.
- If all F2F measures are implemented as planned, they will yield an average profit increase of 218 Euro per ha. This increase can be mainly attributed to the 50% N-balance reduction, which alone implies an increase in value-added of approximately 300 Euro per ha, while other F2F measures, such as the reduction of pesticides by 50% or increasing organic farming imply a decrease in value-added of -146 Euro and -33 Euro, respectively.
- In contrast to farmers, agricultural processing industries are faced with a decrease in value-added by the F2F strategy, varying from -0.02% up to -26.9% depending on the industry. For example, the processing industry only faces a relatively mild loss of profit by the 25% increase of ecological priority areas with -0.25% for milk and -3.3% for other processing industries, while the 20% reduction of mineral fertilizer implies a low profit loss for the dairy industry and a moderate loss of roughly 5% for the oil processing industry. A 10% expansion of organic farming results in a -3.6% loss of profit for the oil processing industry and an even mild profit gain of 0.15% for the dairy industry. In contrast to that, a 50% N-balance reduction would lead to a strong profit reduction for the milk processing industry with a loss of -14.5% and -13.2% for other processing industries.
- When putting the absolute welfare reduction in relation to the income per capita or rather total food expenditures, they become strongly relativised. In absolute numbers, the cumulated loss of welfare only amounts to 0.26% of the total income or 3% of total food expenditures of European consumers, while the increase in farmer income amounts to 49% of total profits by European agriculture.

## E. Leakage-Effects

- As F2F measures have a **direct effect on the consumption and production** of agricultural commodities in **non-EU countries**, they thereby also affect the transformation of ecosystem services and economic welfare in those non-EU countries. For global environmental goods such as climate change, the ecosystem services induced by the F2F Strategy in non-EU countries are directly relevant to the welfare of EU society and therefore require a comprehensive welfare analysis. This also applies to other ecological and economic spill over effects of the F2F Strategy, as long as those are considered to be global public goods from a European standpoint. For example, F2F causes changes of the food security, poverty or biodiversity in non-EU countries that can be considered as relevant for the European society. Considering the welfare aspects of the N-balance in

non-EU countries with regard to European society, a general prediction can be difficult as it depends on the specific framework conditions given in each country. For example, assuming an increased N-drift in non-EU countries leads to increased pollution of the ocean implies that it can therefore be considered as relevant for the European society. However, assuming an increased N-drift induces a local air and water pollution in non-EU countries, it probably would not be considered as welfare relevant from the perspective of the European society and hence are not considered as leakage effects.

- **The F2F Strategy is not effective against climate change!** With regard to GHG-emissions, a **leakage effect of 54.3 million t CO<sub>2</sub>eq.** becomes apparent, meaning that the implementation of the F2F Strategy would lead to additional GHG-emissions of 54.3 million tonnes CO<sub>2</sub>eq. in the agricultural sector of non-EU countries. Including this leakage effect, an overall negligible GHG-balance of  $109 - 50 - 54 = +5$  million t CO<sub>2</sub>eq. results due to the implementation of the F2F Strategy, not including effects in the LULUCF sector of non-EU countries. The LULUCF sector of non-EU countries has not been integrated into the CAPRI model yet, however, the implementation of the F2F Strategy implies a reduction of forestry areas by approximately 5 million ha in non-EU countries, hence including the LULUCF sector of non-EU countries is expected to lead to an even more negative GHG-balance of the F2F Strategy.
- When looking at product-specific leakage effects, the strongest leakage effects can be observed within animal production. The F2F induced **additional beef production in non-EU countries** alone yields additional **36 million t CO<sub>2</sub>eq.**, while pork and milk production only result in additional GHG-emissions of 6 and 4 million t CO<sub>2</sub>eq., respectively, in non-EU countries. Similar to that, **cereals and oil seeds** also result in rather **low leakage effects** of 3 and 1 million t CO<sub>2</sub>eq., respectively. Regionally, leakage effects are especially prominent in Africa (27%), South America (25%) and South Asia (36%).

## F. Heterogeneous regional effects of the F2F Strategy

- The different production structures and economic-ecological conditions lead to heterogeneous effects for each individual EU member state and within the different regions of those member states. Based on the CAPRI model, a detailed simulation of those regional effects has been conducted and analysed. The following results with regard to regional distribution of the effects of the F2F Strategy deserve a deeper highlight:
  - The adjustment costs for the implementation of the F2F Strategy are asymmetrically distributed among EU member states, with the consumer loss of welfare per capita ranging from -0.2% in Ireland to -1.4% in Romania. Similarly, the F2F induced agricultural income change varies from 3 Euro per ha of land area in Bulgaria to 945 Euro per ha of land area in Belgium. The expected change in welfare in Germany is estimated to be around -0.33% (equalling to -166 Euro per capita) on the consumer side, while the agricultural income will increase by 4.7 billion Euro, or 285 Euro per ha, through the implementation of the F2F Strategy.
  - The induced ecosystem services are also distributed unevenly among each member state, as the nitrogen loss per ha of UAA varies from 20.6 kg/ha in Romania up to 193.7 kg/ha of UAA area in the Netherlands. Meanwhile, Germany is expected to have an average N-balance of 68 kg/ha of UAA from baseline. As the F2F Strategy intends for a homogeneous reduction of the N-balance among all member states,

the absolute differences in the nitrogen loss of all European member states will be reduced by the F2F Strategy. Therefore, the historically grown nitrogen loss of different magnitude needs to be cut down successively.

- In addition to that, the biodiversity of each member state also varies considerably. Using the BFP-index as a reference, the spectrum ranges from very low biodiversity levels of 0.41 in Slovenia or 0.45-0.47 in Denmark, Belgium and Malta to very high levels of biodiversity such as 0.8 in Portugal followed by 0.75 in Ireland or 0.71 in states such as Italy and Romania. Germany, however, remains in a rather even position regarding its biodiversity with a BFP-index of 0.56, which is expected to only experience a slight increase to a BFP-value of 0.58 through the F2F Strategy. As observed with the nitrogen loss, the F2F Strategy tends to balance the biodiversity among the European member states towards a generally higher level.
- Agricultural GHG-emissions present a similar variance among the European member states, with baseline emissions varying from 0.9 t CO<sub>2</sub>eq. per ha of land area in Romania to as much as 10 t CO<sub>2</sub>eq. per ha land area in the Netherlands. Similarly to the nitrogen loss levels, the levels of GHG-emissions are directly correlated to the amount of animal production. The higher the levels of animal production are, the higher ceteris paribus. are the GHG-emissions. Through the F2F Strategy, GHG-emissions will be reduced by a margin of -15% to -30%, depending on the region and country. In general, however, the F2F Strategy leads to an approximation of the CO<sub>2</sub> emissions of the European member states towards a generally reduced level, ranging from 0.64 t CO<sub>2</sub>eq. in Romania to 7.5 t CO<sub>2</sub>eq. in the Netherlands. The German agriculture is expected to reduce its GHG-emissions from 3.7 t CO<sub>2</sub>eq. to 2.7 t CO<sub>2</sub>eq. per ha of UAA, as a result of the F2F Strategy. This equals a net reduction of -22%, which ranks rather low compared to other states such Denmark or Poland, who have a similarly high animal production, and are expected to reduce their GHG-emissions by as much as -30%.

## G. Sensitivity of F2F Strategy effects

The described effects of the F2F Strategy generally remain stable even if framework conditions change (a)-(d). However, there are still some important differences that have substantial implications with regard to the political implementation of the F2F Strategy. Especially if the relevant welfare effects depend on the responsiveness of agricultural trading. Since previously conducted studies implied an elastic responsiveness of agricultural trading - basically assuming constant world market prices - they would often come to fundamentally different results. As a result, an additional F2F scenario (e) has been simulated based on constant agricultural prices. The assumption of constant agricultural prices is empirically wrong, however, in order to assess the possible effects of an increased responsiveness of agricultural trading, this unrealistic and extreme scenario has been simulated as well. The key results of all undertaken sensitivity analyses can be summarized as follows:

- **An increased responsiveness of agricultural trading implies a fundamental redistribution of adjustment costs between farmers and consumers as well as significantly increased leakage-effects:** The price-, trade balance- and welfare-effects all strongly depend on the inclusion of the European agricultural market into international agricultural trading. This especially applies to animal products such as beef or milk. The stronger the international supply or rather the international demand for agricultural resources responds to changed TOTs, the lower are the F2F induced price effects. If one assumes perfect responsiveness, meaning that there will be no changes in agricultural prices, the costs of implementing the F2F Strategy would basically and completely be borne by the farmers. In fact, this assumption would entail an **income reduction of almost -40 billion Euro for farmers** (equalling to -242 Euro per ha agricultural area), while consumer welfare as well as the profit for the processing industry would remain constant. This would lead to a much larger reallocation of production and subsequently additional GHG-emissions in non-EU countries. The latter imply such strong leakage effects that would completely defy the climate efficacy of the F2F Strategy.
- **A reduced European meat consumption significantly reduces leakage effects** with a total reduction of GHG-emission leakage effects from **54 to 31 million t CO<sub>2</sub>eq.**, especially for beef production with a leakage effect reduction from 36 to 16 million t CO<sub>2</sub>eq. Overall, the climate efficacy of the F2F Strategy would be increased through the effective reduction of worldwide GHG emissions by 27 million t CO<sub>2</sub>eq. However, this only equates to 8% of the total GHG-emissions produced by the European agriculture, not factoring in the effects in the LULUCF sector and in non-EU countries. Nonetheless, the results further illustrate that adjustments to the consumer side present an effective strategy to reach the Green Deal goals in agriculture. Similar to the reduction in meat consumption, a general reduction of food waste in European food supply chains can have a positive impact on leakage-effects. Minimizing the food loss in supply chains corresponds to technical progress, allowing to reduce the effective food demand in the EU without changing the preference or welfare of the consumer. This furthermore leads to less production spillovers in non-EU countries induced by the F2F Strategy.
- **Including agriculture into CO<sub>2</sub>-allowance trading increases the climate efficacy of the F2F Strategy.** A CO<sub>2</sub>-allowance price of 100 Euro per t CO<sub>2</sub>eq. implies a much higher reduction of agricultural GHG-emissions by -140 million t CO<sub>2</sub>eq. or -39% from baseline. In addition to that, there would be a significant reduction of losses in the European LULUCF sector with 17.8 million t CO<sub>2</sub>eq. instead of 50 million t CO<sub>2</sub>eq.

by the standard implementation of the F2F Strategy. The explicit inclusion of agriculture into CO<sub>2</sub>-allowance trading thereby leads to an increased net-reduction of European agricultural GHG emissions of -122 million t CO<sub>2</sub>eq. compared to -54 million t CO<sub>2</sub>eq. through the standard implementation of the F2F Strategy. However, there would also be higher leakage effects with 65 million t CO<sub>2</sub>eq. compared to the 54.3 million t CO<sub>2</sub>eq. by the standard implementation of the F2F Strategy. Overall, however, there would still be a net-reduction of GHG-emissions by -57 million t CO<sub>2</sub>eq., meaning that the incorporation of an active climate policy into the F2F Strategy would have a positive impact on climate efficacy. Comparing the reduced GHG-emissions to the overall GHG-emissions from baseline only yields a relative effect of 16% of the total GHG-emissions of European agriculture.

## Implications for agricultural policies

The formulation of individual F2F measures was mostly ad hoc and did not rely on a specific scientific foundation. The goals of the Green Deal, however, are stated clearly, namely the complete reduction of the pollution from nitrogen, climate neutrality as well as reaching and securing an acceptable level of biodiversity. The fact that agriculture, or rather the consumption of agricultural goods, in the European Union can and has to play an important role in reaching those goals is also undisputed. It is also undisputed that neither the current agricultural mode of production nor the current consumption patterns are consistent with the goals of the Green Deal and require an adaptation in both areas. It is also clear that the respective modifications in production and consumption can only be achieved within an appropriate common European agricultural framework. However, the question remains how such an agricultural framework may look like. This study has delivered important insights and results with regard to this matter, all of which may be summarised as follows:

- A. **The F2F Strategy itself does not yet correspond to a consistent agricultural policy strategy:** Individual F2F measures do rather correspond to specific production restrictions which are not yet providing a consistent agricultural policy framework designed to achieve an effective and efficient implementation of the Green Deal's goals in agriculture. The unsolved key issues are:
1. **Leakage Effects:** One of the main weaknesses of the F2F Strategy is that it is not yet effective to reduce climate change. One major factor corresponds to leakage effects with regard to GHG emissions. In general, leakage effects can be avoided when an internationally coordinated climate policy is implemented within an international governance structure. However, since the establishment of an international climate policy is a difficult undertaking unlikely to deliver results in the foreseeable future, the agricultural adaptation to the Green Deal goals should include second best options in order to minimise leakage effects. Said options can include but are not limited to: (a) promoting technological progress in order to increase and secure a sustainable production within the agricultural sector, (b) promoting technological progress in the processing and consumption of agricultural commodities (reduction of *food waste*) as well as (c) trade policy interventions in order to avoid shifts of production into non-EU countries.
  2. **Inclusion of the LULUCF-Sector:** Another reason for the limited climate-efficacy of the F2F Strategy are the induced land-use changes, which amount to 48% of the com-

compensation of the F2F induced reduction of GHG-emissions in agriculture, making them an important factor together with leakage effects. In contrast to controlling leakage effects, controlling LULUCF effects in the EU is relatively easy to achieve through respective regulatory measures. In addition to that, proven incentives for land-use change, such as reforestation or rewetting of moors, can be used as an effective measure to control the LULUCF effects within European agriculture.

3. **Minimising adjustment costs:** The imposed actions stated by the F2F Strategy are to be considered ad hoc and not validated by a scientific foundation with regard to the type of intervention as well as their scale. In general, the agricultural measures taken should be goal oriented. With regard to the F2F Strategy, the political restriction of the maximum N-balance as well as GHG-emissions seems reasonable, as those directly target the respective ecosystem services provided by agriculture. In contrast to that, restricting agricultural production to specific technologies without any evidence-based foundations that these technologies contribute effectively and efficiently to achieving the set goals of the Green Deal, appear rather ineffective. A good case in point is the extension of organic farming to 25%. This holds especially true if agricultural policy measures are available that provide direct incentives to farmers to produce relevant ecosystem services. For example, this is the case with regard to nitrogen, phosphorus and potassium nutrient cycles as well as GHG-emissions. However, it is more difficult for biodiversity. In this regard, further research is definitely needed to identify adequate indicators and incentive schemes that allow an effective and efficient public management of biodiversity.
4. **Socially just distribution of adjustment costs:** The effective implementation of the Green Deal goals requires a considerable collective effort of the entire European society. Thus, it is of the utmost importance that all cornerstones of the F2F Strategy are collectively implemented by all member states. Furthermore, it is also important to realise a fair distribution of costs and benefits resulting from the implementation of the Green Deal goals among the European member states and their individual regions as well as among the relevant socio-economic groups, namely farmers and consumers. The latter includes a fair distribution of cost and benefits between farmers, i.e. animal and crop producers, and lastly among the consumers as well, i.e. between households of different socio-economic statuses and income.

#### **B. Smart and innovative governance mechanisms are required:**

1. The effective and efficient implementation of the Green Deal goals does not only require the use of disruptive technology in agricultural production, but rather innovative and smart governance mechanisms which combine the flexibility and incentive compatibility of market mechanisms with the planning security of regulative policy interventions.
2. Furthermore, these effective governance mechanisms should allow a flexible adaption of regional and temporal distribution of the costs and benefits to changing framework conditions, such as technological progress or changing international trade flows.
3. In this context, tradable allowances (emissions trading systems), as they have already been established for CO<sub>2</sub>-emissions in the non-agricultural sector, present a promising tool and could also be developed for the effective and efficient monitoring of other ecosystem-services such as the N-balance or even biodiversity. In addition to that, allowances trading systems allow a flexible and transparent division of the costs to provide each individual

ecosystem-service between farmers and consumers as well as between the individual social groups among farmers and consumers.

# Kapitel 1

## Hintergrund der Studie

Der Green Deal soll nach Willen der EU-Kommission zu einer nachhaltigen EU-Wirtschaft führen. Dabei sollen alle Wirtschaftssektoren einen aktiven Beitrag leisten. Maßgeblich für die Agrarwirtschaft sind in diesem Zusammenhang die von der EU-Kommission im Mai 2020 veröffentlichte Farm to Fork Strategie (F2F), die EU-Biodiversitätsstrategie sowie die Klimastrategie. Die Farm to Fork Strategie und die Biodiversitätsstrategie der EU-Kommission verfolgen eine Reihe von Zielen, namentlich die sichere Versorgung der Europäer/innen mit erschwinglichen und nachhaltig produzierten Lebensmitteln, die Bekämpfung des Klimawandels, den Umweltschutz und Erhalt der Biodiversität, gerechte Einkommen in der Lebensmittelkette und die Ausweitung des ökologischen Landbaus (Europäische Kommission, 2020a,b). Konkret schlägt die EU-Kommission zur Erreichung dieser Ziele unter anderem folgende Maßnahmen vor:

1. Reduktion der Abhängigkeit der EU von kritischen Futterrohstoffen (z. B. auf entwaldeten Flächen angebaute Sojabohnen)
2. Risiko und Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel und gefährlicher PSM soll um 50 % verringert werden.
3. Reduktion des Verlustes an Nährstoffen um 50%
4. Reduktion des Einsatzes von Düngemitteln um min. 20%
5. Mindestens 10% der landwirtschaftlichen Flächen sollen Landschaftselemente mit großer biologischer Vielfalt aufweisen.
6. Mindestens 25% der landwirtschaftlichen Flächen sollen ökologisch/biologisch bewirtschaftet werden.

Nach Einschätzung des Grain Clubs enthalten beide Strategien eine Vermischung von Zielen und Maßnahmen. So ist die Förderung des ökologischen Landbaus eine Maßnahme, mit der gewisse Ziele wie Umwelt- und Gewässerschutz erreicht werden können. Als eigenständiges Ziel kann diese Forderung durchaus hinterfragt werden. Entscheidend, und in der öffentlichen Diskussion zu wenig berücksichtigt, ist der Umstand, dass die Ziele der Farm to Fork Strategie miteinander im Konflikt stehen. So ist zu erwarten, dass die Flächenstilllegung, die Extensivierung über den ökologischen

Landbau und der Verzicht auf Dünger und Pflanzenschutz zu einem deutlichen Rückgang der Produktion führen werden und somit die Erreichung des Ziels einer sicheren Versorgung mit erschwinglichen und nachhaltigen Lebensmitteln beeinflussen. Dieser Produktionsrückgang ist bisher in der Folgenabschätzung nur von wenigen wissenschaftlichen Studien benannt und quantifiziert worden.

Der Grain Club gibt deshalb eine Studie in Auftrag, die folgende Fragen beantworten soll:

1. Welche Auswirkungen hat die Umsetzung der Maßnahmen der Farm to Fork Strategie auf die Agrarproduktion und die nachgelagerte verarbeitende Industrie in der EU? Insbesondere soll dabei ein Fokus auf Getreide und Ölsaaten gelegt werden. Unter anderen sollen dabei die folgende Aspekte analysiert werden:
  - a. Wie wirken sich die Ausdehnung der ökologischen Vorrangfläche wie auch die anderen individuellen F2F-Maßnahmen auf die landwirtschaftliche Nutzfläche, insbesondere das Ackerland, und die daraus resultierende pflanzliche Produktion aus?
  - b. Welche Änderungen in der Fruchtfolge – höherer Anteil von Leguminosen, Hafer und Roggen, Rückgang/Änderung der Anbaufläche von Weizen, aber auch Gerste und Raps – sind durch die Umsetzung der F2F zu erwarten?
  - c. Welche Ertragsrückgänge sind durch die Reduktion des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln sowie mineralischen Düngern sowie andere F2F-Maßnahmen zu erwarten? Inwieweit können diese Ertragsrückgänge durch den Züchtungsfortschritt zukünftig kompensiert werden?
  - d. Wie hoch wird der Rückgang der Produktion durch die Vorgabe, 25% der landwirtschaftlichen Nutzfläche in der EU ökologisch zu bewirtschaften, sein?
2. Wie wirken sich grundsätzliche ökonomische Entwicklungen und Verbrauchertrends direkt auf die Agrarproduktion in der EU sowie indirekt auf die Wirkung der Umsetzung der F2F-Strategie auf die Agrarproduktion aus? Hier sind folgende Aspekte zu beachten:
  - a. Rückgang des Fleischverzehrs in der EU und entsprechende Erhöhung des Verzehrs von Obst & Gemüse sowie Getreide und Ölsaaten in der menschlichen Ernährung.
  - b. Allgemeiner Rückgang des Wirtschaftswachstums in China und dadurch induzierter globaler Rückgang der Nachfrage nach landwirtschaftlichen Produkten.
3. Auswirkungen der Produktions- und Verbrauchsänderungen auf Handel und Preise:
  - a. Die Änderung in der Produktion wird unter den angenommenen Verbrauchsszenarien zu einer Änderung des Selbstversorgungsgrades von Getreide- und Ölsaaten in der EU führen. In einem ersten Schritt sollte deshalb abgeleitet werden, in welcher Form z. B. ein erwarteter Rückgang der Weizenproduktion und der Weizenexporte aus der EU aus anderen Exportländern abgedeckt werden kann.
  - b. Inwieweit und für welche Produkte ergibt sich durch die Umsetzung der F2F-Strategie ein Wechsel der Nettohandelsposition der EU, d.h. dass sich die EU von einem Nettoexporteur zu einem Nettoimporteur entwickelt?
  - c. Die Verknappung der EU-Handelsbilanz für Agrarprodukte (insbesondere Getreide- und Ölsaatenbilanz) wird gleichzeitig einen Preiseffekt am Weltmarkt mit sich bringen. Die

Nachfrage nach Agrarprodukten (insbesondere Getreide und Ölsaaten) ist allgemein unelastisch, die daraus resultierenden Preiseffekte in der EU sowie auf den internationalen Agrarmärkten sollten für die einzelnen F2F-Maßnahmen quantifiziert werden.

- d. In welchem Maße, in welchen Regionen wird der Rückgang der EU-Produktion kompensiert? Die Produktion von Getreide und Ölsaaten ist an einem vom maritimen Klima geprägten Gunststandort wie der EU deutlich stabiler, als an den kontinentalen Standorten wie Ukraine, Russland, Australien, Argentinien, Kanada und dem Westen der USA. Fällt ein Anbieter mit stabiler Produktion aus, dürfte das Angebot weltweit weniger stabil werden. Bei der oben beschriebenen geringen Preiselastizität der Nachfrage dürfte das c.p. zu einer Steigerung der Volatilität der Produkte am Weltmarkt führen, was ebenfalls Gegenstand der Studie sein soll.

Auf der Grundlage eines Konzeptpapiers des Grain Clubs sowie intensiver Vorgespräche stellten sich folgende Punkte als Grundlage der Studie heraus:

1. Die modellgestützten Analysen sollen mit dem CAPRI-Modell durchgeführt werden. Das CAPRI-Modell ist ein speziell für die Analyse der Gemeinsamen Europäischen Agrarpolitik konzipiertes partielles regionales Gleichgewichtsmodell, das entsprechende regionale Anpassungsreaktionen des landwirtschaftlichen Produktionssektors an eine veränderte Europäischen Agrarpolitik regional auf NUTS2-Ebene für alle EU-Mitgliedstaaten abbildet. Dabei werden simultan entsprechende Preisanpassungen auf internationalen Agrarmärkten endogen modelliert.
2. Konkret sollen neben einem „Business-as-usual“- als *baseline*-Szenario spezielle F2F-Szenarien sowie spezielle Sensitivitäts-Szenarien definiert werden. F2F-Szenarien beinhalten einerseits jeweils separat die anvisierten individuellen F2F-Maßnahmen sowie andererseits die simultane Umsetzung aller F2F-Maßnahmen. Die Sensitivitäts-Szenarien umfassen die jeweiligen relevanten unter Punkt 2 spezifizierten Rahmenbedingungen. Auf der Grundlage der definierten F2F- und Sensitivität-Szenarien wird ein effektives Szenario-Design konzipiert, für das die relevanten regionalen und internationalen Anpassungsreaktionen mit dem CAPRI-Modell simuliert werden.



# Kapitel 2

## Modell und Szenarien

### 2.1 CAPRI-Modell

Im Kern ist CAPRI (für "Common Agricultural Policy Regional Impact Analysis") ein globales ökonomisches Gleichgewichtsmodell, das die Agrarrohstoffmärkte und einige primäre Verarbeitungssektoren (Ölsaaten, Molkereien, Bio-Kraftstoffe) explizit abbildet. Das CAPRI-Modell integriert detaillierte Modelle des landwirtschaftlichen Angebots der EU-Regionen in ein globales Marktmodell für Agrarrohstoffe und einige Verarbeitungsprodukte. Die regionalen Angebotsmodelle simulieren ein gewinnmaximierendes Verhalten von repräsentativen landwirtschaftlichen Betrieben in allen EU-Regionen. Diese Angebotsmodelle bestehen aus über 280 unabhängigen Optimierungsmodellen, jeweils für eine NUTS-2-Region Europas, die im Zuge einer iterativen Preisfindung miteinander und mit den außereuropäischen Regionen kommunizieren. Es gibt 28 pflanzliche und 13 tierische regionale Produktionsaktivitäten mit einer Leontief-Technologie für die meisten Vorleistungen. Hierbei werden zwei Technologievarianten mit unterschiedlichen Ertragsniveaus unterschieden, die in Simulationen endogene Intensitätsanpassungen ermöglichen. Futtermittel und Düngemittel werden mit komplexen Bedarfsfunktionen im Rahmen der Nährstoffbilanzierung repräsentiert. Weiterhin sind Landangebotsfunktionen und politische Restriktionen in die Angebotsmodelle integriert. Eine nichtlineare Kostenfunktion bildet die Knappheit der Primärfaktoren Arbeit und Kapital, aber auch aller anderen Einflüsse auf Entscheidungen der Landwirte ab, die ansonsten nicht explizit abgebildet sind. Dies entspricht der Tradition der „Positiven Mathematischen Programmierung“ (Heckeley et al. (2012); Howitt (1995)). Hieraus folgt ein eher kontinuierliches Simulationsverhalten.

Das Marktmodell ist ein globales „Multi Commodity“ Modell für ca. 60 primäre und verarbeitete Agrarprodukte, das ca. 80 Länder in 40 Handelsblöcken abdeckt. Es ist „partiell“, da nur der Agrarsektor abgebildet wird, „komparativ-statisch“, da die Verhaltensfunktionen im Kern keine Lags enthalten, und es ist deterministisch, da Zufallseinflüsse ignoriert werden. Der internationale Handel umfasst die bilateralen Handelsströme und Preise. Dabei wird in der Modellierung entsprechend der sog. Armington-Annahme unterstellt, dass sich die Güter aus verschiedenen Regionen qualitativ unterscheiden und auf der Nachfrageseite nicht perfekt substituierbar sind, selbst, wenn es sich um scheinbar homogene Produkte wie Zucker handelt. Ändern sich also die Preisrelationen zwischen inländischen und ausländischen Varianten eines Gutes (oder auch zwischen verschiedenen Exportregionen), so kommt es zu Verschiebungen in der Nachfragestruktur aber nicht zu einer vollständigen Verdrängung bestimmter Herkünfte. Auf der Nachfrageseite werden explizit die Nachfrage

nach Nahrungsmitteln und Futtermittel sowie für die Weiterverarbeitung (Molkereisektor, Ölmühlen, Biotreibstoffe) durch Verhaltensfunktionen abgebildet.

Die Position der Futtermittelnachfrage und der Angebotsfunktionen der europäischen Regionen wird iterativ entsprechend der Lösung der regionalen Angebotsmodelle nachjustiert, während die außereuropäischen Regionen fixierte Verhaltensfunktionen haben. Nach dieser Justierung wird das Marktmodell mit rund 70,000 Gleichungen gelöst, um die Gleichgewichtspreise zu erhalten, die in der nächsten Iteration der Angebotsmodelle genutzt werden, bis Konvergenz erreicht wird.

In dieser Studie wird bei der Markträumung für die EU die Standardauflösung verwendet, wobei nur zwei Teilregionen „Ost“ („neue“ Mitgliedsländer) und „West“ unterschieden werden. Die Produzentenpreise der Länder innerhalb dieser Regionen (z.B. Deutschland und Frankreich innerhalb von „EU-West“) können sich im Niveau unterscheiden, verändern sich aber in Simulationen mit gleichem Prozentsatz. Die Konsumentenpreise unterscheiden sich von den Produzentenpreisen wegen der (absolut konstanten) Verarbeitungsspanne und wegen der Aggregation der heimischen und importierten Gütermengen. Zu den „klassischen“ Modelloutputs des CAPRI Modells gehören die Marktbilanzen der abgebildeten Güter, deren Preise, und die resultierenden Einkommen bzw. Wohlfahrtseffekte im engen ökonomischen Sinn.

CAPRI wird in zahlreichen Studien<sup>1</sup> genutzt, um die Auswirkungen von Politiken oder anderen Änderungen der Rahmenbedingungen auf Landwirtschaft, Umwelt und Handel zu untersuchen. Die meisten politischen Elemente im Green Deal Paket betreffen die landwirtschaftliche Produktionstechnologie. Es ist daher wichtig, dass diese entsprechend detailliert dargestellt wird.

Die Futter-Modellierung beinhaltet eine Bilanz für Futterenergie und Protein, aber berücksichtigt auch gängige Nährstoffgehalte von Futtermitteln und ihre Anteile. Diese Futterbilanz ist verbunden mit der Nährstoffbilanz im Pflanzensektor, da die Fütterung von Protein zur Ausscheidung von stickstoffhaltiger Gülle führt, abzüglich der Stickstoffentnahme über die tierischen Produkte („Hof-torbilanz“). Die Stickstoffbilanz im Pflanzensektor beinhaltet die Importe über mineralischen Dünger, Gülle, biologische Fixierung, atmosphärische Einträge und Ernterückstände. Exporte von Stickstoff erfolgen als pflanzliche Outputs, (einschließlich Ernterückständen), Netto-Gülle-Exporte, gasförmige Verluste, Abschwemmung und als Residuum der Überschuss an den Boden.

Zu den gasförmigen Verlusten von Stickstoff gehört auch Stickoxid, eines der zwei wichtigsten landwirtschaftlichen Treibhausgase (THG) neben Methan. Die Berechnung der THG erfolgt hauptsächlich nach dem IPCC Tier 2 Ansatz, insbesondere im Rindersektor, ansonsten nach Tier 1. Die wesentlichen Emissionstypen, die im UNFCCC Berichtswesen der Landwirtschaft zugeordnet sind, werden erfasst.

Auch die Kohlenstoffeffekte, die durch Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF) verursacht werden, sind weitgehend erfasst, wenn auch mit einfacher Methodik (in der Regel Tier 1). Geerntete Holzprodukte (HWP) sind die einzige ignorierte LULUCF Kategorie. Die LULUCF Buchführung unterscheidet

- (i) Effekte von anhaltender Landnutzung in einer bestimmten Kategorie (Ackerland, Grünland, Forst)
- (ii) Effekte von Landnutzungsänderungen (z.B. Grünland zu Ackerland, aber auch Aufforstung oder Entwaldung)

---

<sup>1</sup>siehe [capri-model.org](http://capri-model.org)

Innerhalb dieser Flächenkategorien werden Kohlenstoffeffekte durch veränderte Biomasse und Kohlenstoff im Boden (SOC) unterschieden, wobei für die fortdauernde Nutzung von Ackerland und Grünland eine detaillierte Kohlenstoffbilanz verwendet wird, während Landnutzungsänderungen mit IPCC Koeffizienten und die Effekte fortdauernder Forstnutzung mit den aktuellen Koeffizienten aus den UNFCCC Daten (CRF) abgebildet werden.

Für Europa kann CAPRI demnach die Kohlenstoffeffekte für den gesamten Bereich der Landwirtschaft, Landnutzung und Forstwirtschaft (AFOLU) weitgehend abdecken (siehe auch Perez-Dominguez 2019). Dies gilt auch für Vermeidungstechnologien, die EU-Landwirten zur Verringerung des Ausstoßes von THG zur Verfügung stehen. Jene Technologien, die auf Stickoxide abzielen, können auch dabei helfen, den Stickstoffüberschuss zu reduzieren. Dazu gehören etwa eine stickstoffarme Fütterung, Züchtung im Hinblick auf Futtereffizienz, pflanzenbauliche Maßnahmen wie eine Optimierung der zeitlichen Verteilung der Düngerausbringung, Nitrifikationshemmer, sowie Elemente der Präzisionslandwirtschaft. Andere Maßnahmen zielen auf die Vermeidung von Methanemissionen ab.

Für die außereuropäischen Regionen ist eine Buchführung der landwirtschaftlichen THG ebenfalls vor mehreren Jahren eingeführt worden (Jansson et al. (2010)).

Die Methodik beruht auf Emissionskoeffizienten je Produkteinheit (etwa je t Rindfleisch) während sie für die Europäischen Regionen detaillierter (mit Bezug auf Aktivitäten wie die Kuhzahl) erfolgen kann. Dennoch wird in der Kalibrierung sichergestellt, dass die Berechnungsmethoden konsistent sind, sodass es möglich ist, auch die Nettoeffekte von EU Politiken (inkl. „leakage“) abzuschätzen, wenn THG Einsparungen in der EU etwa teilweise durch Mehremissionen in anderen Erdteilen kompensiert werden.

Eine analoge Erweiterung der CAPRI Kohlenstoffbuchhaltung auf den LULUCF Sektor in den außereuropäischen Regionen wurde in einem anderen Projekt erst kürzlich vorgenommen<sup>2</sup>, ist aber noch nicht in diese Modellversion integriert, sodass nur die EU LULUCF Effekte ausgewiesen werden können. Allerdings wird die zugrundeliegende Flächennutzung auch für die außereuropäischen Regionen ausgewiesen und kann als Indikator für die globalen LULUCF-Effekte herangezogen werden.

Neben den Nährstoffbilanzen und den THG-Effekten rücken die Wirkungen auf die Biodiversität zunehmend in den Fokus. Diese können im CAPRI System mit Hilfe des BFP-Indikators (für „Biodiversity friendly practices“) nur approximativ wiedergegeben werden. Dieser Index ist ein flächengewichtetes Mittel aus vier Teilindizes, mit denen unterschiedliche Flächennutzungen einen partiellen Biodiversitätspunktwert zwischen 0 und 1 erhalten:

- In den Teilindex für Ackerland geht der N-Eintrag aus Mineraldünger und Gülle ein sowie ein (Shannon-) Index der Fruchtvielfalt,
- der Teilindex für Dauerkulturen berücksichtigt nur den N-Eintrag dort,
- Futterflächen werden anhand der Viehdichte beurteilt und
- Stilllegungsflächen werden mit einem Index um 0.8 bewertet, entsprechend der Erwartung eines durchschnittlich recht positiven Beitrags zur Biodiversität.

Dieser Index wurde auch in Gocht et al. (2017) verwendet, auch wenn weitaus komplexere Beurteilungsmethoden in der Literatur diskutiert werden. Die größte Einschränkung für diese Studie ist sicherlich die Vernachlässigung von Pflanzenschutzmittelwirkungen auf die Biodiversität.

<sup>2</sup>siehe <https://www.suprema-project.eu/images/SUPREMA-D23.pdf>

## 2.2 Szenarienbeschreibung

Der „Green Deal“ soll nach Willen der EU-Kommission zu einer nachhaltigen EU-Wirtschaft führen. Dabei sollen alle Wirtschaftssektoren einen „aktiven Beitrag“ leisten. Maßgeblich für die Agrarwirtschaft sind in diesem Zusammenhang die von der EU-Kommission im Mai 2020 veröffentlichte Farm to Fork Strategie sowie die EU-Biodiversitätsstrategie. Diese verfolgen eine Reihe von Zielen, namentlich die sichere Versorgung der Europäer/innen mit erschwinglichen und nachhaltig produzierten Lebensmitteln, die Bekämpfung des Klimawandels, den Umweltschutz und Erhalt der Biodiversität, gerechte Einkommen in der Lebensmittelkette und die Ausweitung des ökologischen Landbaus (Quelle: EU-Kommission, 10. November 2020). Konkret schlägt die EU Kommission zur Erreichung dieser Ziele unter anderem folgende Maßnahmen vor:

1. Reduktion der Abhängigkeit der EU von kritischen Futterrohstoffen (z.B. auf entwaldeten Flächen angebaute Sojabohnen)
2. Risiko und Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel und gefährlicher PSM soll um 50 % verringert werden.
3. Reduktion des Verlustes an Nährstoffen um 50%
4. Reduktion des Einsatzes von Düngemitteln um min. 20%
5. Mindestens 10 % der landwirtschaftlichen Flächen sollen Landschaftselemente mit großer biologischer Vielfalt aufweisen.
6. Mindestens 25 % der landwirtschaftlichen Flächen sollen ökologisch/biologisch bewirtschaftet werden.

Im Folgenden werden die Detailannahmen erläutert, mit denen dieses Maßnahmenbündel in dieser Studie abgebildet wird.

### 2.2.1 Baseline

Das Baseline Szenario nimmt in jeder CAPRI Studie eine Sonderstellung ein, da es sich in vieler Hinsicht von allen anderen Szenarien unterscheidet. Dies liegt insbesondere daran, dass viele Formen von strukturellen Änderungen vorliegen können, die implizit die Parameter von CAPRI (und anderen Modellen) ändern können. Damit kann man auf zweierlei Weise umgehen:

1. Nur ausgewählte Parameter dürfen sich innerhalb eines vorgegebenen Rahmens verändern, während alle anderen konstant gehalten werden. Eine typische Vorgehensweise wäre es, eine konstante Rate technologischen Fortschritts irgendeiner Art anzunehmen und alle anderen Parameter konstant zu halten. Die pflanzlichen Erträge und andere Variablen würden sich dadurch anhand der angenommenen Rate des technologischen Fortschrittes verändern. Ergänzend können Annahmen zu Auswirkungen des technologischen Fortschritts auf andere Variablen wie die Futtereffizienz getroffen werden. Auf der Nachfrageseite könnten Präferenzänderungen vorausgeschätzt werden. Dieser selektive Satz von Parameteränderungen kann dann zusammen mit exogen vorausgeschätzten Inputs wie dem Bevölkerungswachstum genutzt werden, um die Baseline wie ein „normales“ Szenario zu simulieren.

2. Statistischen Vorhersagen (im einfachsten Fall Trendprognosen) wird ein größeres Gewicht gegeben, um die zukünftige Baseline zu bestimmen. Diese werden häufig mit Expertenwissen kombiniert, um die statistischen Prognosen zu beurteilen und ggf. zu modifizieren. Dieses Vorgehen geschieht oft in großen Organisationen wie der FAO oder OECD. Die CAPRI Baseline wird ähnlich erstellt, jedoch stützt sich CAPRI im hohen Maße auf bereits existierende Prognosen von anderen Organisationen. Die wichtigste externe Prognose, die in CAPRI benutzt wird, ist der *DG Agri Agricultural Outlook*, der auf dem Aglink Model beruht. CAPRI nutzt die zentralen Outputs dieser Baseline als Zielgrößen und kombiniert diese externen Inputs mit Trendvorhersagen auf der Basis der CAPRI Datenbasis und harten technische Restriktionen zu einem simultanen Schätzansatz für die Baseline.

Nachdem die Baseline mittels dieses statistischen Vorgehens bestimmt wurde, werden alle Parameter erneut kalibriert, so dass das Modell in dieser Prognose im Gleichgewicht ist.

## 2.2.2 Hauptelemente des Green Deal Szenarios

**Erhöhung des Anteils des organischen Landbaus** Der ökologischer Landbau kann in dieser Studie nur vereinfacht repräsentiert werden, im Wesentlichen, indem die Input/Output Koeffizienten des Modells geändert werden. Dazu zählen:

- Ertragsrückgang, um den Ertragsunterschied zwischen konventionellem und ökologischem Landbau wiederzugeben
- Verzicht auf den Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel, modelliert als Senkung der Kosten für Pflanzenschutzmittel
- Komplementär dazu eine Steigerung anderer Kosten aufgrund von alternativer Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen, wie maschineller Unkrautbekämpfung und einer Erhöhung des Anteils von Zwischenfrüchten
- Verbot mineralischen Düngers

Ökologische Tierproduktion wird in dem Szenario nicht direkt, sondern nur indirekt durch die ökologische Produktion von Grünland erfasst. Auch die ökologische Pflanzenproduktion wird nicht explizit in dem Modell erfasst. Aber bei bekannten Anteilen des Ökolandbaus in der Baseline und in den Szenarien können die Auswirkungen auf den durchschnittlichen Betrieb infolge der oben beschriebenen Änderungen abgebildet werden (siehe unten).

Bei der Implementierung der Zielvorgabe von 25% ist zu berücksichtigen, dass schon in der Baseline ein Anteil von etwa 10% erwartet wird (gemäß DG AGRI Agricultural Outlook). Der Zuwachs wurde unter Berücksichtigung der jüngeren statistischen Daten (separat für Ackerland, Dauerkulturen und Dauergrünland) auf die einzelnen EU-Länder umgelegt. Dabei wurde berücksichtigt, dass das Potential für eine Ausdehnung des organischen Landbaus in den einzelnen Ländern recht unterschiedlich ist, so dass einige Länder hinter der Marke von 25% bleiben können, wenn dies in anderen Ländern ausgeglichen wird, wo die Dynamik stärker erscheint.

Die unterstellten Ertragsänderungen basieren auf früheren Schätzungen der Ertragsunterschiede für Kulturgruppen und in Teilregionen der EU seitens des Joint Research Centre (JRC), die im CAPRI

System auch für andere Zwecke genutzt wurden<sup>3</sup> und werden. Wenn in einem Land für eine Kulturgruppe etwa ein Ertragsunterschied von 40% besteht und der Anteil des organischen Landbaus um 10 Prozentpunkte steigt, so würde der aggregierte Ertrag um  $10\% \cdot 40\% = 4\%$  sinken. Dieser Ertragsrückgang hat dann auch Auswirkungen auf den Nährstoffbedarf, der von den Erträgen abgeleitet wird.

Auch die anderen Änderungen der Inputkoeffizienten werden mit den unterstellten Änderungen der Anteile des Ökolandbaus in veränderte Inputkoeffizienten für den Durchschnittsbetrieb übersetzt. Bei chemischem Pflanzenschutz und Mineraldünger bedeutet dies, dass sich die Aufwandsmengen um 10% vermindern sollten, wenn der Ökolandbau um 10% zunimmt ( $10\% \cdot -100\% = -10\%$ ).

**Reduktion des Einsatzes chemischer Pflanzenschutzmittel** Bezüglich der Reduktion des Einsatzes chemischer Pflanzenschutzmittel (PSM) um 50% wird Folgendes angenommen:

- Ertragsrückgang um 10%
- Steigerung der Kategorie anderer Kosten um 50%
- Steigerung des Anteils von Zwischenfrüchten um 25%

Diese Vorgaben sind allerdings die Maximaleffekte, die in einem partiellen Szenario „Reduktion des PSM-Einsatzes“ auch genauso simuliert wurden. Im kombinierten „Green Deal“ Szenario, in dem alle Elemente aktiv sind, wird anhand der bekannten Vorgaben für die Ausdehnung des Ökolandbaus berechnet, welcher Teil der Einschränkung schon aufgrund der Ausdehnung des Ökolandbaus erreicht ist. Expandiert der ökologische Sektor eines Landes beispielsweise stark, könnten bereits 20% des Reduktionszieles abgedeckt sein. Der konventionelle Sektor müsste den PSM-Einsatz dann nur noch um die übrigen 30% senken. Folglich würden dann die Ertragsrückgänge in der konventionellen Landwirtschaft nur noch mit  $10\% \cdot 30\% = 6\%$  angesetzt werden.

**Erhöhung des Anteil ökologischer Vorrangflächen auf 10%** Im CAPRI Modell wird das 10% Ziel erreicht, indem der Anteil stillgelegter Flächen und Brachland erhöht wird. Ebenso wie bei den Zielvorgaben für den Ökolandbau müssen auch hierfür die aktuell erwarteten Anteile an Brachland und anderer relevanter Landschaftselemente berücksichtigt werden. Dabei können für die Brachlandflächen regionale Erhebungsdaten von Eurostat für das Jahr 2016 verwendet werden, während Daten zu den Flächen mit Landschaftselementen auf etwas älteren Erhebungen seitens des JRC (basierend auf den LUCAS-Erhebungen und Fernerkundungsdaten) aus dem Jahr 2013 basieren, die leider nur auf Mitgliedsländerebene ausgewiesen wurden. Folglich können Regionen, die einen überdurchschnittlich hohen Anteil von „unproduktiven“ Landschaftselementen enthalten keinen „Bonus“ in den CAPRI Simulationen erhalten. Ebenso müssen die intensiv genutzten Regionen eines Landes in unseren Szenarien keinen überdurchschnittlichen Anteil ihrer UAA aus der Produktion nehmen.

**Verminderung des Mineraldüngereinsatzes um 20%** Das Verminderungsziel wurde weitgehend unabhängig davon implementiert, wie viel Mineraldünger in der baseline genutzt wird, oder

---

<sup>3</sup>siehe etwa [www.suprema-project.eu](http://www.suprema-project.eu)

auch wie hoch der regionale Nährstoffüberschuss ist. Technisch gesehen wird der Einsatz von synthetischem Dünger für Kulturgruppen restringiert, die einen ähnlichen Bedarf an Dünger haben. Dabei werden allerdings Kulturgruppen in Regionen ausgenommen, wenn diese weniger als 30 kg/ha Stickstoff erhalten, um technische Probleme zu vermeiden. Die Implementierung auf der Ebene von Kulturgruppen entspricht einer eher ineffizienten Politikimplementierung, weil eine optimierte Reduktion bei den Kulturgruppen konzentriert würde, wo die geringsten ökonomischen Verluste anfallen.

Auch bei dieser Green Deal Szenariokomponente wird der volle Kürzungssatz nur in dem partiellen Szenario angewandt, das lediglich einer gewissen Disaggregation der Gesamteffekte dient. In dem kombinierten Green Deal Szenario berücksichtigen wir auch die Reduktion, die bereits dadurch erfolgt ist, dass aufgrund der Expansion ökologischer Flächen, diese keinen mineralischen Dünger mehr erhalten.

**Verminderung des Nährstoffüberschusses um 50%** In der Farm To Fork Strategie ist die Reduktion des Nährstoffverlusts mit der Reduktion des Düngers um 20% verknüpft. Unterstützt wird es von einer Reihe von Umwelt- und Klimagesetzen und einem Aktionsplan zum integrierten Nährstoffmanagement. Dies wird noch in Kooperation mit den Mitgliedsländern erarbeitet. Im CAPRI System wird das Szenario durch eine Beschränkung des gesamten Stickstoffüberschusses je ha als zusätzliche Restriktion in den Programmierungsmodellen implementiert. Dabei wurde der Einfachheit halber eine Verminderung in allen Regionen um diesen Prozentsatz unterstellt.

Wie bei den anderen Politiken die Teil des Green Deal Pakets sind, wird auch bei der Überschussrestriktion berücksichtigt, dass andere Szenarioelemente (z.B. die Reduktion des Mineraldüngers und die Steigerung des Ökolandbaus) schon zur Zielerreichung beigetragen haben und „nur noch“ eine residuale Verminderung zu erreichen ist. Dabei kann das Modell folgende Mechanismen nutzen:

- Änderungen des Aktivitätsniveaus, einschließlich eines Abbaus der Tierbestände
- geringere Erträge durch Verlagerung zu extensiven Pflanzenbauverfahren
- Einsparungen im Einsatz von Dünger aufgrund von Vermeidungstechnologien wie optimierten Düngezeitpunkten und Elementen der Präzisionslandwirtschaft

Da die Restriktion auf regionaler Ebene implementiert wurde, entspricht dies einer eher effizienten (smarten) Politikausgestaltung. Dieses Szenario wurde daher auch in einer eher „ineffizienten“ Variante simuliert. Hierbei wurde ein Großteil der Überschussbegrenzung durch eine Verminderung der Viehdichte (auf 1 GVE je ha) erreicht und die Optimierung in den Programmierungsmodellen bezog sich nur noch auf die Residualverminderung. Ein derartiges Szenario kann evtl. in stilisierter Form das Ergebnis repräsentieren, wenn die Verminderung in jedem Betrieb den angestrebten Prozentsatz erreichen muss, anstatt, dass die Betriebe die Anpassungserfordernisse durch Güllehandel oder ein Permitsystem effizient in der Region verteilen können.

**Kombiniertes Green Deal Szenario** Wie zuvor an verschiedenen Stellen erwähnt, ist das kombinierte Szenario schon bei den Szenarioelementen nicht einfach eine Addition der Einzelelemente. Dies gilt natürlich erst recht für die unten analysierten Szenarioergebnisse. Dennoch wurden die partiellen Szenarien ebenfalls simuliert, um wenigstens Anhaltspunkte dafür zu erhalten, wie die einzelnen Elemente des Pakets zusammenwirken.

### 2.2.3 Sensitivitätsanalysen

Neben den Kernszenarien wurden vier Sensitivitätsanalysen durchgeführt, um zu untersuchen, in welchem Umfang die Green Deal Ergebnisse zu anderen Effekten führen, wenn das Paket unter anderen Rahmenbedingungen eingeführt wird.

**Verminderung des Fleischkonsums - *Meat*** Eine Verminderung des europäischen Fleischkonsums wird unter gesundheitlichen und klimapolitischen Gesichtspunkten regelmäßig als vorteilhaft erachtet. Gleichzeitig gibt es in Europa in verschiedenen Ländern unterschiedlich starke Tendenzen einer Zunahme von Vegetariern oder Veganern. In einer Sensitivitätsanalyse wurde in Anlehnung an die Annahmen in einem aktuellen Thünen Report (Haß et al., 2020) unterstellt, dass es zu folgenden Präferenzverschiebungen kommt:

- 20% weniger Fleisch
- Ausgleich eines Teils (20%) des Kalorienminderverbrauchs durch Mehrkonsum von Gemüse, Früchten, und Hülsenfrüchten

Es ist zu beachten dass die Präferenzänderungen in dem o.g. Umfang nur eintreten würden, wenn sich die Preise nicht ändern. Tatsächlich werden die Fleischpreise nachgeben und damit einen Teil der Präferenzverschiebung für die Nachfragewirkung wieder kompensieren. Die Green Deal Politik wurde also in dieser Sensitivitätsanalyse in einem für den Fleischsektor ohnehin schwierigeren Umfeld simuliert.

**Weitgehender Verzicht auf Sojaimporte - *Soja*** Sojaimporte in die EU werden oft wegen der möglichen Landnutzungseffekte in den Herkunftsländern aber auch wegen möglicher Konflikte mit der Gentechnikfreiheit auf EU-Märkten als Problem gesehen. Unsere Sensitivitätsanalyse unterstellt ein weitgehendes Importverbot oder ein sehr restriktives Lizenzierungssystem, das durch einen nahezu prohibitiven Zollsatz (8facher Importpreis) im Model implementiert wurde. Damit sind die Anpassungsmöglichkeiten des Agrarsektors auf das Green Deal Szenario stark eingeschränkt. Das Szenario löst natürlich deutliche Reaktionen auf den Märkten im Vergleich ohne ein solches Importverbot aus. Hier interessiert jedoch vor allem, ob die Green Deal Wirkungen gravierend anders wären, wenn diese Politik tatsächlich bei der Einführung des Green Deal schon implementiert wäre.

**Vermindertes Wirtschaftswachstum in China - *China*** Das einkommensgetriebene Nachfragewachstum in China hat auch die Exportnachfrage nach europäischen Agrarprodukten in den letzten Jahren maßgeblich gestützt. Allerdings kann eine Fortsetzung dieses Wachstums nicht als Naturkonstante vorausgesetzt werden. Es wurde daher untersucht, welche Auswirkungen sich ergeben würden, wenn sich das Einkommenswachstum in China in der nächsten Dekade gegenüber der „Business as usual“-Entwicklung halbieren würde. Dieses Szenario bedeutet eine verminderte Nachfrage, so wie auch das oben erläuterte Fleischszenario. Der Unterschied ist, dass es diesmal die Exportnachfrage ist, die niedriger ist, und, dass der Nachfrageeinbruch nicht auf die Fleischmärkte beschränkt ist.

**CO<sub>2</sub>-Preis von 100 Euro (2010) - *CO<sub>2</sub>*** Die EU verfolgt ambitionierte Klimaziele, zu denen der Green Deal beitragen soll. Allerdings ist es wahrscheinlich, dass im Hinblick auf das angestrebte 2

Grad Temperaturziel eine deutlich konsequentere Umstrukturierung von Wirtschaftsprozessen auch in der Agrarwirtschaft nötig ist. In der Praxis werden dafür eine Vielzahl von Instrumenten eingesetzt, zu großen Teilen in der Verantwortung der Mitgliedsländer. In dieser Studie soll untersucht werden, welche Veränderungen die Green Deal Wirkungen erfahren würden, wenn man das Green Deal Paket im Kontext einer effizienten Klimapolitik einführen würde. Eine effiziente Klimapolitik wird regelmäßig durch das Konstrukt eines CO<sub>2</sub>-Preises in der Modellierung repräsentiert, als ob das aktuell bestehende ETS System auf die Landwirtschaft ausgeweitet würde, wogegen es jedoch diverse Hürden gäbe. Eine derartige effiziente Klimapolitik mit einem signifikanten Kohlenstoffpreis würde tendenziell einige der Green Deal Effekte vorwegnehmen, so dass die Wirkungsanalyse möglicherweise zu modifizierten Ergebnissen kommt.



# Kapitel 3

## Umwelt und Landwirtschaft: Ausgangslage und Outlook 2020

Dieses Kapitel fasst die Ausgangslage in den drei Bereichen (a) Treibhausgasemissionen, (b) Stickstoffbilanz und (c) Biodiversität zusammen, die von den Green Deal Maßnahmen beeinflusst werden. Sofern nicht explizit anders ausgewiesen, handelt es sich bei den dargestellten Daten um Daten für die EU-27.

### 3.1 Treibhausgasemissionen

Anthropogene Klimaveränderungen sind im Wesentlichen auf die Emission von Treibhausgasen (THG) zurückzuführen. Zu diesen zählen gemäß Anlage A des Kyoto-Protokolls (UNFCCC Sekretariat, 1997)

- Kohlendioxid ( $CO_2$ ),
- Methan ( $CH_4$ ),
- Distickstoffoxid ( $N_2O$ , Lachgas),
- Teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW/HFC),
- perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW/PFC) sowie
- Schwefelhexafluorid ( $SF_6$ ).

Relevante THG der Landwirtschaft sind zum einen durch Fermentation freigesetztes *Methan*, zum anderen durch Bewirtschaftung von Böden freigesetztes *Kohlendioxid* und *Lachgas*.

Bis zum Jahr 2020 sollten 20%, bis 2030 sollen 40% der Emissionen im Vergleich zum Referenzjahr 1990 innerhalb der Europäischen Union gesenkt werden. Im Referenzjahr 1990 lagen die THG-Emissionen in der EU-27 bei rund 4857 Megatonnen (Mt)  $CO_2eq$ . Das Gesamtziel ist die THG-Neutralität bis 2050 (80-95% Reduktion). Laut Europäischer Umweltbehörde wird das Ziel für 2020

erreicht, während mit den bestehenden bzw. zusätzlichen Maßnahmen für 2030 lediglich eine Reduktion um etwa 30% bzw. 32% erreicht werden kann (EEA, 2019). Hier sind also verstärkte Anstrengungen nötig, um das Ziel zu erreichen. Selbst wenn das Reduktionsziel für 2030 erreicht werden sollte, ergeben sich für das langfristige Ziel der CO<sub>2</sub>-Neutralität je nach Zielwert die folgenden jährlichen Reduktionen zwischen 2030 und 2050:

- 80% Reduktion im Vergleich zu 1990: 114 Mt CO<sub>2</sub>eq.
- 95% Reduktion im Vergleich zu 1990: 157 Mt CO<sub>2</sub>eq.

Dies ist nur durch umfassende Transformationen auch des *Agrar- und Ernährungssektors* erreichbar. Das bedeutet, dass die THG-Emissionen in der Landwirtschaft gesenkt werden müssen.

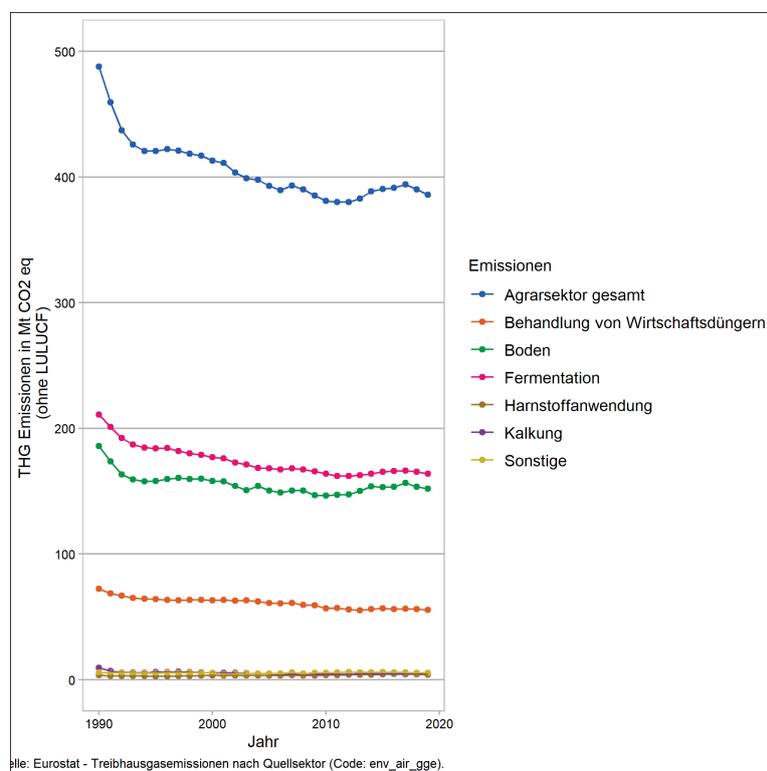
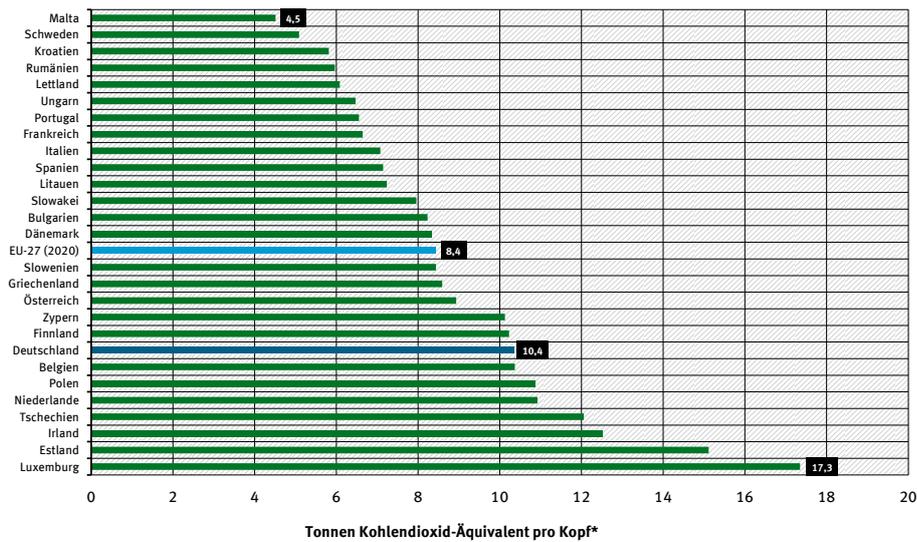


Abbildung 3.1: EU: Treibhausgasemissionen des Agrarsektors [in Mt CO<sub>2</sub>eq.]

Abbildung 3.1 zeigt die Entwicklung der Treibhausgasemissionen des Agrarsektors in der EU-27 auf der Grundlage von Eurostat-Daten in Mt. Insgesamt sind die Emissionen des Sektors von 488 Mt CO<sub>2</sub>eq. im Jahr 1990 auf 386 Mt CO<sub>2</sub>eq. im Jahr 2019 gesunken. Dies entspricht einer THG-Emission von rund 8 t CO<sub>2</sub>eq. pro Kopf im Durchschnitt der EU. Allerdings sind die THG-Emissionen mit 4,5 t CO<sub>2</sub>eq. pro Kopf in Malta und 17,3 t CO<sub>2</sub>eq. in Luxemburg sehr ungleich in den EU-Staaten verteilt. Deutschland rangiert mit 10,4 t CO<sub>2</sub>eq. pro Kopf unter den Top-Emissionsländern der EU (siehe Abbildung 3.2). Auch im weltweiten Vergleich gehört Deutschland zu den Top-Emissionsländern und rangiert 2016 gemessen an den gesamten THG-Emissionen auf Platz 6 hinter China, USA, Indien und Russland und Japan. Die USA hat allerdings mit 15,5 t CO<sub>2</sub>eq. eine deutlich höhere pro Kopf-Emission als die EU bzw. Deutschland.

### Treibhausgas-Emissionen der Europäischen Union im Vergleich 2018

#### Pro-Kopf-Emissionen



\* ohne Emissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF)

Quelle: Europäische Umweltagentur - European Environment Agency (EEA), EEA greenhouse gas - data viewer <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer> (25.08.2020)

Abbildung 3.2: EU: Treibhausgasemissionen in EU-Mitgliedstaaten [in t CO<sub>2</sub>eq. pro Kopf]

Haupttreiber der landwirtschaftlich induzierten THG-Emissionen sind dabei, gemessen am Volumen der Emissionen, die Fermentation und die Bodenbewirtschaftung mit 164 Mt CO<sub>2</sub>eq. (42,5%) bzw. 152 Mt CO<sub>2</sub>eq. (39,4%) in 2019 (Abbildung 3.1).

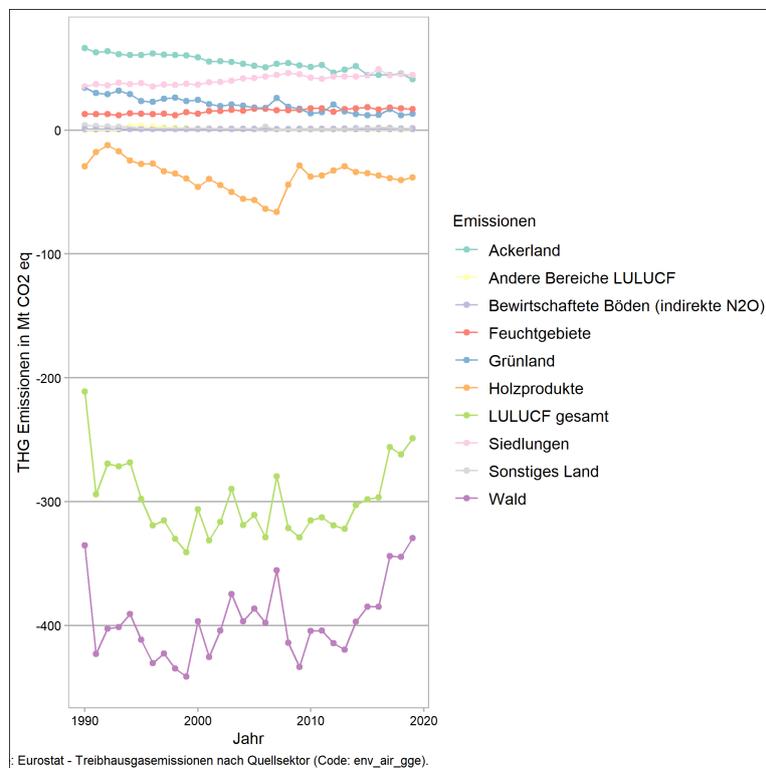


Abbildung 3.3: EU: Treibhausgaseinlagerungen und -emissionen LULUCF [in Mt CO<sub>2</sub>eq.]

Neben der Reduzierung aktiver CO<sub>2</sub>-Produktion ist die Senkung durch natürliche Quellen ein weiteres Element zur Erreichung der THG-Neutralität. Im Gegensatz zu anderen Sektoren ist der Sektor der Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF<sup>1</sup>) in der Lage, als eine Netto-Senke für CO<sub>2</sub> zu fungieren. Dabei kompensieren Waldflächen neben Feuchtgebieten (u.a. Moore) die Emissionen aller anderen Landnutzungsarten, wie Abbildung 3.3 zeigt: Den -329 Mt CO<sub>2</sub>eq. aus den Waldflächen standen im Jahr 118,5 Mt CO<sub>2</sub>eq. Emissionen aller anderen LULUCF-Bereiche gegenüber. Zwar ist seit 1990 insgesamt eine Zunahme der Einlagerungen zu beobachten, der Vergleich der Jahre 2011-2019 weist aber einen Trend hin zu niedrigeren Einlagerungen auf (Wald 2011 -404 vs. Wald 2019 -329,4 Mt CO<sub>2</sub>eq.). Gleichzeitig blieben die (positiven) Emissionen der anderen Bereiche relativ konstant (Abbildung 3.3). Laut UBA (2019) ist zur Erreichung der THG-Neutralität die Erhöhung der Waldfläche auf von 37,2% (2015) auf 40,7% nötig.

---

<sup>1</sup>land use, land use change and forestry

## 3.2 Stickstoffbilanz

Obwohl er ein zentraler Bestandteil jeglichen Lebens darstellt, kann Stickstoff ( $N$ ) zu erheblichen Umweltbelastungen führen. Dies ist der Fall, wenn Stickstoffüberschüsse in Böden, Gewässer oder die Luft eingeführt werden. Problematisch sind dabei die folgenden Stickstoffverbindungen (UBA, 2014):

- Direkte und indirekte Lachgasemission ( $N_2O$ ),
- Ammoniak ( $NH_3$ ) sowie
- Nitrat ( $NO_3$ ) und Nitrit ( $NO_2$ ) im Grundwasser.

Ziel des Green Deals ist die Reduktion der Stickstoffverluste in die Umwelt um 50%.

Gemessen an ihrem Anteil an den bilanzierten Stickstoffüberschüssen stellt die Landwirtschaft durch den Einsatz von bestimmten Inputs den Hauptverursacher dar (EEA, 2019). Zu diesen Inputs zählen

- Gülle,
- Mineraldünger und
- andere wie z.B. Saaten.

Düngereinsatz in Form von mineralischem und organischem Dünger ist dabei die Primärquelle. Diesen Inputs stehen dabei Outputs wie etwa die Entfernung von Nährstoffen durch Pflanzenernte oder Ernte und Beweidung von Futtermitteln gegenüber, die die Inputs jedoch nicht ausreichend kompensieren können.

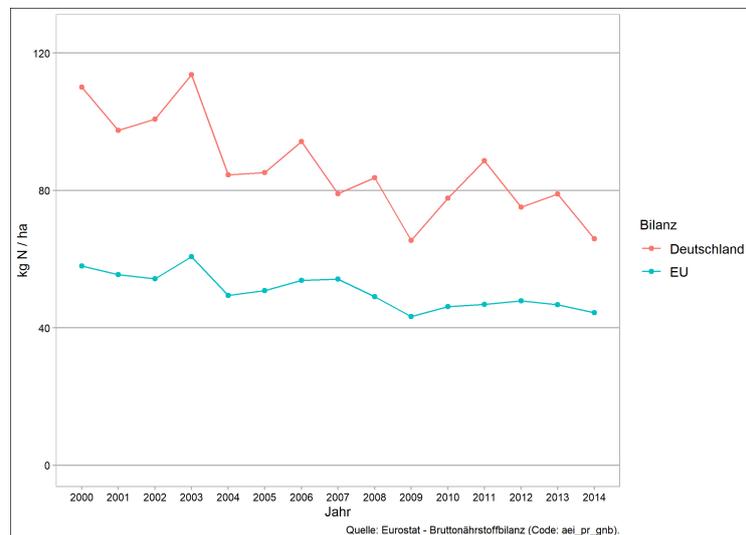


Abbildung 3.4: EU: Bruttostickstoffbilanz [in kg N/ha LF]

Mit der Nährstoffbilanz werden die entsprechenden Überschüsse erfasst. Abbildung 3.4 zeigt die Entwicklung der von Eurostat ausgewiesenen Stickstoffbilanz für die EU zwischen 2000 und 2014<sup>2</sup>.

<sup>2</sup>Zum Vergleich sind ebenfalls die Werte für Deutschland ausgewiesen.

Deutlich zu erkennen ist dabei ein Rückgang des Stickstoffüberschusses von 58 kg N/ha im Jahr 2000 auf 44,40 im Jahr 2014. Die höchste N-Fracht im gesamten betrachteten Zeitraum ist mit 60,7 kg N/ha im Jahr 2003 zu beobachten. Für 2030 prognostiziert die EEA (2019) einen Rückgang des durchschnittlichen Stickstoff-Überschusses um 2,6% verglichen mit 2008 (für dieses Jahr weist Abbildung 3.4 49,10 kg N/ha aus).

Da der Düngereinsatz wie oben bereits erwähnt als Hauptquelle landwirtschaftlich induzierter Stickstoffeinträge gilt, ist ein Blick auf die zeitliche Entwicklung des Düngereinsatzes interessant. Diese ist in Abbildung 3.5 dargestellt. Im Jahr 2000 betrug die eingesetzte Düngermenge 156,3 kg N/ha Ackerland. Die Jahre mit dem höchsten (165,25 kg N/ha) bzw. niedrigsten (119,42 kg N/ha) Input waren 2007 bzw. 2009. Gleichwohl stiegen die Werte seit 2009 wieder an und erreichten 2018 einen Wert von 154,84 kg N/ha. Somit rangiert der Düngereinsatz von 2018 auf einem ähnlichen Niveau wie 2000.

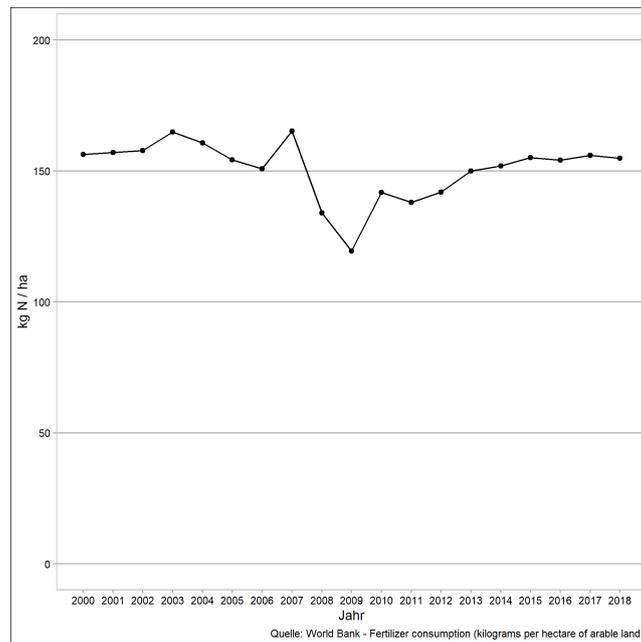


Abbildung 3.5: EU: Düngernutzung [in kg N/ha LF]

Eine detaillierte Studie von Henning et al. (2019) zeigt, dass ein zentrales Problem zu hohen N-Bilanzen vor allem die Verwertung der Gülle ist. Konkret konnten Henning et al. (2019) mit ihren Modellsimulationen für Schleswig-Holstein zeigen, dass sich die N-Bilanzen um durchschnittlich 70-75% reduzieren würden, wenn man hypothetisch für den Einsatz von organischem Dünger die gleiche N-Effizienz wie für den mineralischen Dünger unterstellen würde, d.h. also weder unvermeidbare Verluste aufträten noch reduzierte pflanzenverfügbare N-Mengen aus der Gülle berücksichtigt würden.

### 3.3 Biodiversität

Ein weiteres zentrales Anliegen des Green Deals ist der Erhalt bzw. Ausbau der Biodiversität, also der biologischen Vielfalt in Flora und Fauna. Neben dem ökologischen Nutzen ergeben sich aus einer vielfältigen Fauna auch soziale sowie ökonomische Vorteile – etwa Gesundheit oder Wohlbefinden (EEA, 2019). Den Erhalt der Biodiversität fokussiert die im Rahmen des Green Deals verabschiedete “EU-Biodiversitätsstrategie für 2030”. Konkrete Ziele sind dabei

- mindestens 30% der Landfläche und
- mindestens 30% der Meeresfläche zu schützen.

Von diesen Schutzflächen sind jeweils ein Drittel unter strengen Schutz zu stellen.

Neben Urbanisierung ist vor allem die Landwirtschaft ein Problem für die Biodiversität (EEA, 2019): Landwirtschaftliche induzierte Biodiversitätsverluste entstehen durch Düngung (siehe N-Bilanz oben), Gülle und generelle THG-Emissionen. Zudem führt die Vergrößerung von Feldern durch das Entfernen von Hecken und Baumgrenzen zum Verlust von Nist- und Futterplätzen für Vögel, was wiederum deren Populationsrückgang befördert (vgl. dazu die Ausführungen unten). Darüber hinaus verringert der Einsatz von Pestiziden sowohl die Insektenpopulationen als auch die pflanzliche Samenproduktion, wodurch Vögel weniger Nahrung vorfinden.

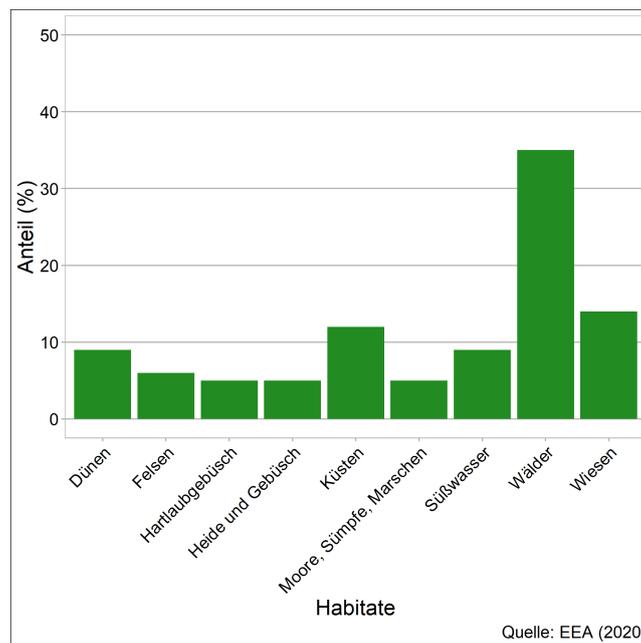


Abbildung 3.6: EU: Anteil Habitate unter Habitatsrichtlinie [in %], Quelle: EEA (2020)

Besonders unter Druck sind Habitate der Kategorien Wiesen, Heide- und Gebüsch-Landschaften sowie Süßgewässer (EEA, 2020). Der jüngste Bericht zum Zustand der Natur in der EU<sup>3</sup> der EEA (2020) weist die Anteile der Habitats- und Spezieskategorien entsprechend der Habitat-Richtlinie aus. Der Berichtszeitraum umfasst die Jahre 2013 bis 2018.

<sup>3</sup>Der Bericht beinhaltet dabei auch die Berichte des Vereinigten Königreichs.

Den größten Teil aller geschützten Habitats nehmen dabei die Wälder ein, ihr Anteil beträgt 35% (Abbildung 3.6). Darauf folgen Wiesen (14%) und Küstenlandschaften (12%). Mit jeweils 5% sind *Moore, Sümpfe, Marschen* und *Hartlaubgebüsche* sowie *Heide und Gebüsche* die Habitats-Kategorien mit dem geringsten Anteil.

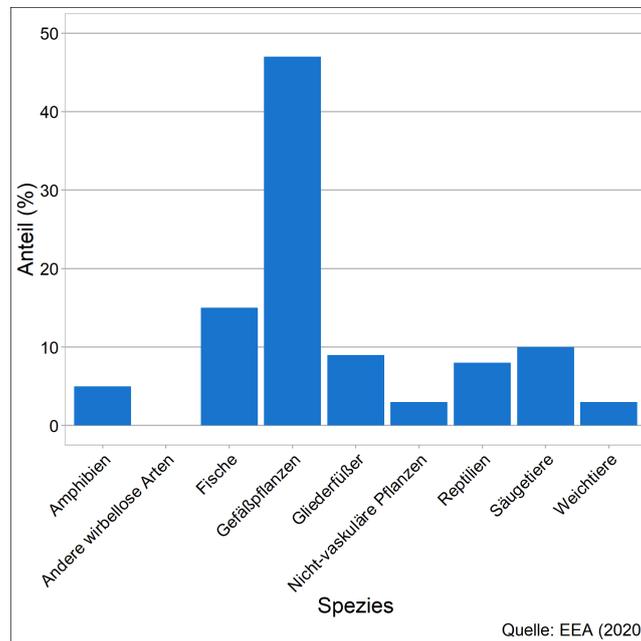


Abbildung 3.7: EU: Anteil Spezies unter Habitatsrichtlinie [in %], Quelle: EEA (2020)

Mit Blick auf die geschützten Spezies sind es vor allem Gefäßpflanzen (47%), die unter Schutz der Richtlinie gestellt sind (Abbildung 3.7). Am zweithäufigsten sind mit 15% Fische, am dritthäufigsten Säugetiere (10%) gelistet.

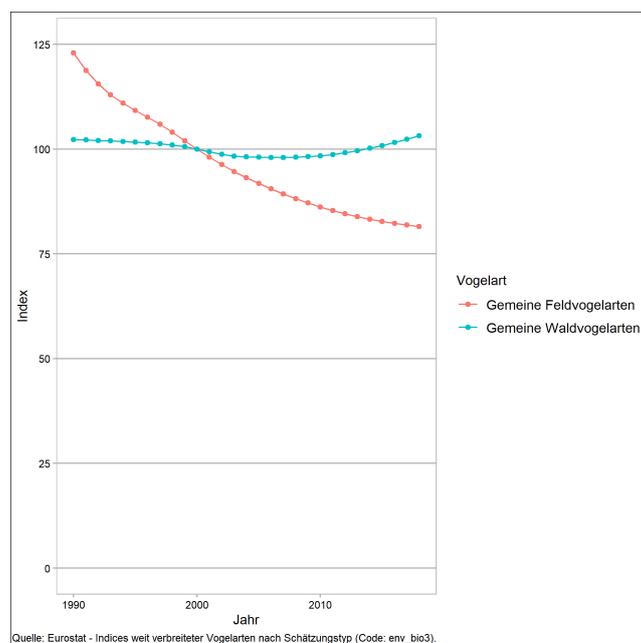


Abbildung 3.8: EU: Indices für gemeine Feld- und Waldvogelarten [Index, Basisjahr 2000]

In Abbildung 3.8 ist die Entwicklung der gemeinen Feld- und Waldvogelpopulationen dargestellt. Der Index für die Feldvogelarten umfasst dabei 39, der Waldvogelindex 34 Arten. Für 2018 beträgt der Indexwert der Waldvogelarten 103,18 und ist somit leicht höher als 1990 (102,26). Gleichwohl sank der Index für den Zeitraum von 2001 bis 2013 unter das Niveau des Basisjahres 2000. Der Trend für die Feldvogelarten ist hingegen kontinuierlich negativ: Seit 1990 sank der Wert kontinuierlich, von 122,92 auf 81,5.



# Kapitel 4

## Auswirkungen der F2F-Strategie: Ökonomische Grundlagen und zu erwartende Effekte

### 4.1 Ökonomische Theorie der nachhaltigen Landnutzung

Entscheidend für die Entwicklung einer nachhaltigen Landnutzung ist die Identifizierung der Trade-offs zwischen Nachhaltigkeitsgütern und landwirtschaftlichen Erzeugnissen. Zentraler Aspekt in diesem Zusammenhang ist die Definition von Nachhaltigkeitsgütern als öffentliche Güter sowie das damit einhergehende Marktversagen und die ineffiziente Allokation dieser Güter. Um die dadurch notwendigen Politikeingriffe analysieren und bewerten zu können, wird im Folgenden ein Überblick über die damit zusammenhängenden ökonomischen Theorien und Modelle gegeben. Dieses Kapitel ist dabei in drei Abschnitte unterteilt: Es beginnt mit einer inhaltlichen und formalen Darstellung von Nachhaltigkeit als *Koppelprodukt* der landwirtschaftlichen Produktion. Danach werden die ökonomischen Grundlagen einer pareto-optimalen Bereitstellung von Nachhaltigkeitsgütern formal diskutiert. Eine kurze Darstellung und Diskussion, warum es zu Marktversagen hinsichtlich der Bereitstellung von Nachhaltigkeitsgütern kommt, erfolgt im Anhang. Im dritten Abschnitt werden Prämissen für eine pareto-optimale Bereitstellung von Nachhaltigkeitsgütern durch die Politik/den Staat diskutiert. Insbesondere wird auf Gründe für Politikversagen eingegangen und es werden Permit-Handelssysteme als ein Beispiel für innovative Governance-Mechanismen herausgearbeitet, die ein effektives und effizientes Management natürlicher Ressourcen in der europäischen Landwirtschaft ermöglichen.

#### 4.1.1 Nachhaltigkeit als Koppelprodukt der landwirtschaftlichen Produktion

Zentral hebt die gesellschaftliche Diskussion zum Thema Nachhaltigkeit auf die Wechselwirkungen zwischen landwirtschaftlicher Produktion und der Umwelt ab. Im engeren Sinne umfasst dies die Wechselwirkungen zwischen Landwirtschaft und der abiotischen sowie biotischen Umwelt, d.h. (1) dem globalem Klimawandel, (2) dem Wasserschutz und (3) der Biodiversität. Im erweiterten Sinne umfasst dies auch die Wechselwirkungen zwischen Landwirtschaft und sozialer Umwelt, d.h. (4)

Landschaftsbild, (5) Welternährung sowie (6) ländliche Entwicklung, die ebenso im erweiterten Sinne zu den Nachhaltigkeitsaspekten zählen.

Faktisch hat die konkrete Art und Weise, mit der landwirtschaftliche Güter produziert werden, unmittelbare oder mittelbare Auswirkungen auf die genannten Nachhaltigkeitsaspekte.

## **Wechselwirkungen (Trade-offs) zwischen Nachhaltigkeit und Landwirtschaft**

Die Beziehung zwischen Nachhaltigkeit und Landnutzung ist durch die Höhe und Art der Wechselwirkungen (Trade-offs) zwischen landwirtschaftlichen Produktionsgütern und der Bereitstellung von globalen und lokalen Umweltgütern bestimmt. Durch den Produktionsprozess, d.h. die Auswahl von bestimmten Produktionsverfahren wird demnach bestimmt, wie viele landwirtschaftliche Erzeugnisse (Milch, Weizen, Fleisch usw.) zu welcher Qualität bereit stehen und gleichzeitig wie viele und welche Umweltwirkungen (Klimaschutz, Wasserschutz usw.) vorliegen. Eine nachhaltige Agrar- und Energiepolitik muss zu einem balancierten Ausgleich zwischen landwirtschaftlicher Produktion und Umweltwirkungen (Nachhaltigkeit) führen. Dabei ist eine genaue Kenntnis der produktionstechnischen Wechselwirkungen zwischen landwirtschaftlicher Produktion und Umweltwirkungen eine Grundvoraussetzung für eine optimale Politikgestaltung. Der gesellschaftliche Diskurs in Deutschland und Europa ist dabei durch eine hohe Verunsicherung hinsichtlich dieser Wechselwirkungen gekennzeichnet. Grundsätzlich lassen sich zwei (überzeichnet) „ideologische“ Lager erkennen: zum einen das „ökologische Lager“, das davon ausgeht, dass die vorherrschende intensive landwirtschaftliche Produktion zu massiven und katastrophalen Umweltschäden führt und zum anderen das „konventionelle Lager“, welches proklamiert, dass die aktuelle landwirtschaftliche Produktion grundsätzlich im Einklang mit der Natur steht und zu keinen nennenswerten negativen Effekten weder auf die biotische noch auf die abiotische Umwelt führt (Garnett et al., 2013; van Grinsven et al., 2015).

Die im Kapitel 3 aufgeführten Entwicklungen belegen, dass die Landwirtschaft signifikante Auswirkungen auf die Nachhaltigkeitsgüter Wasserschutz, Klimaschutz, Biodiversität und auch Landschaftsbild zeigen, vor allem, dass eindeutige Wechselwirkungen zwischen Landwirtschaft und Nachhaltigkeit vorliegen und die Bereitstellung von Nachhaltigkeitsgütern entsprechend beeinflusst wird. Gesetzlich und politisch festgelegte Umweltstandards sind im Laufe der letzten Jahre wiederholt nicht erreicht worden und ein positiver Trend ist in den meisten Fällen nicht zu erkennen. Für eine Bereitstellung von Nachhaltigkeitsgütern in dem gesellschaftlich angestrebten Maß, sind Anpassungen und Änderungen in der Landnutzung und den landwirtschaftlichen Produktionsprozessen erforderlich (Taube, 2016).

Bevor also eine formale produktionstheoretische Einordnung der Wechselwirkungen zwischen Landwirtschaft und Nachhaltigkeit erfolgt, erscheint es vor dem Hintergrund der allgemeinen Verunsicherung im gesellschaftlichen Diskurs sinnvoll, diese Wechselwirkungen zwischen Landwirtschaft und Nachhaltigkeit auch in einen kulturellen Rahmen einzuordnen.

Der Begriff „Landschaft“ ist in der europäischen Landschaftskonvention als Kulturgut, „als Ergebnis von natürlichen und/oder menschlichen Einflüssen“ definiert (Bruns, 2008). Dies umfasst sowohl das Landschaftsbild, als auch den Lebensraum, der in ihr lebenden Menschen. Die „Erfassung“ der Landschaft erfolgt in Deutschland, überwiegend anhand von behördlichen Vorgängen im Rahmen der Landschaftsplanung oder durch Naturschutzbehörden. Die Bewertung in derartigen Verfahren ist ebenfalls vorwiegend diesen Expertengruppen vorbehalten. Die Öffentlichkeit und Bevölkerung wird allerdings verstärkt in Form von Befragungen mit in diesen Prozess eingebunden (Bruns, 2008).

Durch die Ausbreitung in der Fläche ist die Landwirtschaft ein wichtiger oder sogar der wichtigste Faktor bei der Gestaltung der Landschaft. Die (gewachsene) Kulturlandschaft in Europa ist eine direkte Folge der Bewirtschaftung von Böden zur Nahrungsmittel- und Rohstoffherzeugung (Haber, 2002). In den letzten Jahren und Jahrzehnten hat sich die Landwirtschaft und ihre Produktionsweise zum Teil stark geändert, so dass bestimmte Landschaften und Landschaftsbilder abnehmen (Haber, 2002). Dies steht zu einem Großteil in einem direkten Zusammenhang mit der Abnahme der Biodiversität und dem Zurückgehen oder sogar dem Verschwinden von verschiedenen Tier- und Pflanzenarten (Hampicke, 2013). Im Zuge des Ausbaus der Erneuerbaren Energie in Form von Windkraftanlagen und der Biogaserzeugung ist ebenfalls eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes und der Landschaft festgestellt worden, die von vielen Gruppen als negativ eingestuft wurde (Bosch und Peyke, 2011; Linhart und Dhungel, 2013).

## **Formale produktionstechnische Abbildung der Nachhaltigkeit als Koppelprodukt der Landwirtschaft**

Produktionstheoretisch lassen sich die oben beschriebenen Wechselwirkungen zwischen Landwirtschaft und Nachhaltigkeit mit Hilfe des Begriffes der Koppelproduktion beschreiben. Grundlegend wird unter Produktion die Transformation von Gütern und Dienstleistungen in andere Güter und Dienstleistungen verstanden (Krelle und Scheper, 1996). Die Güter und Dienstleistungen, die das Ergebnis dieser Transformation sind, werden Outputs  $y$  genannt, während die Güter und Dienstleistungen, die in den Transformationsprozess eingehen, Inputs  $x$  genannt werden. Die Transformation von Inputs  $x$  in Outputs  $y$  ist grundsätzlich technologisch beschränkt, d.h. Inputs können nicht beliebig in Outputs transformiert werden. Eine Input-Output-Kombination  $(y,x)$  heißt Produktionspunkt. Ist die Input-Output-Kombination bei gegebenem technischem Wissen durchführbar, so heißt der Produktionspunkt technisch durchführbar. Es gibt viele, in der Regel unendlich viele, technisch durchführbare Produktionspunkte. Die Menge aller technisch durchführbaren Produktionspunkte heißt Produktionstechnologie oder oft auch nur Technologie,  $T$ .

Nun sind nicht alle Produktionspunkte der Technologie von Interesse. Insbesondere lassen sich ökonomische Analysen auf die Teilmenge der technisch-effizienten Produktionspunkte beschränken. Ein Produktionspunkt  $(y_1, x_1) \in T$  heißt technisch-effizient, genau dann, wenn es keinen anderen Produktionspunkt  $(y_2, x_2)$  gibt, so dass gilt:  $y_2 \geq y_1$  und  $x_2 \leq x_1$ . Inhaltlich bedeutet dies, dass es keine technisch durchführbaren Produktionspunkte gibt, die zu einem höheren Output bei gleichem (oder geringerem) Input oder aber die mit einem geringeren Input zu einem gleichen (oder höheren) Output führen (Krelle und Scheper, 1996).

Sowohl für Outputs als auch Inputs wird angenommen, dass es sich um Güter (und Dienstleistungen) handelt, d.h. sie haben einen Nutzenwert für die Gesellschaft. Daraus folgt für technisch-ineffiziente Produktionspunkte, dass sie immer durch einen anderen technisch-effizienten Produktionspunkt dominiert werden. Daher sind nur technisch-effiziente Produktionspunkte für ökonomische Analysen relevant. Die Teilmenge aller technisch-effizienten Produktionspunkte heißt Produktionsfunktion,  $F$ . Mathematisch entspricht die Produktionsfunktion gerade dem Rand der Technologie. Die mathematische Darstellung der Produktionsfunktion erfolgt mit Hilfe von Multi-Input-Multi-Output Produktionsfunktionen,  $F(y, x) = 0$  (Arrow und Intriligator, 1982; Fuss und McFadden, 1978).

Zur Vereinfachung der Darstellung wird das Netputkonzept eingeführt. Nach dem Netputkonzept werden die Mengen von Gütern, die in einem Produktionsprozess insgesamt als Nettoinputs eingehen mit negativen Vorzeichen versehen, während die Mengen von Gütern, die insgesamt einen Nettoout-

put eines Produktionsprozesses darstellen, mit positiven Vorzeichen versehen sind. Beispielsweise kann in einem landwirtschaftlichen Marktfruchtbau-Veredlungsbetrieb Getreide ein Nettoinput oder aber ein Nettooutput darstellen, je nachdem, ob der Betrieb mehr eigenes Getreide produziert als er als Futtermittel einsetzt oder nicht. Wird das Netputprinzip in der Definition von Produktionspunkten verwendet, vereinfacht sich die Definition von technischer Effizienz. Ein Produktionspunkt  $(y_1, x_1) \in T$  heißt technisch-effizient genau dann, wenn es keinen anderen Produktionspunkt  $(y_2, x_2)$  gibt, so dass gilt:  $(y_1, x_1) \leq (y_2, x_2)$  (Arrow und Intriligator, 1982).

Vor dem Hintergrund der produktionstechnischen Definitionen lassen sich nun Effekte der landwirtschaftlichen Produktion auf die Umwelt direkt integrieren, indem die jeweiligen Umweltwirkungen ebenfalls als Netputs des landwirtschaftlichen Produktionsprozesses definiert werden. Konkret soll  $z = (Z_1, \dots, Z_r, \dots, Z_k)$  einen Vektor von  $k$  relevanten Umweltwirkungen der landwirtschaftlichen Produktion bezeichnen. Es ergibt sich die erweiterte landwirtschaftliche Produktionsfunktion  $F(y, z, x)$ .

Inhaltlich können Umweltwirkungen sowohl als Nettoinput oder als Nettooutput interpretiert werden. Beispielsweise kann die Herstellung eines Landschaftsbildes blühender Rapsfelder als ein Nettooutput der landwirtschaftlichen Produktion verstanden werden. Hingegen kann der Grünlandumbruch oder die Nitratauswaschung als ein Nettoinput von Umweltressourcen in den landwirtschaftlichen Produktionsprozess interpretiert werden. Es ist unmittelbar möglich bestimmte Umweltwirkungen als Nettoinput und andere als Nettooutput in die Produktionsfunktion zu integrieren, ohne dass sich die formale Darstellung bzw. Analyse ändert. Tatsächlich lassen sich aber alle Umweltwirkungen immer äquivalent sowohl als Nettoinputs als auch als Nettooutputs darstellen. Beispielsweise ist die Nitratauswaschung gemessen als Stickstoffüberschuss in kg pro ha ein Nettoinput, kann aber äquivalent auch als Vermeidung von Stickstoffüberschuss in kg pro ha gemessen werden, welche einen Nettooutput darstellt. Konkret kann die Vermeidung von Stickstoffüberschuss (N-Drift) definiert werden, indem zunächst der Wert eines maximal tolerierbaren Überschusses definiert wird,  $MaxN$ , und dann die Vermeidung des Stickstoffüberschusses als  $MaxN - N$ -Drift definiert wird.

Formal lassen sich alle Wechselwirkungen zwischen klassischen landwirtschaftlichen Netputs, d.h. Nettoinputs  $x$  bzw. Nettooutputs  $y$ , sowie zwischen speziellen Umweltwirkungen, die als nachhaltige Netputs  $z$ , d.h. als Nettoinputs oder Nettooutputs in den Produktionsprozess eingehen, mit Hilfe einer Multi-Input-Multi-Output Produktionsfunktion  $F(y, x, z)$  definieren. Kann die Produktionsfunktion empirisch spezifiziert werden, so lassen sich alle Wechselwirkungen quantitativ aus dieser Funktion ableiten. Die methodische Schwierigkeit besteht in der konkreten Formulierung einer adäquaten Multi-Input-Multi-Output Produktionsfunktion, die einerseits die komplexen produktionstechnischen Zusammenhänge hinreichend genau abbildet und andererseits mit verfügbaren Daten empirisch spezifiziert werden kann. Darüber hinaus muss die Produktionsfunktion eine hinreichende analytische Handhabbarkeit entsprechender Simulationsanalysen unterschiedlicher Politikszenerien erlauben. Auf diese methodischen Aspekte wird konkret in Abschnitt 2.1 eingegangen.

Bevor weitere theoretische Überlegungen hinsichtlich der Ausgestaltung einer nachhaltigen Landwirtschaft angestellt werden, werden für ein besseres intuitives Verständnis kurz einige exemplarische inhaltliche Zusammenhänge, die eine echte Koppelung von Nachhaltigkeitsgütern und landwirtschaftlichen Produktionsgütern bedingen, diskutiert.

Liegt eine Koppel- bzw. Verbundproduktion zwischen klassischen Produktionsgütern und Nachhaltigkeitsgütern in der Landwirtschaft vor, so wird einerseits die Produktion der Nachhaltigkeitsgüter durch jede Maßnahme, die zu einer geänderten Outputmenge von landwirtschaftlichen Produktionsgütern führt beeinflusst. Dabei ist es unerheblich ob dies durch das Marktgeschehen oder die Politik geschieht. Andererseits gilt diese Beziehung auch umgekehrt, jede Maßnahme, die zur Steigerung

von Nachhaltigkeitsgütern führt, hat einen Einfluss auf die Bereitstellung von landwirtschaftlichen Produktionsgütern (Maier und Shobayashi, 2001). Das heißt, dass alle Outputs und Inputs, die durch den Produktionsprozess verbunden sind, sich wechselseitig anpassen, sobald ein einzelner Output oder Input geändert wird. Maier und Shobayashi (2001) nennen für diesen Zusammenhang im wesentlichen drei Gründe: *technische Interdependenzen*, *nicht zuordnungsfähige Inputs* und *zuordnungsfähige fixe Faktoren*.

*Technische Interdependenzen* beschreiben die technischen und biologischen Verknüpfungen bei landwirtschaftlichen Produktionsprozessen. Die Änderung einer Outputmenge hat dabei Einfluss auf das Angebot anderer Outputs. Diese Beziehung kann komplementär oder konkurrierend sein, also entweder führt die Ausweitung in der Produktion eines Outputs zu einem Anstieg von Koppelprodukten oder zu einer Abnahme. Klassische Beispiele für landwirtschaftliche Produktionsgüter mit einem Mehrfachnutzen infolge von Koppelproduktion sind beispielsweise Honigbienen und Obstbäume oder positive Effekte auf die Nährstoffversorgung durch Fruchtfolgen. Für viele Nachhaltigkeitsgüter liegen technische Interdependenzen aufgrund von negativen Effekten der Primärproduktion vor. So sind Auswaschungen von Nährstoffen oder die Emissionen von Treibhausgasen Beispiele. Positive Auswirkungen in Form von einem ansprechenden Landschaftsbild oder Aufrechterhaltung bestimmter Lebensräume durch landwirtschaftliche Produktionsprozesse gehören ebenfalls zu den technischen Interdependenzen (Maier und Shobayashi, 2001).

*Nicht zuordnungsfähige Inputs* treten dann auf, wenn verschiedene Outputs durch ein Input produziert werden und sich die Produktion eines Outputs nicht von der des anderen Outputs trennen lässt. Ein klassisches Beispiel aus der Agrarproduktion ist die Erzeugung von Fleisch und Wolle bei der Haltung von Schafen. Für öffentliche Güter sind beispielsweise blühende Rapsfelder oder die alpine Almlandschaft infolge der Milchviehhaltung zu nennen. Diese Beispiele zeigen bereits, dass die nicht zuordnungsfähigen Inputs eng mit den technischen Interdependenzen verknüpft sind und eine klare Unterscheidung der beiden Sachverhalte nicht immer möglich ist (Maier und Shobayashi, 2001).

*Zuordnungsfähige fixe Faktoren* sind Inputs, die Betrieben in einer festen Höhe zur Verfügung stehen und unterschiedlich auf die produzierten Outputs verteilt werden. Wird daher die Produktion eines Outputs erhöht oder gesenkt, ändert sich die zur Verfügung stehende Menge dieses Faktors für andere Outputs. Dies hat wiederum Einfluss auf den Einsatz variabler Inputs infolge von geänderten Grenzproduktivitäten und führt somit zu einer starken Verzahnung des Produktionsprozesses (Maier und Shobayashi, 2001). Betriebsfläche und eigene Arbeitskraft sind zu mindestens kurzfristig Beispiele von fixen Faktoren, die in der Vergangenheit eingehend untersucht wurden. Die meisten fixen Faktoren lassen sich allerdings langfristig in variable Faktoren wandeln (z.B. Betriebsfläche durch Pacht oder Kauf) und somit hat dieser Aspekt der Verbundenheit von Produktionsprozessen den niedrigsten Einfluss auf die Multifunktionalität der Landwirtschaft (Maier und Shobayashi, 2001).

Für die Erklärung und Charakterisierung der Koppelproduktion ist es durchaus sinnvoll, die drei unterschiedlichen Gründe zu benennen. Empirisch sind die Zusammenhänge allerdings häufig so komplex, dass eine Kombination der drei Kategorien und damit keine klare Trennung vorliegt (Maier und Shobayashi, 2001).

## 4.1.2 Ökonomische Grundlagen der pareto-optimalen Bereitstellung von Nachhaltigkeitsgütern

Die Problematik einer nachhaltigen Landnutzung ergibt sich durch die Tatsache, dass ein individueller Landwirt auf der Mikroebene entsprechende Anreize erhalten muss, seine landwirtschaftliche Produktionsentscheidungen so zu treffen, dass der von ihm realisierte (ausgewählte) Produktionspunkt den gesellschaftlichen Vorstellungen einer nachhaltigen Landnutzung entspricht.

In einem marktwirtschaftlichen System werden die ökonomischen Anreize grundsätzlich über Preise vermittelt. Wird zunächst vereinfachend davon ausgegangen, dass alle Güter auf vollkommenen Märkten handelbar sind und werden mit  $p_y, p_x$  und  $p_z$  die jeweiligen Marktpreise der klassischen landwirtschaftlichen Output- und Inputgüter bzw. der relevanten Nachhaltigkeitsgüter bezeichnet. Wird anschließend mit  $F^i(y, x, z)$  die Multi-Input-Multi-Output-Produktionsfunktion eines landwirtschaftlichen Betriebes  $i$  bezeichnet, so folgt der aus betriebswirtschaftlicher Sicht optimale Produktionsplan  $(y_i^*, x_i^*, z_i^*)$  aus der Maximierung des betrieblichen Gewinns:

$$\begin{aligned} (y_i^*, x_i^*, z_i^*) &= \operatorname{argmax} p_y y + p_x x + p_z z \\ \text{s.t. : } & F^i(y, x, z) = 0 \end{aligned}$$

Insbesondere folgt aus den Bedingungen erster Ordnung der betrieblichen Gewinnmaximierung:

$$(a) \quad \frac{\frac{\partial F^i}{\partial y}}{\frac{\partial F^i}{\partial x}} = \frac{p_y}{p_x}, \quad (b) \quad \frac{\frac{\partial F^i}{\partial z}}{\frac{\partial F^i}{\partial x}} = \frac{p_z}{p_x}, \quad (c) \quad \frac{\frac{\partial F^i}{\partial y}}{\frac{\partial F^i}{\partial z}} = \frac{p_y}{p_z} \quad (4.1)$$

Die Bedingungen (a) bis (c) entsprechen dabei den klassischen marginal Bedingungen eines Unternehmens in einer Marktökonomie, d.h. die technologische Grenzrate der Transformation zweier Netputs entspricht gerade dem Verhältnis ihrer Marktpreise. Bedingung (a) entspricht dabei den Optimalbedingungen einer klassischen landwirtschaftlichen Produktion ohne Berücksichtigung der Umweltwirkungen, d.h. es folgt für einen optimalen Faktoreinsatz: Wertgrenzprodukt gleich Faktorpreis, d.h.  $p_y \frac{\frac{\partial F^i}{\partial x}}{\frac{\partial F^i}{\partial y}} = p_x$  bzw. für eine optimalen Outputproduktion folgt: Grenzkosten gleich Outputpreis,  $p_x \frac{\frac{\partial F^i}{\partial y}}{\frac{\partial F^i}{\partial x}} = p_y$ . Analog korrespondiert die Bedingung (b) zu der Bedingung (a), nur das als Output Nachhaltigkeitsgüter statt klassische landwirtschaftliche Güter betrachtet werden. Die Bedingung (c) hingegen korrespondiert mit Bedingungen für eine optimale Produktionsstruktur, d.h. die Koppelproduktion von landwirtschaftlichen Gütern ( $y$ ) und Nachhaltigkeitsgütern ( $z$ ) ist betriebswirtschaftlich optimal, wenn die Grenzrate der Transformation für diese beiden Güter gerade dem Verhältnis ihrer Marktpreise entspricht (Arrow und Intriligator, 1982).

Aus gesellschaftlicher Sicht ist das betriebliche Produktionsprogramm entsprechend der klassischen Wohlfahrtstheorie genau dann optimal, wenn die jeweiligen Netputpreise den volkswirtschaftlichen Schattenpreisen entsprechen. Sind alle Netputs auf vollkommenen Märkten handelbar, so entsprechen die Marktpreise gerade den volkswirtschaftlichen Schattenpreisen und die landwirtschaftliche Produktionsstruktur ist pareto-optimal.

Die Problematik einer nachhaltigen Landnutzung ergibt sich aus der Tatsache, dass Nachhaltigkeitsgüter gerade nicht auf vollkommenen Märkten handelbar sind. Insofern kann eine rein marktwirtschaftliche Koordination nicht zu einer pareto-optimalen, d.h. gesellschaftlich optimalen, Be-

reitstellung von Nachhaltigkeitsgütern führen. Diese Problematik wird allgemein als Marktversagen bezeichnet und die genauen Gründe für das Marktversagen bei Nachhaltigkeitsgütern werden in dem nächsten Abschnitt (8.5) diskutiert. Bevor dies allerdings erfolgt, werden noch einmal die ökonomischen Grundprinzipien einer aus gesellschaftlicher Sicht optimalen Bereitstellung von Nachhaltigkeitsgütern erläutert. Die Erläuterung dieser ökonomischen Grundprinzipien ist insbesondere hilfreich um Leitlinien bzw. Prämissen für eine optimale politische Bereitstellung von Nachhaltigkeitsgütern zu entwickeln.

Vereinfacht wird davon ausgegangen, dass alle Konsumenten einer Volkswirtschaft komplett homogen sind, d.h. durch einen repräsentativen Konsumenten abgebildet werden können. Analog dazu wird für alle landwirtschaftlichen Betriebe angenommen, dass sie homogen sind und durch einen einzigen repräsentativen Betrieb abgebildet werden können. Ebenso wird ohne Beschränkung der Allgemeinheit angenommen, dass ein Nachhaltigkeitsgut ein Nettooutput des landwirtschaftlichen Produktionsprozesses darstellt.

In Abbildung 4.1 ist die ökonomische Situation für die optimale Bereitstellung von Nachhaltigkeitsgütern exemplarisch in Form eines Umweltstandards  $Z$  dargestellt. Der repräsentative Konsument zieht einen Nutzen aus der Einhaltung des Umweltstandards  $Z$ , wobei  $U(Z)$  die entsprechende Nutzenfunktion bezeichnet.  $U(Z)$  ist monoton steigend in dem Umweltstandard  $Z$ , d.h. je höher der Standard desto höher ist ceteris paribus der Nutzen des Konsumenten. Umgekehrt ist aufgrund der Koppelproduktion die Einhaltung des Umweltstandards für den Landwirt mit Kosten, d.h. Einschränkungen des betrieblichen Gewinns, verbunden. Formal ergeben sich die Kosten aus den jeweiligen produktionstechnischen Trade-offs zwischen dem Nachhaltigkeitsgut und den klassischen landwirtschaftlichen Produktionsgütern, wobei die marginalen Kosten gerade der Grenzrate der Transformation zwischen Nachhaltigkeitsgut und landwirtschaftlichen Produktionsgut multipliziert mit dem Preis des landwirtschaftlichen Gutes entsprechen. Die Kosten  $C(Z)$  und auch die marginalen Kosten  $C'(Z)$  nehmen mit steigendem Umweltstandard zu (siehe Abbildung 4.1).

Wird zunächst davon ausgegangen, dass die betrieblichen Produktionsentscheidungen von dem landwirtschaftlichen Unternehmer komplett kontrolliert werden, wird dieser einen Umweltstandard  $Z$  nur dann einhalten, wenn der betriebliche Gewinn mit Einhaltung dieses Standards höher ist als ohne Einhaltung. Analog wird davon ausgegangen, dass der Konsument souverän über seinen Konsum entscheiden kann, d.h. ein Konsument wird einen Umweltstandard  $Z$  nur dann mit einem Transfer  $T$  honorieren, wenn dieser einen positiven Nettonutzen dadurch realisiert, d.h.  $U(Z) - T \geq 0$  gilt.

Grundsätzlich lassen sich die folgenden drei Koordinationsmechanismen zu Bereitstellung des Nachhaltigkeitsgutes unterscheiden:

- I. Markt
- II. Vertrag
- III. Politik

Graphisch lässt sich die pareto-optimale Bereitstellung des Umweltstandards aus Abbildung 4.1 als  $Z^{opt}$  ermitteln. Für  $Z^{opt}$  ist die gesellschaftliche Nettowohlfahrt, gemessen als Abstand zwischen dem Nutzen  $U(Z)$  und den Kosten  $C(Z)$ , maximal. Insbesondere gilt:  $U'(Z^{opt}) - C'(Z^{opt}) = 0$ , d.h. für den pareto-optimalen Umweltstandard entspricht der Grenznutzen des Konsums den Grenzkosten seiner Bereitstellung.

Die Frage ist, ob die o.g. Koordinationsmechanismen zu einer pareto-optimalen Allokation führen.

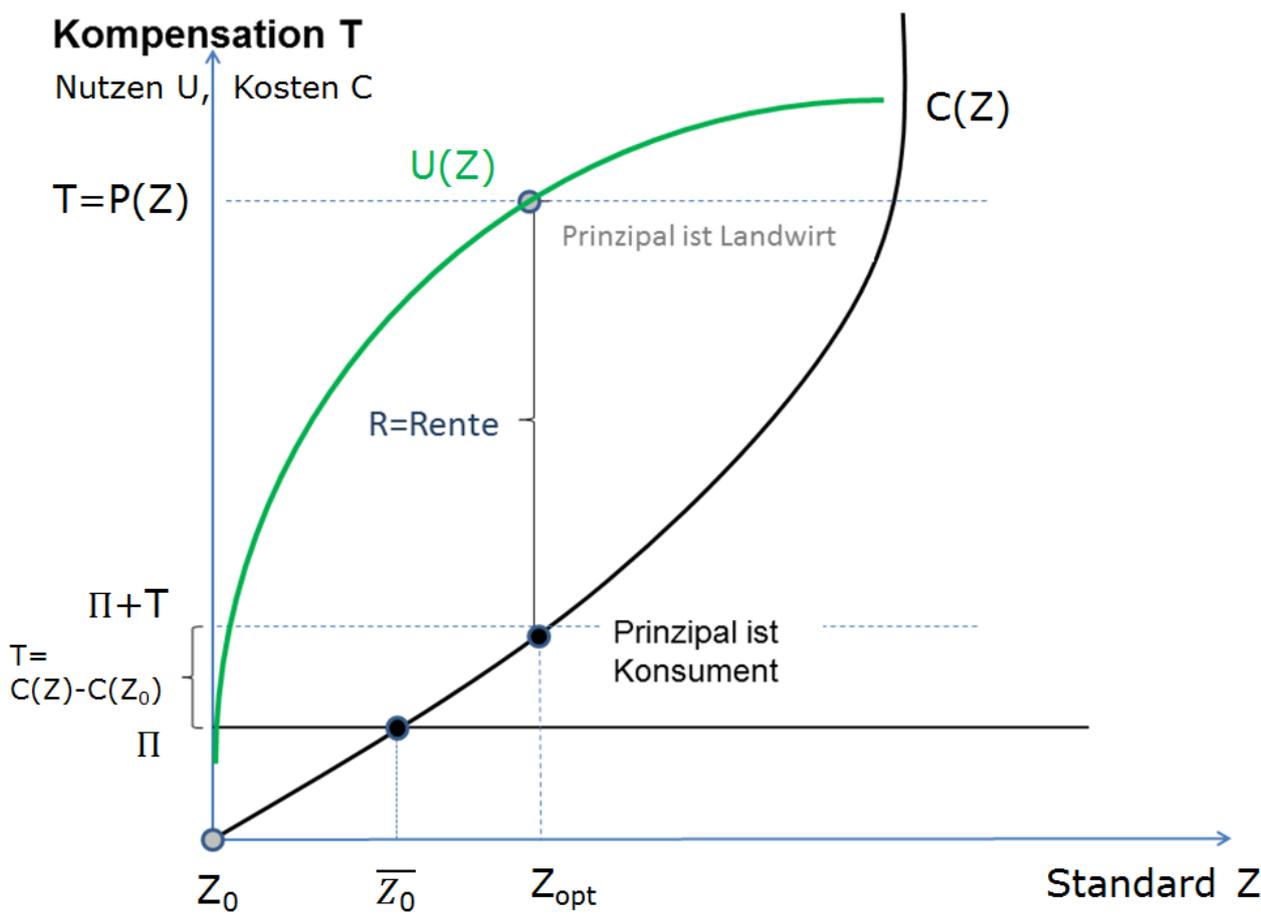


Abbildung 4.1: Ökonomische Grundprinzipien zur optimalen Ausgestaltung nachhaltiger Landnutzung (Quelle: geändert nach Henning, 2014)

## I. Marktkoordination

Koordinieren der Konsument und der Landwirt in der eingeführten Minigesellschaft ihr Konsum- bzw. Produktionsverhalten über den Markt, so wird angenommen, dass der Konsument den Umweltstandard zu einem Marktpreis  $P_z$  pro Standardeinheit kaufen kann. Umgekehrt kann der Landwirt den produzierten Umweltstandard für den selben Marktpreis  $P_z$  pro Standardeinheit verkaufen.

Es wird weiterhin angenommen, dass der Konsument quasi-lineare Präferenzen aufweist,  $V_c = U(Z) + m$ . Dann ergibt sich die von ihm am Markt bei dem Preis  $P_z$  realisierte Nachfrage  $Z(P_z, m)$  aus der Nutzenmaximierung, d.h.:

$$Z_c(p_z, m) = \underset{Z}{\operatorname{argmax}} U(Z) + m - P_z Z \quad (4.2)$$

Aus den Bedingungen erster Ordnung lässt sich direkt die Nachfragefunktion  $D(P_z)$  ableiten, die die nutzenmaximale Nachfragemenge des Konsumenten beim Preis  $P_z$  angibt. Aufgrund der unterstellten quasi-linearen Präferenzen hängt diese tatsächlich nur vom Marktpreis ab. Insbesondere ergibt sich die inverse Nachfragekurve  $P_z = D^{-1}(Z) = U'(Z)$ , welche die maximale marginale Zahlungsbereitschaft des Konsumenten für eine weitere Umweltstandardeinheit darstellt, als Grenznutzen. Im Nutzenmaximum entspricht der Preis der marginalen Zahlungsbereitschaft  $P_z = D^{-1}(Z)$  (Arrow und Intriligator, 1982).

Analog ergibt sich aus der Gewinnmaximierung der Umweltstandard, den der Landwirt bei gegebenem Marktpreis anbietet:

$$\begin{aligned} Z_F &= \underset{Z}{\operatorname{argmax}} p_y y + p_x x + P_z Z \\ \text{s.t. : } &F(y, x, Z) = 0 \end{aligned} \quad (4.3)$$

Aus den Bedingungen erster Ordnung lässt sich die Angebotsfunktion des Landwirts  $S(P_z)$  ableiten, die den gewinnmaximalen Umweltstandard, den der Landwirt beim Marktpreis  $P_z$  anbietet, angibt. Wird mit  $\Pi(p_y, p_x, Z)$  die zu der Multi-Input-Multi-Output-Produktionsfunktion  $F(y, x, Z)$  dual restringierte Profitfunktion bezeichnet, so lässt sich die folgende Kostenfunktion  $C(Z)$  des Landwirts definieren:

$$C(Z) = \Pi(p_y, p_x, Z^0) - \Pi(p_y, p_x, Z)$$

$Z^0$  ist dabei der Umweltstandard, den der Landwirt bei einem Preis  $P_z = 0$  bei der Maximierung seines Gewinns realisiert. Im Gewinnmaximum gilt:

$$P_z = C'(Z_F) \Rightarrow Z_F = C'^{-1}(P_z) := S(P_z)$$

Ein Marktgleichgewicht ist ein Marktpreis,  $P_z^*$ , für den die Nachfrage des Konsumenten dem Angebot des Landwirts entspricht, d.h. es gilt:

$$D(P_z^*) = S(P_z^*)$$

Wird mit  $Z_M$  der im Marktgleichgewicht realisierte Umweltstandard bezeichnet, so folgt:

$$P_z^* = D^{-1}(Z_M) = U'(Z_M) = C'(Z_M)$$

Wird für die Minigesellschaft, die aus nur einem Konsumenten und einem Landwirt besteht, angenommen, dass der Umweltstandard der landwirtschaftlichen Produktion auf einem vollkommenen Markt handelbar ist, so führt der Markt zu einer pareto-optimalen Allokation (Arrow und Intriligator, 1982; Mas-Colell et al., 1995). Dabei wird die gesamte gesellschaftliche Nettowohlfahrt  $U(Z^{opt}) - C(Z^{opt})$  auf den Konsumenten und den Landwirt aufgeteilt. Konkret gilt:

$$\text{Produzentenrente} = KR = p_z^* Z^{opt} - C(Z^{opt}) \geq 0$$

$$\text{Konsumentenrente} = PR = U(Z^{opt}) - p_z^* Z^{opt} \geq 0$$

Die erste Ungleichung gilt wegen der Konvexität der Kostenfunktion und die zweite Ungleichung gilt wegen der Konkavität der Nutzenfunktion. Der Markt impliziert also eine Aufteilung der gesellschaftlichen Nettorente, die durch eine optimale Bereitstellung der Nachhaltigkeitsgüter erzielt wird. Die konkrete Aufteilung hängt von der konkreten Produktionstechnologie  $F(y, x, z)$  sowie den konkreten Präferenzen  $U(Z)$  ab (Arrow und Intriligator, 1982; Varian, 1994).

Geht man abweichend von mehr als einem Landwirt aus, so implizieren die Bedingungen erster Ordnung der individuellen Gewinnmaximierung gerade:

$$P_z^* = C'_j(Z_{Mj})$$

Dabei bezeichnet der Index  $j = 1, \dots, N$  einen individuellen landwirtschaftlichen Betrieb. Im Marktgleichgewicht produziert also jeder individuelle landwirtschaftliche Betrieb gerade soviel von der Ökosystemleistung  $Z_{Mj}$ , dass die Betriebe-individuellen marginalen Kosten gerade dem Marktpreis der Ökosystemleistung entsprechen. Die betrieblichen Angebotsfunktionen sind dann mit  $Z_{Mj} = C'^{-1}_j(P_z) := S_j(P_z)$  definiert und es gilt im Marktgleichgewicht:

$$D(P_z^*) = \sum_j S_j(P_z^*)$$

Insbesondere folgt, dass solange Betriebe unterschiedliche Kostenfunktionen haben, diese im pareto-optimalen Zustand auch unterschiedliche Ökosystemleistungen bereitstellen werden. Allgemeine Regulierungsstandards wie z.B. die Reduktion des mineralischen Düngereinsatzes um 20% oder die Festlegung einer pauschalen betrieblichen ökologischen Vorrangfläche für alle Betriebe sind also immer Pareto-ineffizient, solange Betriebe unterschiedliche Bereitstellungskosten haben.

Man bedenke, dass dieses Ergebnis nur für die Minigesellschaft und unter der exogenen Annahme, dass ein vollkommener Markt existiert, erzielt wird. Insbesondere wurde implizit unterstellt, dass der Landwirt die Verfügungsrechte über die Umwelt besitzt, d.h. er kann allein bestimmen, welche Umweltstandards er in der landwirtschaftlichen Produktion realisiert. In dem Abschnitt 8.5 wird explizit aufgezeigt, dass die Annahmen für reale Gesellschaften, die insbesondere viele heterogene Konsumenten und Landwirte umfassen, nicht gelten und es zu Marktversagen kommt, d.h. der Markt eben keine pareto-optimale Bereitstellung von Nachhaltigkeitsgütern impliziert.

## II. Vertragliche Koordination

Vertragliche Lösungen implizieren, dass sich der Landwirt und der Konsument vertraglich auf einen Umweltstandard ( $Z$ ), den der Landwirt einhält, und einen Transfer ( $T$ ), den der Konsument als Vergütung der Einhaltung des Umweltstandards an den Landwirt zahlt, einigen. Ein Vertrag ist entsprechend ein Paar  $(Z, T)$ . Die genaue vertragliche Einigung hängt von der Art, wie der Vertrag zustande kommt, ab (Varian, 1994; Mas-Colell et al., 1995). Dabei lassen sich drei Varianten unterscheiden:

II.1 Der Konsument ist Prinzipal und der Landwirt ist Agent.

II.2 Der Landwirt ist Prinzipal und der Konsument ist Agent.

II.3 Der Vertrag wird zwischen dem Landwirt und dem Konsumenten ausgehandelt.

Wird der Pay-off eines Agenten  $g$  mit  $V_g$  und der Pay-off des Prinzipals  $p$  mit  $V_p$  bezeichnet, wobei  $p, g = c$  den Konsumenten und  $p, g = F$  den Landwirt darstellen und wird weiterhin der Reservationsnutzen des Agenten  $g$  mit  $R_g$  bezeichnet, so folgt formal für die vertragstheoretischen Lösungen II.1 und II.2  $(Z_p^*, T_p^*)$ :

$$\begin{aligned} (Z_p^*, T_p^*) &= \underset{Z, T}{\operatorname{argmax}} V_p(Z, T) \\ \text{s.t. : } &V_g(Z, t) \geq R_g \end{aligned} \quad (4.4)$$

Wird mit  $\Pi$  der Gewinn, den der Landwirt ohne den Vertrag realisiert, bezeichnet und mit  $m$  das Einkommen des Konsumenten ohne Vertrag, so folgt:

$$\begin{aligned} V_c(Z, T) &= U(Z) + m - T; & R_c &= U(Z^0) + m; & T &= t * Z \\ V_F(Z, T) &= \Pi - C(Z) + T; & R_F &= \Pi; & T &= t * Z \end{aligned} \quad (4.5)$$

$Z^0$  ist dabei der Umweltstandard, der sich als Koppelprodukt der landwirtschaftlichen Produktion unter der Annahme ergibt, dass alle betriebswirtschaftlich relevanten Preise für nachhaltige Netputs Null sind. Vereinfachend wird im folgenden angenommen, dass  $U(Z^0) = 0$  ist.

Ist der Konsument der Prinzipal  $p = c$ , so ergibt sich aus den Bedingungen der ersten Ordnung:

$$\begin{aligned} U'(Z_c^*) - C'(Z_c^*) &= 0 \\ T_c^* Z_c^* &= C(Z_c^*) \end{aligned} \quad (4.6)$$

Ist umgekehrt der Landwirt der Prinzipal  $p = F$ , so ergibt sich aus den Bedingungen der ersten Ordnung:

$$\begin{aligned} U'(Z_F^*) - C'(Z_F^*) &= 0 \\ T_F^* Z_c^* &= U(Z_F^*) \end{aligned} \quad (4.7)$$

Es ist unmittelbar aus den Gleichungen (4.6) und (4.7) ersichtlich, dass beide vertragstheoretischen Lösungen zu dem gleichen pareto-optimalen Umweltstandard  $Z_c^* = Z_F^* = Z^{opt}$  führen, für den die

Grenzkosten der Bereitstellung dem Grenznutzen des Konsums entsprechen. Allerdings ergeben sich unterschiedliche Transfers  $T_c^* \neq T_F^*$ . Ist der Konsument Prinzipal, so bietet er dem Landwirt einen Transfer  $T_c^*$  an, so dass dieser bei Annahme des Vertrages seinen Reservationsnutzen  $R_F$  realisiert. Analog verlangt der Landwirt als Prinzipal von dem Konsumenten einen Transfer  $T_F^*$ , der sicherstellt, dass der Konsumenten bei Annahme des Vertrages seinen Reservationsnutzen erzielt. Ist der Konsument Prinzipal, so realisiert dieser die gesamte Nettowohlfahrt, die sich aus der optimalen Bereitstellung des Umweltstandards ergibt, als Konsumentenrente  $\Delta KR = U(Z^*) - C(Z^*)$ , während der Landwirt keinen Gewinn an Produzentenrente realisiert  $\Delta PR = 0$ . Ist der Landwirt Prinzipal, so realisiert dieser die gesamte Nettowohlfahrt, die sich aus der optimalen Bereitstellung des Umweltstandards ergibt, als Produzentenrente  $\Delta PR = U(Z^*) - C(Z^*)$ , während der Konsument keinen Gewinn an Konsumentenrente realisiert  $\Delta KR = 0$  (Varian, 1994; Mas-Colell et al., 1995).

Die Verhandlungslösung ergibt sich als kooperative Nash-Bargaining Lösung bzw. alternativ kann man diese auch als nichtkooperatives Nash-Gleichgewicht eines Rubenstein-Verhandlungsspiels mit alternierendem Vorschlagsrecht erhalten (vgl. Osborne und Rubinstein, 1990):

$$(Z_N^*, T_N^*) = \underset{Z, T}{argmax} (V_F(Z, T) - R_F)(V_c(Z, T) - R_c) \quad (4.8)$$

Wird die First-Order-Bedingung für die Maximierung des Nash-Produkts gebildet, so folgt nach Umformungen:

$$\begin{aligned} U'(Z_N^*) - C'(Z_N^*) &= 0 \\ T_N^* Z_c^* &= 0,5 (U(Z_N^*) + C(Z_N^*)) \end{aligned} \quad (4.9)$$

Das heißt, dass die Verhandlungslösung zu dem gleichen pareto-optimalen Umweltstandard  $Z_N^* = Z^{opt}$  führt wie die beiden Vertragslösungen. Allerdings führt die Nash-Verhandlungslösung zu einem Transfer, der dem Mittelwert der Transfers der beiden Vertragslösungen entspricht. Der Nash-Transfer  $T_N^*$  impliziert dabei gerade, dass der Zuwachs an gesellschaftlicher Wohlfahrt, der sich durch eine optimale Landnutzung ergibt, gerade so auf die beiden Agenten aufgeteilt wird, dass der individuelle Nutzenzuwachs für beide Agenten genau gleich ist, d.h. es gilt  $\Delta KR = \Delta PR = 0,5 * (U(Z^{opt}) - C(Z^{opt}))$  (Osborne und Rubinstein, 1990).

In der Realität erfolgt die Entscheidung hinsichtlich der nachhaltigen Ausgestaltung der landwirtschaftlichen Produktion allerdings weder als direkte Vertrags- noch als direkte Verhandlungslösung zwischen Konsumenten und Landwirten, sondern diese erfolgt in demokratischen Systemen in einem agrarpolitischen Entscheidungsprozess. Dieser spezielle politische Allokationsmechanismus wird im Abschnitt 4.1.3 theoretisch analysiert.

### 4.1.3 Prämissen für eine optimale politische Bereitstellung einer nachhaltigen Landnutzung

Da in der Realität weder vertragliche noch marktwirtschaftliche Mechanismen eine pareto-optimale Allokation von Nachhaltigkeitsgütern implizieren, ist die Frage, inwieweit politische Mechanismen zu einer pareto-optimalen Allokation oder zumindest zu einer Pareto-Verbesserung der Versorgung mit Nachhaltigkeitsgütern führen können.

Zur Beantwortung der Frage, wie politische Mechanismen zur Bereitstellung von Nachhaltigkeitsgütern in der theoretischen Betrachtung funktionieren, wird wieder die bekannte Minigesellschaft verwendet (siehe Abschnitt 4.1.2). In diesem Fall lassen sich politische Mechanismen dadurch beschreiben, dass sich der Landwirt und der Konsument darauf einigen, einen Teil ihrer Kontrollrechte an einen dritten Akteur, den Staat, abzugeben. Der Staat ist daraufhin durch die Gesellschaft autorisiert, als legitimierter „ökonomischer“ Prinzipal einen Vertrag  $(Z,T)$  zu formulieren. Der Konsument und der Landwirt können diesen als Agenten jeweils annehmen oder nicht. Nehmen sie den Vertrag an, so hat der Staat die legitime Autorität den Vertrag durchzusetzen. Anders als bei privaten Verträgen hat der Staat oft weitergehende Kontrollrechte, d.h. der Staat kann nicht nur den Vertrag  $(Z,T)$  formulieren, sondern dieser kann in beschränktem Umfang auch den Reservationsnutzen der Agenten verändern.

Umgekehrt ist der Staat der politische Repräsentant der Gesellschaft, d.h. es gibt einen politischen Vertrag, bei dem der Staat der politische Agent und die Gesellschaft der politische Prinzipal ist. Dieser Vertrag kann je nach politischer Ordnung unterschiedlich ausgestaltet sein. Ohne an dieser Stelle weiter auf die konkrete politische Ordnung und den konkreten politischen Prozess einzugehen, wird angenommen, dass der politische Vertrag impliziert, dass der Staat als politischer Agent die Interesse der Gesellschaft vertritt. Allerdings besteht die Gesellschaft aus einer Vielzahl von heterogenen Mitgliedern, die faktisch alle politische Prinzipale sind. Die formale Ausgestaltung eines Vertrages mit multiplen heterogenen Prinzipalen ist allgemein komplex (vgl. Bernheim und Whinston, 1986; Grossman und Helpman, 1994). Im Kern führt jede Ausgestaltung des politischen Prozesses dazu, dass der politische Agent die jeweiligen heterogenen gesellschaftlichen Interessen in unterschiedlichem Maße vertritt. Formal lässt sich dies mit einer gewichteten Wohlfahrtsfunktion ausdrücken. Entsprechend wird die folgende gewichtete Nash-Wohlfahrtsfunktion  $W(Z,T)$  für die Minigesellschaft angenommen:

$$W(Z, T) = \prod_{z=c, F} (V_z)^{\alpha_z}$$

Eine politische Bereitstellung von Nachhaltigkeitsgütern ergibt sich faktisch als Vertrag, den der Staat als Prinzipal formuliert und dem Konsumenten und dem Landwirt als Agenten vorschlägt. Letztere können den Vertrag annehmen oder nicht. Formal ergibt sich dieser Vertrag aus dem folgenden Maximierungsproblem:

$$\begin{aligned} (Z_S^*, T_S^*) &= \underset{Z, T}{\operatorname{argmax}} W(Z, T) \\ \text{s.t. : } &V_z(Z, t) \geq R_z, \quad z = c, F \end{aligned} \quad (4.10)$$

Betrachtet man die Bedingungen erster Ordnung des Maximierungsproblems der Gleichung (4.10), so folgt nach Umformung:

$$\begin{aligned} U'(Z_S^*) - C'(Z_S^*) &= 0 \\ T_S^* &= (\alpha_F U(Z_S^*) + \alpha_C C(Z_S^*)) \end{aligned} \quad (4.11)$$

Eine politische Bereitstellung von Nachhaltigkeitsgütern führt also theoretisch wie die Markt- und Vertragslösungen zu einer pareto-optimalen Lösung. Allerdings ergibt sich im gewichteten Nash-Gleichgewicht ein Transfer, der gerade eine gewichtete Aufteilung der insgesamt realisierten Netto-rente zwischen dem Landwirt und dem Konsumenten bedingt. Je größer das politische Gewicht des

Landwirtes vis-a-vis dem Konsumenten ist, d.h. je größer  $\alpha_F$  im Vergleich zu  $\alpha_c$  desto höher ist der vom Konsumenten an den Landwirt gezahlte Transfer  $T_S^*$ . Liegt das gesamte politische Gewicht bei den Landwirten, d.h. gilt  $\alpha_F = 1$  bzw.  $\alpha_c = 0$ , ergibt sich die Vertragslösung mit dem Landwirt als Prinzipal. Liegt umgekehrt das gesamte politische Gewicht bei den Konsumenten, d.h. gilt  $\alpha_F = 0$  bzw.  $\alpha_c = 1$ , ergibt sich die Vertragslösung mit dem Konsumenten als Prinzipal und diese realisieren die gesamte gesellschaftliche Nettowohlfahrt, die sich durch eine optimale Bereitstellung von Nachhaltigkeitsgütern ergibt.

#### 4.1.4 Politikversagen

Theoretisch führt also eine politische Bereitstellung der Nachhaltigkeitsgüter wie auch der Markt zu einer Aufteilung der gesellschaftlichen Nettorente zwischen Landwirt und Konsument. Allerdings hängt die konkrete Rentenaufteilung anders als bei der Marktlösung von den jeweiligen politischen Gewichten der Konsumenten bzw. Landwirte ab. Zum Beispiel lässt sich die angenommene gewichtete Nash-Wohlfahrtsfunktion als Nash-Gleichgewicht eines demokratischen Parteiwettbewerbs ableiten (Mueller, 1989). Dabei entspricht das jeweilige politische Gewicht der Konsumenten bzw. Landwirte gerade ihrer relativen marginalen Wahlreaktion, die mit einem Anstieg der politisch bedingten Wohlfahrt erzielt werden kann.

Analog zu der Marktlösung entspricht die politische Lösung, wie sie sich in realen politischen Systemen ergibt, nicht dem theoretischen Modell. Vergleichbar zu der Marktlösung sind hinsichtlich der politischen Lösung eine Reihe von Annahmen des theoretischen Modells in der Realität nicht erfüllt. Dadurch führt die politische Lösung abweichend vom theoretischen Modell oft nicht zu pareto-optimalen Lösungen. Analog zu dem Begriff des Marktversagens wird diese Diskrepanz zwischen theoretischen und realen Politikergebnissen als Politikversagen bezeichnet.

Eine zentrale Voraussetzung für eine effiziente politische Bereitstellung von Nachhaltigkeitsgütern ist, dass die beteiligten Akteure, d.h. der Staat als gewählter Repräsentant und die Gesellschaftsmitglieder als Wähler die Präferenzen  $U(Z)$  und die Kostenfunktion  $C(Z)$  kennen. In der politischen Realität ist diese Annahme der vollkommenen Information hinsichtlich dieser beiden zentralen Komponenten nicht gültig. Politische Akteure haben oft nur sehr beschränkte Kenntnisse und bilden naive Vorstellungen hinsichtlich der zentralen produktionstechnischen Zusammenhänge, sogenannte politische „Beliefs“, aus. Politische „Beliefs“ können oft sehr verzerrt im Vergleich zu den realen Zusammenhängen sein, so dass reale politische Systeme oft zu sehr ineffizienten Lösungen führen. Erschwerend kommt dabei hinzu, dass in der Realität eine Vielzahl von Konsumenten mit heterogenen Präferenzen und eine Vielzahl von Landwirten mit heterogenen Kostenfunktion existieren und die Akteure einen Anreiz haben, ihre individuellen Kostenfunktionen bzw. Präferenzen nicht wahrheitsgemäß darzustellen (siehe Clark-Vickery-Groves-Mechanismus in Bernholz und Breyer, 1993). Insbesondere haben die Landwirte einen Anreiz, ihre wahren Kosten zur Bereitstellung von Nachhaltigkeitsgütern verzerrt (überhöht) darzustellen.

Politikversagen entsteht nicht durch verzerrte politische Repräsentation aufgrund von Lobbyingaktivitäten oder unterschiedlich starken Wählerreaktionen an sich, da diese lediglich zu unterschiedlichen politischen Gewichten einzelner sozialer Gruppen führen. Sondern Politikversagen entsteht insbesondere dadurch, dass politische Akteure nur unvollständige und oft verzerrte Informationen hinsichtlich der wahren gesellschaftlichen Präferenzen und produktionstechnischen Wechselwirkungen zwischen Nachhaltigkeitsaspekten und landwirtschaftlicher Standardproduktion haben.

Entsprechend sind wissenschaftliche Analysen, die die wahren Produktionstechnologien bzw. wahren gesellschaftlichen Präferenzen exakt ermitteln, von essentieller Bedeutung für eine effiziente politische Bereitstellung von Nachhaltigkeitsgütern, also einer Vermeidung von Politikversagen.

In diesem Zusammenhang versucht der vorliegende Report, die produktions-technischen Zusammenhänge zwischen Ökosystemleistungen und klassischen Produktionsgütern der Landwirtschaft in den EU-Mitgliedstaaten sowie die Auswirkungen der vorgeschlagenen F2F-Maßnahmen quantitativ darzustellen. Dabei ist die Ermittlung der detaillierten produktions-technischen Zusammenhänge eine sehr komplexe Aufgabe. Letztere ist von den genauen betriebsindividuellen Ausstattungen und regionalen Boden- und Klimaverhältnissen abhängig.<sup>1</sup>

Auch unter Verwendung von sehr stark disaggregierten Modellen, wie dem CAPRI-Modell, können relevante produktions-technische Zusammenhänge nur ungenau ex ante ermittelt werden. Daher sind dezentrale und sequentielle Implementationsprozesse, die einerseits eine Aggregation dezentraler Information und andererseits politisches Lernen zulassen, von besonderer Bedeutung für eine effektive Nachhaltigkeitspolitik. Weiterhin müssen dezentrale politische Implementationsmechanismen „Anreiz-kompatibel“ sein, d.h. diese müssen den individuellen Landwirten einen Anreiz bieten, ihre wahren Bereitstellungskosten zu offenbaren bzw. individuellen Konsumenten einen Anreiz zu bieten, ihre wahren Zahlungsbereitschaften zu offenbaren. Ebenso sind Implementationsmechanismen vorteilhaft, die eine sequentielle Anpassung der Nachhaltigkeitspolitik zulassen und damit politisches Lernen unmittelbar integrieren. Dadurch wird die Nachhaltigkeitspolitik flexibel ausgestaltet, in dem zentrale Politikparameter sequentiell angepasst werden können.

Wie in diesem Report herausgearbeitet wird, stellen Permit-Handelssysteme, die für relevante Ökosystemleistungen konzipiert werden können, entsprechend innovative dezentrale Implementationsmechanismen dar. Für die THG-Emissionen gibt es bereits eine entsprechende Permit-Handels-Plattform, in die die Landwirtschaft allerdings noch nicht integriert ist. Es wird aber in diesem Report simuliert, welche Effekte sich grundsätzlich bzw. speziell für die Umsetzung der F2F-Strategie durch eine entsprechende Integration der Landwirtschaft in ein THG-Permit-Handelssystem ergeben würden. Die Auswirkungen eines Permit-Handelssystem für N-Permitrechte wird im Anhang am Beispiel des Bundeslandes Schleswig-Holstein demonstriert.

Politökonomisch ist für die Durchsetzbarkeit von Nachhaltigkeitspolitiken in realen politischen Systemen, allerdings allein die durch diese Politik implizierte Verteilung der Nettorenten auf politisch gewichtige soziale Gruppen und nicht ihre ökonomisch-ökologische Effizienz relevant. Insofern müssen zur Abschätzung der politischen Durchsetzbarkeit konkreter Implementationsverfahren neben deren Effizienz auch immer die durch diese implizierte Verteilung von Nettorenten analysiert werden. Relevante Nettorenten umfassen dabei nicht nur die aggregierten Produzenten- und Konsumentenrenten, sondern auch die jeweils disaggregierten Renten spezieller Produzentengruppen (z.B. Regionen, Betriebstypen) sowie Konsumentengruppen (z.B. Arme versus Reiche, ländliche versus städtische

---

<sup>1</sup>Ebenso ist die exakte Ermittlung gesellschaftlicher Präferenzen, d.h. Zahlungsbereitschaften für unterschiedliche Nachhaltigkeitsgüter, eine sehr komplexe Aufgabe. Tatsächlich muss beim heutigen Stand der wissenschaftlichen Methoden konstatiert werden, dass weder heterogene gesellschaftliche Präferenzen noch heterogene betriebliche produktions-technische Zusammenhänge empirisch exakt gemessen werden können. Gesellschaftliche Präferenzen lassen sich am besten durch sogenannte Choice-Experimente ermitteln. Auf der Grundlage entsprechender Choice-Experiment Daten lassen sich dann individuelle Zahlungsbereitschaften ökonometrisch mit Hilfe von Latent-Class Schätzmethoden ermitteln (Banfi et al., 2007; Boxall und Adamowicz, 2002; Birol et al., 2006; Liebe, 2007). Produktions-technische Zusammenhänge lassen sich durch entsprechende ökologisch-ökonomische Verbundmodelle empirisch ermitteln (Banse et al., 2008; Borresch und Weinmann, 2006; Happe et al., 2004; Offermann et al., 2014). Auf diese Modelle und Methoden wird in diesem Report allerdings nicht explizit eingegangen, siehe z.B. (Albrecht, 2016)

Haushalte oder Steuerzahler versus Verbraucher). Entsprechende Wohlfahrtsermittlungen für spezielle landwirtschaftliche Gruppen sowie Verbrauchergruppen in den einzelnen EU-Mitgliedsländern erfolgen deshalb auch explizit in diesem Report.

## 4.2 Stilisierte ökonomische und ökologische Effekte der F2F-Strategie

In Abbildung 4.2 sind die Effekte der Umsetzung der F2F-Strategie bzw. individueller F2F-Maßnahmen stilisiert dargestellt. Wie in Abbildung 4.2 aufgezeigt führt die F2F-Strategie bzw. einzelne Maßnahmen zu folgenden Effekten:

1. F2F-Maßnahmen sind i.w. Produktionsbeschränkungen, die zu einer Einschränkung der Produktion konventioneller landwirtschaftlicher Güter und simultan zu einer Erhöhung der Ökosystemleistungen [ÖSL] (Reduktion N-Fracht, Reduktion CO<sub>2</sub>-Emission, Erhöhung Biodiversität) führen. Rückgang der konventionellen Produktion ist je nach Maßnahme unterschiedlich für pflanzliche und tierische Produkte und ebenfalls ist die Erhöhung der ÖSL ebenfalls unterschiedliche je nach F2F-Maßnahme.
2. Ceteris paribus impliziert dies einen entsprechenden Rückgang des EU-Angebots an landwirtschaftlichen Gütern. Der Angebotsrückgang impliziert c.p. entsprechend steigende EU-Agrarpreise und simultan einen Rückgang des EU-Konsums sowie der EU-Exporte und eine Erhöhung der EU-Importe.
3. Steigende EU-Preise induzieren c.p. eine Erhöhung der Non-EU-Exporte von Agrargütern in die EU bzw. eine Absenkung der EU-Exporte von Agrargütern aus der EU in andere Non-EU-Staaten.
4. Die veränderten Non-EU-Ex- bzw. Importe induzieren eine Erhöhung der Non-EU-Preise.
5. Erhöhte Non-EU-Preise implizieren c.p.: (a) eine Steigerung der Non-EU-Produktion bzw. Angebots (b) ein Absinken des Non-EU-Konsums.
6. Steigende landwirtschaftliche Produktion in Non-EU induziert c.p. reduzierte ÖSL in Non-EU, diese stellen grundsätzlich *Leakage* Effekte dar, da sie die durch die F2F-Strategie in der EU induzierten erhöhten ÖSL z.T. kompensieren.

Je nach relativer Stärke der o.g. Effekte ergeben sich folgende Wohlfahrtseffekte in der EU:

- a Konsumentenrente (KR): Sinkt aufgrund steigender Nahrungsmittelpreise. Je stärker die EU-Agrarpreise steigen desto stärker sinkt die KR.
- b Zwei gegenläufige Effekte bzgl. der Profite der Landwirte quasi für alle Produktionsrichtungen: (b1) Profite sinken aufgrund des mengenmäßigen Rückgangs der Produktion/Angebot konventioneller Agrargüter; (b2) Profite steigen c.p. aufgrund steigender Agrarpreise.
- c Profite verarbeitende Industrie: Profite sinken aufgrund steigender Agrarrohstoffpreise sowie aufgrund sinkender Absatzmengen.

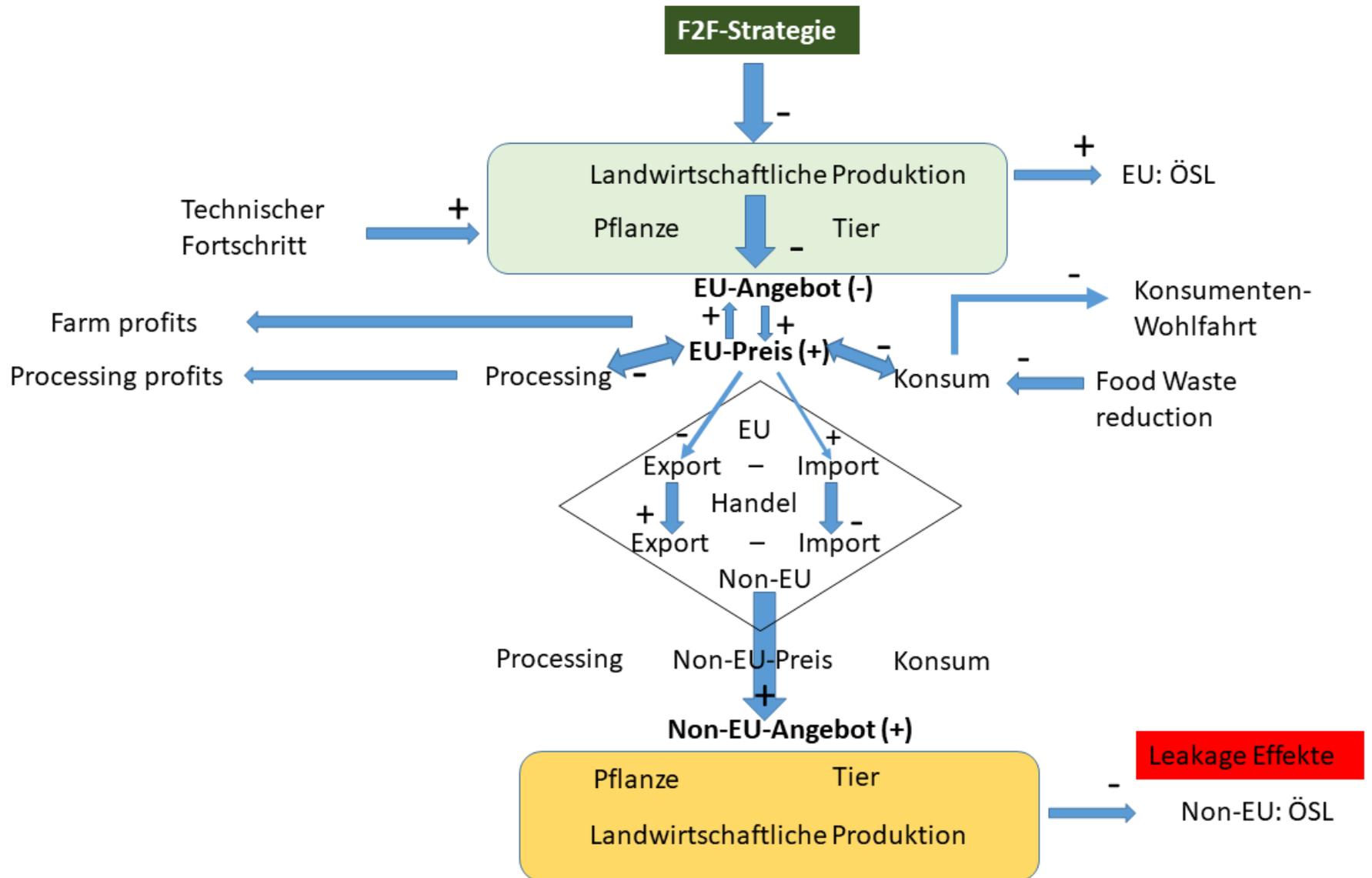


Abbildung 4.2: Stilisierte Effekte der F2F-Strategie

Höhe der EU-Agrarpreisänderung und damit Höhe und Richtung der Wohlfahrtseffekte hängt von der Reagibilität des Agrarhandels ab, d.h. der Reaktion der Exporte und Importe in bzw. aus der EU in Abhängigkeit veränderter TOTs.

### **Hohe Reagibilität:**

- EU-Preise bleiben relativ stabil, Handel passt sich stark an, während EU-Konsum relativ stabil bleibt.
- Konsumentenrente bleibt quasi konstant, d.h. keine Wohlfahrtseinbußen auf Seiten der Verbraucher und ebenso keine Gewinneinbußen der verarbeitenden Industrie. ABER: EU-Exportsektor schrumpft stark!
- Profite der Landwirte sinken, da der negative Produktionseffekt nicht durch steigende EU-Agrarpreise kompensiert wird.
- Relativ starke Erhöhung der landwirtschaftlichen Produktion in Non-EU, die den Produktionsrückgang in der EU kompensiert.
- Dadurch relativ starker Rückgang der ÖSL in der Non-EU (Intensivierung der Produktion!), d.h. hohe *Leakage* Effekte!

### **Niedrige Reagibilität:**

- EU-Preise steigen relativ stark, Handel passt sich nur moderat an, während EU-Konsum leicht zurückgeht.
- Konsumentenrente sinkt moderat, d.h. leichte Wohlfahrtseinbußen auf Seiten der Verbraucher und ebenso starke Gewinneinbußen der verarbeitenden Industrie. EU-Exportsektor schrumpft immer noch deutlich, aber weniger stark als bei hoher Reagibilität!
- Profite der Landwirte steigen bzw. sinken deutlich weniger, da der negative Produktionseffekt durch die stark steigenden EU-Agrarpreise kompensiert wird. Allgemein sind stark ansteigende Preise und damit steigende Gewinn eher für tierische Produkte, insbesondere Milch und Rindfleisch, zu erwarten, da hier die Handelsreagibilität relativ niedrig ist. Hingegen sind für pflanzliche Produkte, vor allem Getreide und Ölsaaten, eher höhere Handelsreagibilitäten zu erwarten, so dass Preiseffekte c.p. geringer sind und landwirtschaftliche Profite eher sinken. Somit heterogenes Bild innerhalb des Agrarsektors!
- Relativ geringere (aber immer noch signifikante) Erhöhung der landwirtschaftlichen Produktion in Non-EU, die den Produktionsrückgang in EU kompensiert.
- Dadurch relativ geringerer Rückgang der ÖLS in der Non-EU (geringere Intensivierung der Produktion!), d.h. relative geringere *Leakage* Effekte!



# Kapitel 5

## F2F-Auswirkungen: EU-27

### 5.1 Produktion

#### 5.1.1 Anbauflächen, Tierzahlen und Produktionsmengen

Die Abbildungen 5.1 und 5.2 stellen die Änderungen hinsichtlich Produktionsstrukturen zentraler Outputgruppen einmal gemessen in Anbauflächen bzw. Anzahl der Tiere sowie zusätzlich gemessen in Produktionsvolumen in der EU dar. Für die komplette F2F-Strategie (Szenario *combined*) ergeben sich grundsätzlich Produktionseinschränkungen. Dies gilt sowohl für die Anbauflächen bzw. Tierzahlen als auch für die entsprechenden Produktionsmengen gemessen in Produktionsvolumen. Sehr stark ist die Produktionseinschränkung für die tierische Produktion und hier insbesondere für Rindfleisch, wo ein Rückgang der Tierzahlen von -42% sowie ein Rückgang der Produktionsmenge von -17% zu verzeichnen ist. Für Milch impliziert die Umsetzung der F2F-Strategie einen deutlich geringeren Produktionsrückgang mit einem Rückgang der Milchkühe um -12,7% sowie einem Rückgang der Produktionsmenge um -6%.

Für Getreide und Futterpflanzen ergibt sich ein Rückgang der Anbaufläche von rund -5%, während die Anbaufläche für Ölsaaten um -7,3% bei der Implementation der kompletten F2F-Strategie zurückgeht. Die Produktionsmengen gehen hingegen deutlich um -23,6% (Getreide) bzw. sogar -30% (Futterpflanzen) zurück. Dies ergibt sich aus der Tatsache, dass die F2F-Maßnahmen die Erträge für Getreide und Futterpflanzen signifikant reduziert. Dies gilt auch für Obst & Gemüse und Dauerkulturen, für die sich auch ein signifikanter Rückgang der Produktionsmengen um -13% ergibt, während die Anbauflächen für diese Kategorie praktisch konstant bleiben.

Betrachtet man die einzelnen F2F-Maßnahmen, so führt die Einschränkung der N-Bilanz (Szenario *nutrients*) zu starken Produktionsbeschränkungen für Rindfleisch und Milch, während sich für die anderen Maßnahmen eher geringe Effekte von unter -5% für die tierische Produktion ergeben. Dies gilt grundsätzlich auch für Futterpflanzen, während sich für alle anderen pflanzlichen Produkte starke Produktionseinschränkungen mit einem Rückgang der Produktionsmengen um über 10% aufgrund der Einschränkung des Pestizideinsatzes um 50% (Szenario *pesticides*) ergeben. In geringerem Maße impliziert auch die Erhöhung der ökologischer Vorrangflächen auf 10% (Szenario *landscape*) einen signifikanten Produktionsrückgang von rund -5% für Getreide und Ölsaaten.

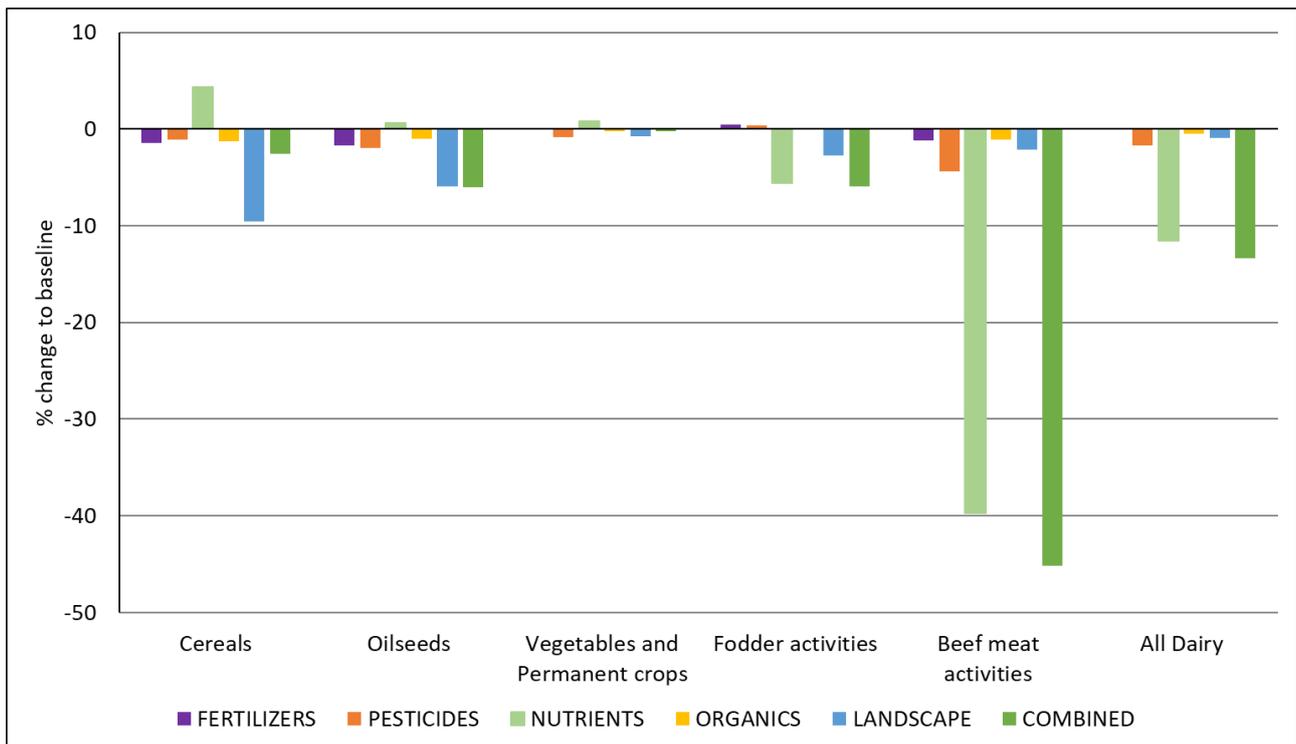


Abbildung 5.1: EU: Produktionsumfang [in ha and heads], % Änderung zur baseline

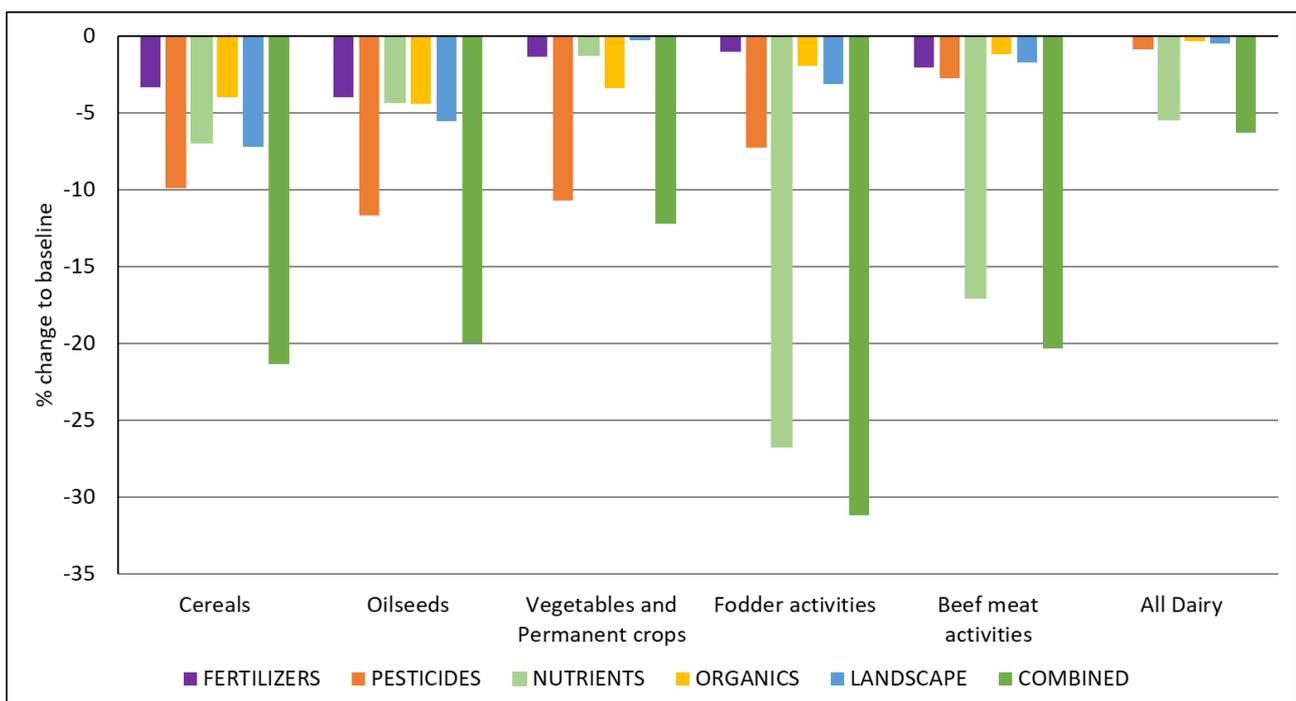


Abbildung 5.2: EU: Produktionsvolumen [in konstanten Preisen], % Änderung zur baseline

### 5.1.2 Inputstrukturen

Neben den Outputstrukturen sind die Inputstrukturen, d.h. der Einsatz von mineralischen und organischen Dünger wie auch von Pestiziden sowie der Einsatz von tierischen Futtermitteln von zentraler

Bedeutung. Dies gilt einmal ökonomisch, da der Einsatz zugekaufter Inputs und Futtermittel die Kosten der Landwirtschaft wie auch den Profit der entsprechenden Vorleistungsindustrien sowie des Agrarhandels determiniert. Weiterhin sind der Einsatz von mineralischem und organischem Dünger wie auch der Pestizideinsatz zentrale Bestimmungsfaktoren des ökologischen Fußabdrucks der Landwirtschaft, d.h. der Wasser- und Luftqualität, mit entsprechenden negativen Wirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Biodiversität. Zusätzlich hat der Einsatz von mineralischen Dünger negative Auswirkungen auf die THG-Emissionen Grinsven et al. (2013); EEA (2019).

Entsprechend wird die Reduktion des mineralischen Düngereinsatzes bzw. des Pestizideinsatzes direkt (Szenario *fertilizer* und *pesticides*) bzw. indirekt in den F2F-Maßnahmen gefordert.

Weiterhin ist der Effekt der F2F-Maßnahmen auf die Landnutzung, insbesondere die Ausdehnung bzw. Reduktion der Waldflächen sowie die Reduktion der landwirtschaftlich genutzten Fläche interessant. Unter anderem setzt die Klimastrategie des BMU auf den LULUCF-Sektor als Klimasenke durch die Ausdehnung der Waldfläche, sowie die Wiedervernässung von Moorflächen (UBA, 2019).

### Dünger und Pflanzenschutz und andere Kosten

In Abbildung 5.3 und 5.4 sind die partiellen und gemeinsamen Auswirkungen der einzelnen F2F-Maßnahmen auf den Einsatz von mineralischen und organischen Dünger sowie den Pestizideinsatz aufgeführt.

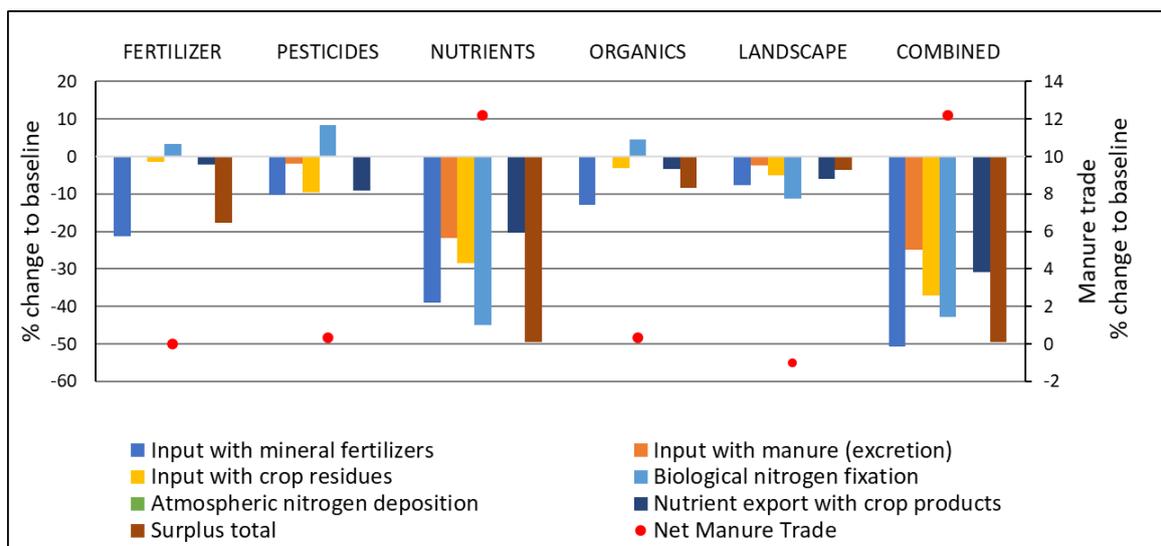


Abbildung 5.3: EU: N-Bilanzkomponenten [in kg/ha], % Änderung zur baseline

Wie man aus Abbildung 5.3 erkennt, führt die F2F-Strategie insgesamt zu einer signifikanten Reduktion des mineralischen Düngereinsatzes um -51% wie auch des organischen Düngers um -25%. Zusätzlich wird durch die F2F-Strategie auch die N-Fixierung im Boden signifikant um über -42% verringert. Betrachtet man die individuellen F2F-Maßnahmen, so wird der Effekt durch die Beschränkung der N-Bilanz auf 50% dominiert. Allein diese Maßnahme bewirkt eine Reduktion des mineralischen Düngereinsatzes um -39% sowie des organischen Düngereinsatzes um -22%. Die N-Fixierung im Boden wird um -45% gesenkt, so dass insgesamt die anvisierte Reduktion der N-Bilanz um -50% realisiert wird.

Alle anderen Maßnahmen inklusive der Erhöhung des Anteils des ökologischen Landbaus haben eine vergleichsweise geringe Wirkung auf den Einsatz von mineralischen Düngemitteln mit induzierten Reduktionsraten um die -10%, während der Einsatz von organischen Dünger kaum eingeschränkt wird mit Abnahmeraten unter -3%. Eine Ausnahme stellt dabei die Reduktion des mineralischen Düngereinsatzes um 20% dar, die konstruktionsgemäß den mineralischen Düngereinsatz um -22% senkt, während der organische Düngereinsatz quasi konstant bleibt und somit insgesamt zu einer Reduktion der N-Bilanz von -18% führt.

Interessanterweise führt die Reduktion des Pestizideinsatzes ebenfalls zu einer Reduktion des mineralischen Düngemittelseinsatzes um immerhin -10% (siehe Abbildung 5.3). Umgekehrt hat die Reduktion der N-Bilanz eine signifikante Wirkung auf den Pestizideinsatz, der ebenfalls um -14% reduziert wird (siehe Abbildung 5.4). Produktionstechnisch folgt dies aus einer zumindest lokal komplementären Beziehung zwischen Dünger und Pestizideinsatz.

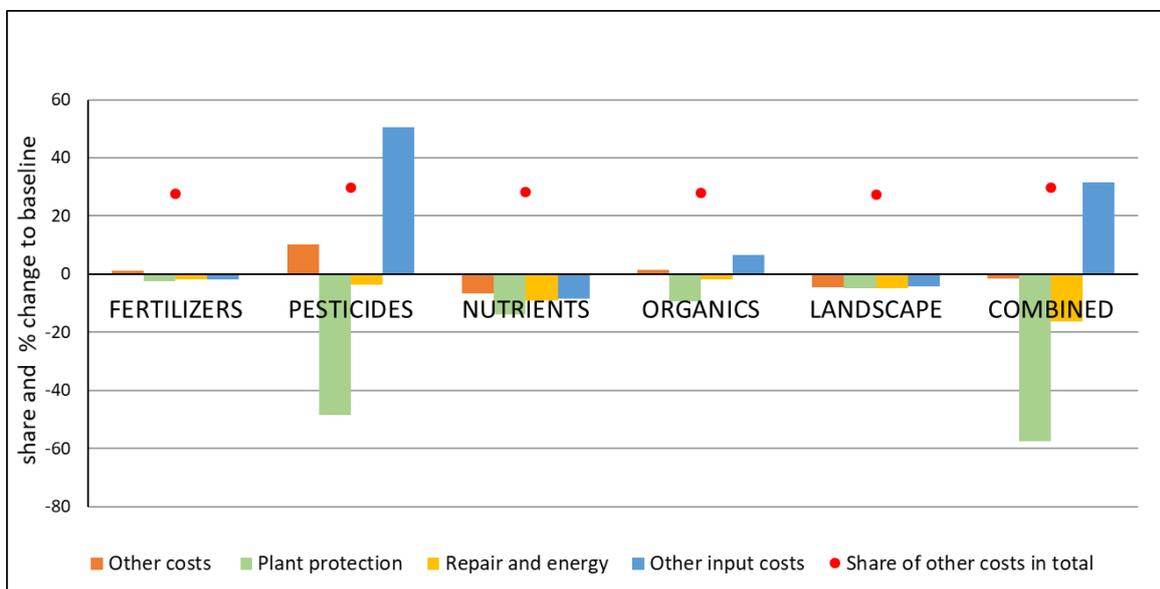


Abbildung 5.4: EU: Pestizideinsatz und *andere* Kosten [in Euro/ha], % Änderung zur baseline

Wie aus Abbildung 5.4 weiterhin hervorgeht, wird der Pestizideinsatz indirekt kaum signifikant durch andere Maßnahmen reduziert. Die Erhöhung des ökologischen Landbaus wie auch der ökologischen Vorrangflächen haben nur relativ moderate Effekte auf den Pestizideinsatz mit -9% bzw. -5%. Dieser geringe Effekt ist für die Erhöhung des ökologischen Landbaus, der ja gar keine Pestizide einsetzt, überraschend und lässt auf eine entsprechende Intensivierung des konventionellen Landbaus unter dieser Maßnahme schließen.

Umgekehrt hängt der relativ geringe Effekt auf den Einsatz von mineralischem Dünger bzw. Pestiziden natürlich mit dem Umfang dieser Maßnahme zusammen. Bei einer weiteren Ausdehnung des ökologischen Landbaus über die anvisierten 25% wäre ein entsprechend stärkerer Effekt sowohl auf die Reduktion des Einsatzes von mineralischem Dünger als auch von Pestiziden logischerweise zu erwarten.

## Futtermittel

In Abbildung 5.5 ist die Veränderung des gesamten Futtermittelinputs (getrennt für die wichtigsten Futtermittel) für die Produktion von Milch sowie Rind-, Schweine und Geflügelfleisch für die einzelnen F2F-Szenarien dargestellt.

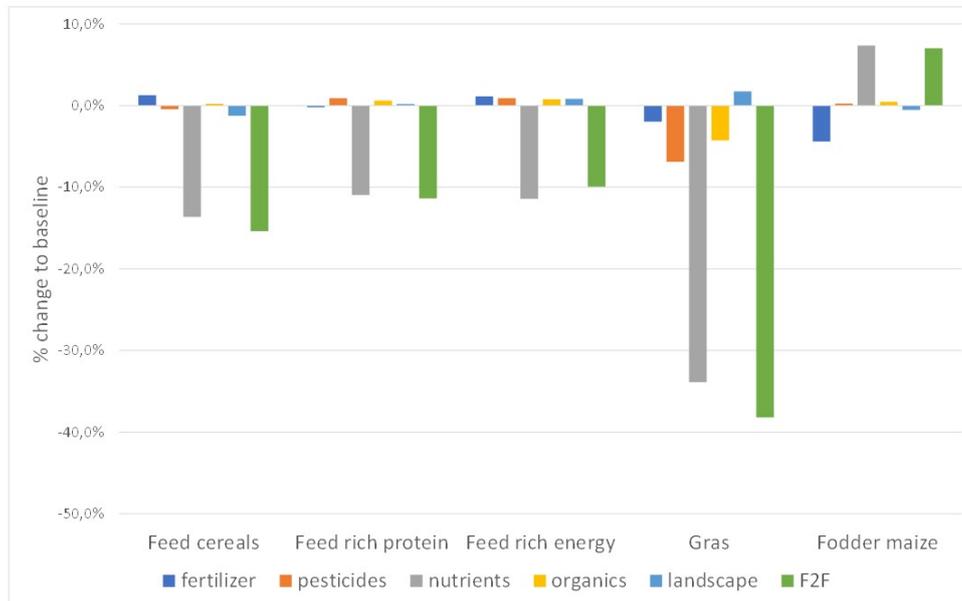


Abbildung 5.5: EU: Futtermittelausatz, % Änderung zur baseline

Wie aus Abbildung 5.5 zu erkennen ist, impliziert die komplette Umsetzung der F2F-Strategie eine Reduktion des Futtermittelausatzes, insbesondere geht der Input von Rohfutter (Gras) um -38% zurück, während der Einsatz von Kraftfutter (Feed rich protein und Feed rich energy) wie auch Futtergetreide um -15 bis -10% reduziert wird. Die Anpassung des Futtermittelausatzes folgt dabei im Wesentlichen der Reduktion der Milch- und Fleischproduktion, die durch die F2F-Strategie induziert wird. Berücksichtigt man die Reduktion der Tierzahlen, so ergibt sich insbesondere für Kraftfutter eine Erhöhung der Intensität des Futtermittelausatzes pro Tier.

Entsprechend ergeben sich starke Reduktionen des Futtermittelausatzes von -14% (Futtergetreide) bis zu -34% (Gras) für die Reduktion der N-Bilanz um 50%, da diese die Rindfleisch- und Milchproduktion stark einschränkt. Der Einsatz von Kraftfutter geht im Vergleich zu Rohfutter deutlich geringer zurück mit -11%. Dies liegt zentral daran, dass die Schweine- und Geflügelproduktion weniger stark eingeschränkt wird als die Rindfleischproduktion. Alle anderen F2F-Maßnahmen haben nur eine sehr geringe Wirkung auf den Futtermittelausatz und wirken im Wesentlichen über erhöhte Produktionskosten, wobei insbesondere die Reduktion der N-Bilanz zu erhöhten Futtermittelpreisen von über +30% für Rinder- und Milchkühe führt (siehe Abbildung 5.6).

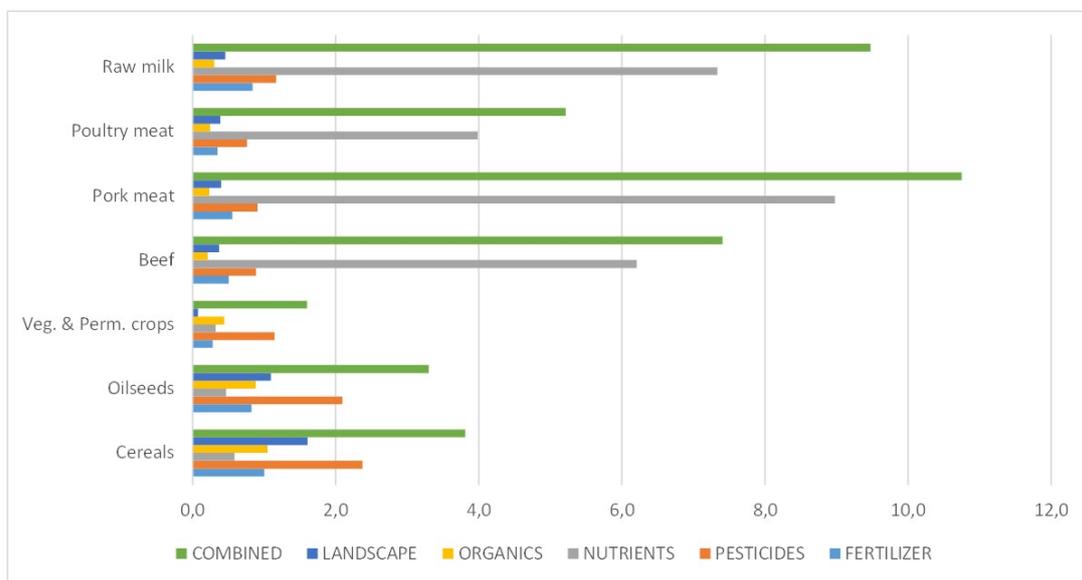


Abbildung 5.6: EU: Futtermittelkosten [Euro/Tier], % Änderung zur baseline

## Landnutzung

Landnutzungsänderungen sind im Sinne der LULUCF-Buchführung für die Kohlenstoffeffekte und damit für den Klimawandel relevant. Weiterhin ist Landnutzung in Form von ökologischen Vorrangflächen bzw. Ackerland- versus Grünlandnutzung auch hinsichtlich der Biodiversität relevant. Der LULUCF-Sektor spielt als Kohlenstoffsenke in der Klimastrategie der EU wie auch Deutschlands eine zentrale Rolle. Wie bereits in Kapitel 2.1 dargestellt, werden die Kohlenstoffeffekte, die durch Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF) verursacht werden, in dem CAPRI-Modell für die EU explizit erfasst. Zentral sind dabei die Änderung der Forst- versus der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) sowie innerhalb der LF die fortdauernde Nutzung von Ackerland versus Grünland bzw. Stilllegungs- und ökologische Vorrangflächen. Letztere spielen auch hinsichtlich der Wirkung auf die Biodiversität eine zentrale Rolle.

In Abbildung 5.7 sind die Veränderungen der relevanten Flächenkategorien der LULUCF-Buchführung für die einzelnen F2F-Maßnahmen dargestellt. Wie man aus der Abbildung entnehmen kann, führt die F2F-Strategie insgesamt zu einer Ausdehnung der LF um 6,6 Mio. ha und einer Reduktion der Forstfläche um 1,9 Mio. ha in der EU. Das heißt, die F2F-Strategie wirkt zumindest tendenziell der EU-Klimastrategie entgegen, da letztere zentral auf die Erhöhung der Forstfläche als wichtige Kohlenstoffsenke des LULUCF-Sektors setzt. Allerdings entspricht die F2F induzierte Reduktion gemessen an der absoluten Forstfläche von rund 156 Mio. ha nur 1,3%. Partielle F2F-Maßnahmen wie die Erhöhung des ökologischen Landbaus oder die Reduktion des Pestizid- und mineralischen Düngereinsatzes führen tendenziell sogar zu einer Erhöhung der Forstfläche und einer Reduktion der LF, während insbesondere die Reduktion der N-Bilanz um 50% wie auch die Erhöhung der ökologischen Vorrangfläche auf 10% eine Ausdehnung der LF um 4,8 bzw. 1,9 Mio. ha implizieren.

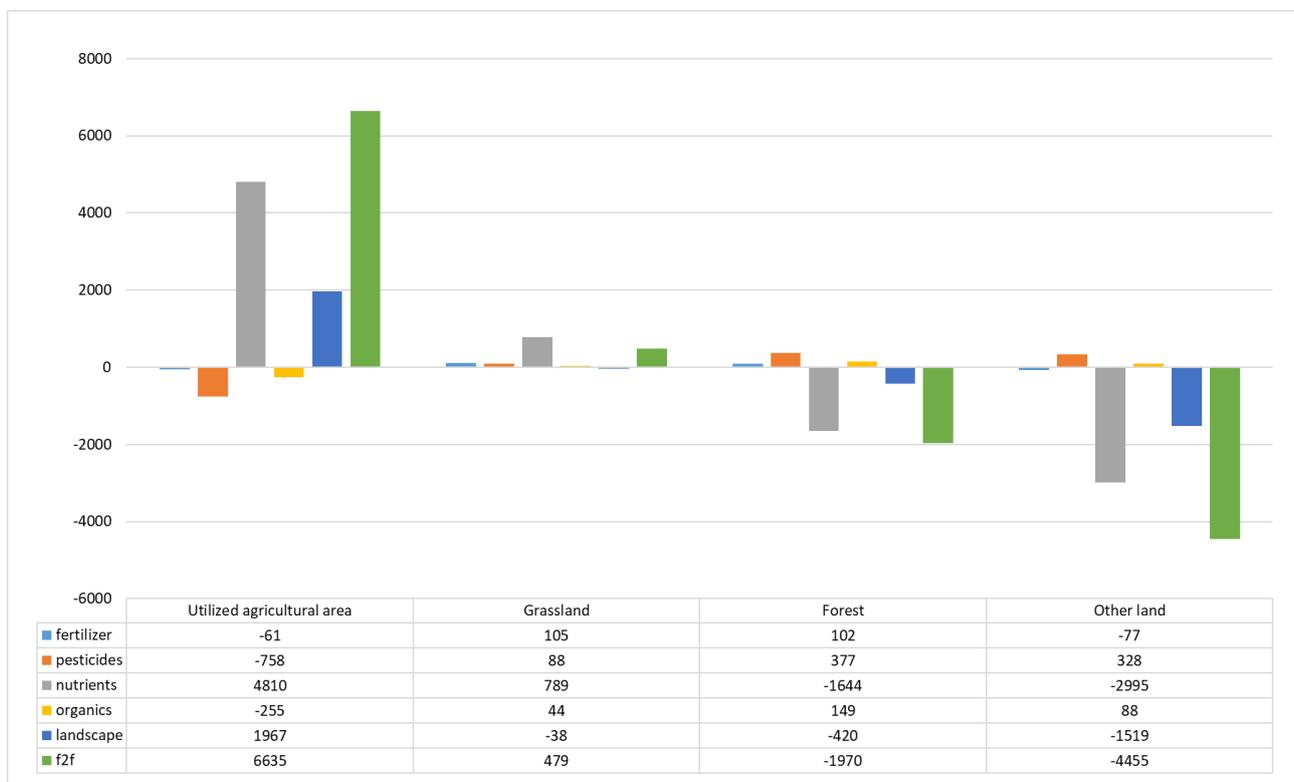


Abbildung 5.7: EU: Landnutzungsänderung - LULUCF, absolute Änderung zur baseline [in tsd ha]

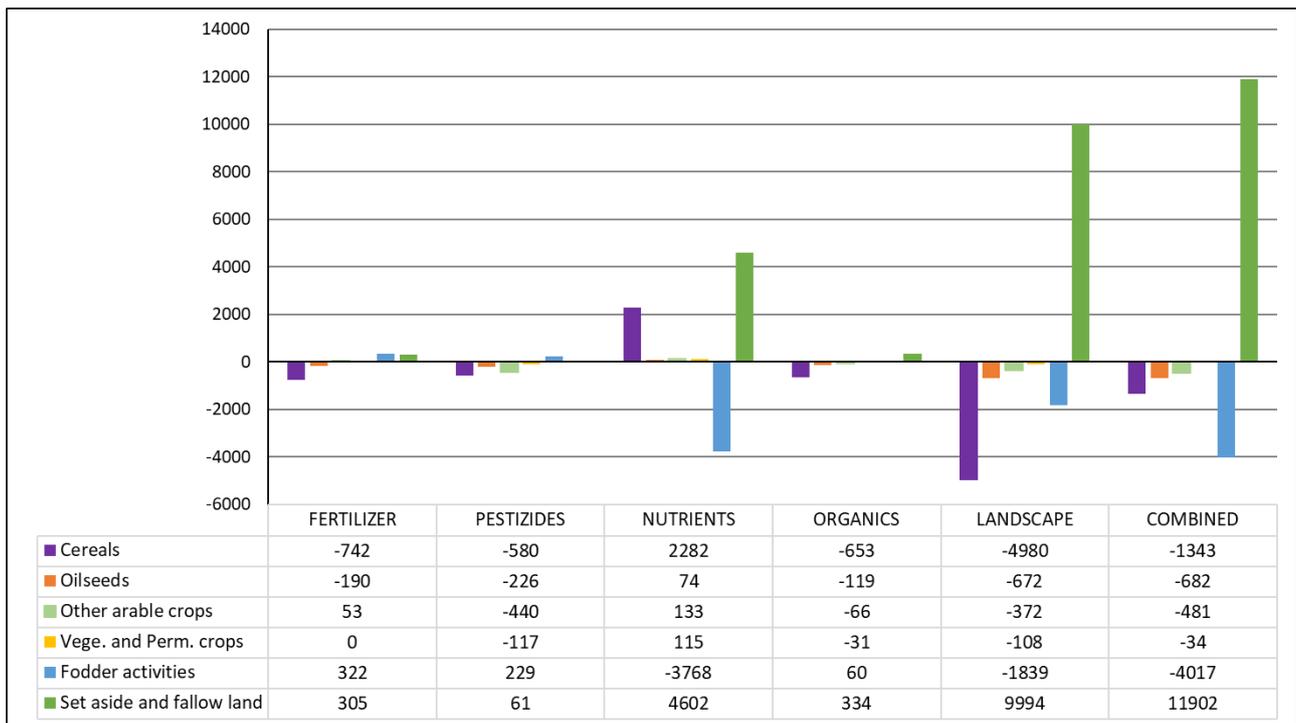


Abbildung 5.8: EU: Landnutzungsänderung - UAA, absolute Änderung zur baseline [in tsd ha]

Innerhalb der LF verändert sich die Landnutzung signifikant. Konstruktionsgemäß führt die F2F-Strategie zu einer starken Erhöhung der Stilllegungs- und ökologischen Vorrangfläche um 11,9 Mio. ha, dies entspricht rund 7% der gesamten LF im *baseline*-Szenario. Weiterhin wird Grünland um 0,5 Mio. ha ausgedehnt. Dabei findet eine Verschiebung von dem Getreide-, Ölsaaten und Futterpflanzenanbau statt, der um -1,3, 0,6 und -4 Mio. ha reduziert wird. Die restliche zusätzliche ökologische Vorrangfläche entsteht durch Umwidmung von forstwirtschaftlich genutzter bzw. anderer nicht landwirtschaftlich genutzter Fläche in LF. Interessanterweise führen alle F2F-Einzelmaßnahmen zu einer Verschiebung der Landnutzung in Richtung ökologische Vorrangflächen, wobei der mit Abstand stärkste Einzel-Effekt (knapp 10 Mio. ha) von der direkten Erhöhung der ökologischen Vorrangfläche auf mindestens 10% ausgeht. Umgekehrt führt die Reduktion der N-Bilanz um 50% zu der stärksten Ausdehnung der Grünlandnutzung um 0,8 Mio. ha, aber die Reduktion der N-Bilanz induziert auch eine signifikante Erhöhung der Stilllegungs- und ökologische Vorrangfläche um immerhin 4,6 Mio. ha. Allerdings findet diese allein durch einen Rückgang der Futterflächen bzw. Umwidmung nicht landwirtschaftlich genutzter Flächen und nicht wie bei der direkten Erhöhung der ökologischen Vorrangflächen aufgrund eines Rückgangs der Getreide- und Ölsaatenflächen statt. Im Gegenteil, diese werden im Szenario *nutrients* sogar um 2,2 Mio. ha ausgedehnt. Gemessen an der jeweiligen Gesamtfläche der jeweiligen Nutzungsarten sind die induzierten Nutzungsänderungen der LF allgemein eher gering bis moderat mit relativen Veränderungen von unter 10%. Eine Ausnahme stellt hier allerdings die Kategorie Stilllegungs- und ökologische Vorrangfläche dar, für die sich eine relative Änderung von 117% durch die kombinierten F2F-Maßnahmen ergibt.

Obwohl die F2F-Strategie die Produktivität der Produktion konventioneller landwirtschaftlicher Güter signifikant einschränkt, führt die F2F-Strategie insgesamt zu einer Erhöhung der Landpreise. Dies lässt sich unmittelbar an der Erhöhung der Schattenpreise für Land, die sich aus den CAPRI-Simulationen ergibt, ablesen. In der Abbildung 5.9 sind die Schattenpreise für Ackerland für ausgewählte EU-Mitgliedsländer dargestellt. Die Preise steigen in den Ländern generell in allen Szenarien bis auf das Szenario *pesticides*, für diese Szenario sinken diese sogar bis zu -12%, während die Erhöhung der ökologischen Landwirtschaft keine Auswirkung auf die marginale Landproduktivität (Schattenpreise) aufweist. Die stärksten Preissteigerungen sind im *nutrients* bzw. kombinierten F2F-Szenario mit über 50% Steigerung für die gesamte EU zu verzeichnen. Sehr hohe Landpreisteigerungen sind in Dänemark und den Niederlanden mit 284% und 186% und abgeschwächt auch in Deutschland und Frankreich mit rund 96% Steigerung zu verzeichnen.

Die ökonomische Erklärung für den Anstieg der Schattenpreise trotz einer Reduktion der Landproduktivität liegt an den durch die F2F-Strategie induzierten Output-Preiseffekte, gerade für tierische Produkte, die allgemein den Rückgang der Produktivität überkompensieren.

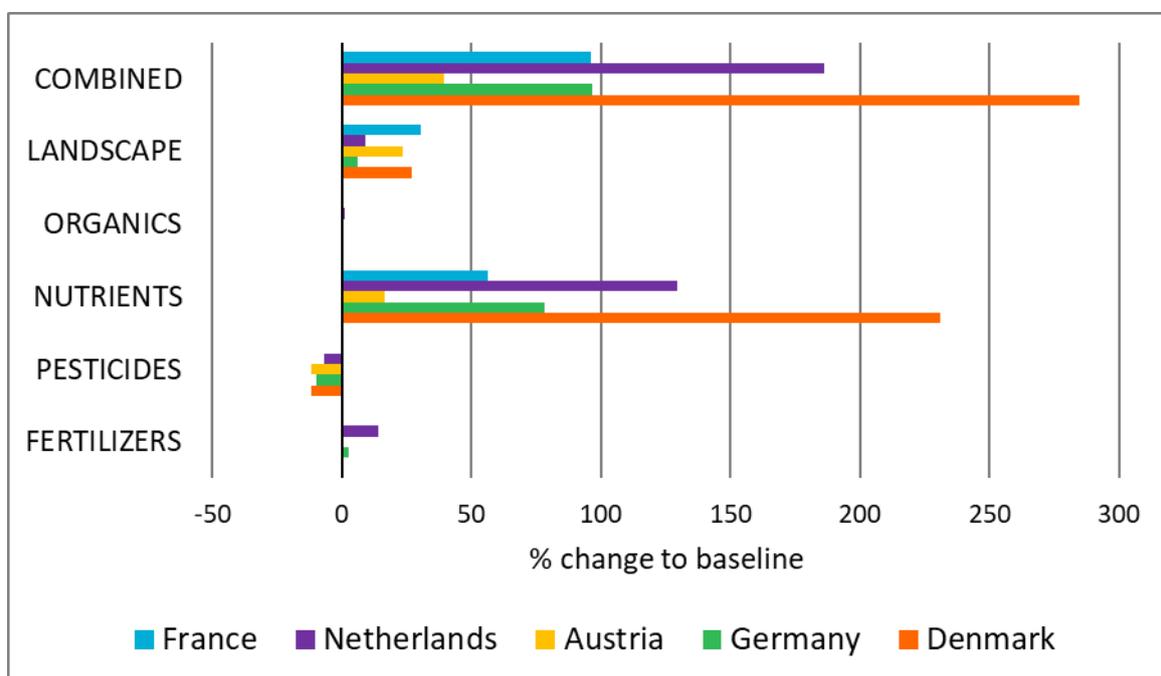


Abbildung 5.9: EU: Schattenpreise für Ackerland [in Euro/ha] in ausgewählten EU-Staaten, % Änderung zur baseline

## 5.2 Handel

Die Abbildung 5.10 bis 5.14 zeigen die Änderungen im Handel der EU hinsichtlich der Produktgruppen Getreide, Milchprodukte, Ölsaaten, Rind-, Schweine- und Geflügelfleisch. Es ist zu beachten, dass die Nettoexport- bzw. Importstellung der EU mit einer eigenen Skala auf der rechten Achse dargestellt ist.

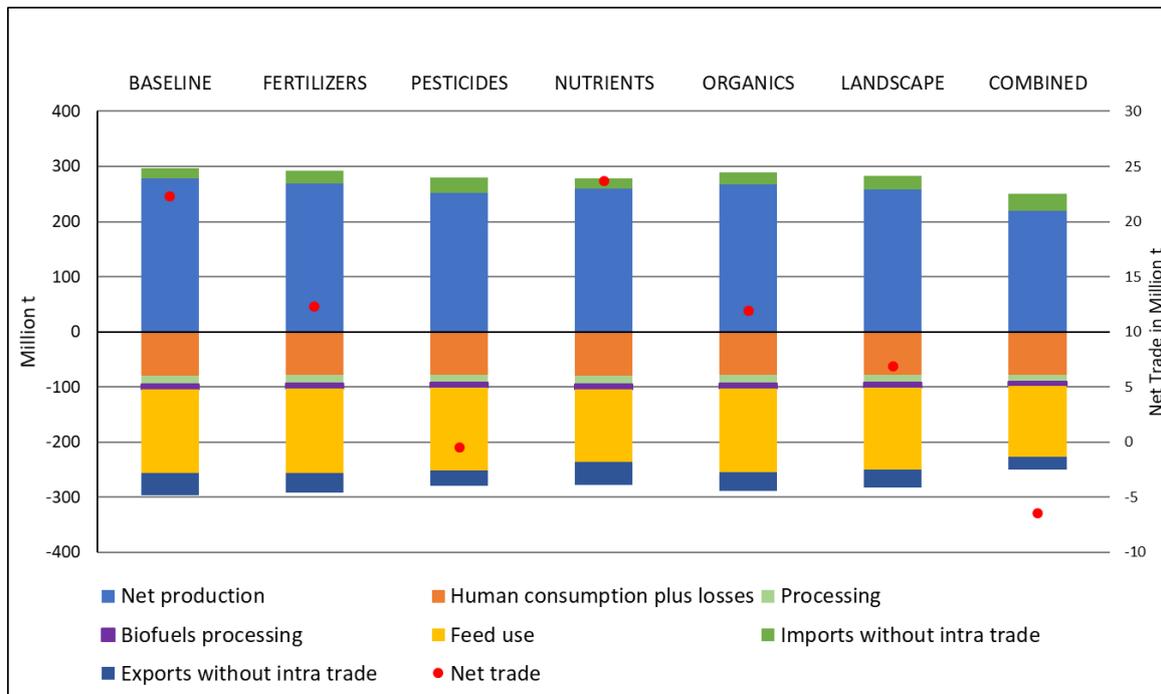


Abbildung 5.10: EU: Marktbilanz - Getreide

Wie in Abbildung 5.10 dargestellt, ändert sich für Getreide im Wesentlichen die inländische Angebotskomponente durch die F2F-Maßnahmen, während die inländische Nachfragekomponente Human consumption relativ konstant bleibt, so ändert sich das inländische Angebot für das kombinierte F2F-Szenario um -21%, während sich der inländische Endverbrauch nur um -1,5% ändert. Dies erklärt sich durch den internationalen Handel, der Rückgang der inländischen Produktion wird auf dem inländischen Markt durch eine Erhöhung der EU-Importe so wie eine Reduktion der EU-Exporte ausgeglichen. Motor dieser veränderten Handelsströme sind veränderte Terms of Trade (TOT), d.h. veränderte Relativpreise zwischen EU-Märkten und den anderen internationalen Märkten. Konkret erhöhen sich die Importe um +58% während sich die Exporte um -43% reduzieren durch die Implementation der kompletten F2F-Strategie. Entsprechend sinken die Netto-Getreideexporte stark ab um -129%, d.h. für das kombinierte F2F-Szenario wechselt die EU von einer Netto-Exportstellung von +22 Mio. t in eine Netto-Importstellung von -6,5 Mio. t. Betrachtet man Handelseffekte einzelner F2F-Maßnahmen, so ergeben sich starke Effekte für das *pesticides*-Szenario sowie das *landscape*-Szenario, die beide zu den stärksten Produktionsrückgängen von -27 bzw. -20 Mio. t und damit auch Nettohandelseffekten mit -23 bzw. -15 Mio. t führen. Das heißt allein der Rückgang des Pestizideinsatzes bewirkt eine Umkehrung der Nettohandelsposition der EU von einem Nettoexporteur zu einem Nettoimporteur. Die Erhöhung des Anteils des ökologischer Landbaus wie auch die Reduktion des Einsatzes von mineralischen Dünger implizieren ebenfalls signifikante Rückgänge der

Getreideproduktion um -11 bzw. -9 Mio. t mit einer entsprechenden Reduktion des Nettoexport von -10 Mio. t, während die Reduktion der N-Bilanz zwar vergleichsweise hohe Produktionsanpassungen mit -18 Mio. t hervorruft, aber trotzdem nur sehr geringe und sogar positive Handelseffekte von +1 Mio. t für Getreide induziert. Diese liegt zentral daran, dass für dieses Szenario die Nachfrage nach Futtergetreide in der EU ebenfalls stark abnimmt.

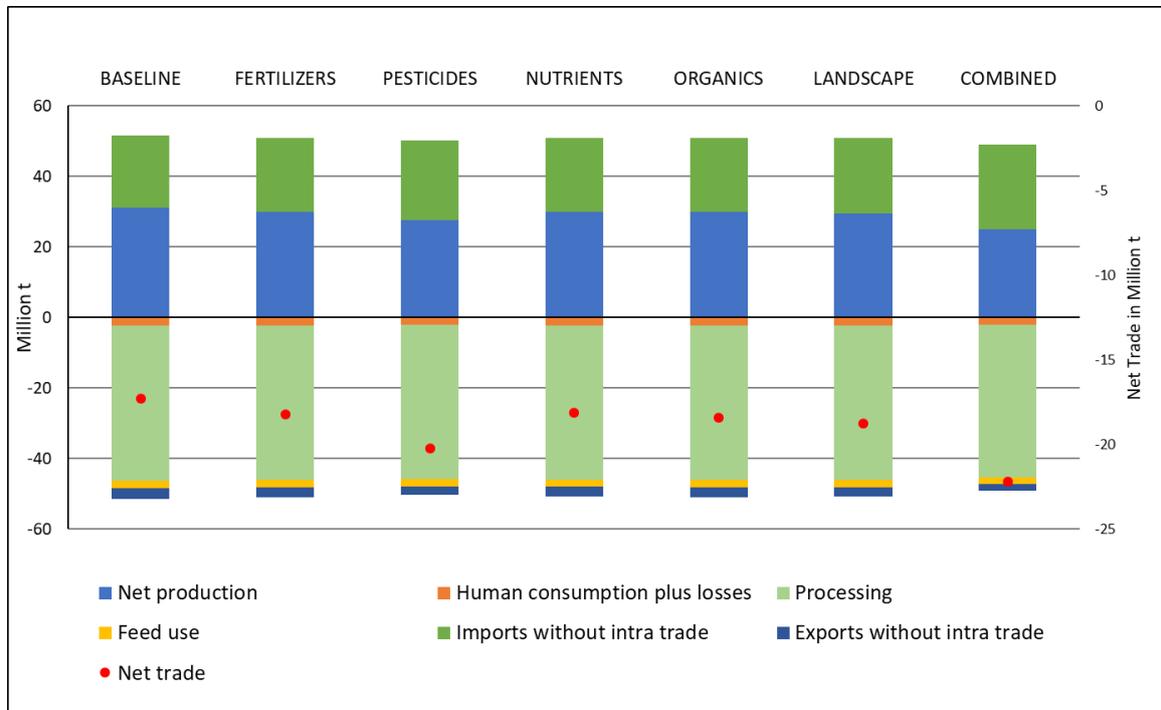


Abbildung 5.11: EU: Marktbilanz - Ölsaaten

Im Kern ergibt sich bzgl. des Handels mit Ölsaaten ein ähnliches Bild wie für Getreide. Dies ist aus Abbildung 5.11 zu ersehen. Das heißt, die inländische Nachfrage, die für Ölsaaten anders als für Getreide zentral aus der Nachfrage des verarbeitenden Sektor besteht, bleibt relativ stabil mit einer Reduktion um -2,8% induziert durch die F2F-Strategie, während das inländische Angebot sich um -20% reduziert. Dies führt zu einer Verschiebung der TOT, d.h. einer Erhöhung des EU-Inlandspreis gegenüber den Weltmarktpreisen (Preisen auf den anderen Nicht-EU regionalen Märkten). Analog zu dem Getreidemarkt reagieren der Import- und der Exportsektor auf die veränderten TOT, so dass es zu einer signifikanten Erhöhung des Nettoimports der EU für Ölsaaten 17 auf 22 Mio. t kommt. Hinsichtlich der Wirkung der einzelnen F2F-Maßnahmen ergibt sich ein analoges Bild wie für Getreide.

Bezüglich des Handels mit tierischen Produkten müssen die F2F-Implikationen für Fleisch- und Milchprodukte unterschieden werden. Für Fleischprodukte führen die F2F-Maßnahmen zu einer vergleichbar hohen Reduktion der inländischen Produktion von -17% bis -24% (siehe Abbildungen 5.12 - 5.14). Allerdings ist anders als für Getreide und Ölsaaten, die Reduktion der N-Bilanz die zentrale Maßnahme, die die Reduktion der EU-Fleischproduktion induziert, während alle anderen Einzelmaßnahmen nur sehr geringe Produktionseffekte hervorrufen. Wie für die pflanzlichen Produkte reagiert die inländische Nachfrage nur sehr geringfügig und bleibt relativ konstant für alle F2F-Szenarien, so dass sich auch für alle Fleischprodukte steigende TOT aus Sicht der EU ergeben. Auf diese reagiert der Import- bzw. Exportsektor entsprechend, so dass es zu einer signifikanten Reduktion der EU-Nettoexporte kommt. Dieses Muster ist für alle drei Fleischsorten Rind-, Schweine- und Ge-

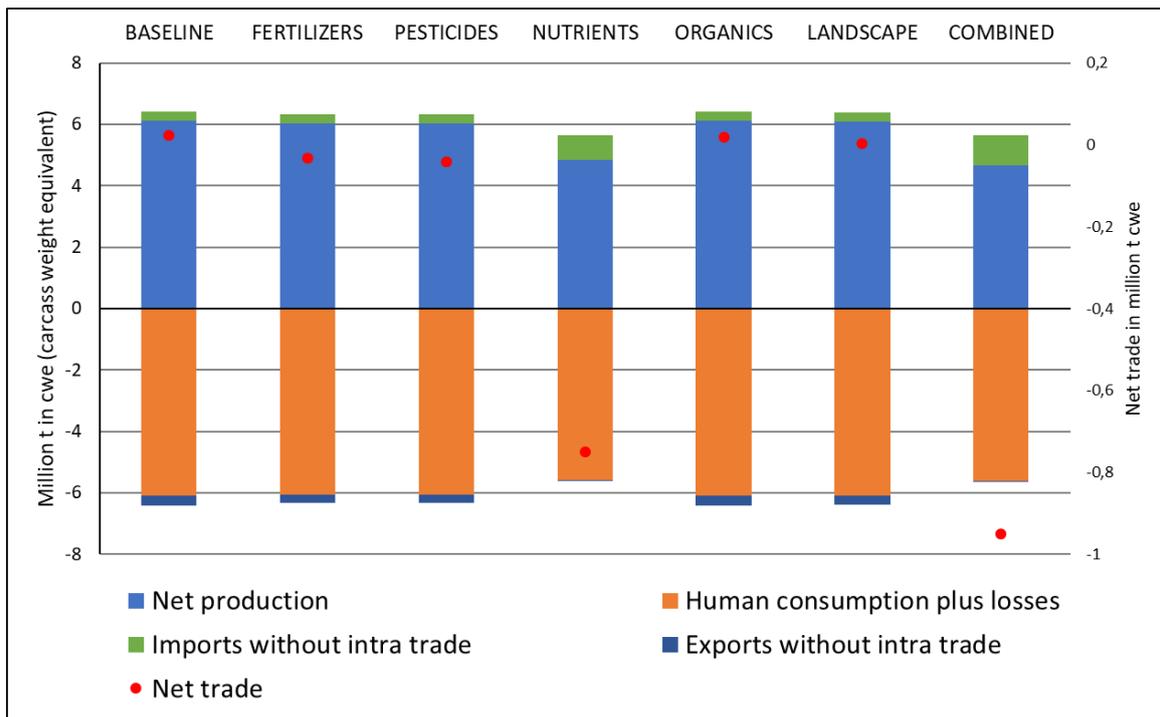


Abbildung 5.12: EU: Marktbilanz - Rindfleisch

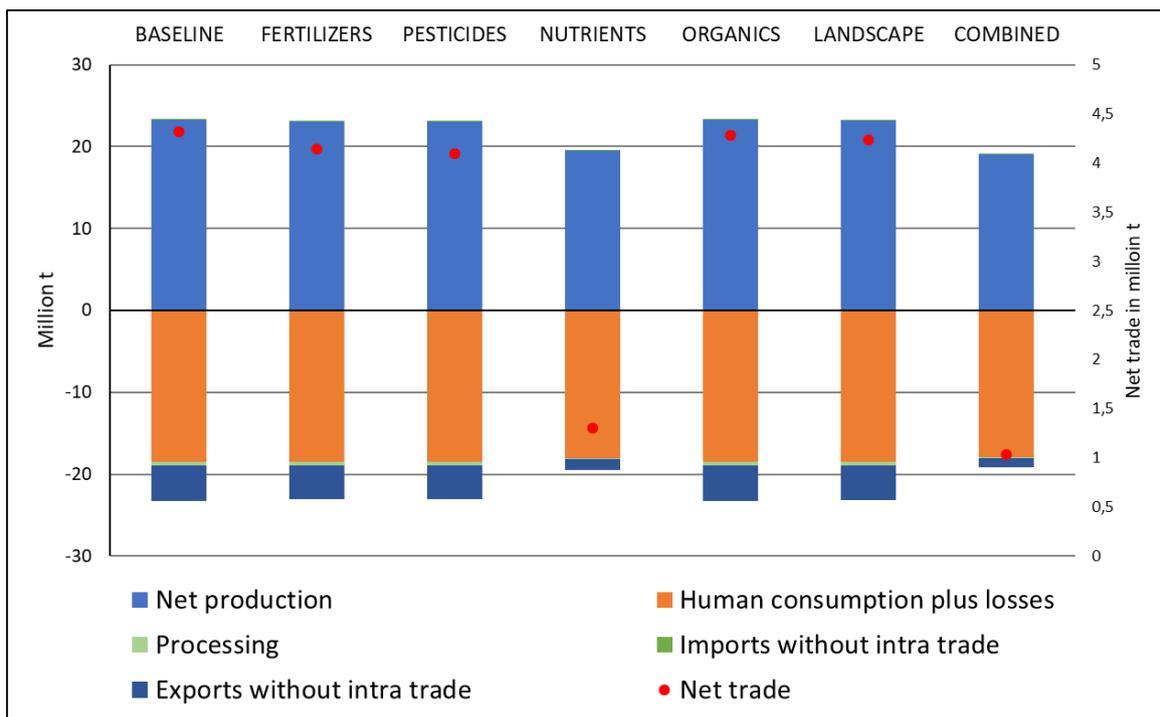


Abbildung 5.13: EU: Marktbilanz - Schweinefleisch

flügelfleisch grundsätzlich gleich. Allerdings sind quantitativ die Handelseffekte für Rindfleisch am stärksten, gefolgt von Schweine- und Geflügelfleisch. Der durch die F2F-Strategie induzierte Produktionsrückgang beläuft sich für Rindfleisch auf -24%, hingegen auf nur -18% bzw. 17% für Schweine- bzw. Geflügelfleisch. Die entsprechende Reduktion der Nettoexporte beläuft sich von +22,5 tsd t auf

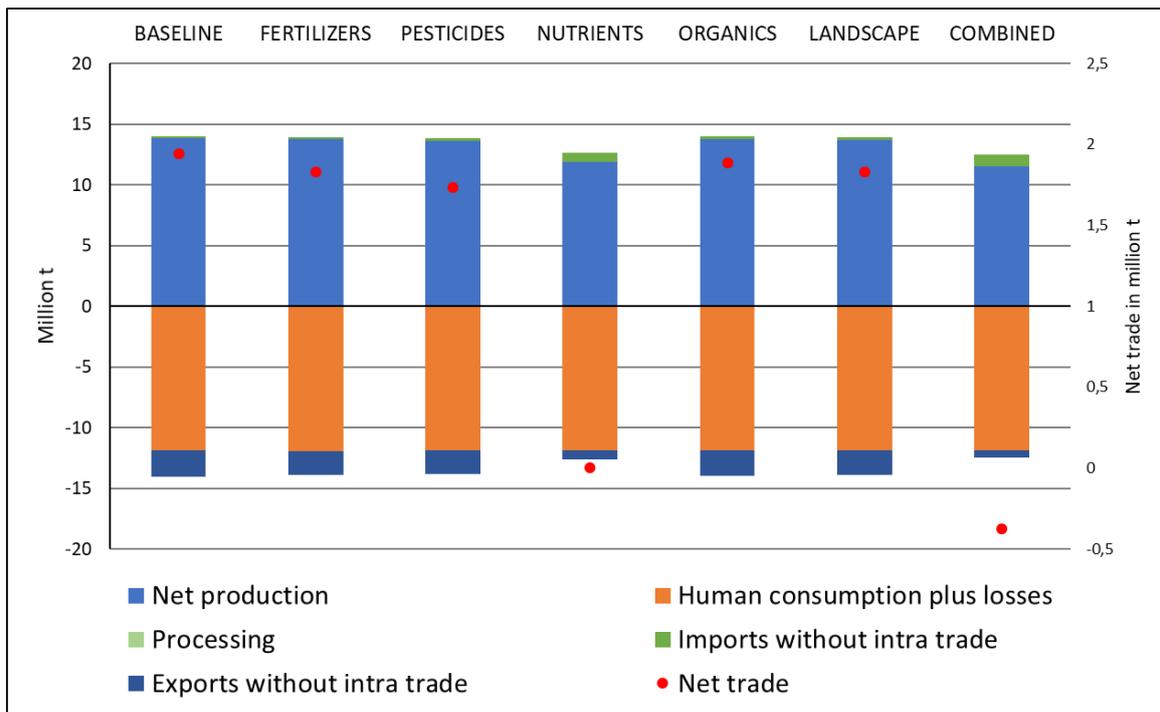


Abbildung 5.14: EU: Marktbilanz - Geflügelfleisch

-949 tsd t für Rindfleisch, hingegen für Schweinefleisch von +4,3 Mio. t auf +1 Mio. t und für Geflügelfleisch von +1,9 Mio. t auf -0,38 Mio. t. Für Rind- und Geflügelfleisch bewirkt die F2F-Strategie somit eine Verschiebung der Nettoexportstellung der EU in eine Nettoimportstellung.

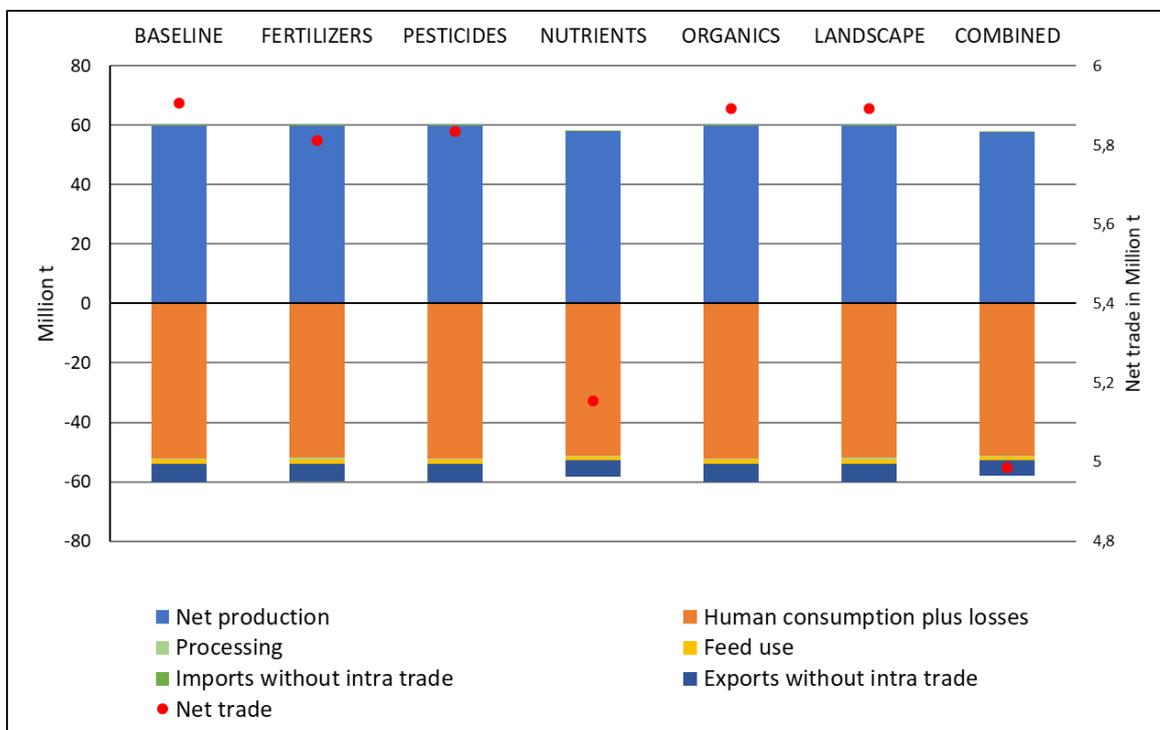


Abbildung 5.15: EU: Marktbilanz - Milchprodukte

Der Handel von Milchprodukten (Abbildung 5.15) folgt zwar auch dem für die Fleischprodukte identifiziertem Muster, allerdings mit deutlich geringeren quantitativen Effekten. Die inländische Produktion sinkt um lediglich -3,1% bzw. 3,7% für das *nutrients* bzw. kombinierte F2F-Szenario. Der Netto-Handel sinkt entsprechend von 5,9 Mio. t auf 5,1 bzw. 5,0 Mio. t und bleibt faktisch konstant bei 5,8 Mio. t in den anderen Szenarien. Das entspricht einer maximalen Reduktion des Nettoexports um -15,6%. Wie für die Fleisch- und Getreidemärkte reagiert der EU-Milchexport- und -importsektor auf die veränderten TOT mit einer Reduktion der Exporte um -13,8% bzw. einer Erhöhung der Importe um 28,5%.

## 5.3 Preise

In Abbildung 5.16 sind die prozentualen Preisänderungen im Vergleich zur baseline dargestellt. Die Produzentenpreise steigen in der EU bei Implementation der kompletten F2F-Strategie signifikant. **Preissteigerungen** in der EU sind am stärksten mit rund **+58% für Rindfleisch** gefolgt von **Schweinefleisch mit knapp +48%** und **Rohmilch mit rund +36%** aus. Für pflanzliche Produkte liegen die Preissteigerungen zwischen **+15%** für **Obst und Gemüse** (einschließlich Dauerkulturen und Wein), **+18%** für **Ölsaaten** und **12,5 % für Getreide**. Analog zu den Produktionseffekten sind auch die starken Preiseffekte zentral auf die Reduktion der N-Bilanz um 50% zurückzuführen, während die Preiseffekte der anderen F2F-Maßnahmen eher moderat mit Steigerungen unter +5% ausfallen. Eine Ausnahme ergibt sich für die Reduktion des Pflanzenschutzsatzes, die zu Preissteigerungen von gut +10% für Ölsaaten und Obst & Gemüse führt.

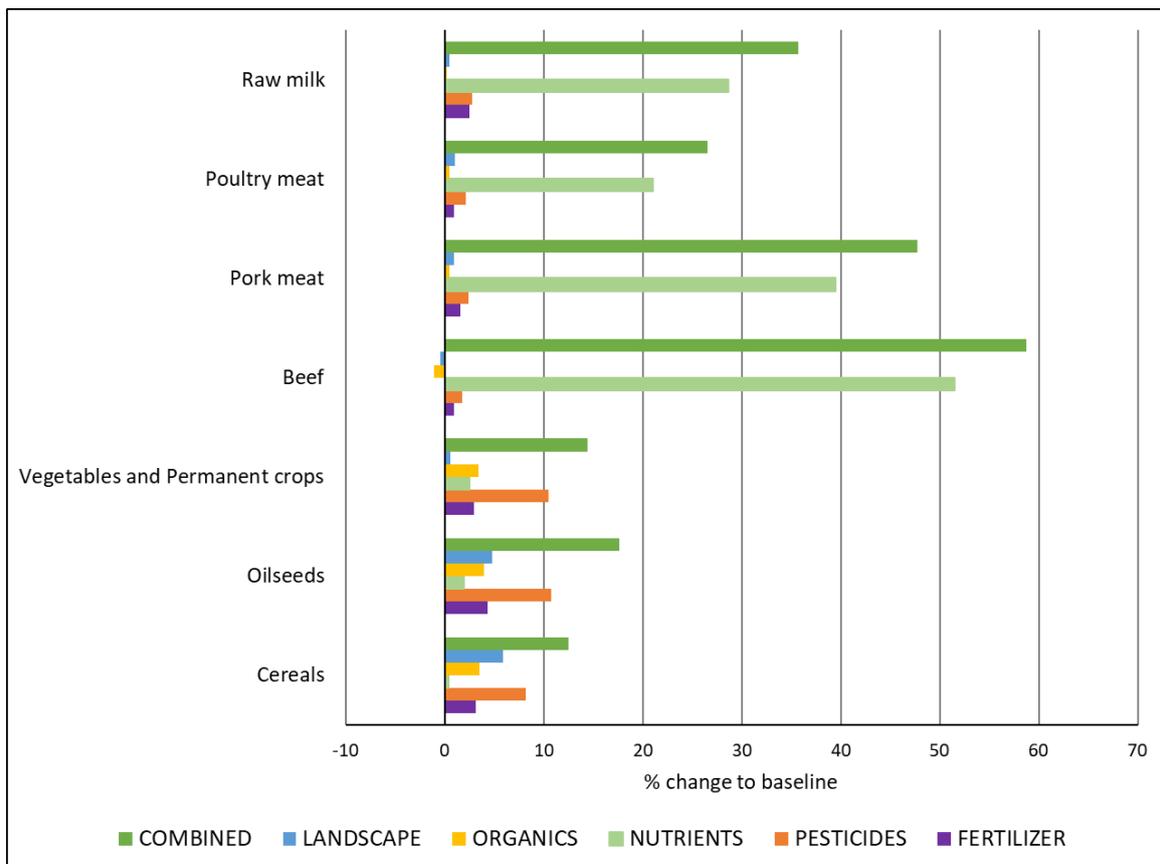


Abbildung 5.16: EU: Produzentenpreise, % Änderung zur baseline

Die quantitativ unterschiedlichen Preiseffekte ergeben sich einerseits aufgrund der unterschiedlichen produktions-technischen Implikationen der F2F-Maßnahmen auf die einzelnen Produkte. Das heißt die F2F-Strategie induziert unterschiedlich starke EU-Produktionsanpassungen für die einzelnen Produktgruppen. Wie in Abschnitt 5.1 oben dargestellt, ergeben sich relativ geringe Produktionseffekte z.B. für die Produktgruppe Obst & Gemüse sowie auch für Milch.

Produktions-technisch bedingt sind auch die Produktgruppen-spezifischen Preisreaktionen auf einzelne F2F-Maßnahmen. Dabei reagieren allgemein tierische Produkte stärker auf die Reduktion der N-Bilanz um 50%, da N-Verluste sehr stark durch das Gülle-Management impliziert werden und

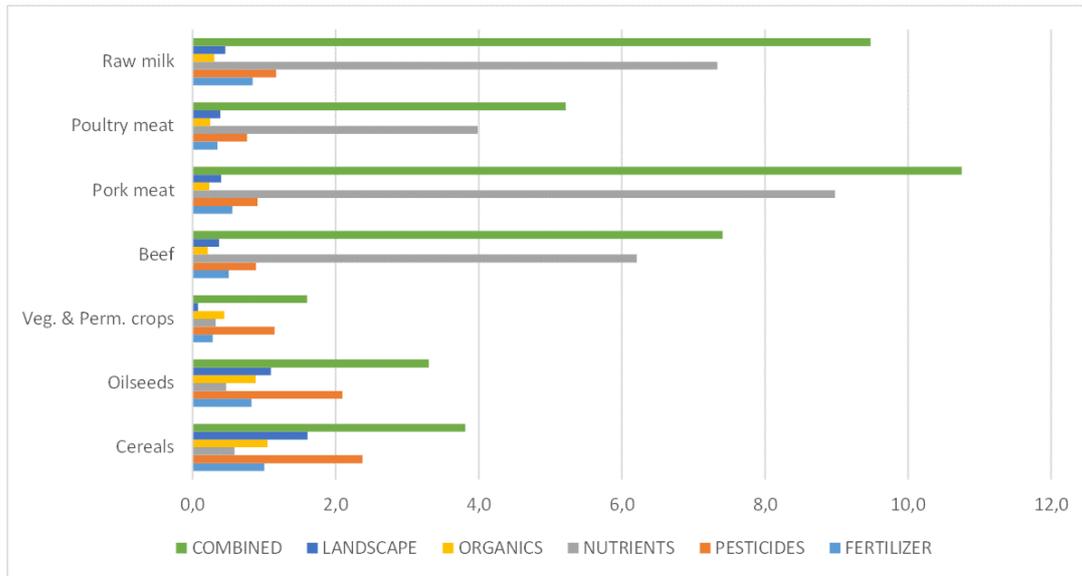


Abbildung 5.17: Non-EU: Produzentenpreise, % Änderung zur baseline

zurzeit erst wenig marktreife Gülle-Management-Technologien zur Verfügung stehen, so dass die optimale Anpassungsstrategie die Einschränkung der tierischen Produktion ist. Interessanterweise wird der Produktionsrückgang für die Mehrheit der tierischen Produkte durch den induzierten Preisanstieg überkompensiert, so dass der Gesamtumsatz wie auch relative ökonomische Vorzüglichkeit der tierischen gegenüber der pflanzlichen Produktion c.p. durch die Anpassung an die F2F-Strategie sogar steigt. Dies erklärt auch den relativ starken Effekt der N-Bilanzreduktion auf die Preise pflanzlicher Produkte, der weniger produktions-technisch begründet ist (siehe Henning et al. (2019)), sondern stärker die Folge des Anstiegs der relativen Vorzüglichkeit der tierischen Produktion. Produktions-technisch starke Effekte auf die pflanzliche Produktion ergeben sich durch die Reduktion des Pestizideinsatzes um 50%. Hinsichtlich der Reduktion des Pestizideinsatzes ergeben sich auch Spillover-Effekte auf die tierische über erhöhte Futtermittelpreise.

Andererseits sind die Preiseffekte die Folge von unterschiedlichen Marktreaktionen auf den F2F-Schock des inländischen Angebots. Einerseits reagiert die inländische Nachfrage unterschiedlich elastisch auf den Produktionsschock je nach konkretem Produkt, d.h. reduziert sich die inländische Produktion um 1%, so reduziert sich die inländische Nachfrage nur unterproportional um weniger als 1%. Dies drückt sich mit einem Elastizitätswert unter 1 aus. Sehr unelastisch reagiert die inländische Nachfrage für tierische Produkte, insbesondere für Schweinefleisch (Elastizität von 0,12), aber auch für Milch und Rindfleisch mit Elastizitätswerten von je 0,34. Analog ergibt sich eine unelastische Nachfragerreaktion für Ölsaaten (0,14), während für Getreide und Obst & Gemüse die inländische Nachfrage mit Elastizitätswerten von 0,51 und 0,27 vergleichsweise elastischer reagiert.

Neben der inländischen Nachfrage werden die Preiseffekte auch durch die jeweilige Reagibilität des Agrarhandels determiniert. Wie in dem Abschnitt 2.1 erklärt, misst die Reagibilität die Reaktion des Export- und Importsektors auf veränderte Terms of Trade (TOT), d.h. relative EU-Inland-zu Weltmarktpreisrelationen. Formal werden diese im CAPRI-Handelsmodell mit den entsprechenden produktspezifischen Handelselastizitäten abgebildet. Je geringer die Handelselastizitäten sind, desto geringer reagiert der Import bzw. Export auf veränderte TOT. Dabei ergeben sich empirisch all-

gemein relativ geringe Handelselastizitäten für Agrargüter. Inhaltlich bildet dies die Situation des interindustriellen Handels entwickelter Volkswirtschaften ab Melitz (2003), d.h. gehandelt Güter sind in der Regel in entsprechenden regionalen Wertschöpfungsketten verarbeitete Güter, die aus Sicht des Verbrauchers qualitativ unterschiedlich und damit anders als klassische landwirtschaftliche Rohstoffe keine homogenen Güter darstellen.

Entsprechend der relativ unelastischen inländischen EU-Nachfrage wie auch der geringen Reagibilität des Agrarhandels fallen die Preissteigerungen in den **Nicht-EU-Ländern** deutlich moderater im Vergleich zu den **Preissteigerungen** in der EU aus. Konkret ergeben sich durchschnittliche Preissteigerungen von **+7,4% für Rindfleisch**, **+10,2% für Schweinefleisch** und **+4% für Rohmilch**. Für pflanzliche Produkte liegen die Preissteigerungen zwischen **+1,5% für Obst & Gemüse** (einschließlich Dauerkulturen und Wein), **+3,3% für Ölsaaten** und **3,8% für Getreide**. Das heißt, die F2F-Strategie führt zu einer signifikanten Verschiebung der TOT für die betrachteten Agrargüter. Konkret verschieben sich die TOT für Rindfleisch um den Faktor 1,5 gefolgt von Schweinefleisch und Milch mit einer Erhöhung der TOT jeweils um den Faktor 1,3, während sich für die pflanzlichen Produkte eher eine geringe Erhöhung der TOT ergibt einem Faktor von 1,08 für Getreide und 1,14 für Ölsaaten bzw. 1,13 für Obst & Gemüse.

## 5.4 Ökosystemleistungen

### 5.4.1 Stickstoff-Bilanz und Wasserqualität

In Abbildung 5.18 ist die mit den F2F-Maßnahmen induzierte Reduktion der N-Bilanz dargestellt. Gegenüber dem *baseline* Szenario wird die N-Bilanz um 51% von 61 kg/ha LF auf 30 kg/ha LF reduziert. Das entspricht einer Gesamtreduktion um 4,98 Mio. t Stickstoff. Damit würde man ungefähr das Niveau der gesamten N-Bilanz von 1900 erreichen (siehe Grinsven et al. (2013))<sup>1</sup>. Diese Reduktion der N-Fracht wäre ein erheblicher Erfolg. Zum Vergleich, die N-Bilanz der Landwirtschaft konnte in dem Zeitraum 1990 bis 2004 in der EU-15 lediglich um 20% reduziert werden (siehe Grinsven et al. (2013)).

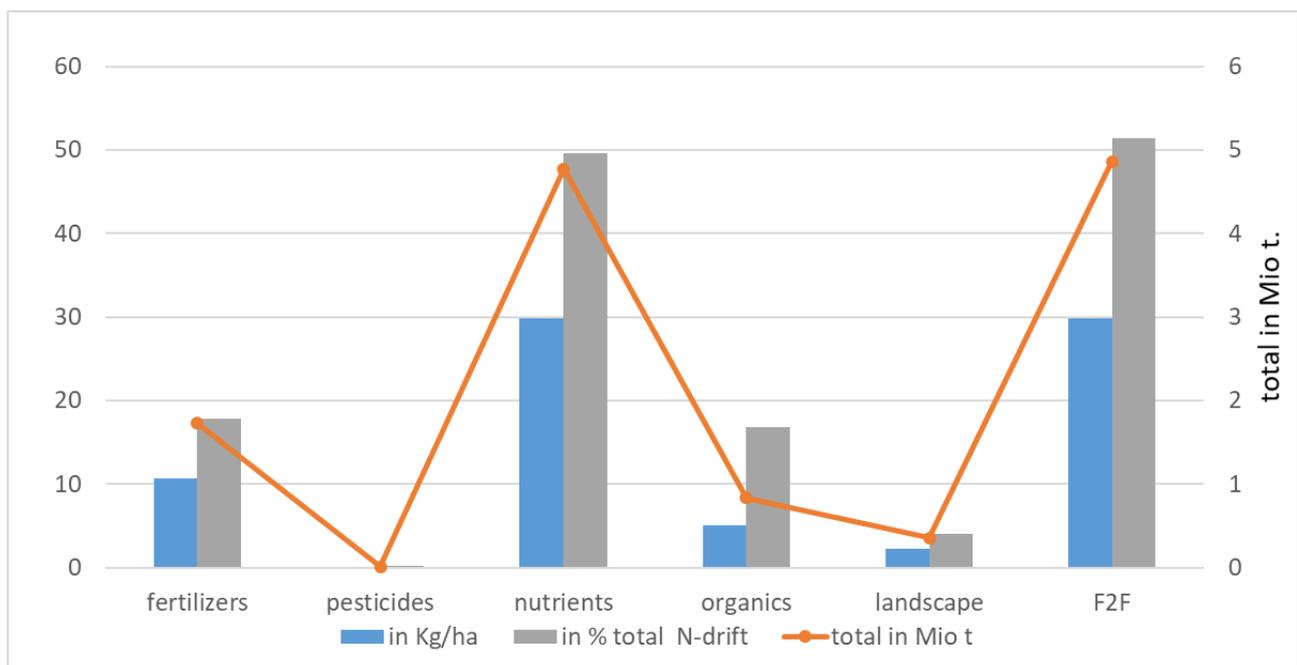


Abbildung 5.18: EU: Ökosystemleistungen - N-Bilanz, % Änderung zur baseline

Wie bereits in dem einleitenden Kapitel oben beschrieben, gehen von der Reduktion der N-Fracht erhebliche Ökosystemleistungen aus, die nicht nur die Bereiche Wasserschutz, sondern auch Biodiversität und Klimaschutz umfassen und der Luftreinhaltung und damit auch der Förderung der menschlichen Gesundheit dienen.

Vergleicht man die einzelnen F2F-Maßnahmen, so ergeben sich signifikante N-Bilanz Reduktionen neben der direkten Reduktion der N-Bilanz um 50% nur noch für die Reduktion des mineralischen Düngereinsatzes um 20%. Diese Maßnahme induziert ein Rückgang der N-Fracht um -10,7 kg/ha (-18%), während alle anderen individuellen F2F-Maßnahmen eher geringe Effekte von unter -5 kg/ha auf die N-Fracht ausüben. Insbesondere führt die Erhöhung des ökologischen Landbaus auf 25% nur zu einer Reduktion der N-Bilanz um -5 kg/ha (-8%), obwohl der mineralischen Düngereinsatzes um -13% (8 kg/ha) verringert wird, während die Reduktion des Pestizideinsatzes und die Erhöhung der ökologischen Vorrangflächen nur zu einer vergleichsweise geringen Reduktion der N-Bilanz um weniger als 2 kg/ha führen.

<sup>1</sup>Diese umfasst allerdings die gesamte N-Fracht und nicht allein die durch die Landwirtschaft verursachte N-Fracht.

## 5.4.2 THG-Emissionen und Klimaschutz

In Abbildung 5.19 ist der Rückgang der Treibhausgasemissionen in der EU-27 für die einzelnen F2F-Maßnahmen aufgeführt. Wie aus der Abbildung zu ersehen ist, führt die komplette Implementation der F2F-Strategie zu einer signifikanten Reduktion der gesamten THG-Emissionen. Das Global Warming Potential (GWP) reduziert sich um 109 Mio. t CO<sub>2</sub>eq., das entspricht einer Reduktion von THG-Emissionen um -29% gegenüber der *baseline*. Betrachtet man die Einzelkomponenten des GWP, so werden die N<sub>2</sub>O-Emissionen sogar um -37,5 % gesenkt, während die CH<sub>4</sub>-Emissionen nur um 22,7% gesenkt werden. Auch hinsichtlich der THG-Emissionen ergibt sich der mit Abstand stärkste Effekt für die Reduktion der N-Bilanz um 50%, die allein schon zu einer Reduktion der THG-Emission um -26% führt. Diese Reduktionen erfolgen insbesondere aufgrund der starken Einschränkung der tierischen Produktion, vor allem der Rinder und Milchkühe, die zusammen den überwiegenden Teil der THG-Emissionen aus tierischer Produktion verursachen. Für die verringerten Lachgasemissionen ist primär die Reduktion des mineralischen und organischen Düngermiteinsatzes um 51% bzw. 25% (siehe Abbildung 5.3) verantwortlich. Für alle anderen Maßnahmen ergeben sich nur sehr geringe Reduktionen der THG-Emissionen, die unter -5% liegen. Insbesondere die Erhöhung des ökologischen Landbaus auf 25% wie auch der ökologischen Vorrangflächen auf 10% haben nur sehr geringe Auswirkungen auf die Reduktion der THG-Emissionen mit deutlich unter 5%. Die Reduktion der Pestizide impliziert immerhin eine Reduktion der THG-Emissionen von 5,2%, während die Reduktion des mineralischen Düngereinsatzes vor allem die NO<sub>2</sub>-Emissionen um knapp 8% reduziert. Allerdings ist eine direkte Regulation der THG-Emissionen in der Landwirtschaft, z.B. durch Einbindung in den CO<sub>2</sub>-Permithandel, noch nicht in dem Maßnahmenpaket der F2F-Strategie vorgesehen. Inwieweit dies zu einer höheren Klimawirksamkeit der F2F-Strategie führen könnte, wird in dem Abschnitt 5.9 analysiert.

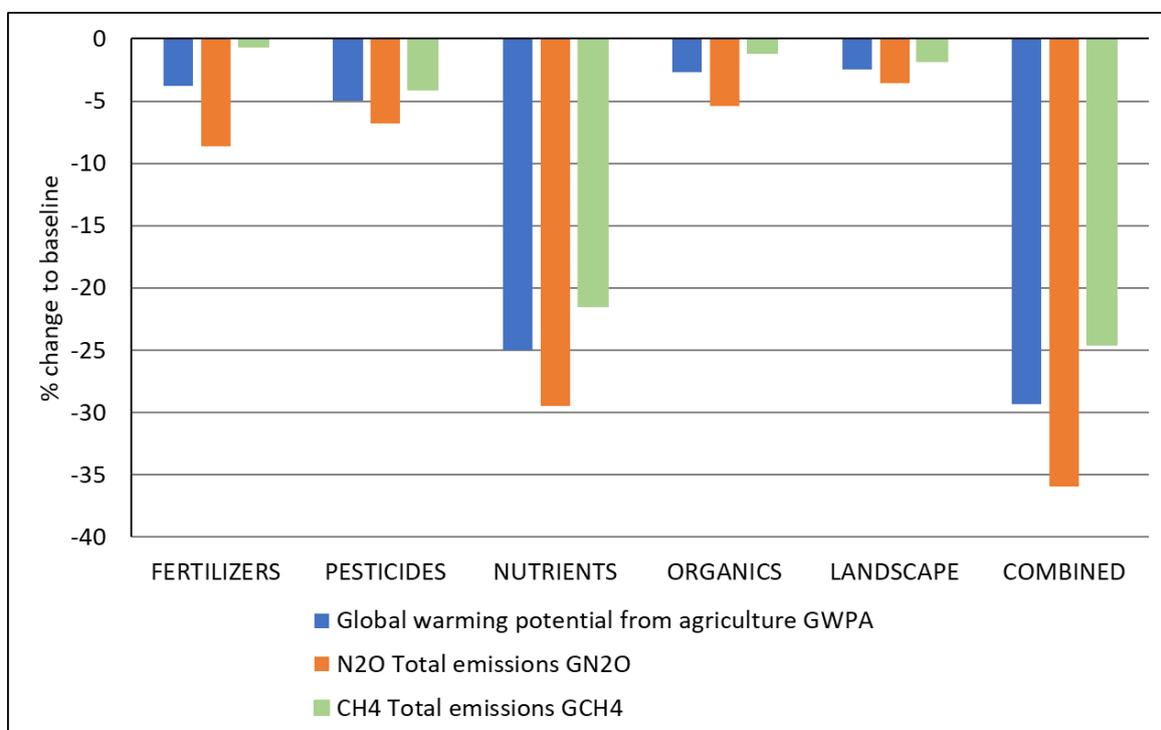


Abbildung 5.19: EU: Ökosystemleistungen - THG-Emission, % Änderung zur baseline

Neben den direkten THG-Emissionen der Landwirtschaft ist auch die THG-Bilanz des LULUCF-Sektors<sup>2</sup> relevant für die umfassende Bewertung der Auswirkung der F2F-Strategie auf die THG-Bilanz der EU-Landwirtschaft. Konkret haben die Elemente der F2F-Strategie diverse Auswirkungen auf die im LULUCF-Sektor gebuchten Kohlenstoffeffekte:

- Umwandlung nicht-landwirtschaftlicher Flächen in Landwirtschaftsflächen, wenn sich diese ausdehnen (u.a. wegen des Flächenbedarfs für naturnahe Landschaftselemente)
- Verminderte Kohlenstofflieferung aus dem Tier- in den Pflanzensektor
- Veränderte Flächennutzung u.a. durch die angenommene Ausdehnung des Zwischenfrüchteanbaus oder auch die Ausdehnung ökologischer Vorrangflächen

Das CAPRI Modell bildet diese Prozesse für Europa ab, sodass auch die LULUCF-Effekte betrachtet werden können. Dennoch sei zugestanden, dass diese Rechnung zahlreiche Unsicherheiten und Vereinfachungen enthält, etwa die Herkunft der zusätzlichen Landwirtschaftsfläche aus der Forstwirtschaft oder anderen Flächennutzungen oder die zukünftige Sequestrierung auf den ökologischen Vorrangflächen (derzeit wie „set-aside“ behandelt). Nach diesen Vorbehalten nun also ein Blick auf die LULUCF Ergebnisse, wonach die Sequestrierungsleistungen des LULUCF-Sektors (negative Zahlen) per Saldo infolge des F2F-Pakets zurückgehen werden (um rd. 50 Mrd. t CO<sub>2</sub>eq. im kompletten F2F Paket) und einen Teil der THG-Einsparungen, die im Sektor Landwirtschaft verbucht werden, kompensieren dürften (siehe Tabelle 5.1).

	base	fertilizer	pesticides	nutrients	organics	landscape	f2f
LUC related emissions	-336281	-339031	-342221	-302788	-341414	-314718	-286092
		-2750	-5940	33494	-5132	21563	50190
CO <sub>2</sub> emissions from the cultivation of organic soils	37904	36230	33217	23103	34154	38884	23434
		-1674	-4687	-14801	-3750	980	-14470
CO <sub>2</sub> emissions from losses of carbon in biomass and litter	-369815	-370840	-373422	-351429	-371211	-364826	-345991
		-1024	-3607	18386	-1396	4989	23824
CO <sub>2</sub> emissions from soil carbon losses	-11379	-11417	-8860	18254	-11342	3957	28787
		-38	2519	29633	37	15337	40166
Global warming potential from agriculture	373114	359011	354489	279815	363022	363825	263537
		-14104	-18625	-93300	-10092	-9289	-109578

Tabelle 5.1: LULUCF-Effekte [in Mio. t CO<sub>2</sub>eq.] und absolute Änderung zur baseline

Dabei sind die hauptsächlich kompensierenden Effekte anscheinend in den *landscape* und *nutrients* Elementen angelegt. Die ersteren tragen über die steigende Landnachfrage zu Flächenumwidmungen bei, deren CO<sub>2</sub>-Effekte für sich genommen die Emissionseinsparungen in der Landwirtschaft

<sup>2</sup>Land Use Land Use Change Forest (LULUCF) umfasst CO<sub>2</sub>-Freisetzung bzw. CO<sub>2</sub>-Einlagerungen durch Umwandlung von Wald oder Mooren in landwirtschaftliche Nutzfläche bzw. umgekehrt.

überkompensieren würden ( $20814 > 8989$ ). Die *nutrients* Komponente trägt über das Schrumpfen des europäischen Tiersektors zu verminderten Kohlenstoffeinträgen bei, die einen Teil der eingesparten Emissionen in der Landwirtschaft kompensieren ( $97531 > 35754$ ). Wie in Abbildung 5.20 zusammenfassend dargestellt, führt die Umsetzung der F2F-Strategie zu einer Reduktion der CO<sub>2</sub>-Einlagerung im LULUCF-Sektor um 50 Mio. t CO<sub>2</sub>eq., die im Wesentlichen auf die Umwandlung von forst- in landwirtschaftlich genutzte Fläche zurückzuführen ist. Somit ergibt sich eine Netto-Bilanz von  $109 - 50 = 59$  Mio. t CO<sub>2</sub>eq. Für die einzelnen F2F-Maßnahmen ergeben sich unterschiedliche LULUCF-Effekte. Während die Reduktion der N-Bilanz wie auch die Erhöhung der ökologischen Vorrangflächen einen negativen Effekt im LULUCF-Sektor impliziert, ergeben sich positive Effekte für die Reduktion des Pflanzenschutz- wie auch mineralischen Düngereinsatzes mit zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Einlagerungen von -2,9 und -5,9 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. Die Erhöhung des ökologischen Landbaus induziert auch einen positiven Effekt im LULUCF-Sektor in der Höhe von -5,1 Mio. CO<sub>2</sub>eq. zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Einlagerungen.

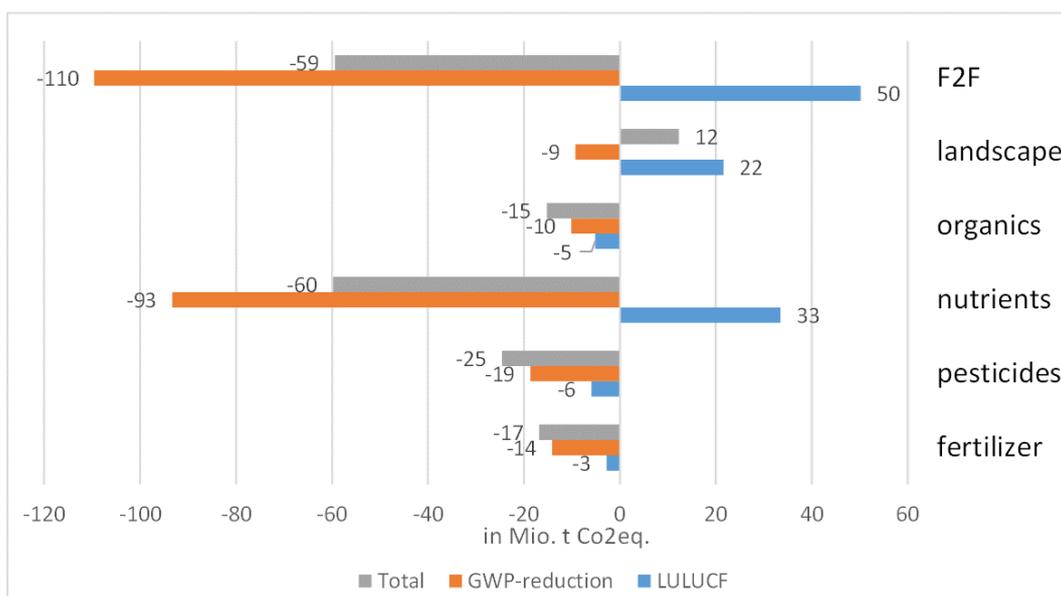


Abbildung 5.20: EU: LULUCF - THG-Emission, Änderung zu *baseline* in Mio. t Co<sub>2</sub>eq.

### 5.4.3 Biodiversität

Der Einfluss der landwirtschaftlichen Produktion auf die **Biodiversität** ist beim heutigen Stand der Wissenschaft nicht einfach zu messen und entsprechend auch nicht einfach zu modellieren. Im CAPRI-Modell erfolgt dies approximativ mit einem speziell entwickelten Biodiversitätsindex (**Biodiversity Friendly Produktion Index (BFP)**), der zwischen 0 und 1 liegt.

Abbildung 5.21 stellt den BFP-Index für die EU dar. Es ist zu beachten, dass der BFP-Index auf der linken Achse, die Teilindices des BFP auf der rechten Achse abgetragen sind. Betrachtet man zunächst die Entwicklung des Gesamtindex, so führt die Implementation der kompletten F2F-Strategie zu einer Steigerung des BFP-Index von 0,62 auf 0,7 d.h. um 0,08 Einheiten, dies entspricht knapp 13%. Vergleicht man den BFP für die einzelnen F2F-Szenarien, so ergibt interessanterweise nicht nur für die Erhöhung der ökologischen Vorrangfläche auf 10% sondern auch für die Reduktion der

N-Bilanz ein positiver Effekt auf die Biodiversität. Konkret wird der BFP-Index um 0,06 Einheiten (9,7%) gesteigert, während für das *landscape*-Szenario sich nur eine Steigerung um 0,03 Einheiten (4,8%) ergibt.

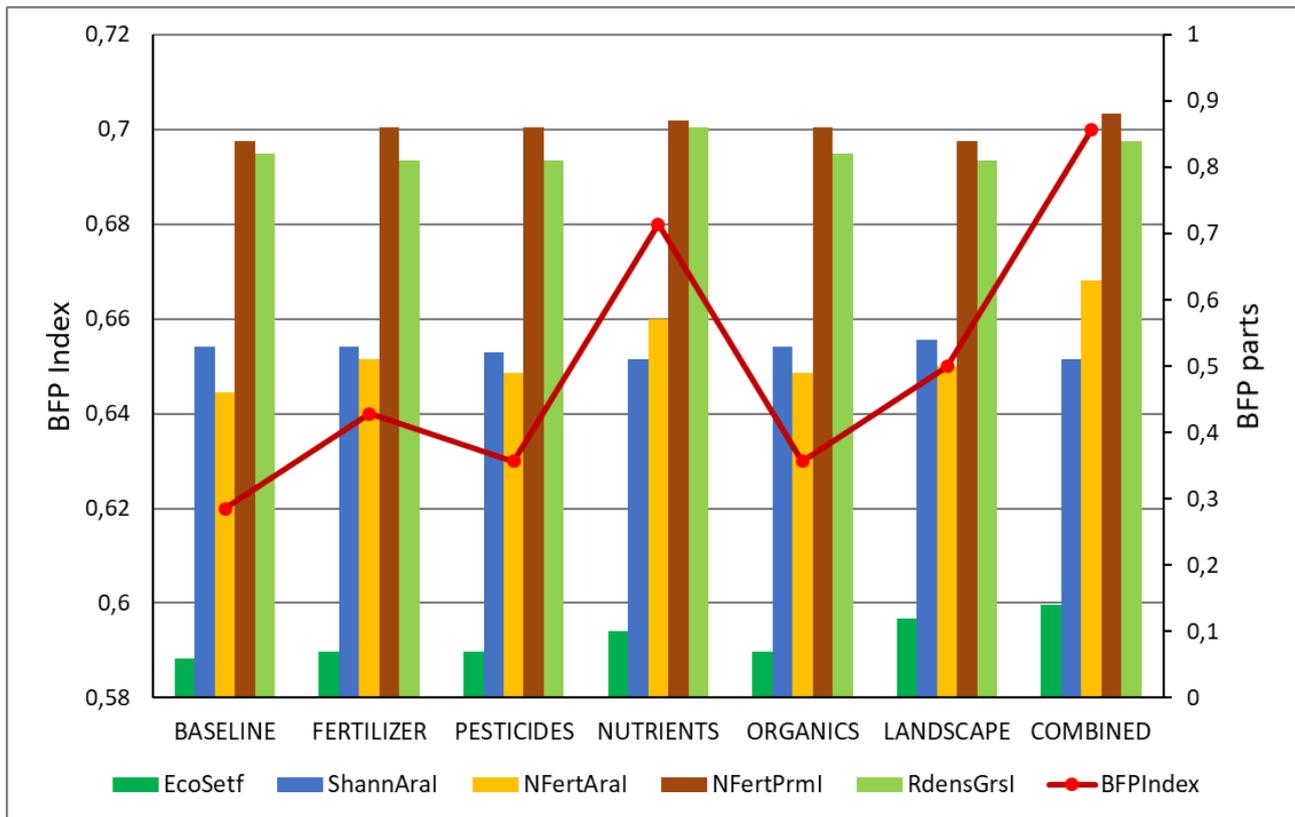


Abbildung 5.21: EU: Ökosystemleistungen - Biodiversität [in BFP-index], % Änderung zur baseline

Allerdings ist die inhaltliche Interpretation der relativen Steigerung des BFP-Index schwierig, da die maximale Steigerung des Index gegenüber des *baseline*-Szenario bei  $1/0,62 - 1 = 62\%$  liegt. Weiterhin bildet der Index zwar konstruktionsgemäß monoton das Niveau der Biodiversität ab, aber der Index ist eine nichtlineare Transformation des Niveaus der Biodiversität. Beispielsweise kann ein BFP-Wert von 0,8 bereits als ein sehr akzeptables Niveau der Biodiversität interpretiert werden, während der aktuelle Wert von 0,62 im *baseline*-Szenario ein sehr niedriges Biodiversitätsniveau ausdrückt. Insofern macht es zum besseren Verständnis Sinn die Entwicklung der Teilindices des BFP zwischen den Szenarien zu vergleichen. Bei Analyse der Teilindices erkennt man, dass der Shannon-Index [*ShannAral*], wie auch der N-Düngereinsatz auf Dauerkulturflächen [*NFertPrml*] und auch die Viehdichte auf Grasland [*RdensGrsl*] sich nur marginal zwischen den Szenarien ändern, während sich für die Stilllegungs- und ökologische Vorrangfläche [*EcoSetf*] eine starke Veränderung von 133% für das komplette F2F-Szenario ergibt. Dies gilt auch für die Komponente mineralischer Düngereinsatz auf Ackerflächen, für die sich eine relative Veränderung von 40% für das F2F-Szenario ergibt. Für alle anderen Komponenten ergeben sich Veränderungen von unter 5% für alle Szenarien. Dies gilt interessanterweise auch für die Erhöhung des biologischen Landbaus auf 25%, für die sich zwar die Komponenten ökologische Vorrangfläche wie auch mineralischer Düngereinsatz durchaus positiv entwickeln mit Steigerungen um 17% bzw. 7%, diese sind aber verglichen mit dem *nutrients*-Szenario mit Steigerungen in diesen beiden Komponenten um 67% bzw. 29% vergleichsweise gering. Insgesamt lassen sich also relevante Aussagen hinsichtlich der relativen Wirkung der einzelnen F2F-Maßnahmen auf der Grundlage des BFP-Index tätigen. Trotzdem muss angemerkt werden, dass

die Messung der Biodiversität im Vergleich zu den beiden anderen Ökosystemleistungen, Klima- und Wasserschutz, vergleichsweise ungenau ist. Hier sind weitere verbesserte methodische Entwicklungen notwendig. Ein klarer Schwachpunkt des BFP-Index ist, dass dieser noch nicht die direkte Auswirkung des Pflanzenschutzinsatzes auf die Biodiversität berücksichtigt. Dadurch implizieren die CAPRI-Modellsimulationen für die individuelle Maßnahme der Reduktion des Pflanzenschutzinsatzes um 50% nur sehr geringe positive Effekte auf die Biodiversität (Steigerung des BFP-Index um nur 0,01 Einheiten (1,6%). Eine adäquate Berücksichtigung der direkten Wirkung des Pestizideinsatzes auf die Biodiversität würde auch die positive direkte Wirkung der Steigerung des ökologischen Landbaus für die Biodiversität deutlicher hervorheben.

Allgemein muss bei der Einordnung und dem Vergleich der ökologischen Effekte der einzelnen F2F-Maßnahmen allerdings auch die Skala der jeweiligen Maßnahmen berücksichtigt werden. Die Wirkung der Erhöhung des ökologischen Landbaus hängt natürlich auch davon ab, auf welchen Anteil diese erhöht wird. Würde man die gesamte landwirtschaftliche Produktion auf die Produktionsweise der ökologische Landwirtschaft umstellen, so wären die entsprechenden Ökosystemleistungen natürlich entsprechend höher. Das gleiche Argument gilt für die Erhöhung der ökologischen Vorrangflächen wie letztendlich für alle betrachteten F2F-Maßnahmen. Die letztendliche Frage ist dann, welche Maßnahme in welchem Umfang idealerweise implementiert werden sollen. Dies hängt neben den Wirkungen der jeweiligen Maßnahmen auf die Ökosystemleistungen natürlich auch von deren gesellschaftlichen Bewertung sowie der damit verbunden gesamtgesellschaftlichen Kosten ab. Dies wird in dem Abschnitt 5.6 genauer analysiert.

## 5.5 Leakage Effekte

Bevor wir zu der gesamtwirtschaftlichen Bewertung kommen, soll aber noch auf entsprechende Anpassungen der Ökosystemleistungen in den Nicht-EU-Staaten eingegangen werden, die durch die Implementation der F2F-Strategie impliziert werden. Tatsächlich sind die induzierten Effekte auf die Ökosystemleistungen in den Nicht-EU-Ländern oft den positiven Effekten in der EU entgegengesetzt, so dass man auch von *Leakage*-Effekten spricht.

Aus Sicht der EU sind *Leakage*-Effekte eng mit der Bewertung entsprechender Ökosystemleistungen, die in Nicht-EU-Ländern erbracht werden, durch die Gesellschaft der EU verbunden. Handelt es sich bei einer Ökosystemleistung um ein globales öffentliches Gut, wie beispielsweise den Klimaschutz, so ist die Bewertung entsprechender THG-Emissionen aus Sicht der EU-Gesellschaft grundsätzlich homogen, d.h. unabhängig davon wo - in der EU oder in den Nicht-EU-Ländern - die Emissionen erfolgen bzw. eingespart werden, ist die Bewertung aus Sicht der EU-Gesellschaft gleich. Da die F2F-Maßnahmen klare Handelseffekte induzieren, ergeben sich entsprechende spiegelbildliche Produktionseffekte in den Nicht-EU-Staaten, die in der Regel gerade zu spiegelbildlichen THG-Effekten führen.

Wie in Kapitel 2.1 beschrieben, werden die THG-Emissionen der Landwirtschaft in den Nicht-EU-Staaten explizit mit dem CAPRI-Modell berechnet. In Abbildung 5.22 sind die *Leakage*-Effekte der THG aggregiert für die gesamte Landwirtschaft und den LULUCF-Sektor ausgewiesen. Wie aus Abbildung 5.22 zu sehen ist, ergeben sich signifikante *Leakage*-Effekte durch die Verlagerung der landwirtschaftlichen Produktion in Nicht-EU-Länder in Höhe von rund 54 Mio. t CO<sub>2</sub>. Damit werden 52% der gesamten Reduktion der THG-Emissionen, die durch die F2F-Strategie in der EU induziert werden, durch entsprechende Mehremissionen in den Nicht-Ländern ausgeglichen.

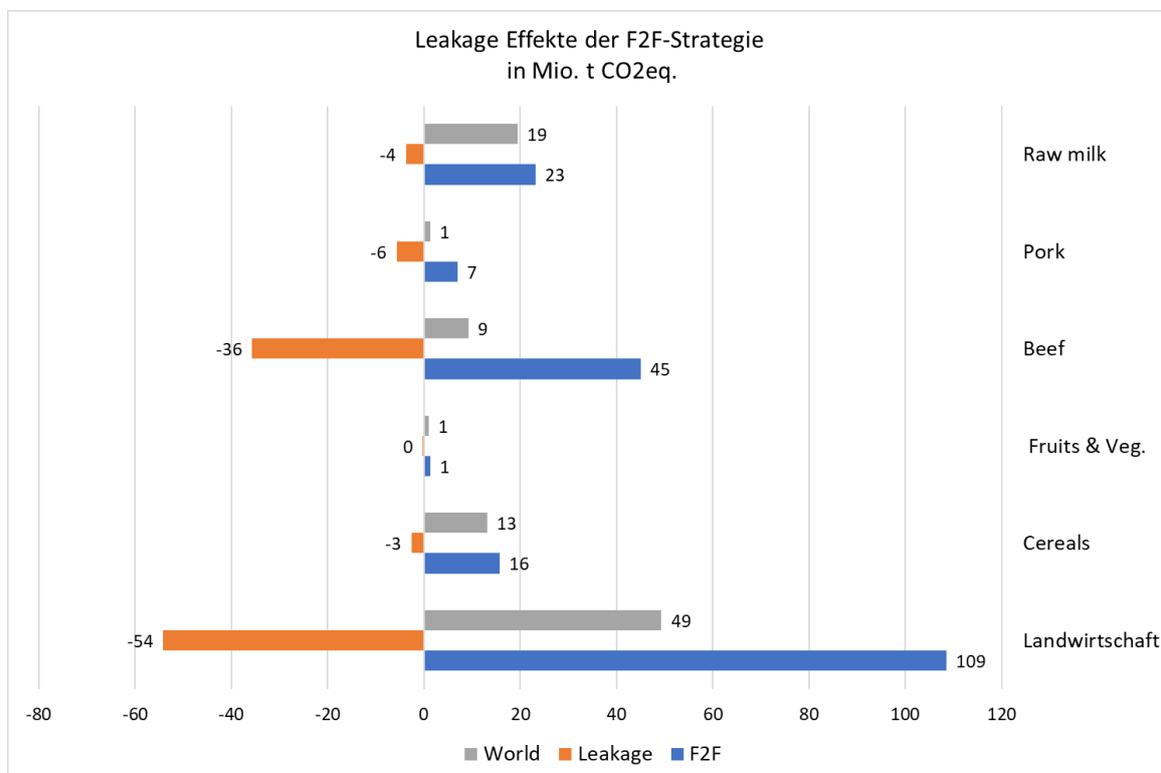


Abbildung 5.22: EU: F2F-Leakage Effekte - THG-Emissionen [in Mio. t CO<sub>2</sub>eq.]

Interessant ist auch eine Betrachtung der jeweiligen produktspezifischen *Leakage*-Effekte. Hier können wir hohe *Leakage*-Effekte für den Fleischsektor mit 46 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. feststellen. Innerhalb des Fleischsektors fallen die größten *Leakage*-Effekte für Rindfleisch mit 36 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. an. Im pflanzlichen Bereich sind die *Leakage*-Effekte eher gering und liegen alle unter 3 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. bzw. 30% der entsprechenden THG-Einsparungen in der EU.

Weiterhin sind in Tabelle 5.2 die THG-*Leakage*-Effekte disaggregiert nach Produktionsaktivitäten aufgeführt.

Produktionsaktivität	EU	Leakage Effekte Non-EU	World
Landwirtschaft	109	-54	55
Cereals	16	-3	13
Oilseeds	3	-1	2
Other arable field crops	1	0	0
Vegetables and Permanent crops	1	0	1
All other crops	1	0	1
Meat	57	-46	11
Beef	45	-36	9
Pork meat	7	-6	1
Sheep and goat meat	3	-3	0
Poultry meat	1	-1	0
Raw milk	23	-4	19
Eggs	0	0	0

Tabelle 5.2: Durch die F2F-Strategie induzierte Reduktion der THG-Emissionen in der EU und *Leakage* Effekte in Nicht-EU-Ländern [in Mio. t CO<sub>2</sub>eq.]

Weitergehende *Leakage*-Effekte sind auch im LULUCF-Sektor der Nicht-EU-Länder erwartbar, auch wenn diese mit dieser CAPRI-Version nicht in CO<sub>2</sub>eq. ausgedrückt werden können. Wir hatten im Abschnitt 5.4.2 analysiert, welche LULUCF-Effekte in Europa von der F2F-Strategie wahrscheinlich induziert würden und gesehen, dass rd. die Hälfte der THG-Einsparungen in der Landwirtschaft nach unseren Simulationen wieder durch Verluste im LULUCF-Sektor kompensiert würden. Die Mehrproduktion in Nicht-EU-Ländern geht mit einer gewissen Ausdehnung der landwirtschaftlich genutzten Fläche einher, die irgendwo mobilisiert werden muss. Damit werden häufig auch Kohlenstoffverluste im Boden und in der Biomasse der früheren Nutzung verbunden sein, insbesondere wenn dies Wald war. Nach der CAPRI-Simulation würden sich die folgenden Flächenverschiebungen ergeben (Tabelle 5.3):

Diese Flächenverteilung resultiert aus den angenommenen Reaktionsparametern. Hiernach würden 44% der zusätzlichen Fläche durch eine Verminderung der Waldfläche verfügbar gemacht, was zusätzliche Kohlenstoffverluste zur Folge hätte. Diese würden kleiner werden, wenn der Anteil „anderen Landes“ größer wäre. Aber auch die Umwandlung von Savannenland kann globale Kohlenstoffverluste implizieren.

Berücksichtigt man also, dass von den Einsparungen an THG in der europäischen Landwirtschaft rd. 50% eventuell durch ungünstige LULUCF-Effekte kompensiert werden, und dass weiterhin nochmals rd. 50% dieser Einsparungen durch Mehremissionen in den außereuropäischen Landwirtschaftssektoren kompensiert werden könnten, so ist das Risiko negativer globaler Klimaeffekte erkennbar, wenn

	<i>baseline</i>	F2F	difference
<b>Region total area - [of which:]</b>	12388.9	12388.9	0.0
<b>Agricultural area - [of which:]</b>	4574.9	4586.6	11.7
Cropland	1547.9	1556.4	8.4
Productive grassland	3026.9	3030.3	3.3
<b>Non-agricultural area - [of which:]</b>	7814.0	7802.2	-11.8
Forest land	3700.3	3695.0	-5.3
Inland waters	423.2	423.2	0.0
Artificial area (settlement area)	172.0	171.7	-0.3
Other land	3518.5	3512.3	-6.2

Tabelle 5.3: Globale Landnutzung (Other land = not agricultural land, forest land, inland waters or artificial areas) [in Mio. ha.]

man zusätzlich die außereuropäischen LULUCF-Effekte quantifizieren würde. Die derzeitige CAPRI-Version ist nicht in der Lage, hierzu Abschätzungen oder Indikatoren zu liefern.

Weiterhin ist dieser Flächenverbrauch aber auch unter Biodiversitätsgesichtspunkten nicht unproblematisch, denn es ist offensichtlich, dass den Vorteilen für die Biodiversität in Europa in diesem F2F-Szenario wahrscheinliche Verluste an Biodiversität in anderen Weltregionen gegenüberstehen. Grundsätzlich sind auch hinsichtlich der Ökosystemleistungen Reduktion der Stickstoff-Emissionen und Biodiversität wie auch hinsichtlich der Gesundheitseffekte, die in der EU durch die F2F-Strategie induziert werden, *Leakage*-Effekte in Nicht-EU-Ländern zu erwarten. Diese werden im Rahmen des CAPRI-Modells allerdings nicht erfasst. Weiterhin wäre für diese Effekte zusätzlich zu klären, inwieweit diese Effekte tatsächlich wohlfahrtswirksam aus Sicht der EU-Gesellschaft sind. Dies hängt u.a. davon ab, inwieweit entsprechende Ökosystemleistungen in Nicht-EU-Ländern globale öffentliche Güter sind oder nicht. Beispielsweise wäre zu klären, ob bzw. inwieweit eine Verschlechterung der Wasserqualität, der Luftverschmutzung oder Reduktion der Biodiversität in Nicht-EU-Ländern eine Einschränkung der Wohlfahrt der EU-Bevölkerung darstellt. Dies wird von den Präferenzen der EU Bevölkerung abhängen.

Neben den *Leakage*-Effekten von Ökosystemleistungen ergeben sich auch *Leakage*-Effekte aufgrund von regionalen ökonomischen Spillover-Effekten der F2F-Strategie. Grundsätzlich hat die F2F-Strategie einen Effekt auf die Einkommens- und Ernährungssituation in Nicht-EU-Ländern und damit konkret auf die Welternährung und den Welthunger wie auch die Armut in der Welt. Reduktion des Welthungers und der Armut sind in Form der entsprechenden von Sustainable Development Goals (SDGs) globale öffentliche Güter.

Die Wirkung der F2F-Strategie auf den Welthunger und die Armut wird im Rahmen des CAPRI-Modells nicht explizit abgebildet. Es gibt aber andere Studien, die diesen Aspekte explizit analysiert haben. Beispielsweise kommt eine USAD-Studie über die Auswirkungen der F2F-Strategie zu dem Ergebnis, dass durch die F2F-Strategie 22 Mio. Menschen zusätzlich unterernährt wären. In relativen Veränderungen relativiert sich dieser *Leakage*-Effekt allerdings, da dies einer Steigerung von nur rund 0,5 Prozentpunkten des gesamten Anteils der unterernährten Menschen auf der Welt entspricht (siehe Beckman et al. (2020)).

## 5.6 Wohlfahrt

Abbildung 5.23 stellt die Änderungen des landwirtschaftlichen Einkommens und der Konsumentenwohlfahrt (gemessen in Mrd. Euro Money Metric) dar, die durch die F2F-Maßnahmen induziert werden. Zusätzlich sind die jeweiligen Wohlfahrtsänderungen aller relevanten sozio-ökonomischen Gruppen, die sich durch die Umsetzung der F2F-Strategie ergeben, in Tabelle 5.4 aufgeführt.

Wie aus der Abbildung 5.23 bzw. Tabelle 5.4 zu erkennen ist, führt die Implementation der kompletten F2F-Strategie in der EU zu einem Verlust an Konsumentenwohlfahrt in Höhe von 70 Mrd. Euro. Dem gegenüber steht ein Einkommensgewinn der Landwirte (das sind Profite zuzüglich der Prämienzahlungen) von rund 35 Mrd. Euro (dies entspricht rund 157 Euro pro ha). Zusätzlich führt die komplette Umsetzung der F2F-Strategie zu einem Verlust an Gewinnen in Höhe von jeweils rund 4 Mrd. Euro in der Milch-verarbeitenden bzw. anderen (i .w. Ölsaaten) verarbeitenden Industrie, während sich für den Steuerzahler ein positiver Saldo in Höhe von 4,6 Mrd. Euro ergibt. Weiterhin ergeben sich rund -3,5 Mrd. Euro zusätzliche Anpassungskosten, die durch die Umwidmung nicht-landwirtschaftlicher in landwirtschaftliche Fläche entstehen<sup>3</sup>, so dass sich insgesamt gesamtwirtschaftliche Kosten in Höhe von rund 42 Mrd. Euro durch die Implementation der kompletten F2F-Strategie ergeben.

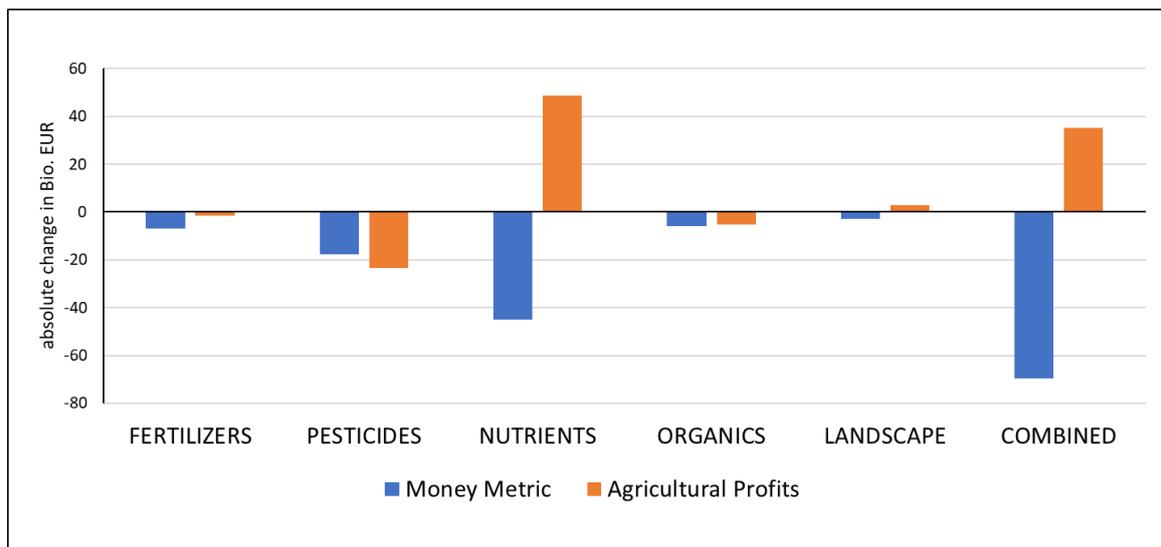


Abbildung 5.23: EU: F2F induzierte Wohlfahrtsänderungen für Landwirte und Konsumenten, Änderung zur baseline [in Mrd. Euro]

Betrachtet man einzelne F2F-Maßnahmen, so ergeben sich hohe gesamtgesellschaftliche Kosten von -38,9 Mrd. Euro für die Reduktion der Pflanzenschutzmittel um 50%, während die Reduktion der N-Bilanz um 50% nur gesamtwirtschaftliche Kosten in Höhe von -15,7 Mrd. Euro bewirkt. Sehr geringe Kosten ergeben sich mit -2,6 Mrd. Euro für die Erhöhung der ökologischen Vorrangfläche auf mindestens 10% und auch die Erhöhung der ökologischen Landwirtschaft auf 25% führt zu vergleichsweise niedrigen gesellschaftlichen Anpassungskosten von rund -10 Mrd. Euro. Betrachtet man die Wohlfahrtsänderungen, die individuelle F2F-Maßnahmen für einzelne sozio-ökonomische Gruppen implizieren, so ergibt sich ein komplexeres Bild. Für das *nutrients*-Szenario ergeben sich mit

<sup>3</sup>Wer diese Kosten der Flächenumwidmung genau trägt, hängt von der genauen Struktur der jeweiligen regionalen Landmärkte ab. Diese wurde im CAPRI-Modell nicht explizit abgebildet.

-44,9 Mrd. Euro (siehe Money Metric in Abbildung 5.23) im Wesentlichen Anpassungskosten für die Verbraucher. Diesen stehen signifikante zusätzliche Einkommen in Höhe von 48,5 Mrd. Euro der Landwirte sowie zusätzliche Steuereinnahmen in Höhe von 3,2 Mrd. Euro gegenüber, während die verarbeitende Industrie Gewinneinbußen von -3,7 Mrd. Euro (Milch) bzw. -1,96 Mrd. Euro (Ölsaaten und andere) verzeichnet. Umgekehrt ergeben sich für das *pesticides*-Szenario relativ geringe Anpassungskosten auf der Verbraucherseite mit -17,6 Mrd. Euro, aber anders als für das *nutrients*-Szenario ergeben sich für dieses Szenario auch für die Landwirte Einkommensverluste in Höhe von -23,5 Mrd. Euro, während die Verluste der verarbeitenden Industrie relativ moderat ausfallen (insbesondere für Milch, siehe Tabelle 5.4).

	baseline	Differenz zur baseline					
		Fert.	Pest	Nutr.	Org.	Land.	F2F
Total	16394	-11,00	-38,88	-15,72	-10,40	-2,64	-42,03
Verbraucher (Money Metric)	16246	-6,94	-17,61	-44,92	-5,87	-3,01	-69,71
Einkommen Landwirte	119	-1,69	-23,47	48,51	-5,30	2,91	35,08
verarb. Industrie: Milch	26	-0,01	-0,30	-3,72	0,04	-0,07	-4,45
verarb. Industrie: andere	15	-0,73	-1,49	-1,96	-0,54	-0,49	-4,03
Steuerzahler	-40	-0,15	-0,90	-3,19	-0,33	-0,17	+4,64
Umwidmung Land	27	-1,80	3,09	-16,82	0,94	-2,15	-3,57

Tabelle 5.4: EU: Wohlfahrtsänderungen relevanter soziökonomischer Gruppen [in Mrd. Euro]

Im Gegensatz zu den Landwirten führt die F2F-Strategie für die Agribusiness-Industrie und den Agrarhandel grundsätzlich zu einem Rückgang der Wertschöpfung, der je nach Branche und individueller F2F-Maßnahme zwischen -0,02% und bis zu knapp -26,9% liegt (siehe Abbildung 5.24). Relativ geringe Profiteinbußen bzw. sogar leichte Gewinne ergeben sich für die verarbeitende Industrie von +0,2% (Milch) bzw. -3,6% (andere verarbeitende Industrien) durch die Erhöhung des Ökolandbaus auf 25%. Für die Reduktion des mineralischen Düngereinsatzes um 20% ergeben sich moderate Verluste in Höhe von -0,02% (Milch) und -4,9% (andere). Dies gilt auch für die Erhöhung der ökologischen Vorrangfläche um 10%, für die sich jeweils Profiteinbußen von -0,25% (Milch) und -3,3% (andere) ergeben. Starke Reduktionen der Gewinne ergeben sich in der verarbeitenden Industrie aufgrund der Reduktion der N-Bilanz um 50% (-14,2% Milchindustrie und -13,1% andere verarbeitende Industrie) sowie des Pestizideinsatzes (-1,2% Milchindustrie und -10% andere verarbeitende Industrie, siehe Abbildung 5.24).

Bemerkenswert ist, dass die F2F-Strategie, die ja im Wesentlichen eine Beschränkung der Produktionsmöglichkeiten konventioneller landwirtschaftlicher Güter darstellt, zu einer Erhöhung der landwirtschaftlichen Einkommen führt. Dieser positive Effekt der kompletten F2F-Strategie erklärt sich, wie bereits in dem einleitenden theoretischen Kapitel erklärt wurde, aus der Tatsache, dass die durch die F2F-Strategie induzierten Preissteigerungen für landwirtschaftliche Outputs den Rückgang der Produktion überkompensieren. Dies entspricht im Prinzip einem reversiven Treitmühlen-Effekt von Cochrane, d.h. bei einer hinreichend unelastischen Nachfrage induziert eine Veränderung des Angebots Preiseffekte, die in ihrer Wirkung auf den erzielten Gewinn der ursprünglichen Angebotsveränderungen entgegenwirken und diese überkompensieren. Cochrane betrachtet Angebotsveränderungen, die durch technischen Fortschritt in der Landwirtschaft induziert werden und den kontra-intuitiven Effekt einer Gewinnabsenkung haben. Analog verhält es sich mit dem F2F-Effekt auf die Gewinne der Landwirtschaft. Die F2F-Strategie führt bei konstanten Preisen zu einer klaren Absenkung der landwirtschaftlichen Gewinne (siehe Abschnitt 5.9). Allerdings führt die Einschränkung des Angebots

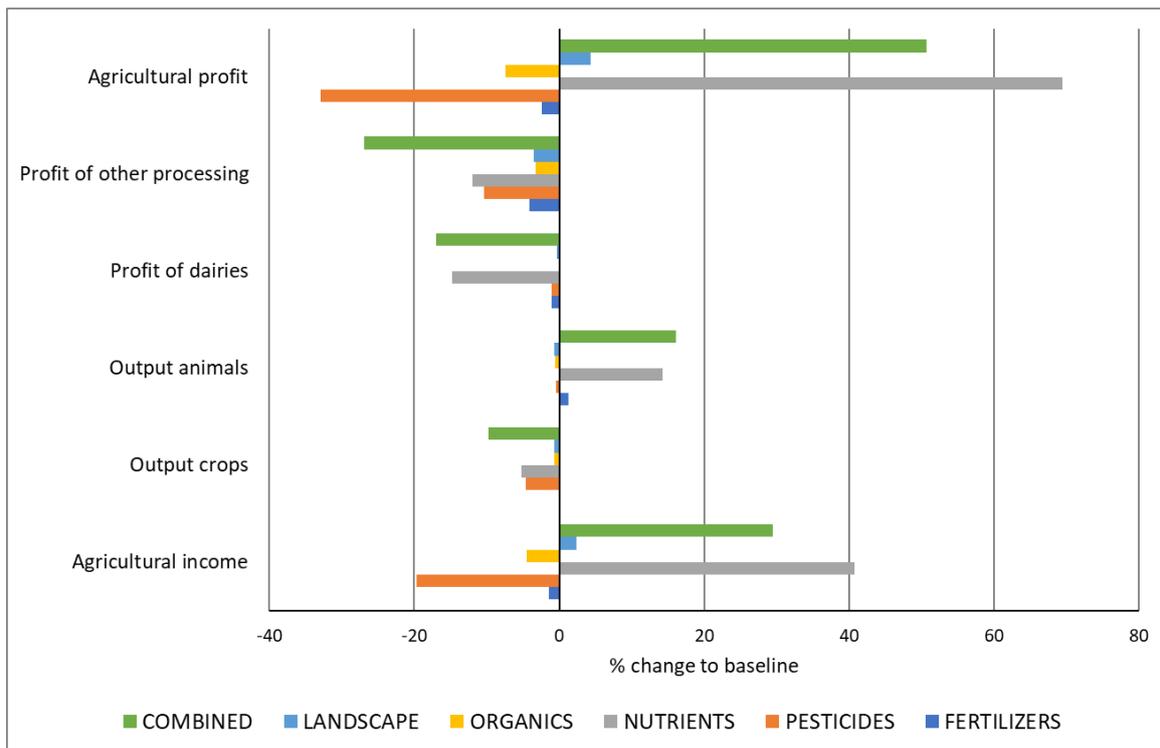


Abbildung 5.24: EU: F2F induzierte Wohlfahrtsänderungen im Agribusiness [in Mio. Euro], % Änderung zur baseline

zu einer Erhöhung der landwirtschaftlichen Output- und Input-Preise, die bei hinreichend unelastischer Nachfrage den negativen Produktionseffekt überkompensieren. Ursprünglich hat Cochrane den Treitmühlen-Effekt für eine geschlossene Volkswirtschaft ohne internationalen Handel formuliert. Wie im theoretischen Kapitel erklärt, kann dieser aber auch trotz der Einbindung in den internationalen Handel auftreten, solange die Reagibilität des Handels hinreichend gering ist, d.h. Agrarimporte und -exporte hinreichend unelastisch auf veränderte *Terms of Trade*, d.h. ein verändertes Verhältnis von inländischen zu ausländischen Güterpreisen, reagieren. Die Reagibilität des europäischen Agrarhandel ist im Handelsmodule des CAPRI-Modell auf der Grundlage empirischer Handels- und Produktionsdaten abgebildet. Tatsächlich tritt dieser umgekehrte Treitmühlen-Effekt nicht bei allen F2F-Maßnahmen auf. Wie aus der Abbildung 5.23 zu erkennen ist, ergibt sich ein signifikanter positiver landwirtschaftlicher Einkommenseffekt mit einer Steigerung um 48,5 Mrd. Euro bzw. 300 Euro pro ha nur für die F2F-Maßnahme "Reduktion der N-Bilanz um 50%", während sich für alle anderen Maßnahmen die erwarteten negativen Effekte auf landwirtschaftliche Einkommen, die zwischen -1,7 Mrd. Euro (das entspricht rund -10 Euro pro ha) für das *fertilizer*-Szenario bis zu 23,5 Mio. Euro (-145 Euro pro ha) für das *pesticides*-Szenario liegen, ergeben. Für das *landscape*-Szenario ergeben sich abweichend leicht positive Einkommenseffekte von +3 Mrd. Euro bzw. 19 Euro pro ha.

Allerdings stellen die berechneten Wohlfahrtsänderungen aggregierte Maße dar, d.h. dass es innerhalb einer sozio-ökonomischen Gruppe zu ganz unterschiedlichen Wohlfahrtswirkungen kommen kann. Dies wird unmittelbar aus Tabelle 5.5 klar, in der die Wohlfahrtswirkungen der F2F-Maßnahmen für unterschiedliche landwirtschaftliche Produktionsaktivitäten aufgeführt sind. Wie aus Tabelle 5.5 zu ersehen ist, ergeben sich asymmetrische Wirkungen der F2F-Strategie auf die tierische und pflanzliche Produktion. Während für die tierische Produktion, insbesondere Milch und Rindfleisch wie auch Schweinefleisch, die Deckungsbeiträge um rund 55 Mrd. Euro steigen - [24,5 Mrd. (Milch) bzw.

	baseline	Differenz zur baseline					
		Fert.	Pest	Nutr.	Org.	Land.	F2F
Gesamte Landwirtschaft	119	-1,69	-23,47	48,56	-5,29	3,00	35,19
Getreide	19	-0,76	-1,26	-3,84	-0,96	1,87	-4,89
Ölsaaten	2	0,01	-0,39	-0,39	-0,38	0,44	-0,85
Obst&Gemüse	82	0,49	-11,03	0,15	-0,84	0,17	-9,25
Gesamte Rinder	6	-0,13	-0,63	29,40	-1,77	-0,78	31,14
Rindfleisch	-6	-0,39	0,05	6,50	-0,49	-0,03	6,56
Milch	12	0,27	-0,69	22,89	-1,28	-0,75	24,58
andere (inkl. Schwein)	-11	-0,55	-1,58	23,08	-1,29	-1,03	23,95

Tabelle 5.5: EU: Wohlfahrtsänderungen Landwirtschaft [in Mrd. Euro]

6,5 Mrd. (Rindfleisch) und rund 24 Mrd. Euro (anderes Fleisch, insbesondere Schweinefleisch)] - sinken diese für die pflanzliche Produktion um -21,3 Mrd. Euro. Im Detail sinken diese um -5,6 Mrd. Euro für Getreide und Ölsaaten und um -9,2 Mrd. Euro für Obst & Gemüse (einschließlich Wein), wobei die Deckungsbeiträge für Getreide um -94 Euro pro ha LF – das entspricht rund -26% des Deckungsbeitrags pro Hektar in der *baseline* – und um -661 Euro pro ha LF für Obst & Gemüsebauern (einschließlich Wein) – das entspricht rund -11% des Deckungsbeitrags pro ha in der *baseline* – sinken. Umgekehrt können die Deckungsbeiträge für Rindfleischproduzenten um 423 Euro pro Tier und für Milchproduzenten um 693 Euro pro Tier durch die Implementation der F2F-Strategie gesteigert werden<sup>4</sup>. Auch in diesem Zusammenhang ergibt sich hinsichtlich individueller F2F-Maßnahmen ein heterogenes Bild. Während die Reduktion der N-Bilanz um 50% die Deckungsbeiträge der Tierproduzenten um 52 Mrd. Euro erhöht, werden die Deckungsbeiträge der Pflanzenproduzenten durch diese Maßnahmen um -4,9 Mrd. Euro reduziert. Umgekehrt ergibt sich für das *landscape*-Szenario eine Erhöhung der Deckungsbeiträge für die Pflanzenproduktion um 2,4 Mrd. Euro, während sich die Deckungsbeiträge in der Tierproduktion um 1,8 Mrd. absenken.

Die asymmetrische Wirkung der F2F-Strategie auf die Deckungsbeiträge der einzelnen Produktionsaktivitäten impliziert, dass sich auch asymmetrische Wirkungen der F2F-Strategie auf die durchschnittlichen nationalen Einkommen der Landwirte in den jeweiligen EU-Mitgliedsländern ergeben. Auf diese regionale Verteilung der Kosten bzw. Nutzen der F2F-Strategie wird im Abschnitt unten eingegangen.

Abschließend soll noch einmal hervorgehoben werden, dass selbst für die klaren Gewinnergruppen der Milch- und Fleisch-produzierenden Betriebe eine heterogene Verteilung der zusätzlichen Gewinne zu erwarten. Insbesondere ist zu erwarten, dass die induzierten Produktionsrückgänge nicht symmetrisch über die einzelnen Betriebe verteilt sind, sondern stark asymmetrisch: selektive Betriebe scheiden komplett aus der Produktion aus und realisieren damit Verluste, während die zusätzlichen Gewinne, die erst durch die mit dem realisierten Produktionsrückgang induzierten Preissteigerungen entstehen, von den im Sektor verbleibenden Betrieben eingefahren werden. Die Wirkung der F2F-Strategie auf den landwirtschaftlichen Strukturwandel wird mit dem CAPRI-Modell allerdings nicht explizit abgebildet. Wichtig für eine entsprechende Analyse wäre dabei, dass die Strukturwirkungen mit einer entsprechenden dynamischen Strukturentwicklung ohne F2F-Maßnahme als Vergleichsszenario analysiert werden. Die Strukturentwicklung in der europäischen Landwirtschaft ist seit Ende des Zweiten Weltkriegs durch einen starken und kontinuierlichen Rückgang der landwirtschaftliche Betriebe cha-

<sup>4</sup>Bezugspunkte der ausgewiesenen pro ha bzw. pro Tier Beträge sind jeweils die Flächen und Tierzahlen in der *baseline*

rakterisiert. Diese Entwicklung ist charakteristisch für alle wachsenden und hochindustrialisierten Volkswirtschaften. Insofern wäre zu untersuchen, inwieweit eine Umsetzung der F2F-Strategie tatsächlich zu einer signifikanten Beschleunigung dieses grundsätzlichen Trends führen würde. Dies hängt auch ganz entscheidend von der konkreten agrarpolitischen Umsetzung der F2F-Strategie ab.

Wichtig für die Interpretation der einzelnen Komponenten der volkswirtschaftlichen Kosten ist allerdings, dass die berechneten Wohlfahrtsveränderungen für Verbraucher und Landwirte zunächst einmal rein kalkulatorisch zur Abschätzung der gesamten volkswirtschaftlichen Kosten der Umsetzung der F2F-Strategie erfolgen. Die tatsächlichen Wohlfahrtswirkungen für einzelne sozio-ökonomische Gruppen hängt von der konkreten agrarpolitischen Umsetzung der F2F-Strategie ab, die in den CAPRI-Simulationen noch nicht explizit abgebildet wurde.

Abschließend muss festgestellt werden, dass sich die absoluten Kosten der Umsetzung der F2F-Strategie allerdings stark relativieren, wenn man diese pro Kopf ausdrückt bzw. in Relation zu dem gesamten Pro-Kopf-Einkommen oder auch den gesamten Pro-Kopf-Ausgaben für Nahrungsmittel setzt. Dies ergibt für die Umsetzung der kompletten F2F-Strategie Kosten in Höhe von 95 Euro pro Kopf und Jahr. Dies entspricht rund 0,3% des Pro-Kopf-Einkommens. Der Verlust an Konsumentenwohlstand beläuft sich auf 157 Euro pro Kopf oder rund 3% der Pro-Kopf-Nahrungsmittelausgaben. Allerdings ergeben sich aufgrund des unterschiedlichen Pro-Kopf-Einkommens sowie unterschiedlicher Konsumstrukturen auch auf der Verbraucherseite regional unterschiedliche Anpassungskosten in den EU-Mitgliedsländern, auf die ebenfalls im Abschnitt unten eingegangen wird.

Schließlich kann festgestellt werden, dass die Anpassungskosten allein keinen geeigneten Indikator zur Gesamtbewertung der individuellen F2F-Maßnahmen darstellt. Erstens ergeben sich klare Synergien zwischen den Maßnahmen und zweitens müssen hierzu auch die jeweils induzierten ökologischen Leistungen mitbetrachtet werden. Relevant ist der Nettonutzen, d.h. die Differenz zwischen Nutzen und Kosten der gesteigerten Ökosystemleistungen. Ein ungeeigneter Indikator ist allerdings die Relation von Nutzen und Kosten, z.B. Anpassungskosten pro Einheit einer Ökosystemleistung. Eine Analyse des jeweiligen Netto-Nutzens erfolgt im nächsten Abschnitt.

## 5.7 Gesellschaftliche Kosten-Nutzenanalyse der F2F-Strategie

In der Summe messen die berechneten Wohlfahrtsveränderungen die gesellschaftlichen Kosten der Umsetzung der F2F-Strategie, während eine umfassende Wohlfahrtsanalyse natürlich auch den gesellschaftlichen Nutzen, der sich aus den durch die F2F-Strategie generierten zusätzlichen Ökosystemleistungen ergibt, berücksichtigt. Für eine gesamtgesellschaftliche wohlfahrtstheoretische Einordnung der F2F-Strategie muss also eine konsistente Kosten-Nutzenanalyse durchgeführt werden. Dies soll in diesem Abschnitt erfolgen.

Um eine Kosten-Nutzenanalyse durchführen zu können, muss der Nutzen der relevanten Ökosystemleistungen – Klimaschutz, Wasserschutz und Biodiversität sowie Reduktion der Luftverschmutzung – aus gesellschaftlicher Sicht monetär bewertet werden. In diesem Zusammenhang ist die Ermittlung von gesellschaftlichen Zahlungsbereitschaften (Willingness-to-Pay (WTP)) ein bewährter Ansatz zur monetären Bewertung nicht-marktfähiger und öffentlicher Güter, welche alle relevanten Ökosystemleistungen darstellen.

Unglücklicherweise gibt es in der Literatur kaum Studien, die die WTP für Ökosystemleistungen für die Bevölkerung der EU quantitativ ermitteln und die wenigen vorhandenen Studien liefern sehr heterogene Ergebnisse mit extrem großen Intervallen für einzelne Zahlungsbereitschaften (Beispielsweise variiert die in der Literatur ermittelte WTP für Klimaschutz zwischen 12 und 800 Euro pro t CO<sub>2</sub>eq.). Für die Reduktion der N-Bilanz findet man WTPs, die um 10 Euro pro kg/ha eingespartem Stickstoff liegen, aber bis zu einem Faktor 20 variieren (Grinsven et al., 2013). Deshalb gehen wir zur Abschätzung der WTP wie folgt vor. Wir ermitteln zunächst den Anteil des Einkommens, den ein durchschnittlicher Verbraucher in der EU für die gesamten Ökosystemleistungen, die in dem Green Deal anvisiert sind, maximal bereit ist zu bezahlen. Die im Green Deal anvisierten Ökosystemleistungen sind dabei:

- A. **Klimaneutralität:** Reduktion der gesamten THG-Emissionen, dies sind rd. 4,6 Mrd. t CO<sub>2</sub>eq.
- B. **Komplette Reduktion der N-Drift:** Reduktion der N-Drift auf 0 kg/ha
- C. **Biodiversität:** Herstellung eines akzeptablen Biodiversitätsniveaus, d.h. ein BFP-Index von 1

Auf der Grundlage der vorhandenen Studien wurde das Verhältnis der relativen Einkommensanteile, die ein durchschnittlicher Verbraucher für die Erreichung der Green Deal Ziele in den Bereichen Klimaschutz, N-Drift und Biodiversität aufwenden würde, grob abgeschätzt (siehe Übersicht 5.25)).

Auf dieser Grundlage konnten die Pro-Kopf-Ausgaben, die ein EU-Verbraucher maximal für die Erreichung der Green Deal Ziele auszugeben bereit ist, berechnet werden, indem die o.g. Einkommensanteile mit dem Pro-Kopf-Einkommen multipliziert wurden.

Multipliziert man dann die Pro-Kopf-Ausgaben mit der Gesamtbevölkerung der EU so erhält man die maximalen Ausgaben, die die Gesellschaft für die Erreichung der jeweiligen Green Deal Ziele maximal ausgeben will.

Dividiert man diese ermittelten maximalen gesellschaftlichen Zahlungen durch die korrespondierende Veränderung des jeweiligen Leistungsindikators der jeweiligen Green Deal Ziele so erhält man die durchschnittliche WTP pro Indikator-Einheit. Die berechneten WTP für die einzelnen Ökosystemleistungen in Übersicht 5.25 sind unter der Annahme kalkuliert, dass ein durchschnittlicher

Ziel des Green Deal				Zahlungsbereitschaft			Annahmen
	Indikatorwert			WTP in [€ pro unit]	Totale Ausgaben E. in €	Pro Kopf in €	ZBW-Berechnung
							Maximale Einkommensanteil für Green Deal Ziele
							10%
<b>A. Klimaschutz</b>	Ia in [Mio t Co2 eq.]			Ea/Ia in [€/t Co2 eq.]	Ea in Mrd €	31917	Pro Kopf Einkommen pro Jahr [Y]
Komplette Reduktion der Co2 -Emissionen	4213			288	1213	2713	Maximale Pro-Kopf ZB für Klimaneutralität [0,1*0,85* Y]
							Maximale Einkommensanteil für Klimaschutz
							8,50%
<b>B. N-Bilanz</b>	Ib in [Mio t N]			Eb/Ib in [€/kg N pro ha]	Eb in Mrd €		Maximale ZB Pro-Kopf für N-Bilanz [0,1*0,075* Y]
Komplette Reduktion der N-Fracht	9,9			10,8	107	239	Maximale ZB Pro-Kopf für N-Bilanz [0,1*0,075* Y]
							Maximale Einkommensanteil für N-Bilanz
							0,750%
<b>C. Biodiversität</b>	Ic in [0,38 *Mio ha LF]			Ec/Ic in [€ pro BFP pro ha]	Ec in Mrd €		Maximale Einkommensanteil für Biodiversität
Erreichung eines BFP-Indikatorwerts von 1 auf gesamter LF	61,3			1,7	107	239	Maximale ZB Pro-Kopf für N-Bilanz [0,1*0,075* Y]
							Maximale Einkommensanteil für Biodiversität
							0,750%

Abbildung 5.25: EU: Kalkulation WTP für Ökosystemleistungen [in Euro pro Einheit]

EU-Verbraucher maximal bereit ist, einen Anteil von 10% seines Einkommens für die Erreichung der Green Deal Ziele zu bezahlen. Im Einzelnen ergeben sich dann eine WTP von 288 Euro pro t CO<sub>2</sub>eq. sowie von 10,73 Euro pro kg reduzierte N-Drift pro ha. Für die Biodiversität wird die maximale Erhöhung des BFP-Indikators als abstrakte Leistungseinheit definiert. Hier ergibt sich eine maximal Erhöhung von 0,38 (1-0,62) und dies ergibt eine WTP von 1746 Euro pro ha.

Mit Hilfe der ermittelten WTPs können die jeweiligen mit dem CAPRI-Modell simulierten Ökosystemleistungen monetär bewertet werden. Weiterhin lassen sich diese dann zu einem Gesamt-Benefit addieren, der eine konsistente Gesamtbewertung der mit den F2F-Maßnahmen insgesamt erzielten Ökosystemleistungen darstellt. Dies ist in Tabelle 5.6 zusammengefasst.

Die Annahme des maximalen Einkommensanteils von 10% ist eine ad hoc Annahme. Geht man von einem entsprechend geringeren oder höheren Anteil aus, so passen sich die kalkulierten WTPs proportional an, d.h. bei einem maximalen Einkommensanteil von 5% halbieren sich die WTPs, während sich bei einem Anteil von 15% alle WTPs um den Faktor 1,5 erhöhen. Solange die Relation der WTPs konstant bleibt, verändert sich die relative aggregierte Ökosystemleistung der einzelnen F2F-Maßnahmen nicht. Es verändert sich dadurch allerdings der entsprechende Netto-Nutzen der F2F-Strategien.

Aus Abbildung 5.26 ergibt sich, dass die Umsetzung der gesamten F2F-Strategie zu Ökosystemleistungen in Höhe von insgesamt 93,5 Mrd. Euro bzw. 209 Euro pro Kopf führt. Der größte Teil der Ökosystemleistungen geht dabei auf die Reduktion der N-Drift zurück, die einem Wert von 53 Mrd. Euro bzw. 120 Euro pro Kopf entspricht. Der gesellschaftliche Wert des mit der F2F-Strategie induzierten Klimaschutzes beläuft sich auf 17 Mrd. Euro bzw. 38 Euro pro Kopf, während die induzierte

	<b>fertilizer</b>	<b>pesticides</b>	<b>nutrients</b>	<b>organics</b>	<b>landscape</b>	<b>f2f</b>
<b>N-Bilanz</b>						
in Kg/ha	10.7	0.1	29.8	5.1	2.2	29.8
total N in Mio t	1.7	0.0	4.8	0.8	0.4	4.9
Price in Euro kg N /ha	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8
Value in Mio Eur	19046	160	52646	9241	3936	53609
in Eur pro Kopf	42.6	0.4	117.8	20.7	8.8	119.9
<b>CO2-Emission</b>						
in t/ha	0.1	0.2	0.4	0.1	-0.1	0.4
total CO2 in Mio t	19.5	24.6	59.8	15.2	-12.3	59.4
Price in Euro t Co2 eq.	288	288	288	288	288	288
Value in Mio Eur	4851	7070	17215	4382	-3533	17094
in Eur pro Kopf	8.7	13.2	62.8	6.7	5.8	70.3
<b>Biodiversität</b>						
in BFP/ha	0.02	0.01	0.06	0.01	0.03	0.08
total BFP in Mio	5.2	1.6	9.6	1.6	4.	13.1
Price in Euro BFP/ha	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1,7
Value in Mio Eur	9083	2815	16784	2875	8422	22796
in Eur pro Kopf	20.3	6.3	37.55	6.4	18.8	51.0
<b>Total value</b>						
total in Mio Eur	32015	8896	97504	15121	14945	107809
in Eur pro ha	198.5	55.2	608.5	91.8	92.9	660.5
in Eur pro Kopf	71.6	19.9	218.1	33.8	33.4	241.2

Tabelle 5.6: Ökosystemleistungen

Steigerung der Biodiversität einen gesellschaftlichen Wert von 23 Mrd. Euro bzw. 51 Euro pro Kopf aufweist.

Im Vergleich zur kompletten Umsetzung der F2F-Strategie führen die einzelnen F2F-Maßnahmen zu einem deutlich geringeren gesellschaftlichen Nutzen, der sich auf lediglich 9% für das *landscape*-, 11% für das *pesticides*-, 18% für das *organics*- und 35% das *fertilizer*- Szenario des Nutzens der kompletten F2F-Strategie beläuft. Lediglich das *nutrients*-Szenario impliziert als Einzelmaßnahme mit 87 Mrd. Euro bzw. 194 Euro pro Kopf Ökosystemleistungen in vergleichbarer Größenordnung wie die komplette F2F-Strategie. Interessanterweise ist die Zusammensetzung der Ökosystemleistungen für die einzelnen F2F-Maßnahmen sehr unterschiedlich. Während für das *fertilizer*-, das *nutrients*- und das *organics*-Szenario mit 58%, 61% und 56% die Mehrheit der induzierten Ökosystemleistungen im Bereich der Reduktion der N-Bilanz liegt, impliziert das *pesticides*-Szenario vor allem Klimaschutz mit einem Anteil von 70% während das *landscape*-Szenario vor allem eine Steigerung der Biodiversität mit einem Anteil von 95% impliziert.

Interessant ist weiterhin die Berechnung des Nettonutzens. Dieser ist für die einzelnen F2F-Maßnahmen in Abbildung 5.27 aufgeführt. Da häufig auch die Nutzen-Kosten-Relation zur Beurteilung alternativer Maßnahmen zur Bereitstellung von Ökosystemleistungen herangezogen wird, wird diese ebenfalls in Abbildung 5.27 dargestellt.

Für die Implementation der kompletten F2F-Strategie ergibt sich ein Nettonutzen von 59 Mrd. Euro, das entspricht 132 Euro pro Kopf. Interessanterweise führt die isolierte Umsetzung der Reduktion der

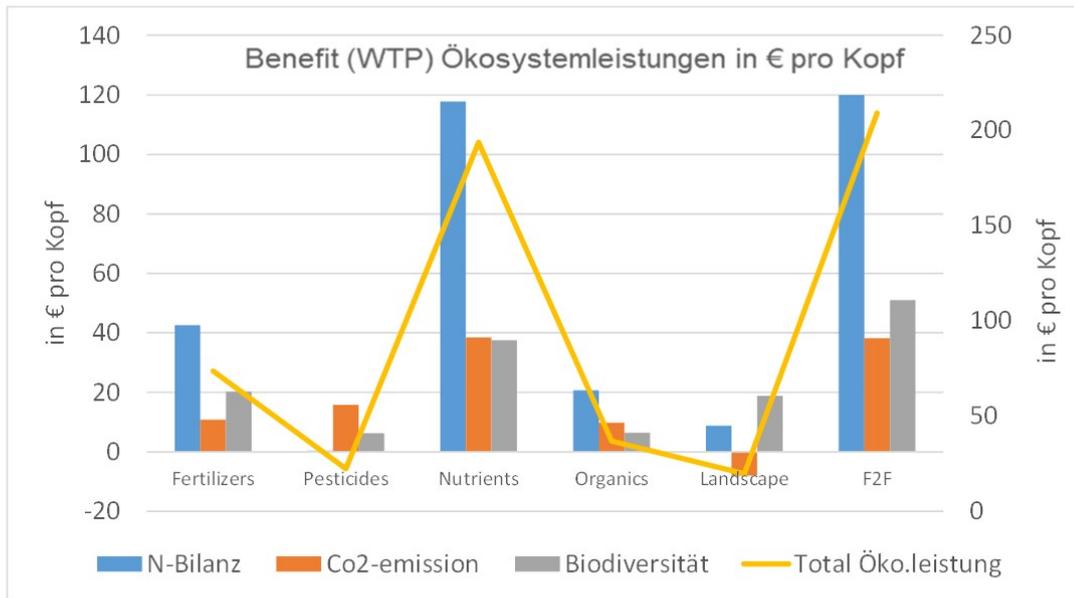


Abbildung 5.26: EU: Gesellschaftlicher Nutzen für F2F induzierte Ökosystemleistungen [in Euro pro Kopf]

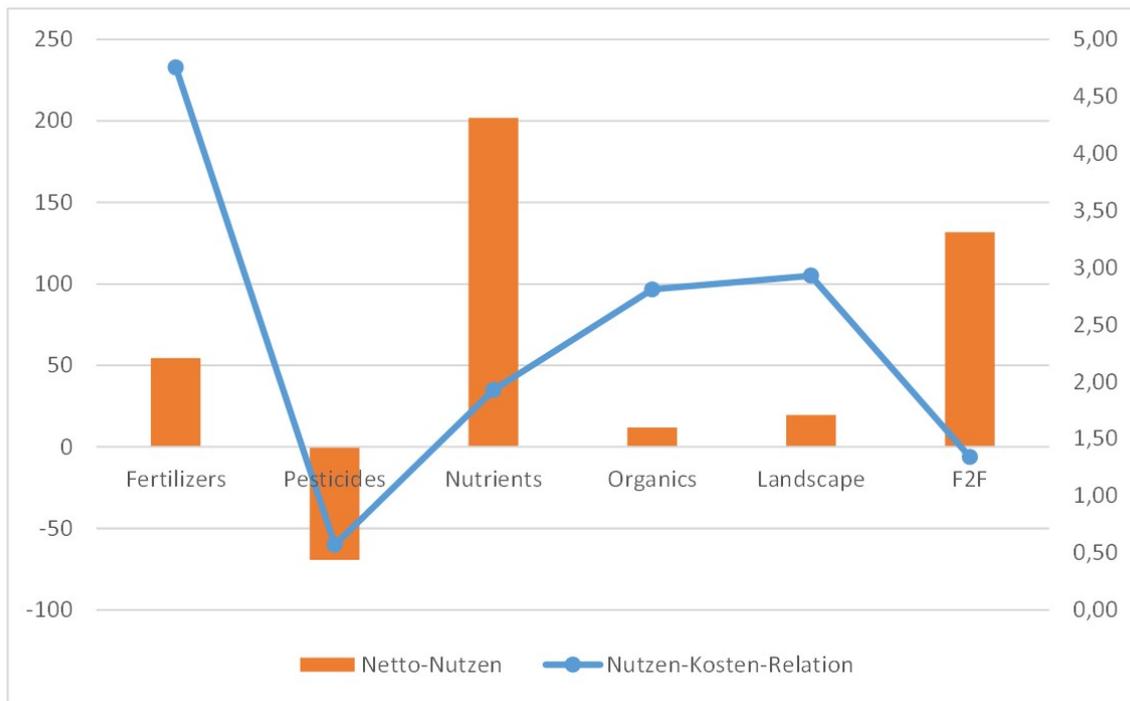


Abbildung 5.27: EU: Nettonutzen der F2F-Maßnahmen [in Euro pro Kopf]

N-Bilanz um 50% zu einem höheren Nettonutzen von 90 Mrd. Euro bzw. 202 Euro pro Kopf, während alle anderen individuellen F2F-Maßnahmen zu einem deutlich geringeren Nettonutzen führen als die komplette F2F-Strategie. Die Reduktion des Pestizideinsatzes führt sogar zu einem negati-

ven Nettonutzen. Allerdings muss hierbei beachtet werden, dass die Wirkung des Pestizideinsatzes auf die Biodiversität in der aktuellen Version des CAPRI-Modells noch nicht zufriedenstellend abgebildet ist, sodass der berechnete Nutzen bzw. Nettonutzen sicherlich zu niedrig ausfällt und mit entsprechendem Vorbehalt interpretiert werden muss.

Allgemein muss bei der Interpretation des Vergleichs der Nettonutzen alternativer F2F-Strategien berücksichtigt werden, dass die simulierten Strategien sich in der Skala unterscheiden. Der relativ niedrige Nettonutzen der Erhöhung des Anteils des ökologischen Landbaus ergibt sich z.T. auch aufgrund des relativ geringeren Anteils von 25%. Würde man diesen auf 50% oder 75% erhöhen, so könnte der Nettonutzen erheblich höher ausfallen. Insofern wäre eine Normierung der Skala, d.h. des Niveaus der gesamten ökologischen Leistungen für einen vernünftigen Vergleich notwendig.

Dies gilt in noch größerem Maße für den Vergleich der Nutzen-Kosten-Relationen, die auch in Abbildung 5.27 dargestellt sind. Günstigste Nutzen-Kosten-Relationen ergeben sich mit 4,75 bzw. 2,93 sowie 2,81 für das *fertilizer-* bzw. *landscape-* sowie *organics-*Szenario, während sich für das *nutrients-*Szenario und auch für die komplette Umsetzung der F2F-Strategie deutlich ungünstigere Nutzen-Kosten-Relationen von 1,93 bzw. 1,1 ergeben. Für das *pesticides-*Szenario ergibt sich sogar eine Nutzen-Kosten-Relation, die kleiner als 1 (0,57) ist, was ja gerade einem negativen Nettonutzen entspricht. Man erkennt aus dem Vergleich der Nutzen-Kosten-Relationen sowie dem Nettonutzen sehr gut, dass diese negativ korreliert sind, d.h. Maßnahmen mit relativ hohen Nutzen-Kosten-Relationen haben einen relativ geringen Nettonutzen. Dies unterstreicht die grundsätzliche Unbrauchbarkeit von Nutzen-Kosten-Relationen als Kennzahl zur Rangordnung alternativer Maßnahmen.

Aber auch die Nettonutzen erlauben keine exakte Einschätzung der relativen Vorzüglichkeit alternativer Maßnahmen. Grundsätzlich müsste für die einzelnen F2F-Maßnahmen eine Kostenfunktion abgeleitet werden, die für jedes gegebene aggregierte Niveau der Ökosystemleistungen die entsprechenden Kosten berechnet. Solche Maßnahmen-spezifischen Kostenfunktionen können auf der Grundlage weiterer Simulationsrechnungen als Metamodelle des CAPRI-Modells bayesianisch geschätzt werden. Insbesondere könnte dies auch separat für die unterschiedlichen Ökosystemleistungen erfolgen.

In diesem Report wurden vereinfacht entsprechende Kostenfunktionen auf der Grundlage simulierter Nutzen und Kosten für jedes Szenario kalibriert. Methodisch erfolgte dies, indem von einer Cobb-Douglas-Kostenfunktion ausgegangen wurde und allgemein eine Kostenelastizität von 1,5 unterstellt wurde. Unter dieser Annahme konnten für jede Maßnahme alle Parameter der jeweils Maßnahmen-spezifischen Kostenfunktion kalibriert werden. Die kalibrierten Kostenfunktionen sind in Abbildung 5.28 dargestellt.

Wie aus der Abbildung 5.28 zu erkennen ist, stellen sowohl die Reduktion der Pestizide als auch die Erhöhung des ökologischen Landbaus deutlich weniger kostengünstige Maßnahmen zur Erhöhung der Ökosystemleistungen der Landwirtschaft dar, wenn man sie mit der N-Bilanz bzw. der Reduktion des mineralischen Düngereinsatzes bzw. Erhöhung ökologischer Vorrangflächen vergleicht. Letztere Maßnahme ist zur Erhöhung der Biodiversität kosteneffizient, während die Reduktion der N-Bilanz eine kosteneffiziente Maßnahme für eine verbesserte Wasser- und Luftqualität sowie der Reduktion der THG-Emissionen der Landwirtschaft darstellen.

Allerdings muss hervorgehoben werden, dass diese Aussagen auf spezifischen unterstellten Annahmen basieren. Erstens können mit dem Vorgehen nur relative Kosteneffizienzen ermittelt werden, d.h. die Kosteneffizienz einer speziellen Maßnahme ändert sich, wenn weitere Maßnahmen in die Analyse miteinbezogen werden. Konkret wurde bislang keine Maßnahme, die direkt auf die THG-Emissionen der Landwirtschaft abzielt, in den Analysen berücksichtigt. Eine direkte Restriktion der

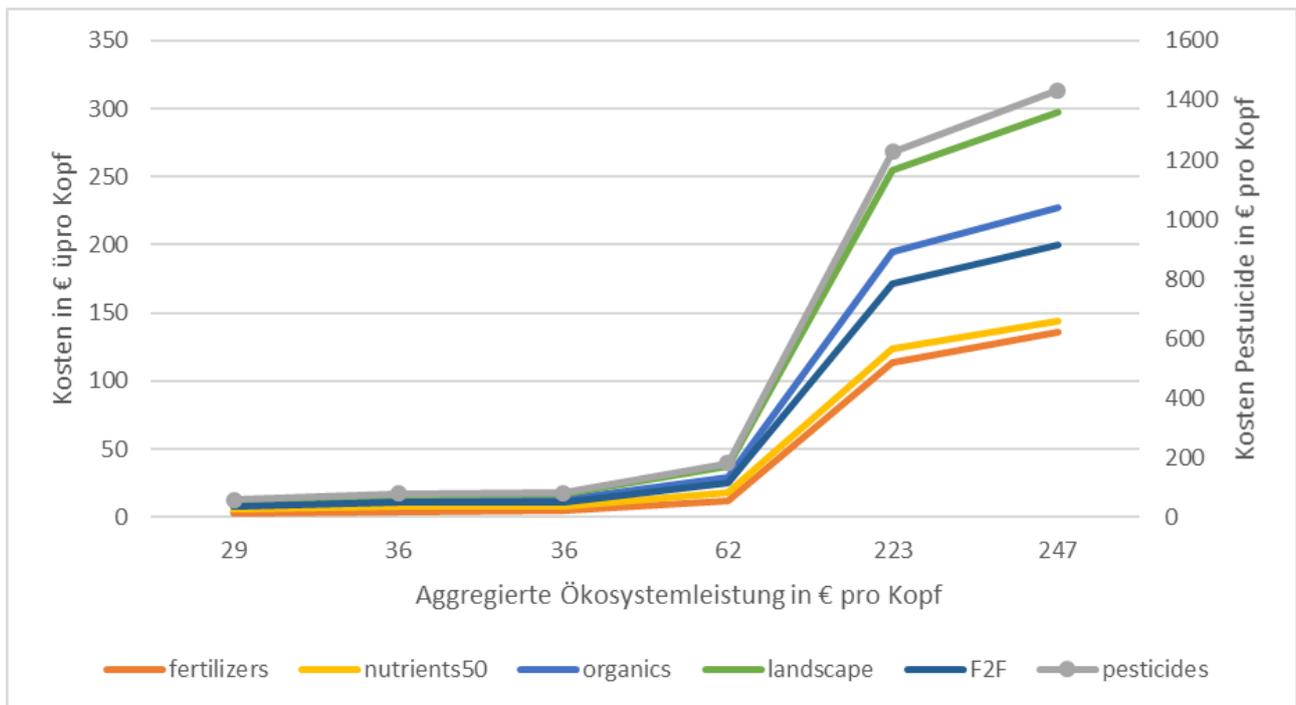


Abbildung 5.28: EU: Kostenfunktion für Ökosystemleistungen - F2F-Maßnahmen [in Euro pro Kopf]

THG-Emissionen z.B. durch Einbezug der Landwirtschaft in den CO<sub>2</sub>-Permit-Handel könnte sich grundsätzlich als kosteneffizienter als die bislang analysierten Maßnahmen erwiesen. Zweitens ist die relative geringe Kosteneffizienz der Reduktion des Pestizideinsatzes eine unmittelbare Folge der speziellen Konstruktion des BFP-Index, mit dem Biodiversität im CAPRI-Modell gemessen wird. Wird man in zukünftigen verbesserten Versionen eine explizite Pestizid-Komponente in den BFP aufnehmen, so wird sich die Kosteneffizienz der Reduktion des Pestizideinsatzes signifikant erhöhen. Drittens folgt aus der Annahme separabler konvexer Cobb-Douglas Kostenfunktionen, dass in einer kostenoptimierten F2F-Strategie alle F2F-Maßnahmen integriert sind, nur mit einem unterschiedlichen Aktivitätsniveau. In diesem Bereich sind weitere Forschungsaktivitäten notwendig, um die jeweiligen relevanten empirischen Kostenfunktionen für die Bereitstellung ökologischer Leistungen zu identifizieren. Diese sind dann zusammen mit einer fundierten Messung der gesellschaftlichen Zahlungsbereitschaft für spezielle Ökosystemleistungen eine solide Grundlage für die Entwicklung einer optimalen F2F-Strategie.

## 5.8 Verteilung der Kosten und Nutzen der F2F-Strategie über die EU-Mitgliedsländer

Neben der Verteilung der Kosten und Nutzen der F2F-Strategie über sozio-ökonomische Gruppen ist es gerade hinsichtlich der politischen Durchführbarkeit interessant, die Verteilung der Anpassungskosten und Nutzen der zusätzlichen Ökosystemleistungen zwischen den einzelnen EU-Mitgliedsländern zu analysieren.

In Abbildung 5.29 ist die Wohlfahrtsverteilung, die sich pro Kopf auf Seiten der Verbraucher in den einzelnen Mitgliedsländern ergibt aufgeführt, während in Abbildung 5.30 die Verteilung der durch die F2F-Strategie induzierten Veränderung der landwirtschaftlichen Einkommen pro Hektar über die EU-Mitgliedsländer dargestellt.

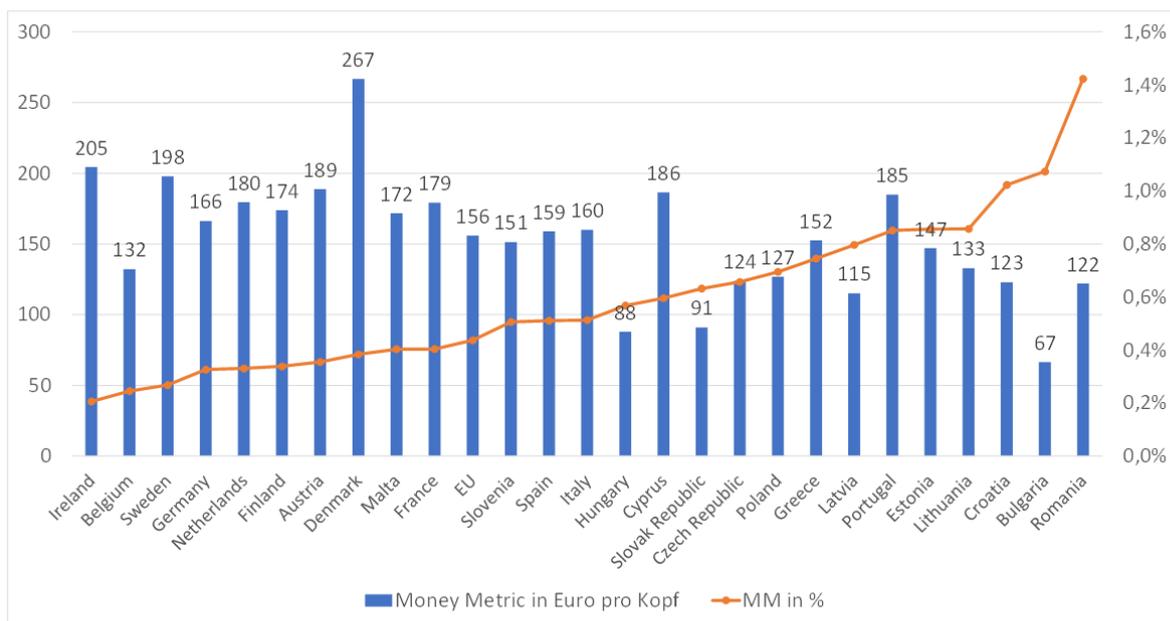


Abbildung 5.29: EU: F2F induzierte Money Metrik in EU-Mitgliedsländer [in Euro pro Kopf und in% zu *baseline*]

Wie aus Abbildung 5.29 zu sehen ist, variieren die durchschnittlichen Anpassungskosten in den einzelnen EU-Ländern zwischen 78 Euro pro Kopf in Bulgarien und 267 Euro pro Kopf in Irland. Allgemein zeichnet sich ein Süd-Ost zu Nord-West Gefälle ab, wobei in % zu dem Pro-Kopf-Einkommen die Anpassungskosten relativ hoch in ost- und südeuropäischen im Vergleich zu den nord- und westeuropäischen Mitgliedsstaaten ausfallen. In Rumänien ergibt sich ein Pro-Kopf-Einkommensanteil von 1,4%, während in Irland die Anpassungskosten nur 0,2% des Pro-Kopf-Einkommens ausmachen.

Umgekehrt impliziert die F2F-Strategie relative hohe zusätzliche landwirtschaftliche Einkommen insbesondere in EU-Länder mit einem relativ hohen Anteil an tierischer Produktion (insbesondere Milch), mit einem zusätzlichen landwirtschaftlichen Einkommen von 653-945 Euro pro Hektar in Dänemark, den Niederlanden und Belgien, während die landwirtschaftlichen Einkommen in Bulgarien bis Kroatien eher unterdurchschnittlich zunehmen mit Werten zwischen 3 bis zu 119 Euro pro

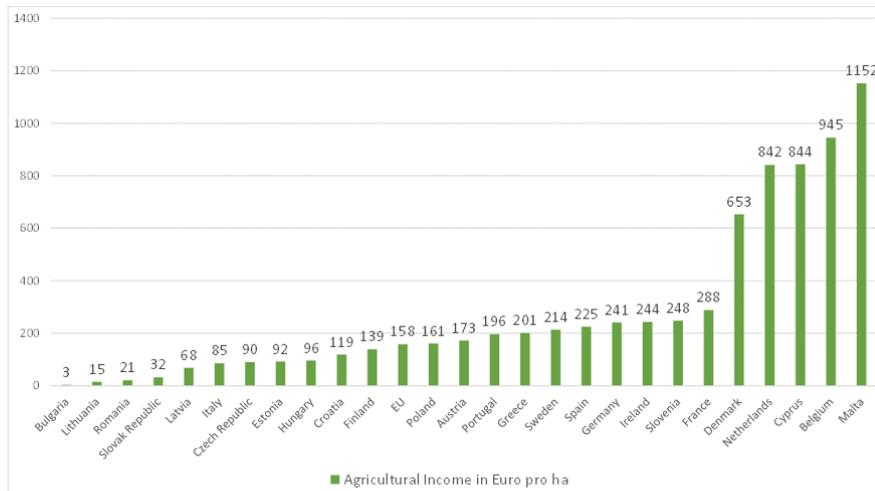


Abbildung 5.30: EU: F2F induzierte landw. Einkommen in EU-Mitgliedsländer [in Euro pro ha]

ha. Sehr hohe Einkommenssteigerungen ergeben sich für Malta mit 1152 Euro pro ha, während Deutschland mit 241 Euro pro ha klar überdurchschnittliche Einkommenssteigerungen ausweist, aber nicht in der Spitzengruppe liegt.

Neben den Anpassungskosten sind auch die durch die F2F-Strategie induzierten Ökosystemleistungen asymmetrisch über die EU-Mitgliedstaaten verteilt. Dies erkennt man sehr gut anhand der Abbildungen 5.31 bis 5.33.

Die durchschnittliche N-Bilanz reduziert sich in den einzelnen Mitgliedsländern zwischen -96,5 kg/ha in den Niederlanden und -9,81 kg/ha in Rumänien. Deutschland nimmt mit einer Reduktion von -33,5 kg N pro ha eine mittlere Position ein. Dabei ergibt sich annahmegemäß für alle Länder eine relative Reduktion um 50%, d.h. die unterschiedlichen Reduktionsniveaus ergeben sich allein aus den historisch unterschiedlich hohen N-Frachten in den EU-Mitgliedstaaten. Grundsätzlich wären dabei auch andere Implementationsmechanismen denkbar, z.B. die Festlegung eines einheitlichen absoluten maximalen N-Bilanzniveaus. In diesem Fall würden sich noch erheblich höhere Reduktionen der absoluten N-Bilanz in den tierproduktionsintensiven Mitgliedsländern wie den Niederlanden ergeben, während in Ländern mit absolut niedrigen N-Frachten, wie Rumänien, praktisch keine N-Bilanz-Reduktionen stattfinden würden. Ein solches Vorgehen wäre ebenso wenig effizient wie die hier modellierte homogene Reduktion um 50%. Effizient wäre es, regionale N-Permit-Handelssysteme zu implementieren, so dass das EU-Nachhaltigkeitsziel einer deutlich reduzierten durchschnittlichen N-Bilanz in der EU effizient umgesetzt wird. Gleichzeitig sorgt ein solches N-Permit-Handelssystem dafür, dass Anpassungskosten gerecht nach dem *Polluter-Pays*-Prinzip auf die Mitgliedsländer verteilt werden.

Auch die THG-Emissionen werden asymmetrisch in den EU-Mitgliedsstaaten reduziert mit einem Range von -2,8 t CO<sub>2</sub>eq. pro ha in den Niederlanden bis zu -0,263 t CO<sub>2</sub>eq. pro ha in Rumänien. Allgemein ergeben sich absolut hohe Reduktionen der THG-Emissionen für EU-Länder mit einer

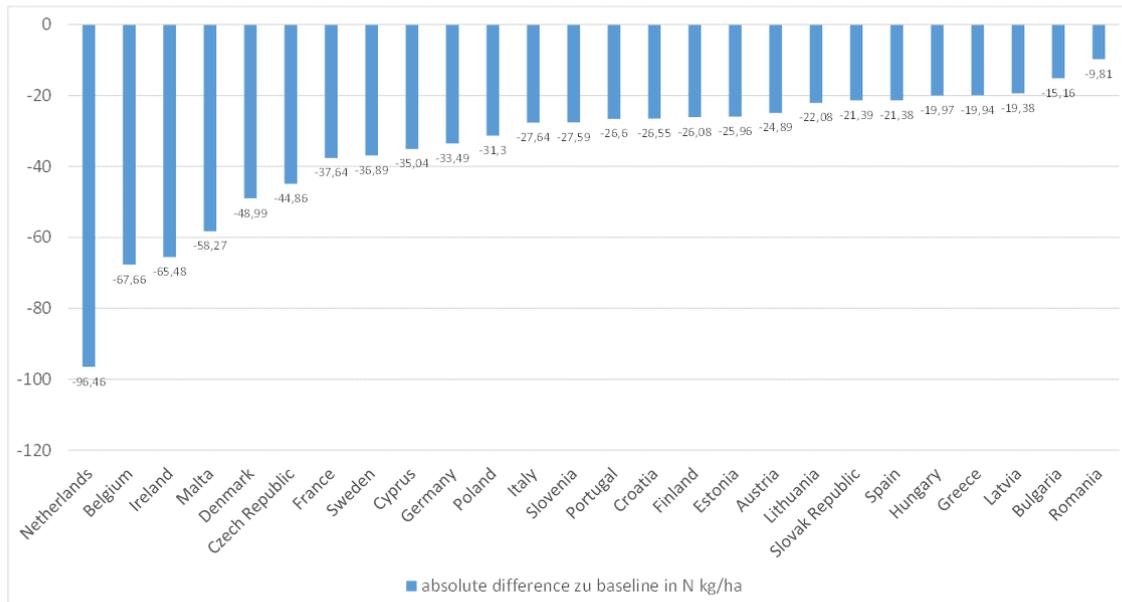


Abbildung 5.31: EU: F2F induzierte N-Bilanz in EU-Mitgliedsländer [in N kg pro ha]

tierintensiven Produktion. Neben den Niederlanden sind dies Irland, Belgien, Dänemark, Finnland und auch Deutschland. Allerdings ist die Reduktion der THG-Emissionen in Deutschland mit - 0,96 t CO<sub>2</sub>eq. pro ha eher moderat im Vergleich zu den Top-Ländern wie Niederlande, Irland und Belgien mit THG-Reduktionen von über -2 t CO<sub>2</sub>eq. pro ha. Für die Top-Reduktionsländer ergeben sich aber auch extrem hohe THG-Emissionen, die im *baseline* zwischen 10,4 t CO<sub>2</sub>eq. pro ha (Niederlande) und 3,4 t CO<sub>2</sub>eq. pro ha (Finnland) liegen. Für Deutschland ergibt sich eine ähnliche hohe THG-Emission von 3,4 t CO<sub>2</sub>eq. pro ha im *baseline*, die aber nur um 22% reduziert durch die F2F-Strategie reduziert wird.

Gemessen mit dem BFP-Index ändert sich die Biodiversität durch die Umsetzung der kompletten F2F-Strategie in den einzelnen EU-Staaten zwischen -5,6% in Rumänien und bis zu 49% in den Niederlanden. Im Durchschnitt der EU nimmt der BFP-Index um 13% zu. Insgesamt sind die relative und absolute Zunahme des BFP-Index positiv korreliert, dies liegt aber auch an der relativ geringen Varianz des BFP-Index innerhalb der Mitgliedstaaten. Gemessen mit dem BFP-Index ergibt sich eine Bandbreite, die sich von niedrigen Biodiversitätsniveaus von 0,41 in Slowenien bzw. 0,45-0,47 in Dänemark, Belgien und Malta bis zu hohen Niveaus von 0,8 in Portugal gefolgt von 0,75 in Irland und 0,71 in Italien und Rumänien erstreckt. Deutschland nimmt hinsichtlich der Biodiversität mit einem BFP-Index von 0,56 eine eher durchschnittliche Position ein, die durch die F2F-Strategie auch nur wenig auf einen BFP-Wert von 0,58 verbessert wird. Allgemein würde sich der BFP durch die F2F-Strategie auf einem höheren Niveau zwischen 0,51 und 0,8 einstellen.

Interessant ist es auch zu analysieren, wie sich der Gesamtnutzen bzw. der Nettonutzen der F2F-Strategie in den einzelnen EU-Ländern darstellt. Hierzu müssen insbesondere die jeweiligen gesellschaftlichen Zahlungsbereitschaften für die einzelnen Ökosystemleistungen in den jeweiligen EU-Mitgliedsländern bestimmt werden. Einerseits ändern sich die gesellschaftlichen WTPs mit dem

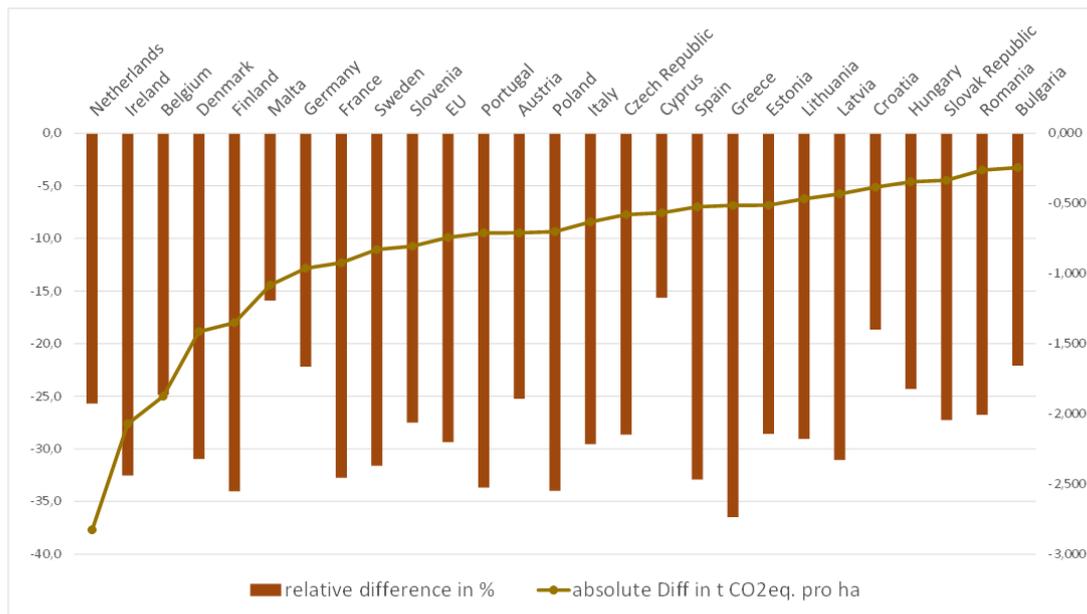


Abbildung 5.32: EU: F2F induzierte THG in EU-Mitgliedsländer [in t CO2eq. pro ha]

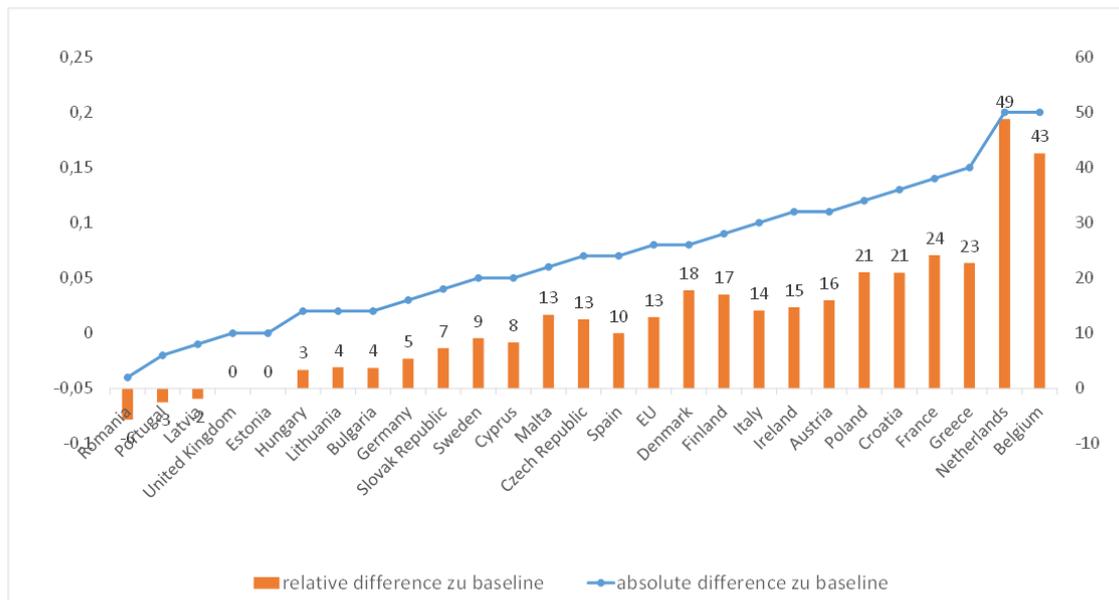


Abbildung 5.33: EU: F2F induzierte Biodiversität in EU-Mitgliedsländer [in % BFP zu *baseline*]

durchschnittlichen Pro-Kopf-Einkommen in den einzelnen EU-Ländern. Andererseits ergeben sich unterschiedliche Niveaus der jeweiligen Ökosystemleistungen in den einzelnen Ländern.

Letztere sind für die Bewertung aus Sicht nationaler Gesellschaften nur relevant, wenn es sich bei den Ökosystemleistungen um lokale bzw. nationale Umweltgüter und nicht um globale Umweltgüter handelt. Klimaschutz ist eindeutig ein globales Umweltgut, d.h. hier bewerten alle nationalen Gesellschaften die gesamte THG-Reduktion in allen EU-Länder, die durch die F2F-Strategie induziert wird. Die jeweilige gesellschaftliche WTP aus Sicht der einzelnen EU-Mitgliedsländer ergibt sich dann, in dem die für die gesamte EU ermittelte WTP mit dem nationalen Pro-Kopf-Einkommen sowie dem nationalen Bevölkerungsanteil korrigiert wird.

Für die N-Bilanz und auch die Biodiversität wird an dieser Stelle abweichend davon ausgegangen, dass diese nationale und nicht globale bzw. EU-weite Umweltgüter darstellen. In diesem Fall ergibt sich die nationale WTP, in dem die pro Einheit Ökosystemleistung ermittelte WTP für die gesamte EU-Gesellschaft um das relative Pro-Kopf Einkommen eines Landes im Vergleich zum durchschnittlichen EU-Pro-Kopf Einkommen korrigiert wird. Die so ermittelte nationale WTP wird dann mit der jeweils national realisierten Ökosystemleistung multipliziert, um dann den nationalen Nutzen zu erhalten.

In Abbildung 5.34 sind die so berechneten Nutzen aus Sicht der nationalen Gesellschaft für jedes EU-Mitgliedsland berechnet worden. Zur Vergleichbarkeit wird dieser in Euro pro Kopf für die einzelnen Ökosystemleistungen ausgewiesen.

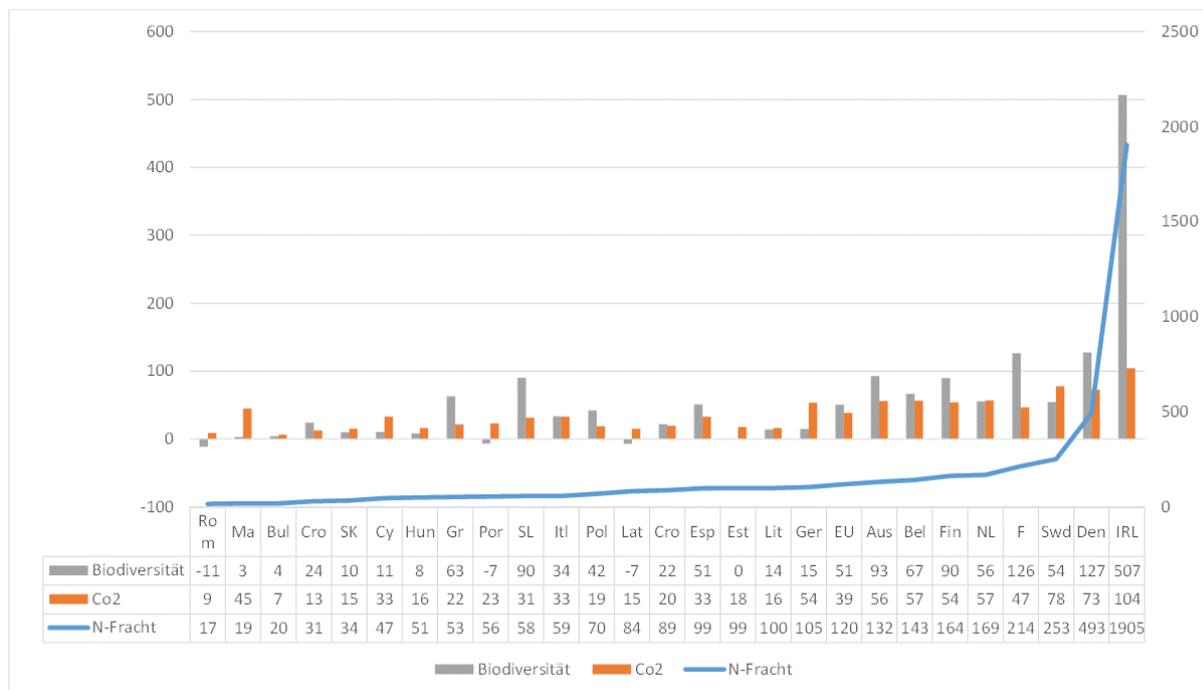


Abbildung 5.34: EU: Nutzen für F2F-induzierte Ökosystemleistungen in EU-Mitgliedsländer [in Euro pro Kopf]

Wie aus Abbildung 5.34 ersichtlich ist, ergeben sich erhebliche Varianzen der für die einzelnen Ökosystemleistungen realisierten nationalen Pro-Kopf Nutzen. Insbesondere für die Reduktion der N-Bilanz ergeben sich Pro-Kopf-Nutzen, die zwischen 17 Euro pro Kopf in Rumänien und 1905 Euro pro Kopf in Irland liegen. Neben Irland ergeben sich auch sehr hohe Pro-Kopf-Nutzen für Frankreich (214 Euro pro Kopf), Schweden (253 Euro pro Kopf) und auch Dänemark (493 Euro pro Kopf). Zu deutlich geringen Pro-Kopf-Nutzen führt die F2F-Strategie hinsichtlich der Reduktion der N-Bilanz in den osteuropäischen Ländern mit Werten die zwischen 17 (Rumänien) und 100 (Litauen)

liegen, was im Vergleich zum EU-Durchschnitt von 120 Euro pro Kopf unterdurchschnittlich ist. Dies liegt einerseits an dem niedrigeren Pro-Kopf-Einkommen in diesen Ländern, aber auch an einer vergleichsweise geringen N-Bilanz Reduktion (siehe Abbildung 5.31).

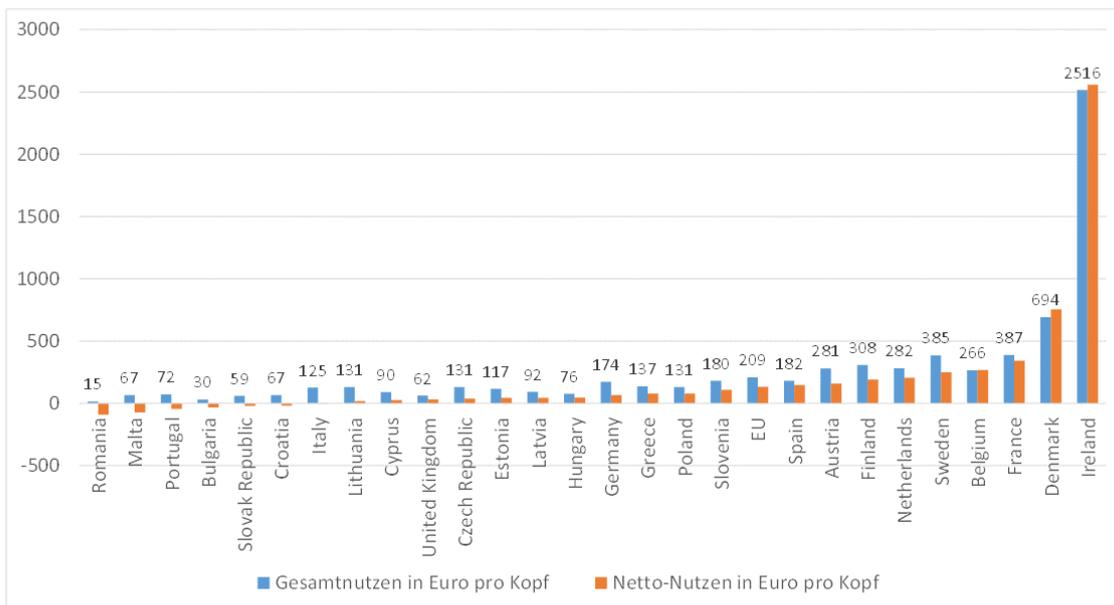


Abbildung 5.35: EU: F2F induzierter Nettonutzen in EU-Mitgliedsländer [in Euro pro Kopf]

Im Vergleich zu der N-Bilanz, für die es klare Ausreißer mit sehr hohen Pro-Kopf Nutzen gibt, sind die Varianzen der nationalen Pro-Kopf-Nutzen für die beiden anderen Ökosystemleistungen eher moderat. Insgesamt spiegeln die nationalen Unterschiede zwischen den Pro-Kopf-Nutzen gerade die relativen Unterschiede der Pro-Kopf-Einkommen der jeweiligen EU-Länder wieder. Dies gilt unmittelbar für die THG-Emissionen, die ja als globales Umweltgut für alle Länder gleich sind. Dies gilt aber auch für die Biodiversität, obwohl sich hier zum Teil Abweichungen ergeben, die auf eine deutlich andere Änderung des BFP-Index in den jeweiligen Ländern zurückzuführen sind. Die gilt zum Beispiel für Slowenien, wo die F2F-Strategie eine maximale Steigerung des BFP-Index um 0.27 Einheiten bewirkt (siehe Abbildung 5.33).

Die Verteilung der Kosten und Nutzen der F2F-Strategie ist hinsichtlich der politischen Akzeptanz in den jeweiligen EU-Staaten und damit für die politische Durchsetzbarkeit der agrarpolitischen Implementation der F2F-Strategie bzw. der Green Deal Ziele in der Agrarwirtschaft von extrem hoher Relevanz. Die hier aufgezeigten nationalen Nutzen, Kosten und Netto-Nutzen würden sich ergeben, wenn die F2F-Strategie mechanisch ohne weitere agrarpolitische Umverteilungsmechanismen in den jeweiligen EU-Ländern implementiert werden würde. Die starke Asymmetrie der national realisierten Netto-Nutzen scheint dabei nicht nur relevanten Gerechtigkeitsprinzipien wie einer sozial gerechten und verträglichen Verteilung von Kosten und Nutzen oder dem *Polluter-Pays*-Prinzip zu widersprechen, sondern vor allem ist zu erwarten, dass gerade die relativ einkommensschwachen ost- und südeuropäischen EU-Länder ohne eine entsprechende agrarpolitische Umverteilung zur Angleichung der durch die F2F-Strategie induzierten Netto-Nutzen, einer gemeinsamen Implementation der F2F-Strategie auf EU-Ebene nicht zustimmen werden.

## 5.9 Sensitivitätsanalyse

Wie im Abschnitt 2.2.3 oben erklärt, wurden die Effekte einer Umsetzung der F2F-Strategie unter unterschiedlichen Rahmenbedingungen analysiert, um die Stabilität der erzielten Kernergebnisse zu überprüfen. Darüber hinaus erscheinen einige der zusätzlichen Simulationsszenarien durchaus eine praktische Relevanz zu haben. Dies gilt insbesondere für die Annahme, dass Soja-Futtermittelimporte in die EU in naher Zukunft beschränkt werden und der Fleischkonsum der EU-Bevölkerung signifikant zurückgehen wird.

Neben der Analyse der o.g. Rahmenbedingungen spielt die direkte Beschränkung des THG-Emissionen der Landwirtschaft eine dominante Rolle in der aktuellen agrarpolitischen Diskussion. Dies gilt gleichermaßen auf EU-Ebene wie auch auf nationaler Ebene, insbesondere in Deutschland. Dies wird dadurch deutlich, dass im Jahr 2020 neben der F2F- und Biodiversitätsstrategie auch der Klimaplan 2030 für die Umsetzung des Green Deals von der EU-Kommission verabschiedet wurde.

Da sich gerade für die Beschränkung der THG-Emissionen signifikante Wechselwirkungen mit der F2F-Strategie ergeben, ist es sinnvoll, die gemeinsamen Effekte einer direkten Beschränkung der THG-Emissionen der Landwirtschaft und der Umsetzung der F2F-Strategie zu analysieren. Dies wurde im Rahmen dieser Studien gemacht. Konkret wurde dabei unterstellt, dass die Landwirtschaft komplett in den CO<sub>2</sub>-Permit-Handel integriert ist und es wurde ein Permitpreis von 100 Euro pro t CO<sub>2</sub>eq. unterstellt. Im Folgenden werden die Effekte der Umsetzung der F2F-Strategie sowie des *baseline*-Szenarios miteinander verglichen. Hierbei werden die in vorherigen Abschnitten dargestellten veränderten Rahmenbedingungen und die damit korrespondierenden Effekte berücksichtigt. Insgesamt gibt es somit vier Sensitivitätsszenarien:

1. Szenario *Meat* - Fleischkonsum wird bei aktuellen Preisen um 25% reduziert und Obst & Gemüse entsprechend erhöht.
2. Szenario *Soja* - Sojaimporte in die EU werden auf Null reduziert.
3. Szenario *China* - Wirtschaftswachstum von China bis 2030 wird halbiert.
4. Szenario *CO<sub>2</sub>* - Integration der EU-Landwirtschaft in CO<sub>2</sub>-Permitmarkt und der CO<sub>2</sub>-Preis wird auf 100 Euro pro t CO<sub>2</sub>eq. gesetzt.

Für jedes Szenario gibt es entsprechende Ergebnismerte für den *base-run* sowie für die komplette F2F-Strategie. Diese werden dann mit den entsprechenden Werten, die sich für die originalen *base-run* und F2F-Simulationen des CAPRI-Modell ergeben, verglichen. Bezeichnet man das original *base-run* CAPRI-Szenario als mit dem Index 0 ergeben sich insgesamt fünf Modell-Szenarien  $k = 0, 1, 2, 3, 4$ . Für jedes Modell-Szenario wurde das *baseline*-Szenario und die komplette Implementation der F2F-Strategie simuliert. Der Wert einer Variable X im Modell-Szenario k für das *baseline*-Szenario wird mit  $X_{base}^k$  bezeichnet. Der entsprechende Wert der Variable X für das komplette F2F-Szenario unter dem Modell-Szenario k ergibt den Wert  $X_{F2F}^k$ . Für jedes Sensitivitäts-Szenario  $k = 1, \dots, 4$  lassen sich für jede Variable die folgenden **F2F-Treatment-Effekte** und die **direkten Effekte** wie folgt berechnen:

$$\text{- F2F-Treatment-Effekte: } \Delta X_{F2F}^k - \Delta X_{F2F}^0,$$

wobei  $\Delta X_{F2F}^k = X_{F2F}^k - X_{base}^k$  und  $\Delta X_{F2F}^0 = X_{F2F}^0 - X_{base}^0$ .

- **direkte Effekte** der veränderten Rahmenbedingungen im Szenario  $k$ :  $X_{base}^k - X_{base}^0$ , wobei  $X_{base}^k$  den Wert einer Variable  $X$  für das Sensitivitäts-Szenario  $k = 1, \dots, 4$  im *baseline* und  $X_{base}^0$  den Wert dieser Variable  $X$  für das original (Base-run)-Modell-Szenario im *baseline* angibt.

Die **F2F-Treatment-Effekte** wie auch die **direkten Effekte** der veränderten Rahmenbedingungen werden für die Bereiche Produktion, Handel, Preise, Wohlfahrt wie auch Ökosystemleistungen berechnet. Die detaillierten Effekte sind im Anhang in den Tabellen in dem Abschnitt 8.1 aufgeführt.

Da sich allgemein sehr geringe Effekte von unter 5% sowohl für die direkten als auch die Treatment-Effekte ergeben, wird auf eine komplette detaillierte Darstellung aller berechneten Effekte in diesem Abschnitt verzichtet. Die interessierte Leserschaft wird hier auf den Anhang verwiesen, in dem die detaillierten Ergebnisse für die relevanten Sensitivitäts- und Modell-Szenarien für die Variablen Produktion, Preise und Handel für die aggregierten Produktgruppen und die jeweiligen individuellen Produkte aufgeführt sind.

Im Folgenden werden signifikante Effekte ausgewählter Sensitivitäts-Szenarien und deren Variablen dargestellt und diskutiert.

## 5.9.1 Produktion

Wie man in den Abbildungen 5.36-5.39 sehen kann, ergeben sich nur sehr geringfügig veränderte Treatment-Effekte der F2F-Strategie auf die landwirtschaftliche Produktion. Dies gilt insbesondere für die Szenarien *Soja* und *China*, für die sich auch kaum direkte Effekte ergeben.

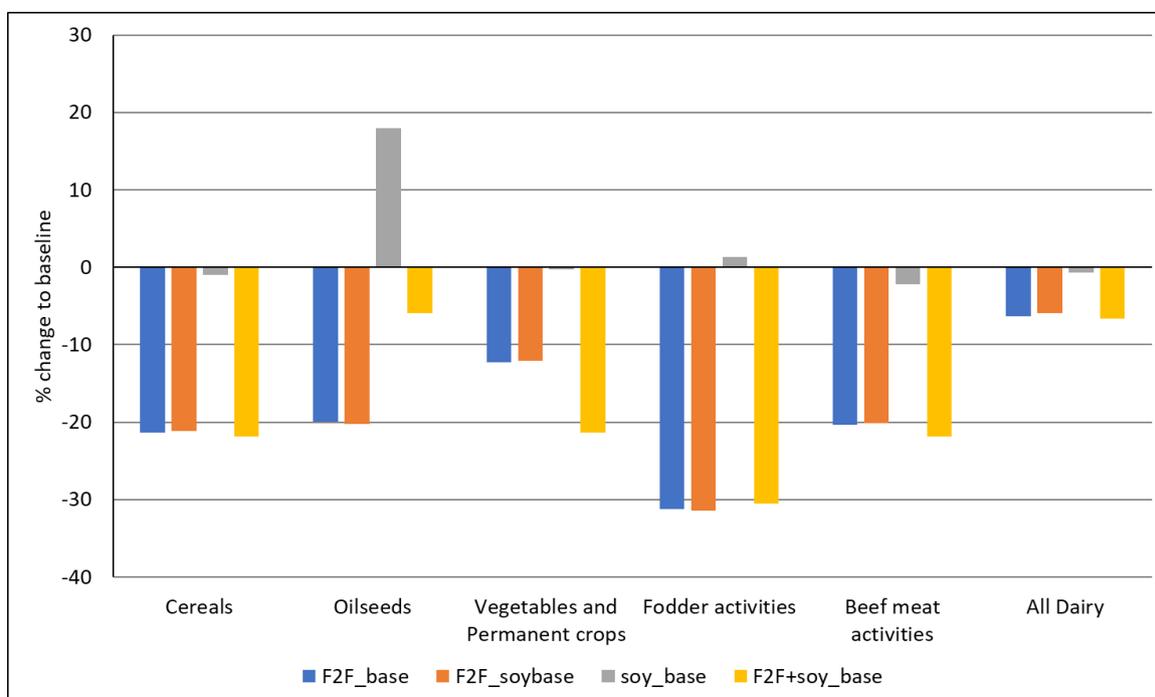


Abbildung 5.36: EU: Sensitivitätsszenario Soja – Produktionsvolumen [in Mrd. Euro], % Änderung zur *baseline*

Für das *Soja*-Szenario zeigt dies, dass die Sojaimporte durch ein entsprechendes europäisches Futtermittelangebot substituiert werden können. Eine Ausnahme ergibt sich für das *Soja*-Szenario hinsichtlich der Ölsaatenproduktion, diese steigt in der EU im Falle einer totalen Restriktion der Sojaimporte um 17% (siehe Abbildung 5.36). Für alle anderen Produktgruppen ergeben sich allerdings Produktionsveränderungen um weniger als 2%. Auch hinsichtlich der Wirkung der F2F-Strategie hat das Verbot der Sojaimporte praktisch keine Auswirkung, (dies ist in Abbildung 5.36 anhand des Vergleichs der Effekte F2F-*base* und F2F-*sojabase* zu erkennen). Analog ergeben sich praktisch keine

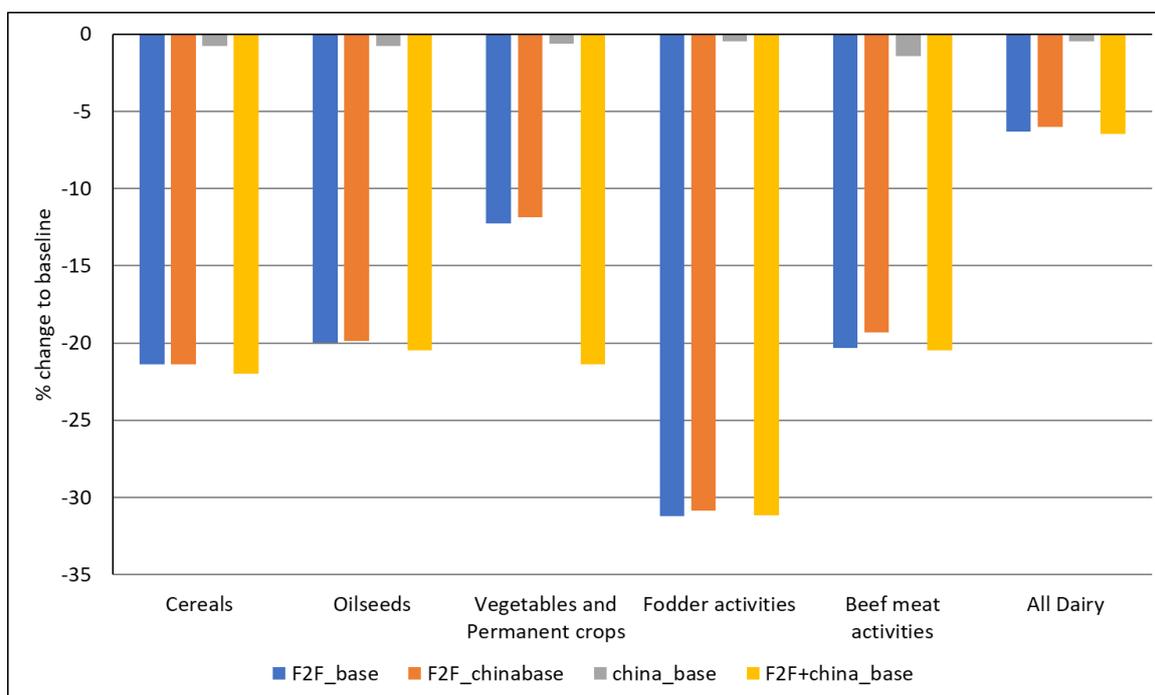


Abbildung 5.37: EU: Sensitivitätsszenario China – Produktionsvolumen [in Mrd. Euro], % Änderung zur *baseline*

Treatment-Effekte und vernachlässigbare direkte Effekte für das Szenario *China*. Im Kern impliziert dies, dass der europäische Binnenmarkt für landwirtschaftliche Güter hinreichend von entsprechenden Weltmarktpreisveränderungen abgeschottet ist, so dass selbst ein signifikanter Rückgang des Pro-Kopf- Einkommens Wachstums in China und damit induzierte Weltmarktpreisveränderungen keine signifikanten Spillover-Effekte auf den europäischen Agrarmarkt auslöst.

Relativ starke direkte Produktionseffekte ergeben sich durch die Einbindung der Landwirtschaft in den CO<sub>2</sub>-Permithandel. Dadurch würde die Rindfleischproduktion um -10%, die Futterpflanzenproduktion sogar um -14% und die Getreideproduktion um - 6,4% sinken. Neben den deutlichen direkten Produktionseffekten sind z.T. auch klare Treatment-Effekte erkennbar. Beispielsweise senkt sich die Wirkung der F2F-Maßnahmen auf die Futtermittelproduktion von -31% auf -23% und für die Rindfleischproduktion von -20% auf -17% ab, wenn die Landwirtschaft in den CO<sub>2</sub>-Permit-Handel integriert wird. Auch ein Rückgang des Fleischkonsums induziert deutliche direkte Produktionseffekte. So führt der reduzierte Fleischkonsum in der EU zu einem Rückgang der EU-Rindfleischproduktion um -2,7%. Bedenkt man allerdings, dass der initiale Nachfrageschock für das *Meat*-Szenario bei einem Rückgang des Fleischkonsums um 25% bei konstanten Preisen simuliert wurde, so erscheint der effektive Produktionsrückgang um nur knapp -3% unerwartet gering. Dies erklärt sich zum einen aus der Tatsache, dass in der *baseline* des simulierten Schocks die Fleischpreise fallen. Da-

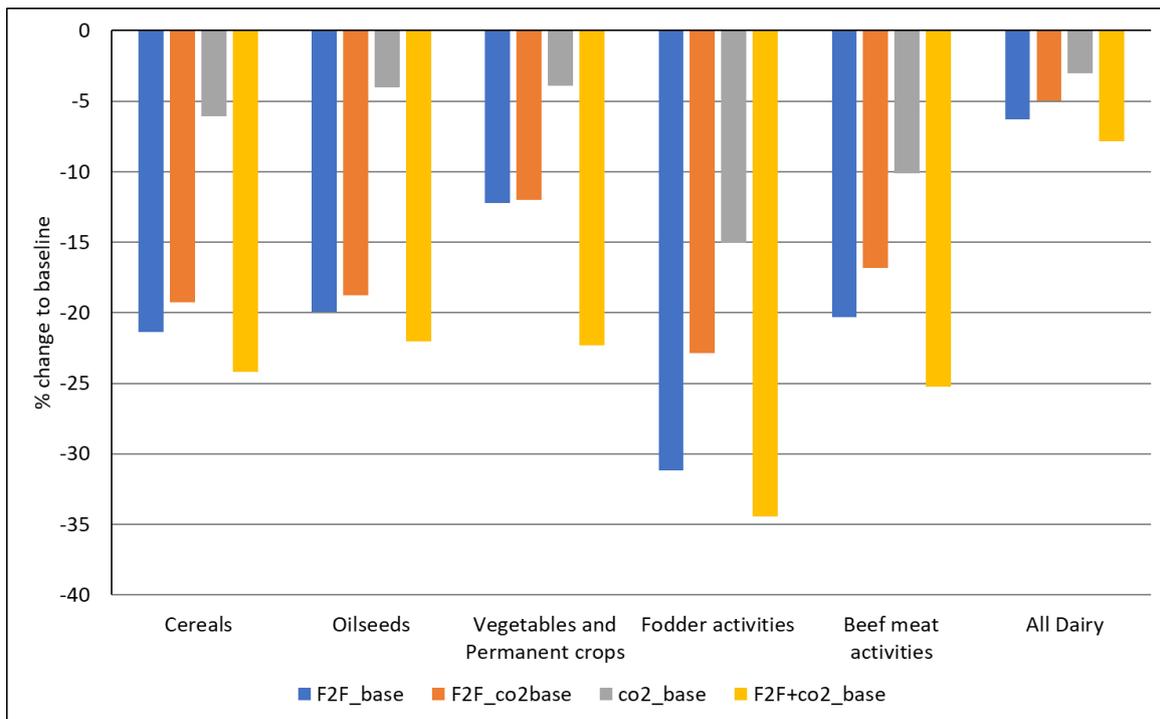


Abbildung 5.38: EU: Sensitivitätsszenario CO2 – Produktionsvolumen [in Mrd. Euro], % Änderung zur *baseline*

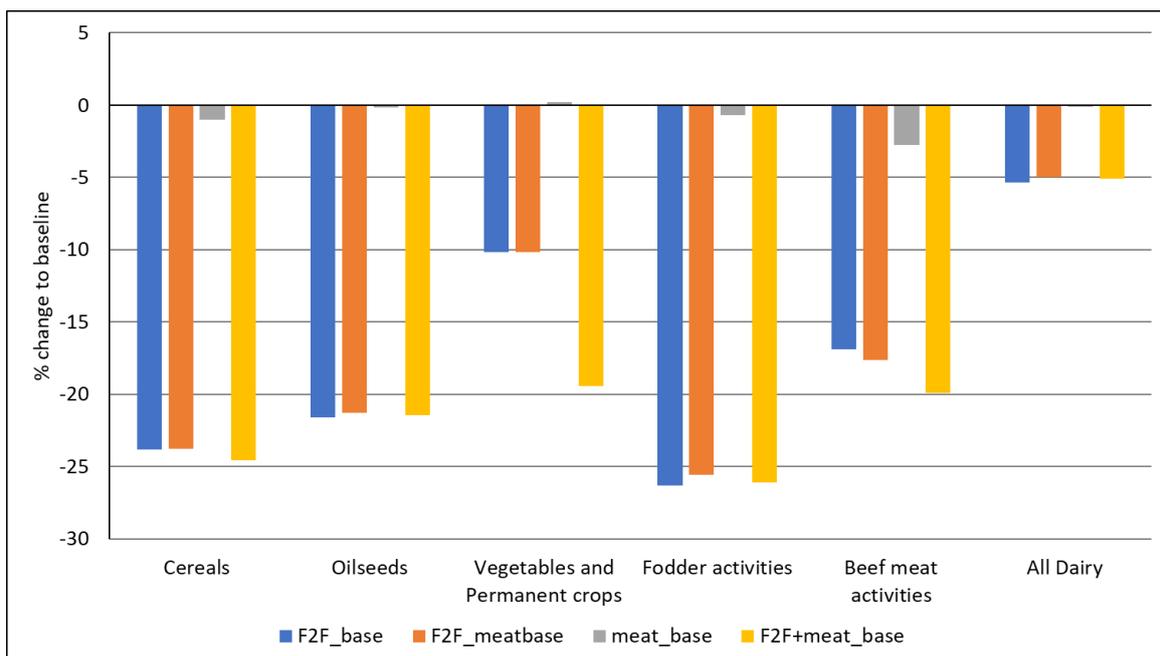


Abbildung 5.39: EU: Sensitivitätsszenario Fleisch – Produktionsvolumen [in Mrd. Euro], % Änderung zur *baseline*

durch wird ein Teil des Nachfrageschocks kompensiert. Wie unten gezeigt wird, sinkt der effektive EU-Fleischkonsum nur um rund -10% für Rindfleisch und jeweils -11% für Schweine- und Geflügel-fleisch. Zum anderen erklärt sich der relativ geringe Produktionsrückgang aufgrund entsprechend angepasster Handelsströme (siehe unten).

## 5.9.2 Handel

In den Tabellen des Anhangs 8.1.3.1 sind die jeweiligen direkten Effekte und Treatment-Effekte für die einzelnen Szenarien, die sich für den Handel sowie die inländische EU-Produktion und EU-Nachfrage der jeweiligen Produktgruppen ergeben, im Detail aufgeführt. Zusätzlich sind die Effekte für die ausgewählten Produktgruppen auch noch einmal in den Abbildungen 5.41 - 5.40 dargestellt.

Wie aus Anhang 8.1.3.1 zu ersehen ist, ergeben sich analog zu der EU-Produktion auch hinsichtlich der inländischen Nachfrage eher geringe direkte und Treatment-Effekte für alle Szenarien. Insbesondere gilt dies für die Szenarien *China* und *Soja*, für die sich die geringsten direkten Nachfrage- und Produktionseffekte ergeben. Konkret liegen diese für sowohl das *Soja* als auch das *China*-Szenario absolut unter 1%. Eine Ausnahme stellt der direkte Nachfrageeffekt für Ölsaaten im *Soja*-Szenario dar, der bei -5% liegt. Allgemein ergeben sich für alle Szenarien auch keine großen Treatment-Effekte hinsichtlich der inländischen EU-Produktion und EU-Nachfrage, d.h. die F2F-Strategie führt zu der gleichen absoluten Veränderung der Inlandsproduktion und der Inlandsnachfrage unabhängig davon, ob die Sojaimporte restringiert werden bzw. das Pro-Kopf-Einkommen in China weniger stark wächst. Beispielsweise führt die F2F-Strategie zu einer 4% Einschränkung der Milchproduktion sowie einer 2% Einschränkung der inländischen Milchnachfrage unabhängig davon, ob die Sojaimporte restringiert werden oder nicht bzw. ob das Pro-Kopf-Einkommen in China stark oder weniger stark wächst (siehe Anhang 8.1.3.1). Umgekehrt ergeben sich für ausgewählte Produkte durchaus signifikante Treatment-Effekte auf die EU-Nachfrage bzw. die EU-Produktion. Zum Beispiel führt die F2F-Strategie zu einer Reduktion der Ölsaatenproduktion um -20% im Vergleich zu -24% bzw. die EU-Nachfrage nach Ölsaaten reduziert sich um -3% im Vergleich zu -7%, je nach dem ob, die Sojamittelimporte uneingeschränkt stattfinden bzw. verboten sind.

Im Gegensatz ergeben sich für das *CO2*- wie auch das *Meat*-Szenario signifikante direkte Effekte und auch signifikante Treatmenteffekte für die EU-Inlandsproduktion und auch Inlandsnachfrage. Für das *CO2*-Szenario ergibt sich ein direkter Angebots- bzw. direkter Nachfrageeffekt von -10% bzw. -5% für Rindfleisch. Aber auch für die pflanzliche Produkte ergeben sich signifikante direkte Produktions- und Nachfrageeffekte für das *CO2*-Szenario. Unter anderem führt die Einbindung der Landwirtschaft in den *CO2*-Permitmarkt zu einer Reduktion der inländischen Ölsaatenproduktion um -3,9% , während die Inlandsnachfrage nach Ölsaaten um -1,4% sinkt. Analog sinkt die Getreideproduktion um -5,8% und die Inlandsnachfrage nach Getreide sinkt um -1,9%. Analog ergeben sich auch z.T. nennenswerte Treatment-Effekte. Beispielsweise führt die F2F-Strategie zu einem Rückgang der Rindfleischproduktion um -24%, während die Nachfrage um -8,1% sinkt und diese F2F-Effekte auf -18,5% bzw. -3,4% sinken, wenn die Landwirtschaft in das *CO2*-Permit-System eingebunden wird. Signifikante, wenn auch leicht abgeschwächte Treatment-Effekte ergeben sich auch für pflanzliche Produkte, allerdings eher auf der Produktionsseite, während die F2F-Wirkungen auf der Nachfrageseite relativ konstant für das *CO2*-Szenario bleiben.

Für das *Meat*-Szenario ergeben sich signifikante direkte Effekte für das Angebot und die Nachfrage nach Fleischprodukten, während die direkten Effekte für Milch wie auch für alle pflanzlichen Produkte für das *Meat*-Szenario relativ gering sind. Darüber hinaus sind praktisch keine Treatment-Effekte für das *Meat*-Szenario weder auf der Angebots- noch auf der Nachfrageseite zu beobachten, d.h. die F2F-Strategie führt für das *Meat*-Szenario für alle Produkte annähernd zu den gleichen absoluten Veränderungen des inländischen Angebots und der inländischen Nachfrage (siehe Anhang 8.1.3.1).

Anders sehen die direkten Effekte und die Treatment-Effekte für die jeweiligen In- und Exporte aus. Hier ergeben sich durchweg signifikante und zum Teil sehr große relative Effekte. Letzteres liegt

primär daran, dass die jeweiligen In- und Exporte bzw. vor allem Netto-Exporte nur einen jeweils sehr kleinen Anteil an der Inlandsproduktion bzw. dem Inlandskonsum haben. Entsprechend sind die Handelseffekte besonders stark ausgeprägt für Rindfleisch, da hier die Exporte bzw. Importe nur einen Anteil von rund 5% haben, während die Nettoexporte sich auf nur 0,4% der Inlandsproduktion belaufen. Das grundlegende Muster der Handelseffekte ist für alle Szenarien mit Ausnahme des *Meat*-Szenarios gleich, d.h. für alle Produkte ergeben sich positive direkte Effekte für die Importe und negative direkte Effekte für die Exporte bzw. Nettoexporte. Eine Ausnahme von diesem Muster ergibt sich hinsichtlich des *Meat*-Szenarios, da die Einschränkung des EU-Fleischkonsums abweichend zu einer Einschränkung der Importe und zu einer Ausdehnung der Exporte bzw. Nettoexporte führt.

Quantitativ sind die direkten Effekte und die Treatment-Effekte für den Handel relativ stärker für das *Meat*- und das *CO2*-Szenario, während diese für das *Soja*- und *China*-Szenario vergleichsweise geringer ausfallen. Eine Ausnahme stellen wiederum die Ölsaaten im *Soja*-Szenario dar, für die sich mit einer Einschränkung der Importe um -48% sowie einer Einschränkung der Exporte bzw. Netto-Exporte um -32% bzw. -48% starke direkte Handelseffekte ergeben.

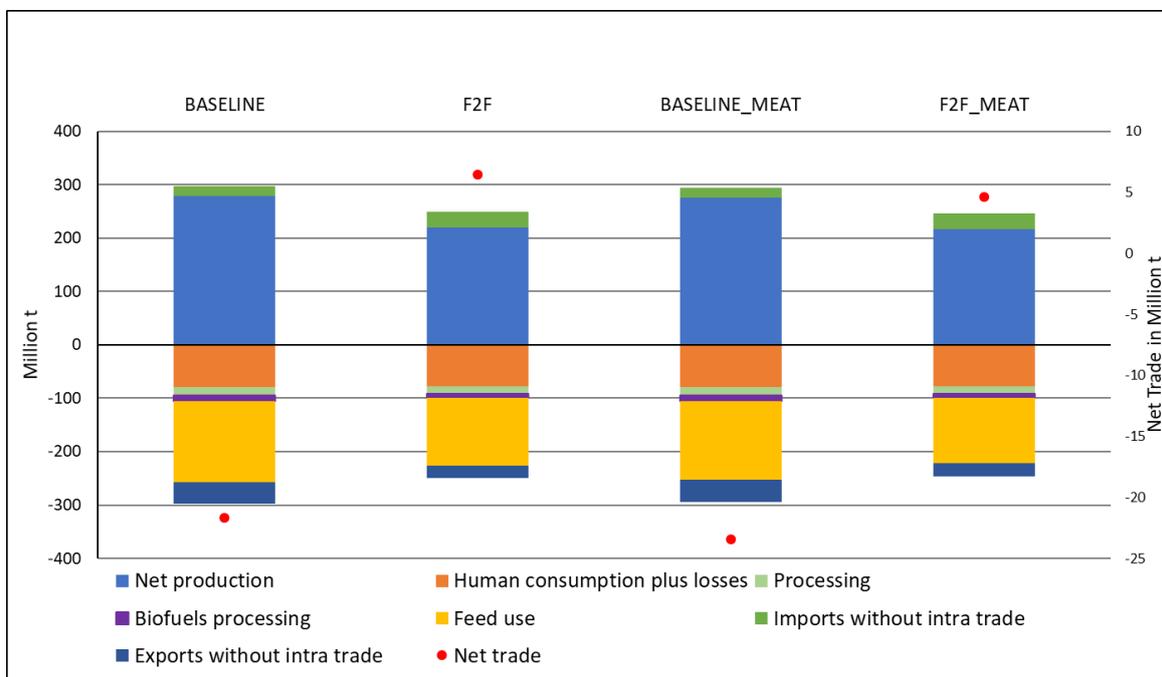


Abbildung 5.40: EU: Sensitivitätsszenario Fleisch – Marktbilanz Getreide

Wie aus den Abbildungen 5.40 - 5.45 zu ersehen ist, ergeben sich für diese beiden Szenarien auch geringe direkte und Treatment-Effekte für die inländische Nachfrage, die grundsätzlich unter 2% liegen. Eine Ausnahme stellen Ölsaaten dar, für die sich eine Zunahme des EU-Angebots um von rund 19% sowie eine Abnahme der EU-Nachfrage um rund -4% für das Soja-Szenario ergibt. Weiterhin impliziert das Verbot von Sojaimporten eine Einschränkung der Tierproduktion aufgrund erhöhter Futtermittelpreise. Diese liegt zwischen -1% für die Rindfleischproduktion und rund -3% für Schweine- und Geflügelfleisch, während die inländische Fleischnachfrage weitestgehend stabil bleibt mit Abnahmeraten unter -1%, so dass sich die Nettoexporte für Fleisch reduzieren. Konkret gehen die Nettoexporte um -23% bzw. -13% für Geflügel- und Schweinefleisch, während für Rindfleisch die Beschränkung der Sojaimporte sogar zu einer Umkehrung der Nettoexport- in eine Nettoimportstellung der EU führt. Die Treatment-Effekte sind für das *Soja*-Szenario allgemein eher moderat, d.h.

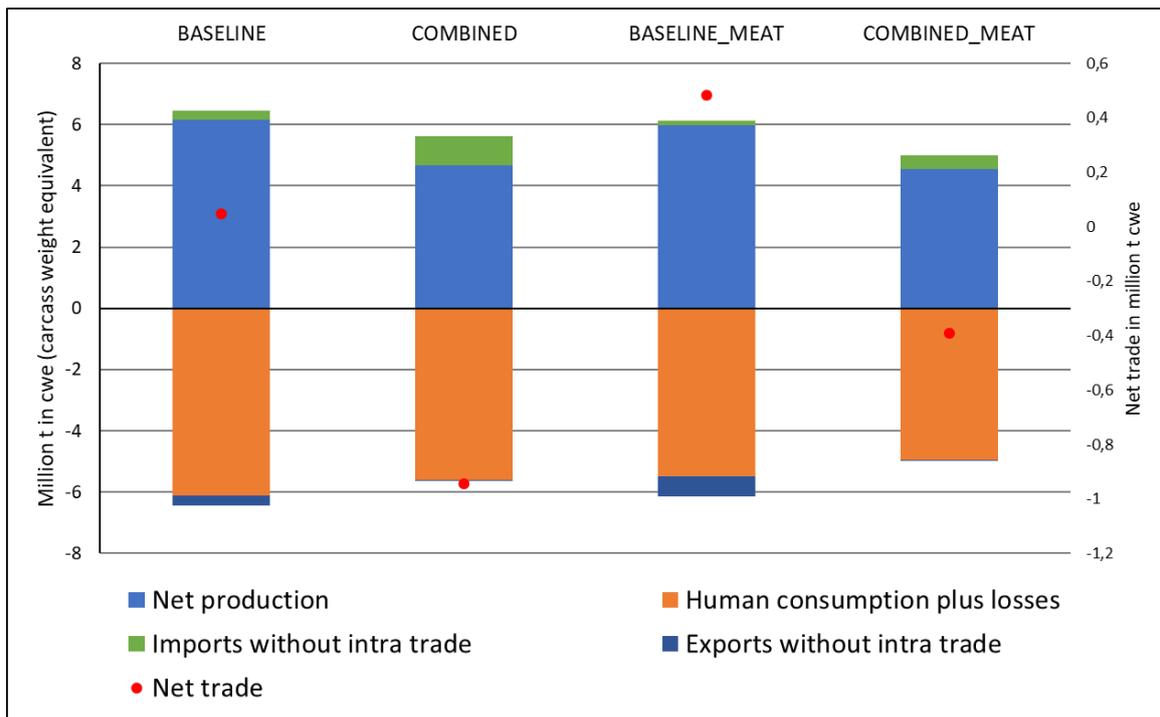


Abbildung 5.41: EU: Sensitivitätsszenario Fleisch – Marktbilanz Rindfleisch

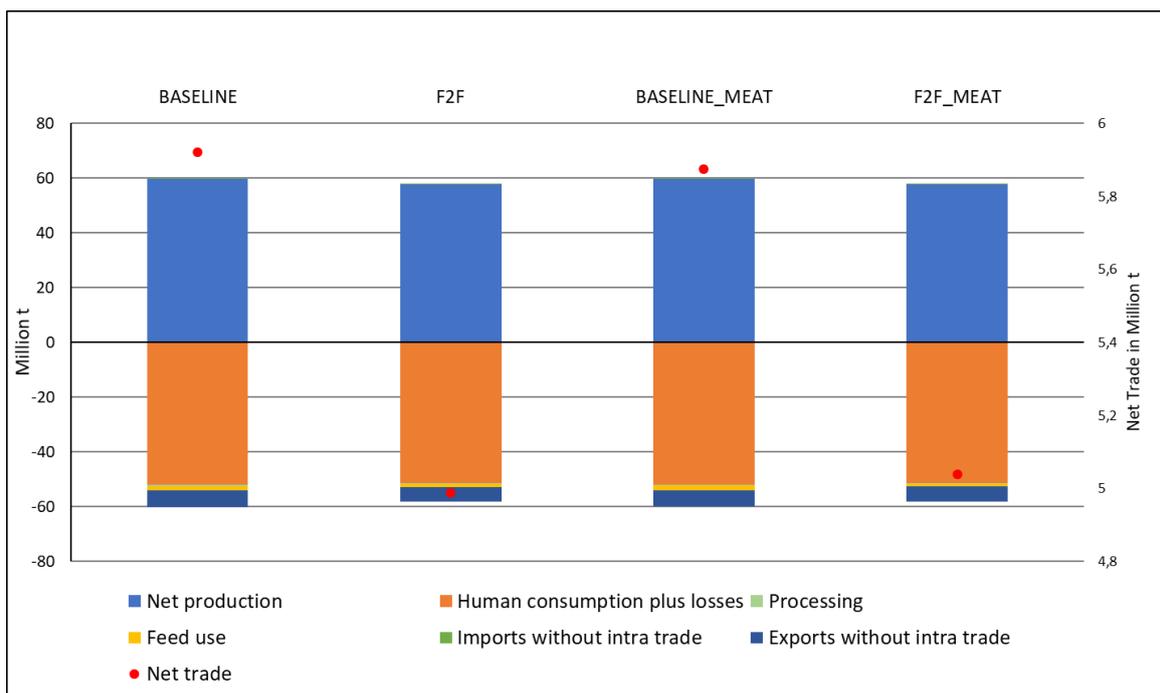


Abbildung 5.42: EU: Sensitivitätsszenario Fleisch – Marktbilanz Milchprodukte

die Auswirkung der F2F-Strategie auf den Handel ändert sich unter Annahme eines totalen Verbots von Sojaimporten nur geringfügig.

Analog ergeben sich auch für das *China*-Szenario nur geringe direkte und Treatment-Effekte. Für die inländische Nachfrage liegen die direkten Effekte für alle Produktgruppen unter 1%, wobei diese

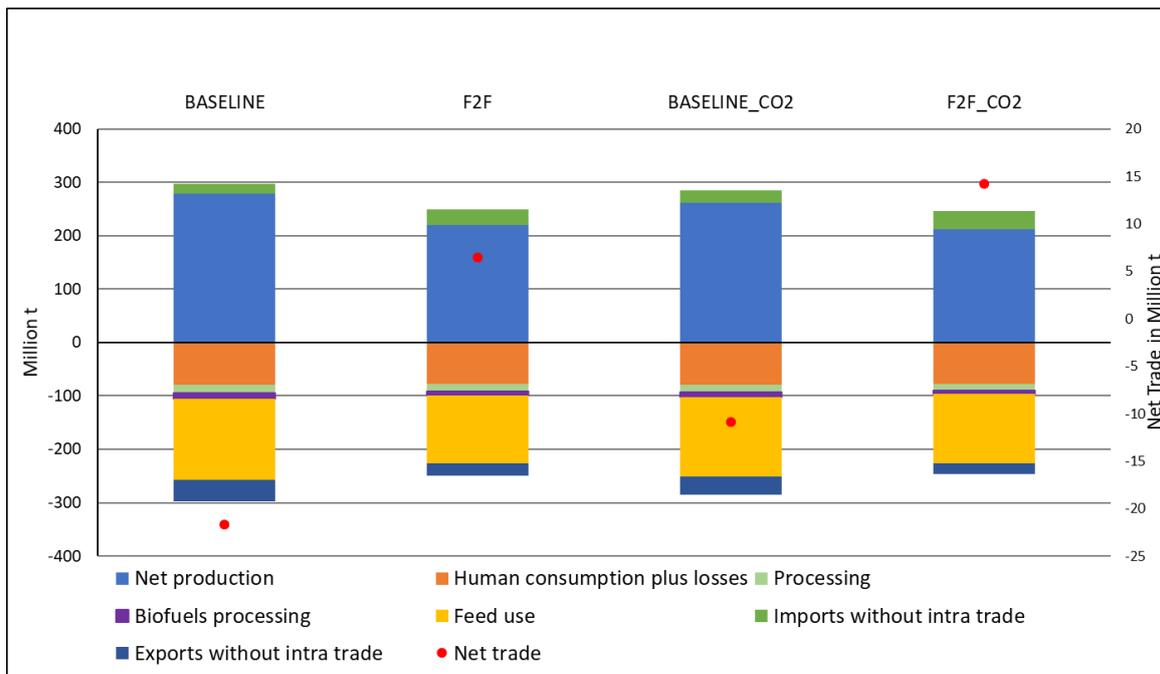


Abbildung 5.43: EU: Sensitivitätsszenario CO2 – Marktbilanz Getreide

im Unterschied zu den anderen Szenarien grundsätzlich positiv sind. Dies liegt daran, dass ein Rückgang der Zunahme des Pro-Kopf-Einkommens in China tendenziell zu einem geringeren Anstieg der Nahrungsmittelpreise im Vergleich zum *base-run* führt. Die direkten Effekte auf die Nettoexporte sind analog zu dem *Soja*-Szenario auch für das *China*-Szenario allgemein negativ mit einer Abnahme des Nettoexports, die für die tierischen Produkte von -69% für Rindfleisch bzw. -14% jeweils für Schweine- und Geflügelfleisch bis -2% für Milch rangiert und für die pflanzlichen Produkte von -8% für Getreide bis zu +1% für Ölsaaten reicht.

Relativ starke Produktionseffekte ergeben sich für das *Meat*- und *CO2*-Szenario, so dass sich für diese Szenarien auch stärkere Effekte auf den Handel ergeben. Wie in den Abbildung 5.41 - 5.40 zu sehen ist, ergeben sich unter Annahme eines reduzierten Fleischkonsums in der EU relevante Effekte für den Fleischhandel, insbesondere Rindfleisch. Konkret ergibt sich als direkte Wirkung ein Rückgang des inländischen Rindfleischverbrauchs um -10%, der sich in Kombination mit einem erhöhten Treatment-Effekt der F2F-Strategie zu einem Gesamtrückgang des Fleischverbrauchs um -19% addiert. Dies wäre eine deutliche Veränderung gegenüber dem *base-run*, in dem die Umsetzung der F2F-Strategie eine Reduktion des EU-Fleischverbrauchs um lediglich -5% impliziert. Weiterhin erhöhen sich die Fleischimporte nicht mehr um 241% wie im *base-run*, sondern nur noch um 50%, so dass der Netto-Fleischexport nur noch um -412 tsd. t und nicht mehr wie im *base-run* um -972 tsd. t sinkt. Qualitativ führt aber auch unter der Annahme eines allgemeinen Rückgangs des Fleischkonsums die Umsetzung der F2F-Strategie dazu, dass die EU vom Netto-Exporteur zu einem Netto-Importeur wird.

Nur sehr geringe Effekte deutlich unter 5% ergeben sich für die pflanzlichen Produkte durch die Reduktion des Fleischkonsums. Pars-pro-toto ist dies für den Getreidehandel in Abbildung 5.40 dargestellt. Die veränderten Effekte der F2F-Strategie auf den Handel sind marginal.

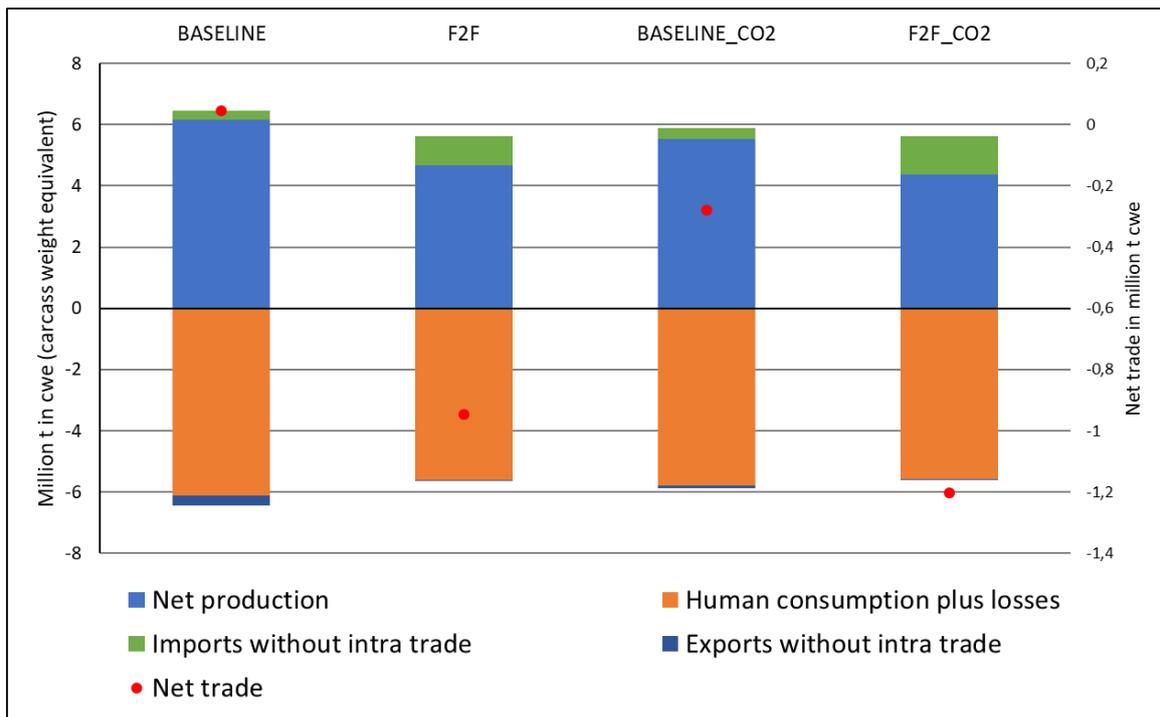


Abbildung 5.44: EU: Sensitivitätsszenario CO2 – Marktbilanz Rindfleisch

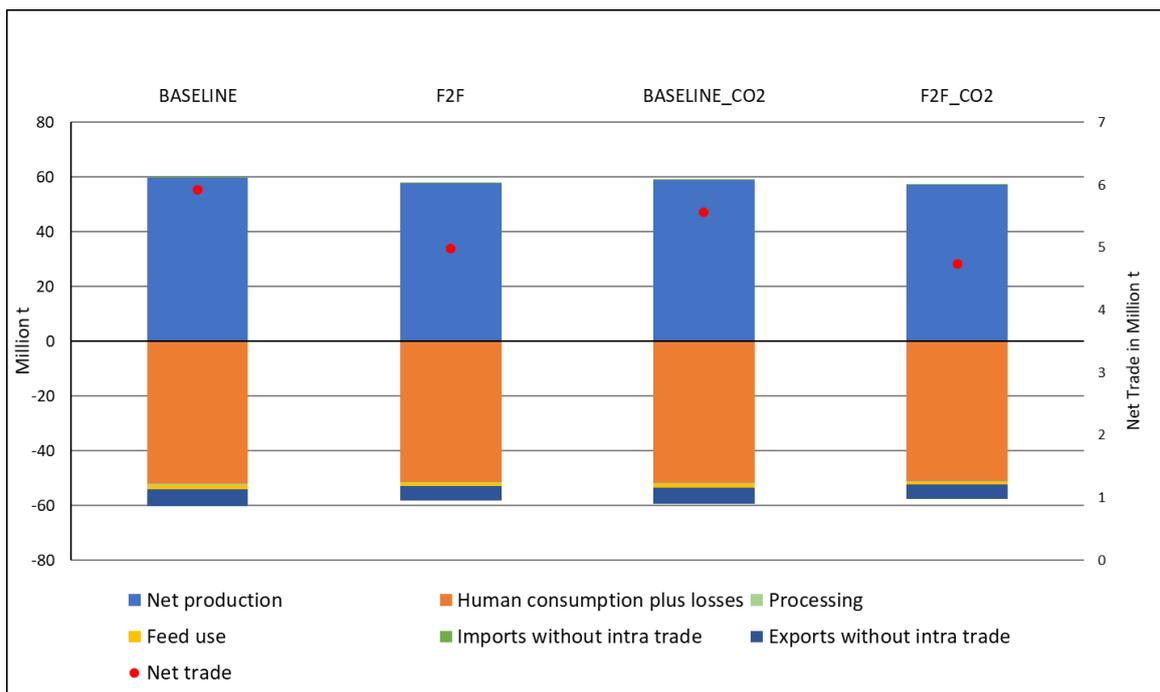


Abbildung 5.45: EU: Sensitivitätsszenario CO2 – Marktbilanz Milchprodukte

Für das CO<sub>2</sub>-Szenario ergeben sich klare direkte Effekte auf die Nettoexporte, die allgemein negativ sind und zwischen -6% für Milch bis zu -51% für Getreide rangieren, während die Nettoimporte allgemein zwischen +1,4% (Ölsaaten) und +25,2% (Rindfleisch) zunehmen.

Die Wirkung der F2F-Strategie auf den Handel verändert sich ebenfalls signifikant unter der Einbindung der Landwirtschaft in den CO<sub>2</sub>-Permithandel. Für die Getreideproduktion führt die Umsetzung der F2F-Strategie zu einer Reduktion der Nettoexporte um -162% statt -129%, während die Nettoimporte für Ölsaaten nur um 25,8% statt 28,4% steigen. Für Rindfleisch ergeben sich nennenswerte Treatment-Effekte, so führt die F2F-Strategie nur noch zu einer Reduktion der Nettoexporte um -0,8 Mio. t für das CO<sub>2</sub>-Szenario statt einer Reduktion um nur -0,9 Mio. t im Standard-F2F-Szenario.

### 5.9.3 Preise

Die jeweiligen direkten und Treatment-Effekte auf Preise sind für die vier Szenarien in den Abbildungen 5.46 - 5.49 dargestellt.

Wie aus den Abbildungen zu erkennen ist, ergibt sich allgemein das folgende Muster. Für die Szenarien *Meat* und *China* ergeben sich negative direkte Preiseffekte, da diese eine Einschränkung auf der Nachfrageseite beinhalten, während sich für die Szenarien *CO2* und *Soja* positive direkte Preiseffekte ergeben, da diese Szenarien Einschränkungen auf der Angebotsseite implizieren. Quantitativ ergeben sich relativ starke direkte Preiseffekte für das *CO2* und das *Meat* Szenario, die für das *CO2*-Szenario Preissteigerungen von +1% für Obst & Gemüse bis zu 24% für Rindfleisch umfassen. Für das *Meat*-Szenario liegen die direkten Preisreduktionen zwischen +2% für Obst & Gemüse sowie -10% für Rindfleisch.

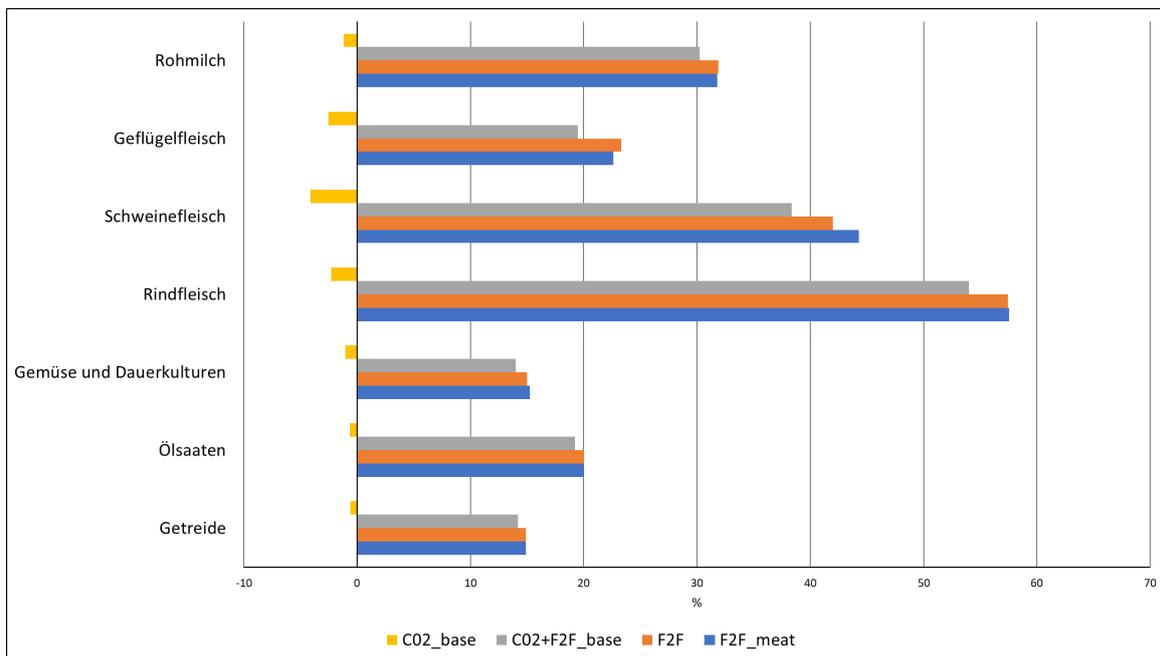


Abbildung 5.46: EU: Sensitivitätsszenario China – Produzentenpreise

Relativ geringere direkte Preiseffekte ergeben sich für das *China* und das *Soja*-Szenario. Konkret rangieren diese für das *China*-Szenario zwischen -0,7% (Ölsaaten) und -4,1% (Schweinefleisch) sowie zwischen -0,1 (Milch) und +4,3 (Schweinefleisch) für das *Soja*-Szenario. Allerdings ergibt sich für Ölsaaten für das *Soja*-Szenario eine signifikante Preiserhöhung von 51%.

Analog ergeben sich vergleichsweise starke Treatment-Effekte für das *CO2*- und das *Meat*-Szenario, während sich für das *China*- und das *Soja*-Szenario relativ geringe Treatment-Effekte bzgl. der Preise ergeben, d.h. die F2F-Strategie führt für die zuletzt genannten Szenarios mehr oder weniger zu stabilen Preisveränderungen unabhängig von den veränderten Rahmenbedingungen. In konkreten Zahlen ergeben sich für das *CO2*-Szenario Treatment-Effekte, die zwischen 0,09 Prozentpunkten für Obst & Gemüse bzw. -0,19 Prozentpunkten für Getreide sowie Ölsaaten und -10 Prozentpunkten für Rindfleisch liegen. Für das *Meat*-Szenario ergeben sich Treatment-Effekte, die zwischen -0,5 für Obst & Gemüse bzw. -2 Prozentpunkten für Getreide sowie -3 für Ölsaaten und -23 Prozentpunkten für Rindfleisch bzw. -7,5 Prozentpunkten für Milch und Schweinefleisch liegen.

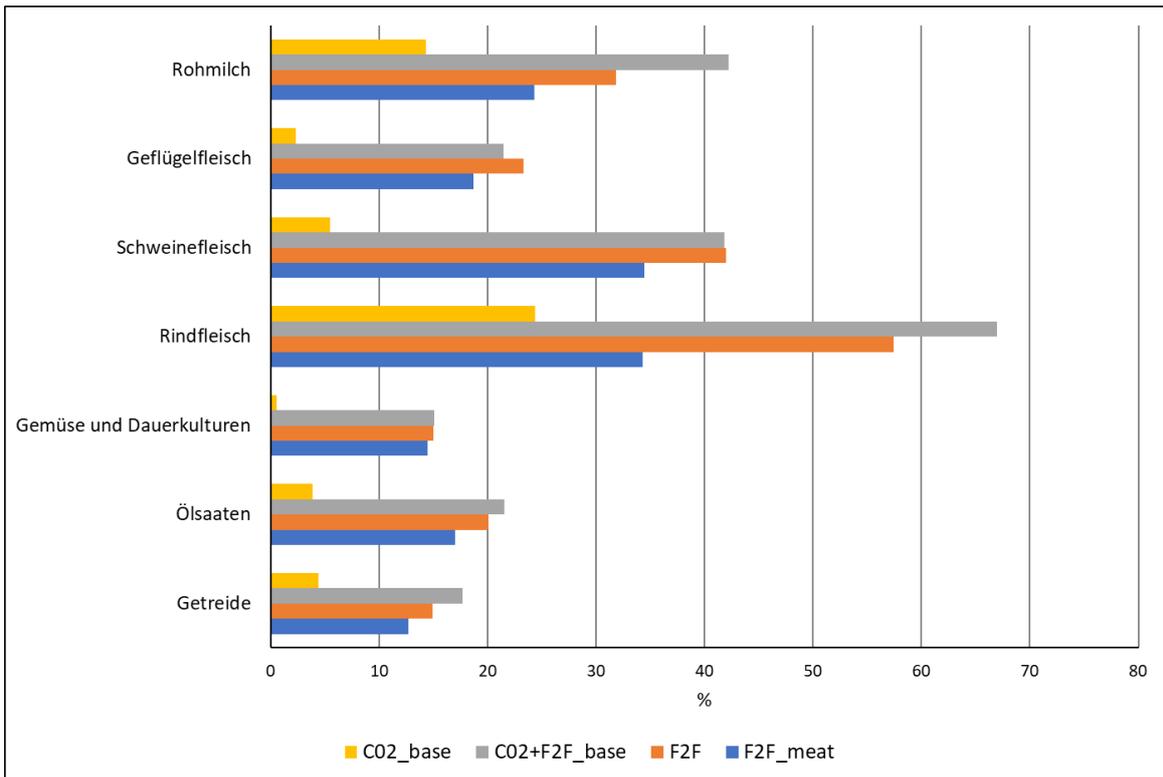


Abbildung 5.47: EU: Sensitivitätsszenario CO2 – Produzentenpreise

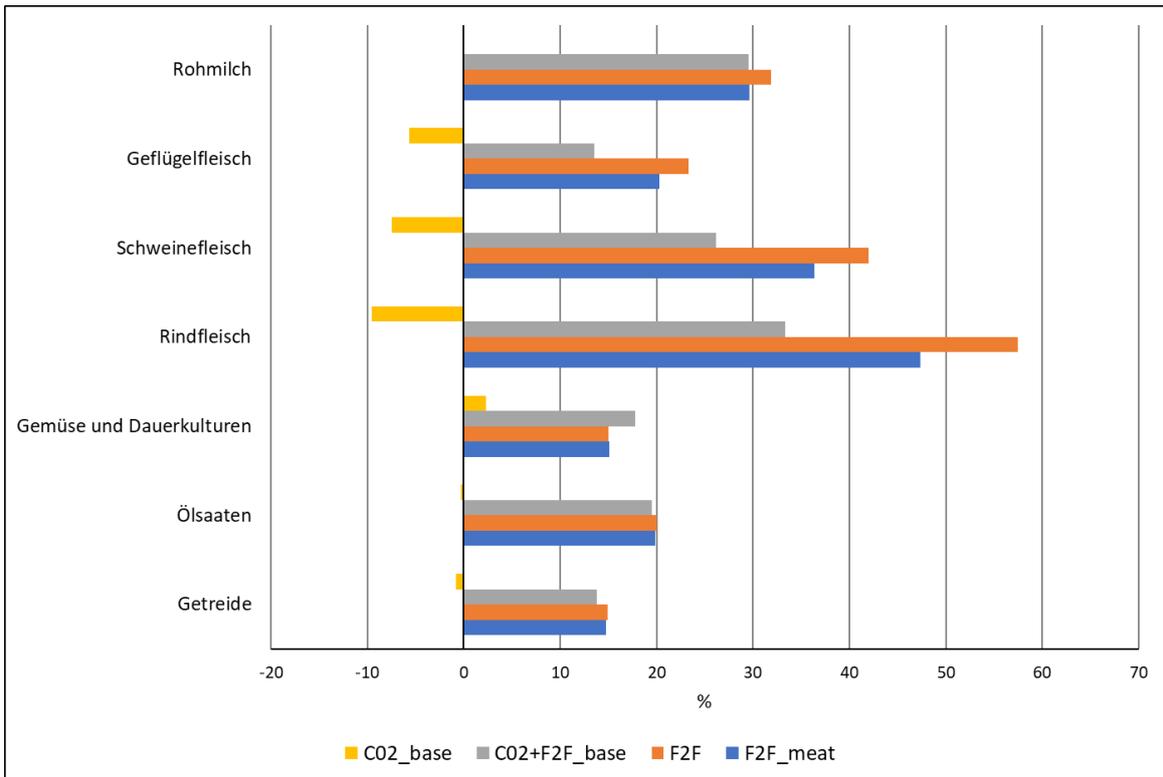


Abbildung 5.48: EU: Sensitivitätsszenario Meat – Produzentenpreise

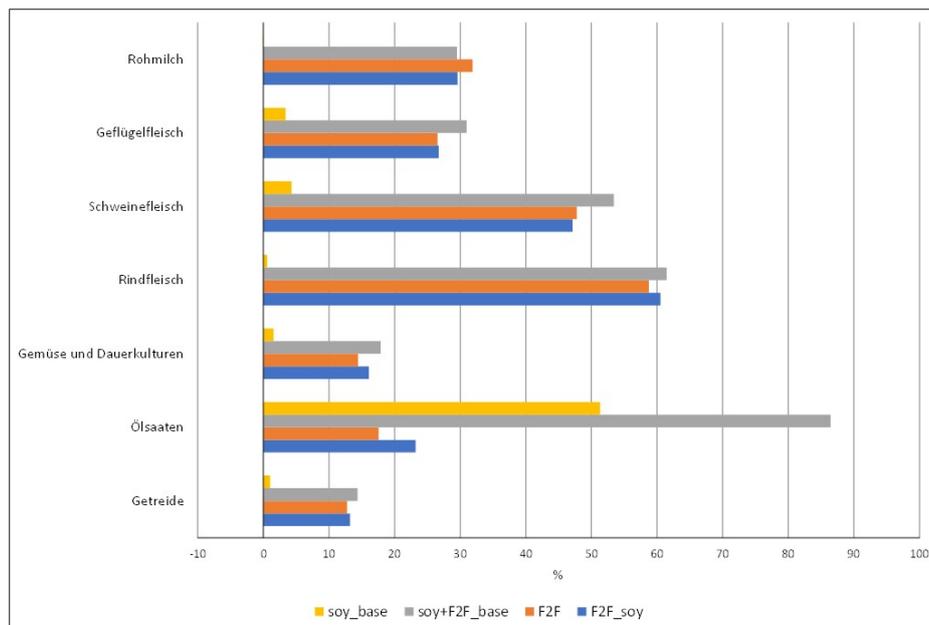


Abbildung 5.49: EU: Sensitivitätsszenario Soja – Produzentenpreise

Für das *China*-Szenario rangieren die Treatment-Effekte auf die Inlandspreise zwischen -0,03 für Getreide und +2,28 Prozentpunkten für Schweinefleisch, während diese für das Soja-Szenario zwischen -2,69 (Milch) und +1,78 (Rindfleisch) Prozentpunkten variieren.

## 5.9.4 Wohlfahrt

Die direkten Wohlfahrtseffekte für die Landwirtschaft und das Agribusiness sind für alle Szenarien signifikant. Besonders ausgeprägt sind die direkten Effekte für das *CO2*- und *Soja*-Szenario, für die sich eine Steigerung der landwirtschaftlichen Einkommen um 16,8 (*CO2*-Szenario) bzw. 12,4 Mrd. Euro (*Soja*-Szenario) ergeben. Dies entspricht einer Steigerung der landwirtschaftlichen Einkommen um rund +14% bzw. der landwirtschaftlichen Profite (d.h. landwirtschaftlichen Einkommen ohne Direktzahlungen) um rund +24%, die sich aufgrund der Integration der Landwirtschaft in das *CO2*-Permit-Handel-System und einem exogen angenommenen Preis von 100 Euro pro t *CO2*eq. einstellen.

Umgekehrt führt ein Verbot der Sojaimport ebenfalls zu einer Steigerung der landwirtschaftlichen Profite bzw. Einkommen um 12,5 Mrd. Euro, das entspricht einer Steigerung von rund 17,6% der landwirtschaftlichen Profite sowie rund 10% der landwirtschaftlichen Einkommen (siehe Abbildung 5.50 und 5.51).

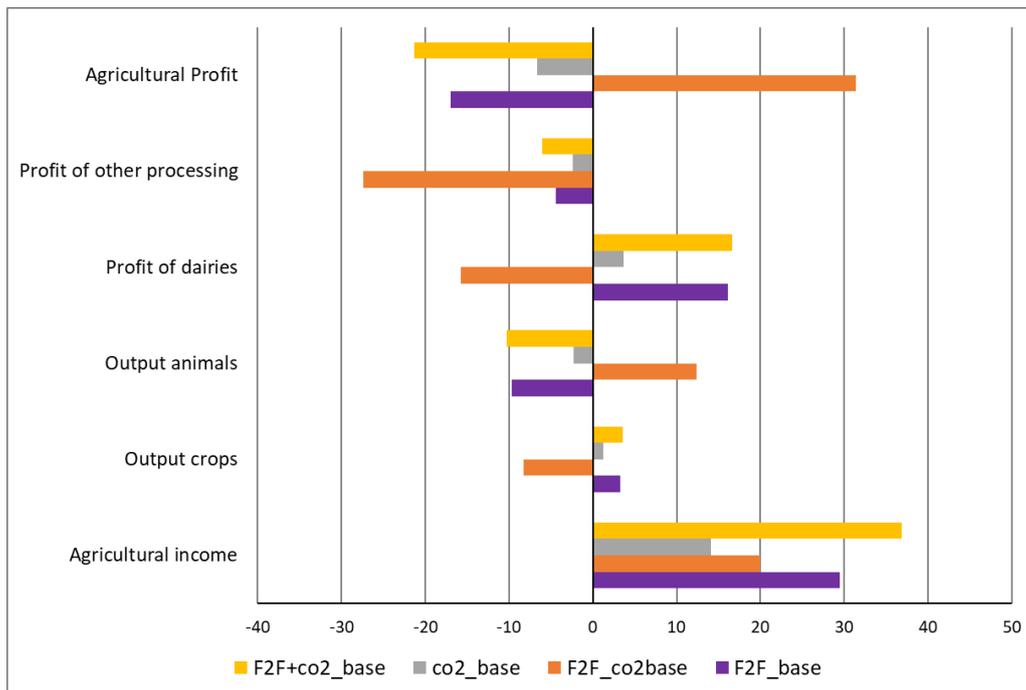


Abbildung 5.50: EU: Sensitivitätsszenario *CO2* – Wohlfahrt, % Änderung

Interessanterweise implizieren sowohl das *CO2*- als auch das *Soja*-Szenario analog zu der F2F-Strategie zusätzliche Produktionsrestriktionen, die c.p. zu einer Reduktion der landwirtschaftlichen Gewinne führen. Die letztendliche Steigerung der landwirtschaftlichen Profite und damit Einkommen ergibt sich für alle Szenarien aufgrund des inversen Tretrmühleneffekts, d.h. die Reduktion des inländischen Angebots löst überproportionale Preissteigerungen aus, die die Reduktion der Angebotsmenge überkompensieren. Allerdings muss auch hier wieder die explizite Verteilung der Effekte auf einzelne Betriebe differenzierter betrachtet werden. Unter anderem ergeben sich für das *CO2*-Szenario im Wesentlichen positive Deckungsbeitragseffekte für die Tierproduktion, die sich um 56% steigern, während der Deckungsbeitrag für die Pflanzenproduktion nur um 1,6% steigt, d.h. berechnet man die Vollkosten ergeben sich negative Profiteffekte für die Pflanzenproduktion.

Für die Milchindustrie wie auch die ölsaatenverarbeitende Industrie ergeben sich negative direkte Effekte auf die Profite für das *CO2*- und auch das *Soja*-Szenario, die allerdings relativ gering aus-

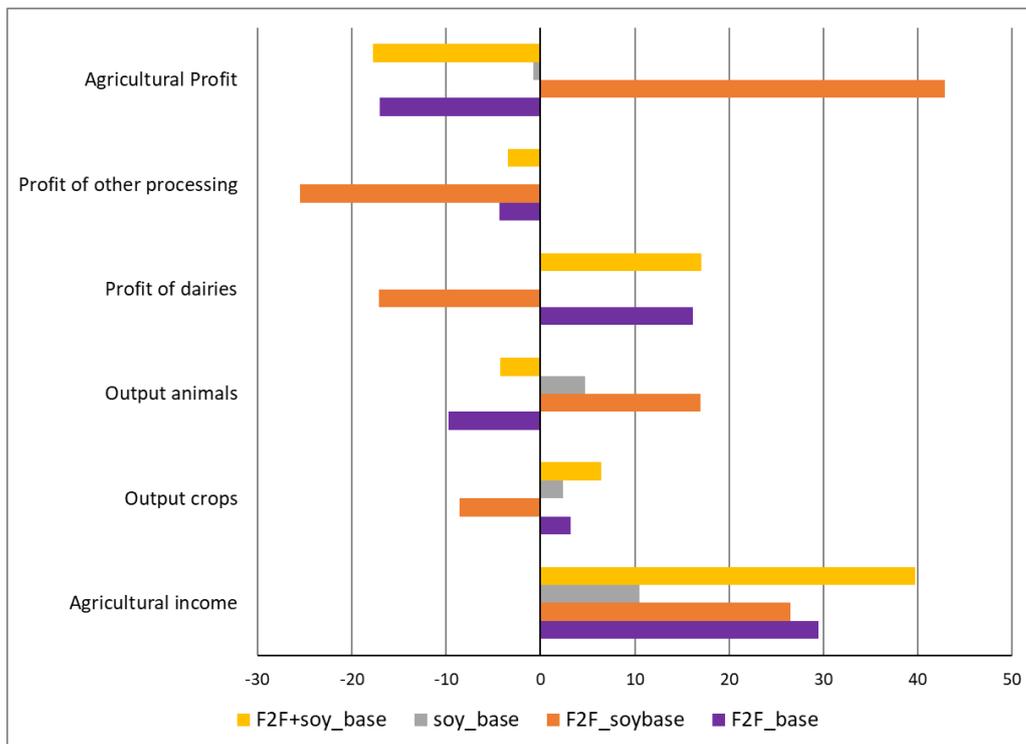


Abbildung 5.51: EU: Sensitivitätsszenario Soja – Wohlfahrt, % Änderung

fallen mit -1,7 (das sind 6% für das *CO2*-Szenario) bzw. -0,19 Mrd. Euro (das sind 0,7% für das *Soja*-Szenario) für die Milchindustrie sowie -1,7 (das sind 11% bzw. -0,04 Mrd. Euro (das sind 0,2%) für die ölsaatenverarbeitende Industrie. Analog ergeben sich negative direkte Effekte für die Konsumentenwohlfahrt von -12,5 und -5,4 Mrd. für das *CO2*- bzw. *Soja*-Szenario. Gemessen am Pro-Kopf-Einkommen sind diese direkten Effekte auf der Konsumentenseite allerdings verschwindend gering mit Einkommensanteilen von unter 0,1%.

Im Vergleich zu den Szenarien *CO2* und *Soja* implizieren die Szenarien *China* und *Meat* Restriktionen auf der Nachfrageseite. Diese führen zu negativen direkten Effekten auf die Profite der Landwirte und der Agribusiness-Industrie, während sich für die Verbraucher aufgrund fallender Preise positive Einkommenseffekte ergeben. Im Vergleich zu den direkten Wohlfahrtseffekten der Szenarien *CO2* und *Soja* sind die direkten Wohlfahrtseffekte für die Szenarien *China* und *Meat* deutlich geringer. Konkret ergibt sich eine Reduktion der landwirtschaftlichen Profite um -2,14 Mrd. (*Meat*-Szenario) sowie -5,33 Mrd. (*China*-Szenario), während die Profite der Agribusiness-Industrie für beide Szenarien um weniger als 0,5 Mrd. Euro (das sind unter -2%) sinken.

Alle Szenarien bis auf das *China*-Szenario weisen nennenswerte Treatment-Effekte auf, die hinsichtlich der Einkommen der Landwirte allgemein negativ sind, mit Ausnahme des *China*-Szenarios. Die Treatment-Effekte sind besonders ausgeprägt für das *CO2*- und das *Meat*-Szenario. Dabei führen beide Szenarien zu einer Abschwächung der induzierten (zusätzlichen) Wohlfahrtseffekte der F2F-Strategie, während der Gesamteffekt aber gegenüber dem *base-run* deutlich ansteigt. Der absolute Treatment-Effekt für das *Meat*- und *CO2*-Szenario beläuft sich auf rund -7 Mrd. Euro, während die absoluten Treatment-Effekte bzgl. des landwirtschaftlichen Einkommens für das *Soja*- und *China*-Szenario nur rund 0,25 Mrd. Euro betragen. Der Gesamteinkommenseffekt der F2F-Strategie unter dem *CO2*-Szenario beläuft sich allerdings auf +36% (das sind 44 Mrd. Euro), das sind 8,8 Mrd.

Euro mehr im Vergleich zu dem F2F-Effekt im *base-run*, wo der F2F-Effekt nur eine Steigerung von 35 Mrd. Euro (29%) induziert.

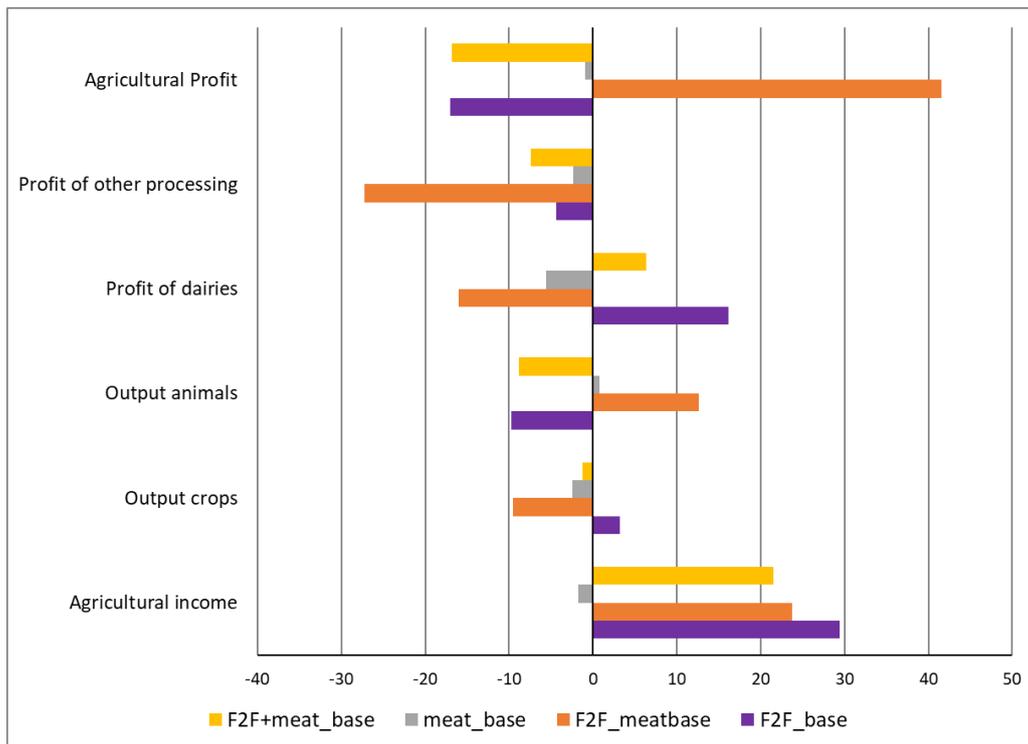


Abbildung 5.52: EU: Sensitivitätsszenario Fleisch – Wohlfahrt, % Änderung

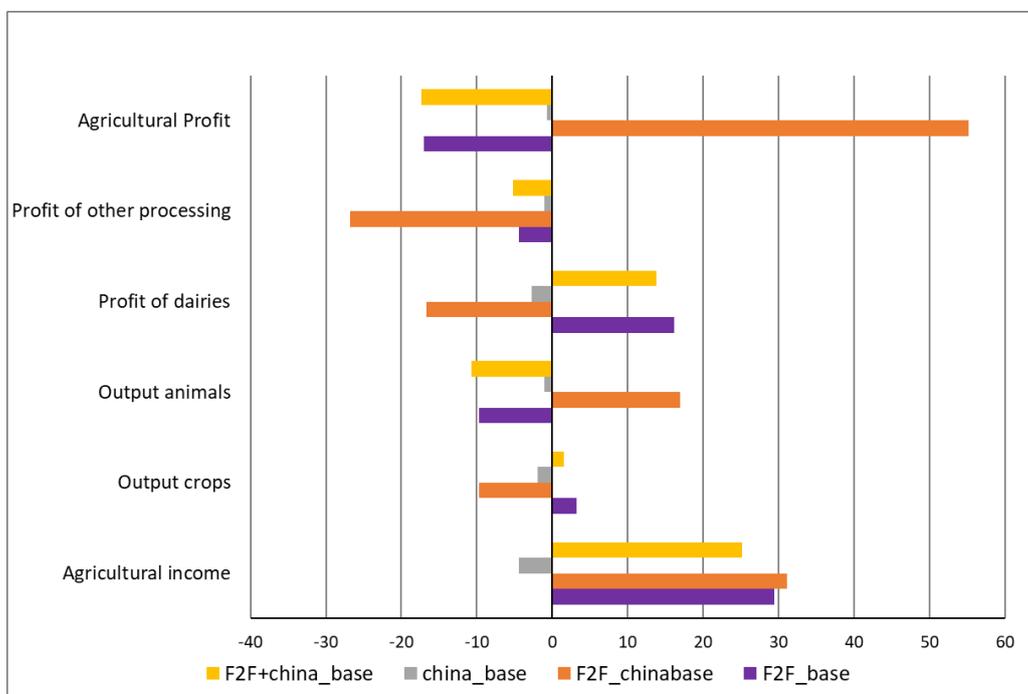


Abbildung 5.53: EU: Sensitivitätsszenario China - Wohlfahrt, % Änderung

## Reagibilität des Agrarhandels und Aufteilung der Anpassungskosten zwischen Landwirten und Verbrauchern

Wie bereits oben erläutert wurde, hängen insbesondere die Wohlfahrtseffekte der Implementati- on der F2F-Strategie stark von der Annahme der Einbindung des Europäischen Agrarmarktes in den internationalen Agrarhandel ab. Dies gilt insbesondere für die tierischen Produkte Milch und Rindfleisch. Je stärker das internationale Angebot bzw. die internationale Nachfrage von landwirt- schaftlichen Rohstoffen auf entsprechend veränderte EU-Preise reagiert, desto geringer sind die durch die F2F-Strategie induzierten Preiseffekte. Um diesen Effekt abzuschätzen wurde in einem weiteren Simulationsszenario *supply-only* von der extremen Annahme einer perfekten Reagibilität ausgegan- gen, d.h. es wurde unterstellt, dass keine Agrarpreisänderungen durch die F2F-Strategie bedingten Produktionsanpassungen induziert werden. In diesem Fall werden die Kosten der Umsetzung der F2F-Strategie komplett durch die Landwirte getragen. In Abbildung 5.54 sind die entsprechenden Wohlfahrtsänderungen der Landwirte für dieses Szenario aufgeführt.

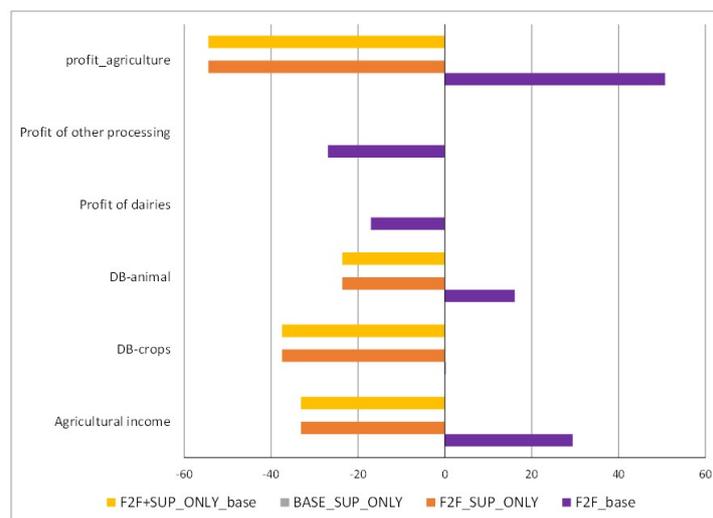


Abbildung 5.54: EU: Sensitivitätsszenario supply only - Wohlfahrt, % Änderung

Wie aus Abbildung 5.54 zu ersehen ist, würde sich unter dieser Annahme eine **Reduktion der Einkommen von fast -40 Mrd. Euro für die Landwirte** (das entspricht -242 Euro pro ha LF) ergeben, während die Konsumentenrente und auch die Profite der verarbeitenden Industrie konstant bleiben. Entsprechend würden sich deutlich höhere Produktionsverlagerungen und damit zusätzliche THG-Emissionen in den Nicht-EU-Ländern ergeben. Diese deutlich höheren Leakage-Effekte würden die Klimawirksamkeit der F2F-Strategie komplett vereiteln<sup>5</sup>.

<sup>5</sup>Das Handelsmodul des CAPRI-Modells basiert auf empirischen Daten und ist somit als eine sehr gute Approximation der tatsächlichen Reagibilität des Agrarhandels zu interpretieren. Trotzdem muss konstatiert werden, dass die Reagibilität des Agrarhandels beim jetzigen Stand der empirischen Forschung nicht genau gemessen werden kann und die volkswirtschaftlichen Kosten bzw. die kalkulierten Wohlfahrtsveränderungen, gerade der Landwirte und auch der verarbeitenden Industrie, sensitiv auf die Reagibilität des Agrarhandels, d.h. die induzierten Preiseffekte, reagieren. Dies erklärt sich nicht zuletzt aus der Tatsache, dass der Gewinnanteil in diesen Sektoren relativ gering ist. So ergibt sich für die Landwirtschaft ein Gewinnanteil von 13% an dem gesamten Produktionswert.

## 5.9.5 Ökosystemleistungen

Hinsichtlich der Ökosystemleistungen ergeben sich nennenswerte direkte und auch Treatment-Effekte nur für das *CO2*-Szenario, während sich für alle anderen Szenarien keine signifikanten Effekte auf die Ökosystemleistungen ergeben haben.

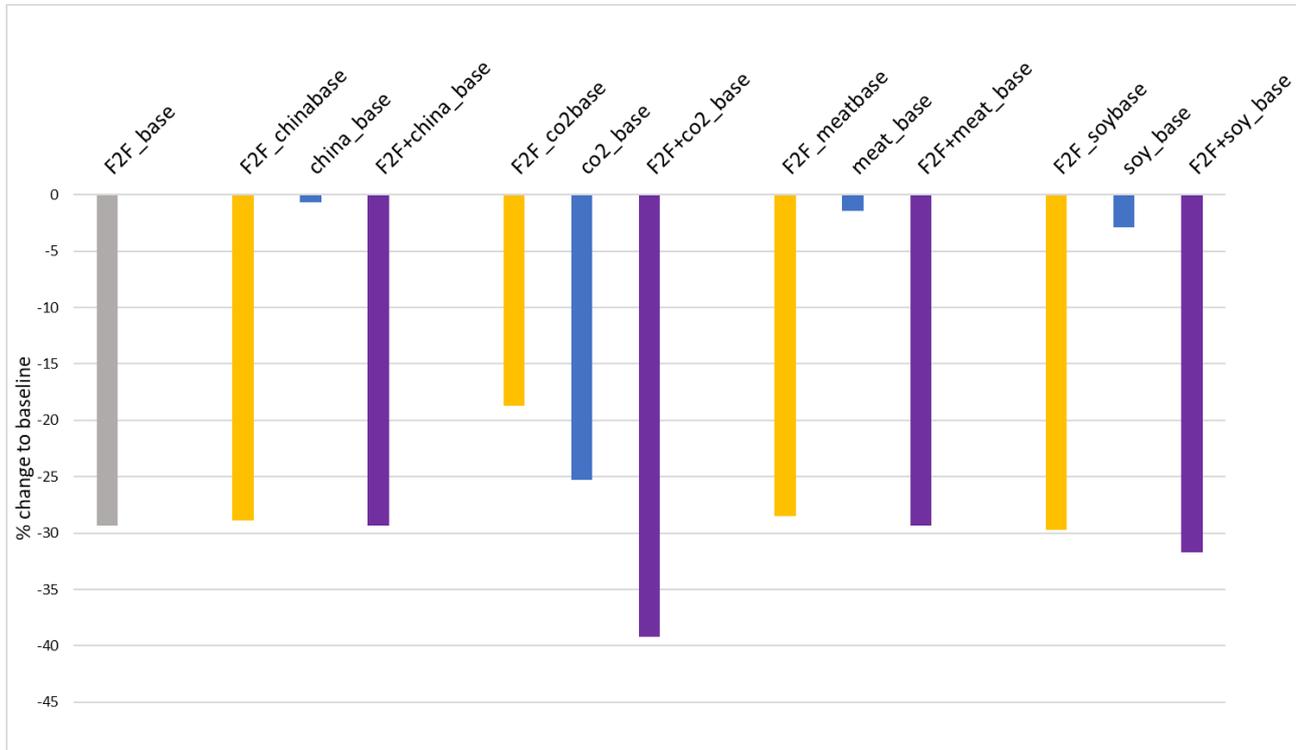


Abbildung 5.55: EU: Sensitivitätsszenarien – THG-Emissionen [in Mio. t CO<sub>2</sub>eq], % Änderung zur *baseline*

Die Reduktion der THG-Emissionen der Landwirtschaft wirkt selbstverständlich signifikant direkt auf die THG-Emissionen, die durch einen CO<sub>2</sub>-Permit-Preis von 100 Euro pro t CO<sub>2</sub>eq. um -22% reduziert werden. Ein Preis von 100 Euro würde somit noch nicht zur Erreichung des Green Deal Ziels von einer Reduktion um 55% bis 2030 führen (obwohl die Basis des direkten Effekts von 22% die THG-Emissionen des *baseline* im *base-run* Modell sind und für die 55% Reduktion des Green Deals das THG-Emission Niveau im Jahr 2015 herangezogen wird.) Hingegen ergibt sich ein kombinierter Gesamteffekt von einem Permit-Preis von 100 Euro und der Implementation der F2F-Strategie (F2F+co<sub>2</sub>\_base in Abbildung 5.55) von -45%. Dies sollte dem Green Deal Ziel schon quasi entsprechen.

Der Treatment-Effekt (F2F-co<sub>2</sub>base in Abbildung 5.55) ist für das *CO2*-Szenario negativ und beläuft sich auf -18%, d.h. bei gleichzeitiger Einbindung der Landwirtschaft in das CO<sub>2</sub>-Permit-Handelssystem und einem Permit-Preis von 100 Euro pro t CO<sub>2</sub>eq. führt die Umsetzung der F2F-Strategie zu einer um -18% niedrigeren Reduktion der THG-Emissionen der Landwirtschaft im Vergleich zum *base-run*.

Die Reduktion der THG-Emissionen hat auch einen direkten Effekt auf die N-Bilanz der Landwirtschaft. Wie aus Abbildung 5.56 zu ersehen ist, impliziert die Reduktion der THG-Emissionen eine Reduktion der N-Fracht um -24%, das sind rund 14 kg/ha. Aufgrund des negativen Treatment-

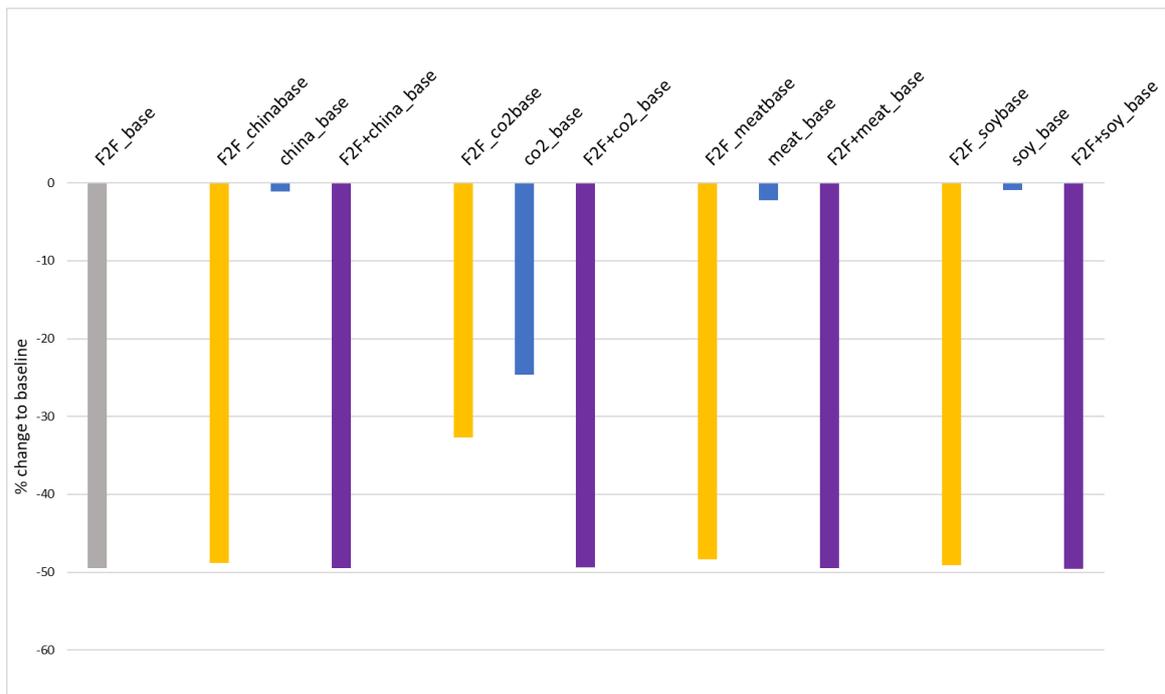


Abbildung 5.56: EU: Sensitivitätsszenarien – N-Bilanz [in kg/ha], % Änderung zur *baseline*

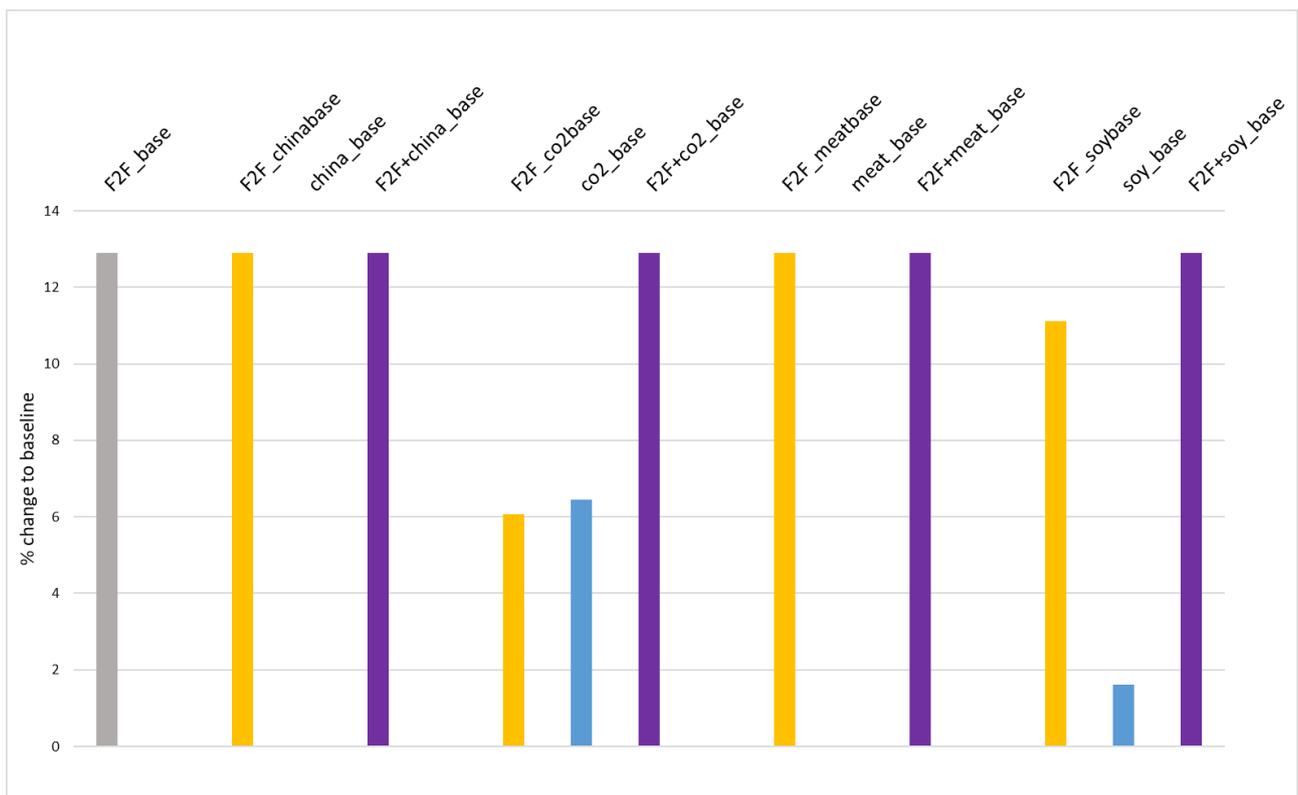


Abbildung 5.57: EU: Sensitivitätsanalyse – Biodiversität [in BFP-Index/ha]

Effekts (siehe Abbildung 5.56 für die Kombination aus CO<sub>2</sub>-Reduktion und F2F-Strategie führt eine Reduktion der Emissionen allerdings nur zu einer marginalen Verbesserung der N-Bilanz, die um -52% im Vergleich zu -51% im *base-run* reduziert wird. Auch hinsichtlich der N-Bilanz ergeben sich

nur geringfügige direkte und Treatment-Effekte für alle anderen Szenarien, die absolut deutlich unter 5% liegen.

Analog hat die Reduktion der THG-Emissionen der Landwirtschaft auch einen direkten Effekt auf die Biodiversität. Wie aus Abbildung 5.57 zu ersehen ist, impliziert die Reduktion der TGH-Emissionen einen Anstieg des BFP-Index um +6%, das entspricht rund der Hälfte des Biodiversitätsanstiegs der F2F-Strategie. Aufgrund des negativen Treatment-Effekts (siehe Abbildung 5.57) führt die Kombination aus CO<sub>2</sub>-Reduktion und F2F-Strategie allerdings insgesamt nur zu dem gleichen Effekt, der sich für die F2F-Strategie im *base-run* ergibt.

Alle anderen Szenarien haben auch hinsichtlich der Biodiversität nur marginale direkte und Treatment-Effekte, die hier deshalb nicht explizit aufgezeigt werden.

## Leakage Effekte

Bislang haben wir in dem Abschnitt 5.9.5 nur die THG-Emissionen der Landwirtschaft direkt betrachtet. Interessant ist es aber zu analysieren, wie sich die gesamte THG-Emissionsbilanz unter den jeweiligen veränderten gesamtwirtschaftlichen Rahmenbedingungen ändert. Dies schließt den LULUCF-Sektor wie auch die *Leakage*-Effekte in den Nicht-EU-Ländern mit ein. In Tabelle 5.7 sowie Abbildung 5.58 sind die THG-Effekte im LULUCF-Sektor sowie in der Landwirtschaft der Nicht-EU-Staaten aufgeführt, die durch die Umsetzung der F2F-Strategie für die jeweiligen Szenarien induziert werden, aufgeführt.

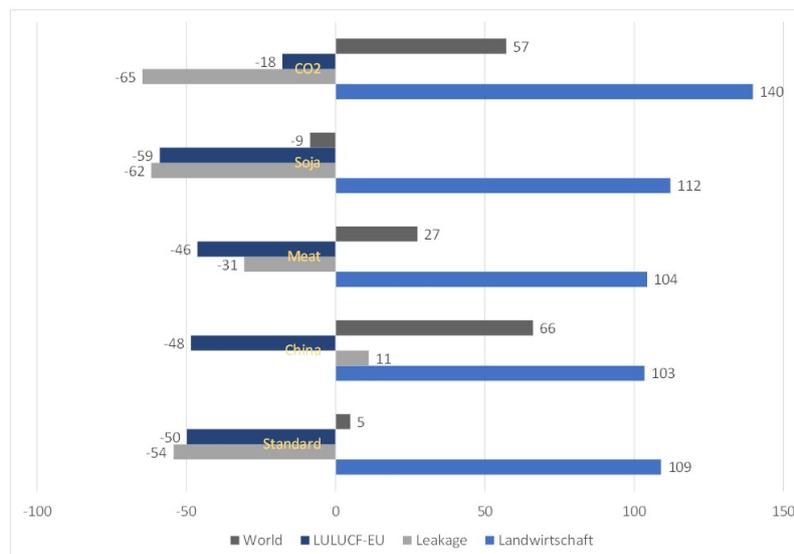


Abbildung 5.58: EU: Sensitivitätsszenarien - Leakage-Effekte THG-Emissionen [in Mio. t CO<sub>2</sub>eq]

Wie aus Tabelle 5.7 sowie der Abbildung 5.58 zu ersehen ist, sind die durch die F2F-Strategie induzierten THG-Bilanzen z.T. erheblich von den konkreten Rahmenbedingungen abhängig. Insbesondere führt die Einbindung der Landwirtschaft in den CO<sub>2</sub>-Permit-Handel zu deutlich geringeren negativen LULUCF-Effekten, die für das CO<sub>2</sub>-Szenario nur noch bei einer Reduktion der Kohlenstoffspeicherung von -18 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. statt -50 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. liegen. Gleichzeitig ergeben sich für das CO<sub>2</sub>-Szenario höhere *Leakage*-Effekte von -65 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. im Vergleich von nur -54 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. für das *F2F-Standard*-Szenario. Trotzdem ergibt sich durch die Einbindung der Landwirtschaft in

Szenario	Produkt	EU-Landwirtschaft (GWP)	EU-LULUCF	Leakage Effekte Non-EU	World
Standard	Landwirtschaft	109	-50	-54	+5
	Getreide	16		-3	13
	Ölsaaten	3		-1	2
	andere Pflanzen	3		2	2
	Rindfleisch	45		-36	9
	Schweinefleisch	7		-6	1
	anderes Fleisch	4		-4	0
	Milch	23		-4	19
China	Landwirtschaft	103	-48	+11	66
	Getreide	16		0	16
	Ölsaaten	3		0	3
	andere Pflanzen	2		2	4
	Rindfleisch	45		-12	33
	Schweinefleisch	7		0	7
	anderes Fleisch	5		14	19
	Milch	23		-1	22
Meat	Landwirtschaft	104	-46	-31	27
	Getreide	16		-2	14
	Ölsaaten	3		-1	2
	andere Pflanzen	2		0	2
	Rindfleisch	46		-16	30
	Schweinefleisch	8		-4	4
	anderes Fleisch	5		-2	3
	Milch	22		-4	18
Soja	Landwirtschaft	112	-59	-62	-9
	Getreide	16		-3	13
	Ölsaaten	2		0	2
	andere Pflanzen	2		2	2
	Rindfleisch	47		-42	5
	Schweinefleisch	7		-6	1
	anderes Fleisch	5		-5	0
	Milch	30		-4	26
CO2	Landwirtschaft	140	-18	-65	57
	Getreide	18		-3	15
	Ölsaaten	4		-1	3
	andere Pflanzen	3		0	3
	Rindfleisch	54		-45	9
	Schweinefleisch	15		-6	10
	anderes Fleisch	6		-4	0
	Milch	37		-4	33

Tabelle 5.7: Durch die F2F-Strategie induzierte Reduktion der THG-Emissionen in der EU und Leakage Effekte in Nicht-EU-Ländern nach Szenarien [in Mio. t CO<sub>2</sub>eq.]

den CO<sub>2</sub>-Permit-Handel insgesamt eine signifikant verbesserte THG-Bilanz der F2F-Strategie mit einer Gesamteinsparung von +57 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. Diese positive Gesamtbilanz wird nur durch das *China*-Szenario noch übertroffen, für die sich eine Gesamteinsparung von 66 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. durch die Implementation der F2F-Strategie ergibt. Letztere folgt für das *China*-Szenario allerdings aufgrund von globalen positiven THG-Effekten, da eine Rückgang des Pro-Kopf-Wachstums in China zu einen globalen Rückgang der Nachfrage nach Nahrungsmitteln und damit einem globalen Produktionsrückgang führt. Die Implementation der F2F-Strategie allein führt auch für das *China*-Szenario zu erheblichen *Leakage*-Effekten in der Größenordnung von 53 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. Analog führt auch die Reduktion des Fleischkonsums in der EU zu einer verbesserten THG-Bilanz der F2F-Strategie mit einer Einsparung von insgesamt 27 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. Im Vergleich zum *F2F-Standard*-Szenario ergeben sich durch die Reduktion des Fleischkonsum insbesondere geringere *Leakage*-Effekte mit -31 statt - 50 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. sowie leicht verbesserte LULUCF-Effekte mit -48 statt -50 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. (siehe Abbildung 5.58). Allerdings ist dieser verringerte *Leakage*-Effekt im Wesentlichen ein direkter Effekt und kein Treatment-Effekt, so führt die Implementation der F2F-Strategie auch für das *Meat*-Szenario zu *Leakage*-Effekten von -47 Mio. t CO<sub>2</sub>eq., die nur aufgrund des direkten Effekts eines verringerten Fleischkonsums in Höhe einer geringeren THG-Emission von rund +16 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. in den Nicht-EU-Staaten zu dem geringeren *Leakage*-Effekt von -31 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. führt. Betrachtet man in Tabelle 5.7 die THG-Bilanzen für die einzelnen landwirtschaftlichen Produkte so erkennt man, dass die relevanten THG-Effekte in der Regel in der tierischen Produktion auftreten. Für alle Szenarien fallen über 80% der THG-Einsparungen, die durch die F2F-Strategie in der EU-Landwirtschaft induziert werden, in dem tierischen Sektor, insbesondere in der Rindfleisch- und Milchproduktion, an. Allerdings treten in dem tierischen Sektor auch der Großteil der *Leakage*-Effekte auf. Das Verbot von Sojaimporten hat insgesamt keinen positiven Effekt auf die THG-Emissionen der F2F-Strategie, da sich ein Gesamteffekt von -9 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. ergibt, der sogar noch schlechter ausfällt als für das *F2F-Standard*-Szenario. Durch das Verbot der Sojaimporte verschiebt sich die Futtermittelproduktion von den Nicht-EU-Staaten in die EU und gleichzeitig reduziert sich die intensive Tierproduktion und damit der Futtermittelseinsatz in der EU. Dies hat insgesamt einen positiven Effekt auf die THG-Emissionen in der EU in Höhe einer THG-Reduktion von -10 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. und auch in der Welt in Höhe von -4 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. Die insgesamt schlechte THG-Bilanz der F2F-Strategie für das *Soja*-Szenario ist auf entsprechende negative Treatment-Effekte zurückzuführen.

Zusammenfassend unterstreichen die Sensitivitätsanalysen die folgenden Punkte:

- Ein reduzierter Fleischkonsum in der EU würde die Klimawirksamkeit der F2F-Strategie insgesamt mit einer effektiven Reduktion der weltweiten THG-Emissionen um 27 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. erhöhen. Dies entspricht allerdings nur knapp 8% der gesamten THG-Emissionen der EU-Landwirtschaft und hierbei sind die Effekte im LULUCF-Sektor der Nicht-EU-Länder noch nicht berücksichtigt.
- Trotzdem unterstreichen die Simulationsergebnisse für das *Meat*- und das *China*-Szenario, dass Anpassungen auf der Verbraucherseite durchaus effektive Maßnahmen zur Erreichung der Green Deal Ziele in der Landwirtschaft darstellen. Analog zu der Reduktion des Fleischkonsums würde eine allgemeine Reduktion der Nahrungsmittelverluste in den tierischen und pflanzlichen Wertschöpfungsketten der EU positiv auf die *Leakage*-Effekte wirken. Faktisch stellen reduzierte Nahrungsmittelverluste in der Wertschöpfungskette technischen Fortschritt dar, wodurch die effektive Nachfrage nach Fleisch in der EU reduziert wird, ohne dass sich die Wohlfahrt oder die Präferenzen der Konsumenten ändern. Entsprechend ergeben sich geringere Spillover-Effekte der F2F-Strategie auf die Produktion in Nicht-EU-Ländern.

- Die Einbindung der Landwirtschaft in CO<sub>2</sub>-Permit Handel erhöht die Klimawirksamkeit der F2F-Strategie. Konkret impliziert ein CO<sub>2</sub>-Permit-Preis von 100 Euro pro t CO<sub>2</sub>eq. einen deutlich höheren Rückgang der THG-Emissionen der Landwirtschaft um -140 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. Das entspricht einer Reduktion um -39% im Vergleich zur *baseline*. Zusätzlich ergeben sich auch deutlich geringere Verluste im LULUCF-Sektor der EU mit nur 17,8 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. statt 50 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. bei der Standardumsetzung der F2F-Strategie. Durch die explizite Einbindung der Landwirtschaft in den CO<sub>2</sub>-Permit-Handel ergibt sich somit eine deutlich höhere Netto-Reduktion der THG-Emissionen der EU-Landwirtschaft von - 122 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. im Vergleich zu -54 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. bei einer Standardumsetzung der F2F-Strategie. Allerdings ergeben sich auch höhere *Leakage*-Effekte mit 65 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. im Vergleich zu 54,3 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. für die Standard-F2F-Umsetzung. Insgesamt ergibt sich aber immer noch eine Netto-Reduktion der THG-Emissionen um -57 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. Das heißt, eine um eine aktive klimapolitische Maßnahme ergänzte F2F-Strategie wäre durchaus klimawirksam. Bezieht man die Reduktion der THG-Emissionen auf die gesamte THG-Emissionen in der *baseline*, so ergibt sich nur ein relativer Effekt von 16% der gesamten THG-Emissionen der EU-Landwirtschaft<sup>6</sup>.

## Supply only

Neben den Wohlfahrtseffekten sind auch die Auswirkungen der Reagibilität des Agrarhandels auf den Effekt der F2F-Strategie auf die Ökosystemleistungen interessant. Diese wurden für das *Supply-only*-Szenario für alle drei Ökosystemleistungen (THG-Emissionen, Biodiversität und N-Bilanz) berechnet. Allerdings ergaben sich nur bzgl. der THG-Emissionen nennenswerte Treatment-Effekte, während sich sowohl bzgl. der Biodiversität als auch bzgl. der N-Bilanz die absolut gleichen Effekte der F2F-Strategie für das *Supply-only*- und das *Standard*-Szenario ergaben. Deshalb wird im folgenden nur auf die THG-Emissionen eingegangen.

In Abbildung 5.59 ist der Treatment-Effekt, der sich hinsichtlich der durch die F2F-Strategie induzierten THG-Emissionen für das *Supply-only*-Szenario ergibt, dargestellt<sup>7</sup>. Hier ergibt sich für das *supply-only*-Szenario eine um +5% höhere Reduktion des GWP der EU-Landwirtschaft, d.h. die F2F-Strategie impliziert unter der Annahme eines perfekt reagiblen Agrarhandels eine um -13 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. höhere Reduktion der THG-Emissionen der Landwirtschaft (GWP). Dies erklärt sich zentral durch die Tatsache, dass ohne entsprechende kompensierende Preiseffekte, die F2F-Strategie entsprechend stärkere Produktionseinschränkungen in der EU-Landwirtschaft induziert und somit die THG-Emissionen zusätzlich reduziert werden. Unberücksichtigt bleiben an dieser Stelle allerdings die entsprechenden LULUCF- und *Leakage*-Effekte. Letztere werden bei einer unterstellten perfekten Handelsreagibilität deutlich höher ausfallen im Vergleich zum *Standard-F2F*-Szenario, da ein deutlich größerer Anteil der EU-Agrarproduktion in Nicht-EU-Länder verlagert wird. Die genauen THG-Effekte konnten für das *Supply-only*-Szenario allerdings nicht berechnet werden, da das Handelsmodul des CAPRI-Modells für dieses Szenario technisch nicht integriert werden konnte. Ebenso konnten für das *Supply-only*-Szenario die THG-Effekte im LULUCF-Sektor nicht explizit ermittelt werden. Hier ist aber eher zu erwarten, dass die LULUCF-Effekte für das *Supply-only*-Szenario eher positiver im Vergleich zu dem *Standard-F2F*-Szenario ausfallen, da der Druck, nicht landwirtschaftliche Flächen in landwirtschaftliche Flächen umzuwandeln aufgrund der stärkeren Produktionsreduktion, c.p. eher geringer ist. Insgesamt ist aber zu erwarten, dass der Netto-Effekt der F2F-Strategie auf die globalen THG-Emissionen im Vergleich zum *F2F-Standard*-Szenario eher negativer ausfallen

<sup>6</sup>Hier ist der LULUCF-Sektor in den Nicht-EU-Ländern nicht berücksichtigt.

<sup>7</sup>Direkte Effekte ergeben sich konstruktionsbedingt für das *Supply-only*-Szenario nicht.

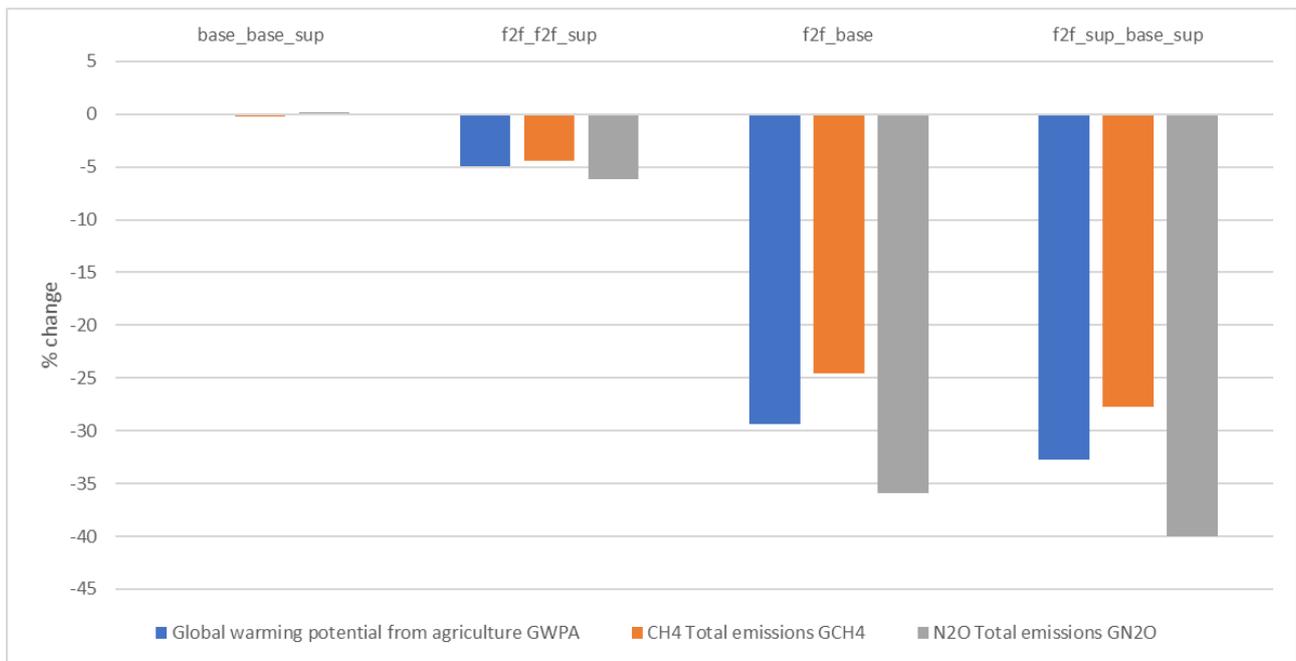


Abbildung 5.59: EU: Sensitivitätsanalyse: supply only – THG-Emission [in 1000t CO<sub>2</sub>eq], % Änderungen

wird, wenn eine höhere Handelsreagibilität unterstellt wird, da die zusätzlichen Leakage-Effekte die geringeren LULUCF-Effekte tendenziell überkompensieren werden.



# Kapitel 6

## F2F-Auswirkungen: Deutschland

### 6.1 Produktion

#### 6.1.1 Anbauflächen, Tierzahlen und Produktionsmengen

Die Abbildungen 6.1 und 6.2 stellen die Änderungen hinsichtlich Produktionsstrukturen zentraler Outputgruppen, einmal gemessen in Anbauflächen bzw. Anzahl der Tiere sowie zusätzlich gemessen in Produktionsvolumen für Deutschland, dar.

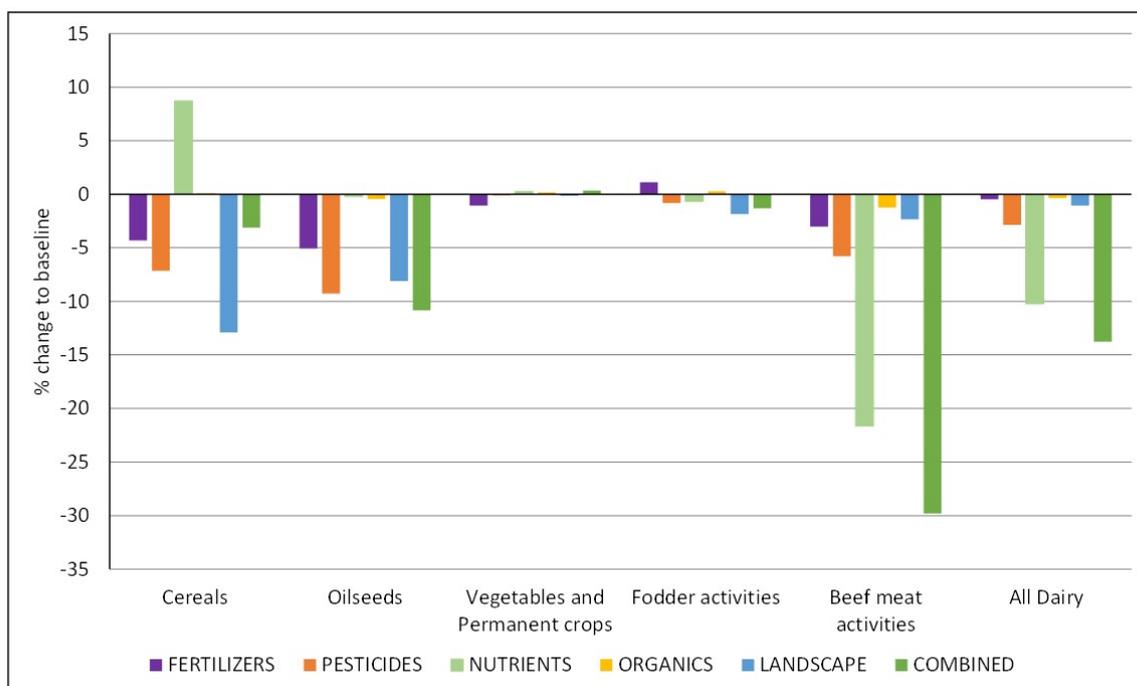


Abbildung 6.1: DE: Produktionsumfang [in ha and heads], % Änderung zur *baseline*

Grundsätzlich zeichnet sich ein ähnliches Bild wie für die gesamte EU ab, d.h. die Umsetzung der F2F-Strategie induziert einen relativ starken Rückgang der landwirtschaftlichen Produktionsaktivitäten, insbesondere in dem Rindfleisch- und Milchsektor, wo die Anzahl der Tiere insgesamt um

-29,8% bzw. -13,8% zurückgeht. Für die pflanzliche Produktion wird die Anbaufläche für Ölsaaten mit -10,8% am stärksten eingeschränkt, während Getreide- und Futterbauflächen nur um -3,1% bzw. -1,3% abnehmen und die Fläche für Obst & Gemüse (einschließlich Dauerkulturen und Wein) mit 0,3% sogar leicht zunimmt. Betrachtet man die Produktionsmengen, so ergibt sich ein homogener Rückgang für die pflanzlichen und tierischen Produkte, der zwischen -21% für Getreide und Rindfleisch bis zu - 23% bzw. - 25% für Futterpflanzen und Ölsaaten liegt. Deutlich geringer nehmen die Produktionsmengen für Milch (-8,5%) und Obst & Gemüse (-11,4%) ab.

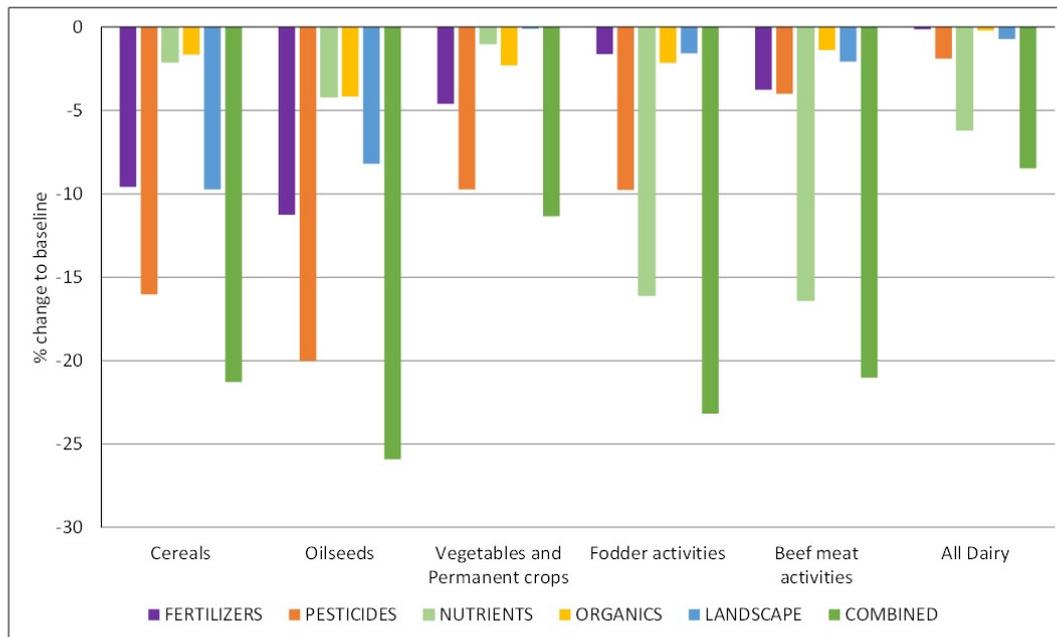


Abbildung 6.2: DE: Produktionsvolumen [in konstanten Preisen], % Änderung zur *baseline*

Betrachtet man die einzelnen F2F-Maßnahmen, so führt die Einschränkung der N-Bilanz (Szenario *nutrients*) zu starken Produktionsbeschränkungen für Rindfleisch und Milch mit -16% und -6,2%, während sich für die anderen Maßnahmen eher geringe Effekte für die tierische Produktion von unter -5% ergeben. Dies gilt grundsätzlich auch für Futterpflanzen, während sich für alle anderen pflanzlichen Produkte starke Produktionseinschränkungen mit einem Rückgang der Produktionsmengen von über 10% aufgrund der Einschränkung des Pestizid- und mineralischen Düngereinsatzes (Szenarien *pesticides* und *fertilizer*) ergeben. In geringerem Maße impliziert auch die Erhöhung der ökologischer Vorrangflächen auf 10% (Szenario *landscape*) einen signifikanten Produktionsrückgang von fast -10% für Getreide und Ölsaaten. Relativ geringe Effekte auf die pflanzliche Produktion ergeben sich in Deutschland (anders als in der EU) für die Reduktion der N-Bilanz um 50%. Diese wirkt zentral auf die Einschränkung der tierischen Produktion, während sich die pflanzlichen Produktionsmengen (mit Ausnahme der Futterpflanzen) nur um maximal -4% reduzieren.

## 6.1.2 Inputstrukturen

Auch hinsichtlich der Anpassung der Inputstrukturen ergibt sich ein ähnliches Bild für Deutschland wie für die EU. Darum werden die jeweiligen Effekte im folgenden relativ kurz abgehandelt.

## Dünger und Pflanzenschutz

In den Abbildungen 6.3 und 6.4 sind die partiellen und gemeinsamen Auswirkungen der einzelnen F2F-Maßnahmen auf den Einsatz von mineralischen und organischen Dünger sowie den Pestizideinsatz aufgeführt.

Wie man aus Abbildung 6.3 erkennt, führt die F2F-Strategie auch für Deutschland insgesamt zu einer signifikanten Reduktion des mineralischen Düngeeingsatzes um -48% wie auch des organischen Düngers um -18%. Im Vergleich zur gesamten EU führt die komplette F2F-Strategie wie auch die spezielle F2F-Maßnahme der Reduktion der N-Bilanz um 50% in Deutschland zu einer geringeren Reduktion des mineralischen und auch organischen Düngeeingsatzes, dafür wird die Nitratfixierung im Boden wie auch die atmosphärische N-Deposition in Deutschland stärker reduziert. Weiterhin wird Deutschland zu einem Netto-Exporteur von Gülle.

Analog zu der EU haben auch in Deutschland alle anderen F2F-Maßnahmen inklusive der Erhöhung des Anteils des ökologischen Landbaus eine vergleichsweise geringe Wirkung auf den Einsatz von mineralischen Düngemitteln mit induzierten Reduktionsraten um die -10%, während der Einsatz von organischen Dünger kaum eingeschränkt wird mit Abnahmeraten unter -2%. Eine Ausnahme stellt in Deutschland dabei, neben der Reduktion des mineralischen Düngeeingsatzes um 20%, die konstruktionsgemäß den mineralischen Düngeeingsatz um -23% senkt, während der organische Düngereinsatz quasi konstant bleibt, auch die Reduktion des Pestizideinsatzes um 50% dar. Anders als in der EU führt diese Maßnahme in Deutschland zu einer merklichen Reduktion des mineralischen Düngeeingsatzes um -15% (siehe Abbildung 6.3). Umgekehrt hat die Reduktion der N-Bilanz eine signifikante Wirkung auf den Pestizideinsatz, der ebenfalls um -12% reduziert wird (siehe Abbildung 6.4). Produktionstechnisch folgt dies aus einer zumindest lokal komplementären Beziehung zwischen Dünger und Pestizideinsatz.

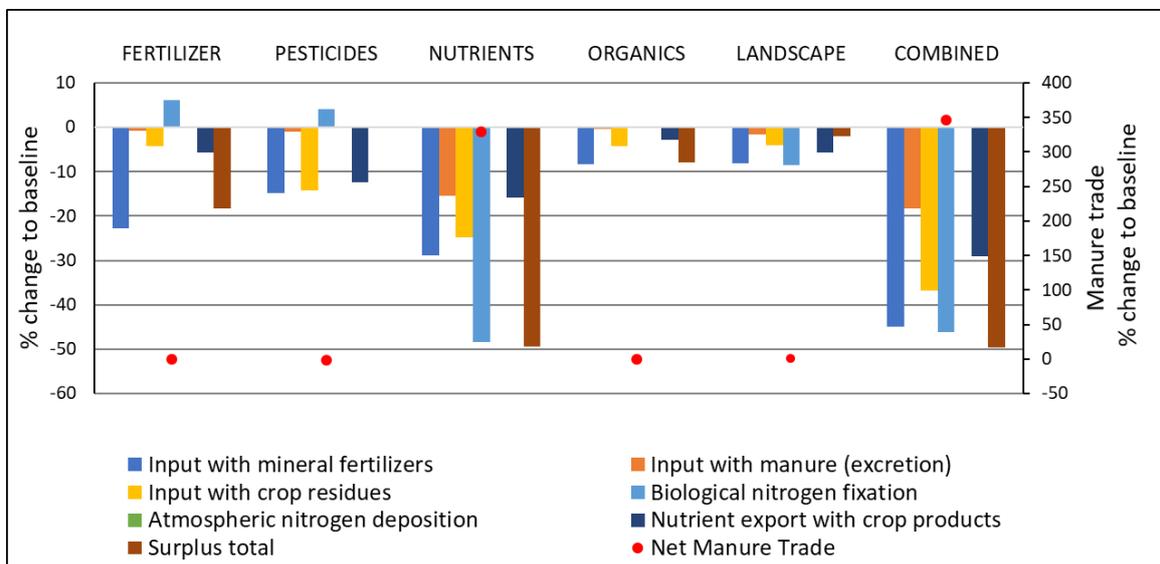


Abbildung 6.3: DE: N-Bilanzkomponenten [in kg/ha], % Änderung zur *baseline*

Wie aus Abbildung 6.4 weiterhin hervorgeht, wird der Pestizideinsatz auch in Deutschland wie in der EU indirekt kaum signifikant durch andere Maßnahmen reduziert. Die Erhöhung des ökologischen Landbaus wie auch der ökologischen Vorrangflächen haben im Vergleich zur EU sogar einen noch geringeren Einfluss auf den Pestizideinsatz mit -2% bzw. -5%.

Wie bereits oben ausgeführt, hängt der relativ geringe Effekt des ökologischen Landbaus auf den Einsatz von mineralischem Dünger bzw. Pestiziden natürlich mit dem Umfang dieser Maßnahme zusammen. Bei einer weiteren Ausdehnung des ökologischen Landbaus über die anvisierten 25% wäre ein entsprechend stärkerer Effekt sowohl auf die Reduktion des Einsatzes von mineralischem Dünger als auch von Pestiziden logischerweise zu erwarten.

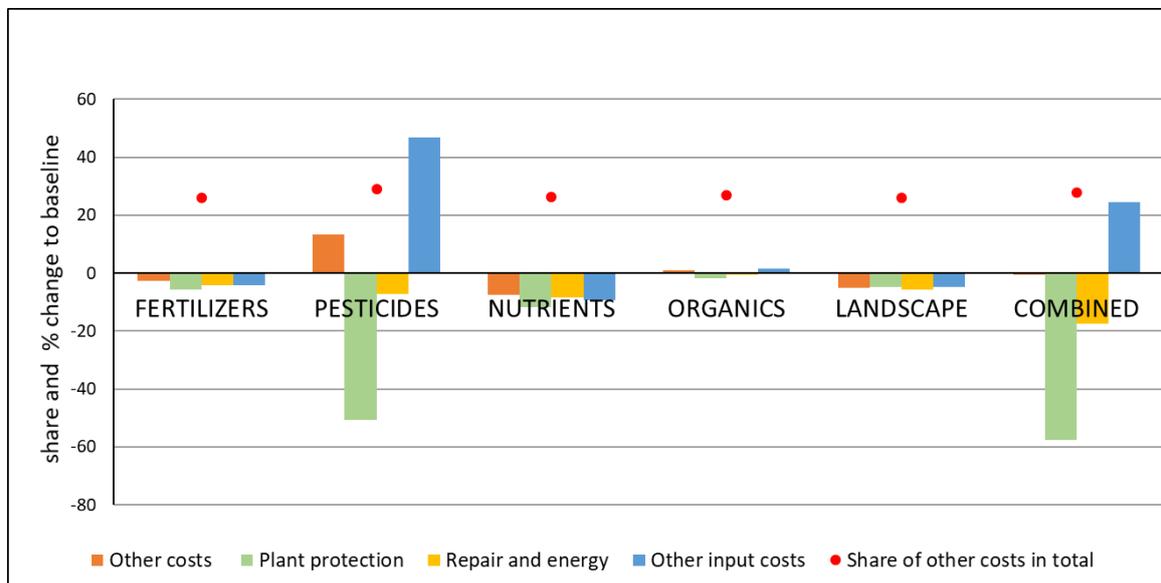


Abbildung 6.4: DE: Pestizideinsatz und *andere* Kosten [in Euro/ha], % Änderung zur *baseline*

## Futtermittel

In Abbildung 6.5 ist die Veränderung des gesamten Futtermittelinputs (getrennt für die wichtigsten Futtermittel) für die Produktion von Milch sowie Rind-, Schweine und Geflügelfleisch in Deutschland für die einzelnen F2F-Szenarien dargestellt. Wie aus Abbildung 6.5 und 5.5 zu erkennen ist, impliziert die F2F-Strategie in Deutschland grundsätzlich die gleichen Anpassungsmuster des Futtermittelleinsatzes wie in der EU. Die komplette Umsetzung der F2F-Strategie impliziert eine Reduktion des Futtermittelleinsatzes, insbesondere geht der Input von Raufutter (Grassilage) um -38% zurück, während der Einsatz von Kraftfutter (Feed rich protein und Feed rich energy) wie auch Futtergetreide moderat um -5 bis -8% reduziert wird. Die Anpassung des Futtermittelinputs folgt dabei im Wesentlichen der Reduktion der Milch- und Fleischproduktion, die durch die F2F-Strategie induziert wird. Berücksichtigt man die Reduktion der Tierzahlen, so ergibt sich insbesondere für Kraftfutter eine Erhöhung der Intensität des Futtermittelleinsatz pro Tier.

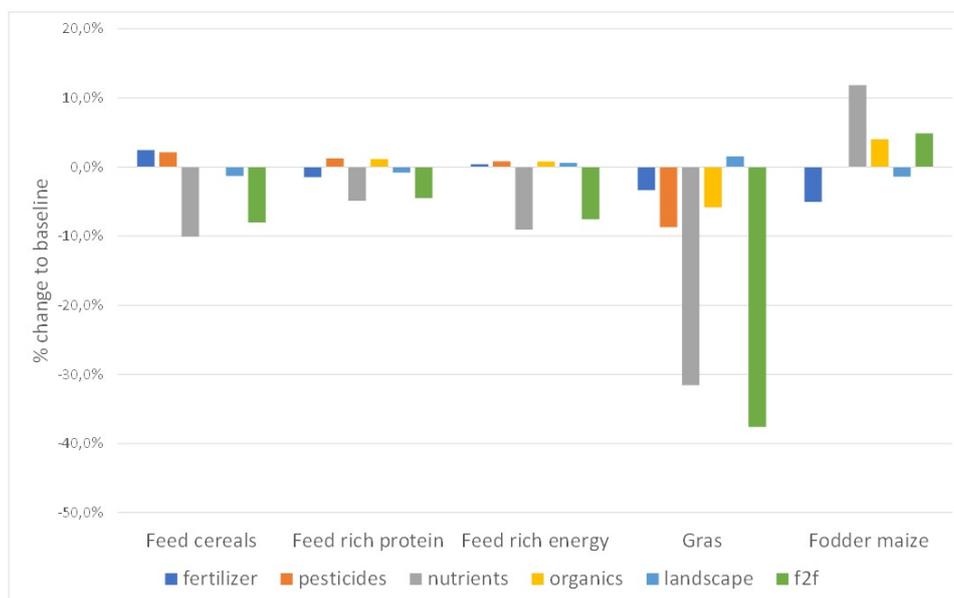


Abbildung 6.5: DE: Futtermittelinput Rind-, Milchvieh, Schweine, Geflügel [in %], relative Änderung zur *baseline*

## Landnutzung

In Abbildung 6.6 sind die Veränderungen der relevanten Flächenkategorien der LULUCF Buchführung für die einzelnen F2F-Maßnahmen für Deutschland dargestellt. Wie man aus der Abbildung entnehmen kann, ergeben sich grundsätzlich die gleichen Anpassungsmuster wie in der EU. Insgesamt führt die F2F-Strategie zu einer Ausdehnung der LF um 811 tsd. ha und einer Reduktion der Forstfläche um -380 tsd. ha. In Relation zur gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche nimmt die Flächen in Deutschland um +4,8% sogar leicht stärker zu als im Durchschnitt der EU mit 4%. Die Reduktion der Waldfläche um rund -380 tsd. ha entspricht rund 3,3% der gesamten Waldfläche von 11,4 Mio. ha in Deutschland, während in der EU die Reduktion der Waldfläche um -6,6 Mio. ha nur rund 1% der gesamten Waldfläche der EU entspricht. Wie in der EU führen partielle F2F-Maßnahmen wie die Erhöhung des ökologischen Landbaus und auch die Reduktion des Pestizid- und mineralischen Düngeinsatzes tendenziell sogar zu einer Erhöhung der Forstfläche in Deutschland. Allerdings impliziert in Deutschland (anders als in der EU) nur die Reduktion des Pestizideinsatzes um 50% eine Reduktion der LF, während die Reduktion der N-Bilanz um 50% wie auch die Erhöhung der ökologischen Vorrangfläche auf 10% eine Ausdehnung der LF um 718 tsd. ha bzw. 76 Tsd. ha bewirken.

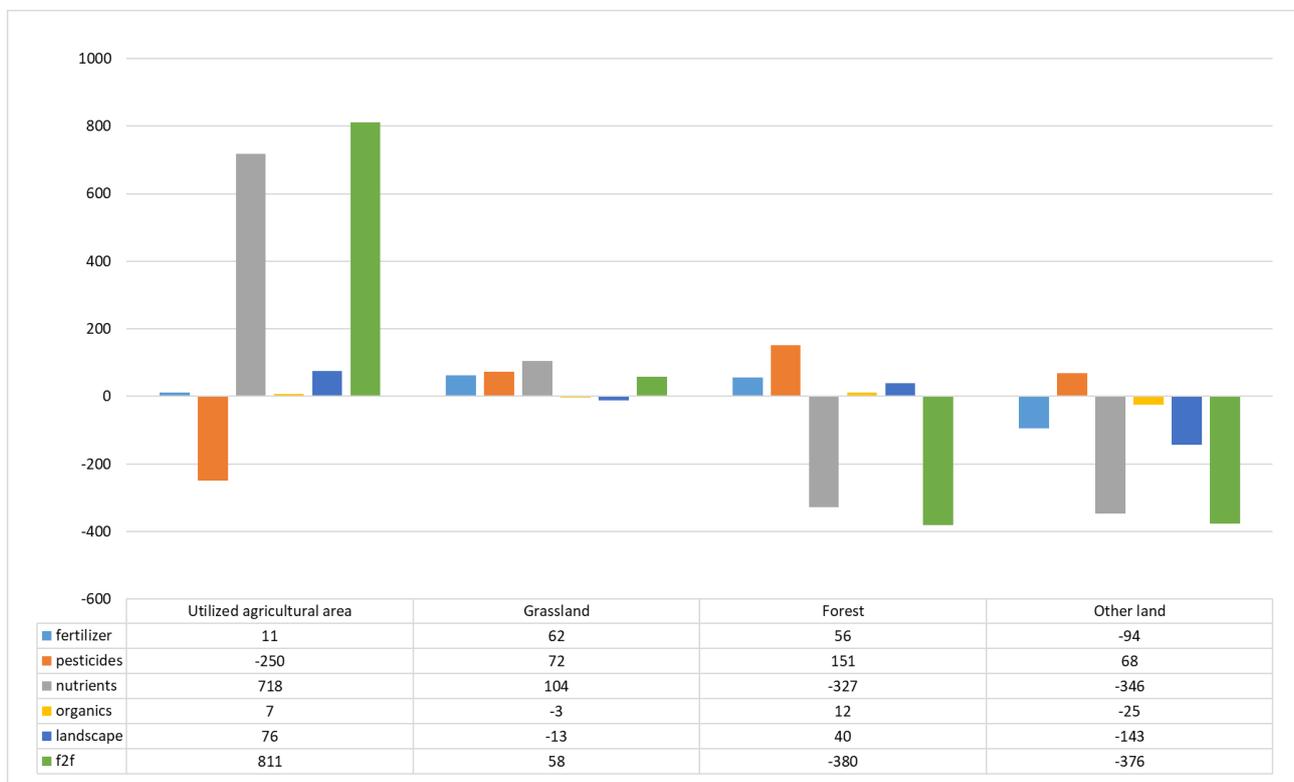


Abbildung 6.6: DE: Landnutzungsänderung - LULUCF, absolute Änderung zur baseline [in tsd ha]

Innerhalb der LF verändert sich die Landnutzung auch in Deutschland signifikant durch die Umsetzung der F2F-Strategie (siehe Abbildung 6.7). Konstruktionsgemäß führt die F2F-Strategie zu einer starken Erhöhung der Stilllegungs- und ökologischen Vorrangfläche, die in Deutschland 1,2 Mio. ha im Vergleich zu 11,9 Mio. ha in der EU beträgt. Dies entspricht rund 7% der gesamten LF in der *baseline*. Weiterhin wird Grünland um 58 tsd. ha in Deutschland ausgedehnt. Dabei findet in Deutschland wie in der EU eine Verschiebung von dem Getreide-, Ölsaaten- und Futterpflanzenanbau statt, der in Deutschland um -187, -118 und -99 tsd. ha reduziert wird. Die restliche

zusätzliche ökologische Vorrangfläche entsteht durch Umwidmung von forstwirtschaftlich genutzter bzw. anderer nicht landwirtschaftlich genutzter Fläche in LF. Während alle F2F-Einzelmaßnahmen zu einer Verschiebung der Landnutzung in Richtung ökologische Vorrangflächen führen, ergibt sich der mit Abstand stärkste Einzeleffekt mit knapp +1,1 Mio. ha für die Erhöhung der ökologischen Vorrangfläche auf mindestens 10%. Umgekehrt führt die Reduktion der N-Bilanz um 50% zu der stärksten Ausdehnung der Grünlandnutzung um 104 tsd. ha, wobei die Reduktion der N-Bilanz in Deutschland anders als in der EU keine signifikante Erhöhung der Stilllegungs- und ökologische Vorrangfläche impliziert (nur 55 tsd. ha, siehe Abbildung 6.7). Allerdings wird analog zur EU auch in Deutschland die Getreidefläche im Szenario *nutrient* ausgedehnt. In Deutschland ergibt sich eine Ausdehnung von +526 tsd. ha. Diese Verschiebung der Flächennutzung ergibt sich, da in dem *nutrient*-Szenario die relative Vorzüglichkeit der Rindfleisch- und Milchproduktion gegenüber der Getreide- und Ölsaatenproduktion abnimmt.

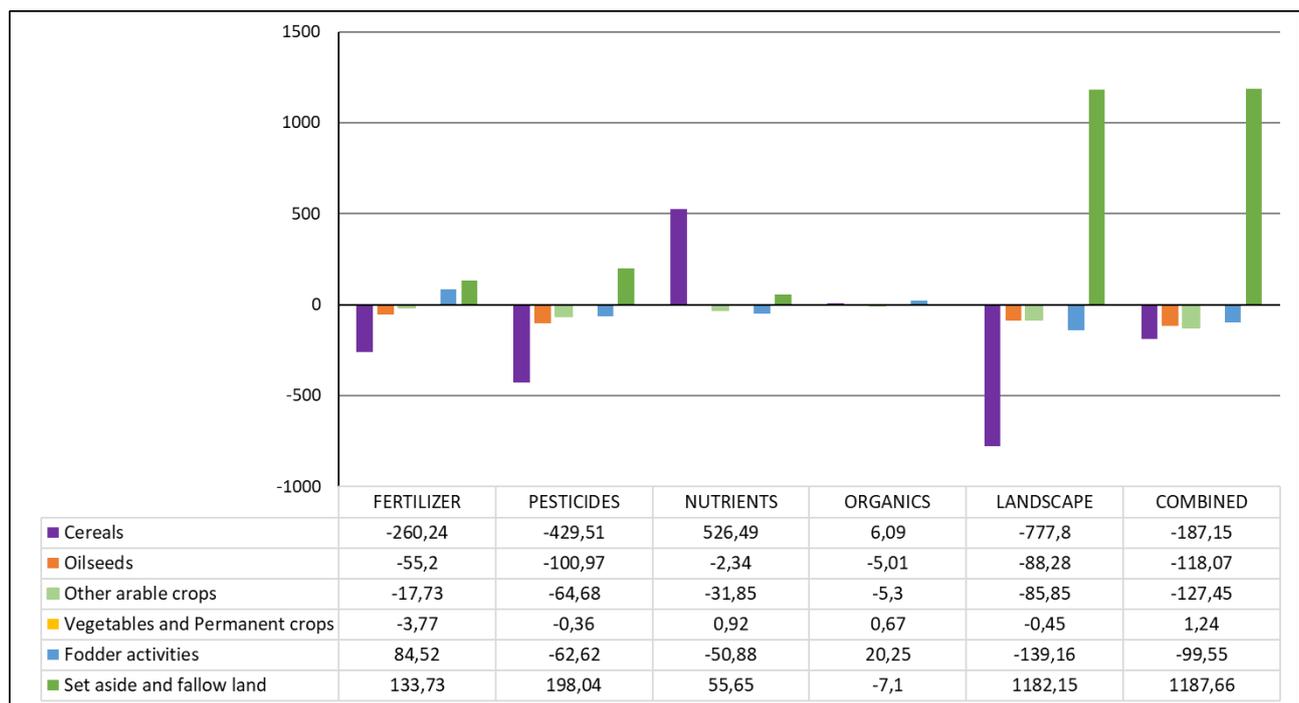


Abbildung 6.7: DE: Landnutzungsänderung - UAA, absolute Änderung zur baseline [in tsd ha]

Gemessen an der jeweiligen Gesamtfläche der jeweiligen Flächennutzungsarten sind die induzierten Nutzungsänderungen der LF allgemein in Deutschland eher gering bis moderat mit relativen Veränderungen von unter 10%. Eine Ausnahme stellt hier allerdings die Kategorie Stilllegungs- und ökologische Vorrangfläche dar, für die sich eine starke relative Änderungen um +1497% durch die kombinierten F2F-Maßnahmen ergibt.

## 6.2 Handel

Die Abbildung 6.8 bis 6.12 zeigen die Änderungen im Handel von Deutschland hinsichtlich der Produktgruppen Getreide, Milchprodukte, Ölsaaten, Rind-, Schweine- und Geflügelfleisch. Es ist zu beachten, dass die Nettoexport- bzw. Importstellung von Deutschland mit einer eigenen Skala auf der rechten Achse dargestellt ist.

Allgemein ergibt sich für Deutschland ein ähnliches Muster der Handelseffekte der F2F-Strategie wie für die EU. Zum Teil ergeben sich aber auch spezielle Unterschiede.

Wie in Abbildung 6.8 dargestellt, ändert sich für Getreide im Wesentlichen die inländische Angebotskomponente durch die F2F-Maßnahmen, während die inländische Nachfragekomponente *Human consumption* relativ konstant bleibt, so ändert sich das inländische Angebot für das *kombinierte F2F*-Szenario um -21%, während sich der inländische Endverbrauch nur um -1,5% ändert. Dies erklärt sich durch den internationalen Handel. Der Rückgang der inländischen Produktion wird auf dem inländischen Markt durch eine Erhöhung der EU-Importe so wie eine Reduktion der EU-Exporte ausgeglichen. Motor dieser veränderten Handelsströme sind veränderte Terms of Trade, d.h. veränderte Relativpreise zwischen EU-Märkten und den anderen internationalen Märkten. Konkret erhöhen sich die Importe um +29% während sich die Exporte um -34% reduzieren durch die Implementation der kompletten F2F-Strategie. Entsprechend sinken die Netto-Getreideexporte mit -55% stark ab. Dabei ist Deutschland anderes als die EU ein Netto-Importeur für Getreide und bleibt dies auch für alle *F2F*-Szenarien mit Nettoimportmengen von -4,7 Mio. t in der *baseline* und -7,4 Mio. t für das *kombinierte F2F*-Szenario. Betrachtet man die Handelseffekte einzelner F2F-Maßnahmen, so ergeben sich starke Effekte für das *pesticides*-Szenario sowie das *landscape*-Szenario, die beide zu den stärksten Nettohandelseffekten mit -7,5 bzw. -6,4 Mio. t führen. Die Reduktion des Einsatzes von mineralischen Dünger impliziert ebenfalls einen signifikanten Rückgang der Getreideproduktion um -4 Mio. t mit einer entsprechenden Erhöhung des Nettoimport um +1 Mio. t, während die Reduktion der N-Bilanz zwar nennenswerte Produktionsanpassungen mit -1,1 Mio. t hervorruft, aber trotzdem nur sehr geringe und sogar positive Handelseffekte von +0,7 Mio. t für Getreide induziert. Diese liegt zentral daran, dass für dieses Szenario die Nachfrage nach Futtergetreide in der EU ebenfalls stark abnimmt. Die Erhöhung des Anteils des ökologischer Landbaus hat auf den Getreidehandel in Deutschland anders als für die EU keine signifikante Wirkung (siehe Abbildung 5.10).

Im Kern ergibt sich bzgl. des Handels mit Ölsaaten ein ähnliches Bild wie für Getreide. Dies ist aus Abbildung 5.11 zu ersehen. Das heißt, die inländische Nachfrage, die für Ölsaaten anders als für Getreide zentral aus der Nachfrage des verarbeitenden Sektor besteht, bleibt relativ stabil mit einer Reduktion um -2%, induziert durch die F2F-Strategie, während das inländische Angebot sich um -25% reduziert. Dies führt zu einer Verschiebung der TOT, d.h. einer Erhöhung des Inlandspreises in Deutschland gegenüber den Weltmarktpreisen (Preisen auf den anderen Nicht-EU regionalen Märkten). Analog zu dem Getreidemarkt reagieren der Import- und der Exportsektor auf die veränderten TOT, allerdings kommt es in Deutschland nur zu einer sehr geringen Erhöhung des Nettoimports für Ölsaaten von 11,1 auf 11,8 Mio. t. Hinsichtlich der Wirkung der einzelnen F2F-Maßnahmen ergibt sich ein ähnliches Bild wie für Getreide.

Auch für Deutschland müssen bezüglich des Handels mit tierischen Produkten die F2F-Implikationen für Fleisch- von denen für Milchprodukte unterschieden werden. Für Fleischprodukte führen die F2F-Maßnahmen zu einer vergleichbar hohen Reduktion der inländischen Produktion, die zwischen -14% und -19% liegt (siehe Abbildung 6.10 - 6.12).

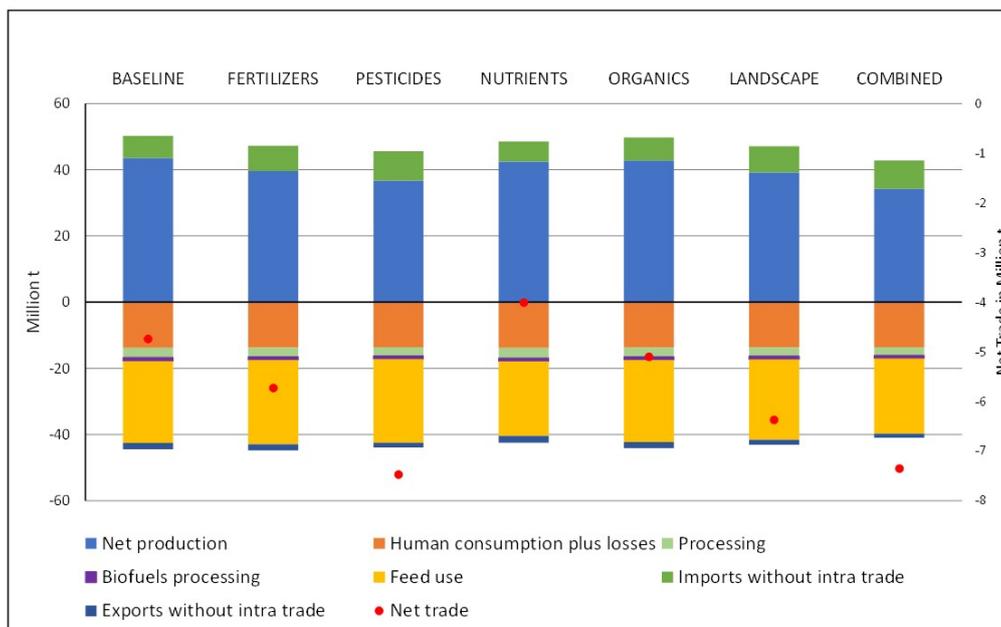


Abbildung 6.8: DE: Marktbilanz - Getreide

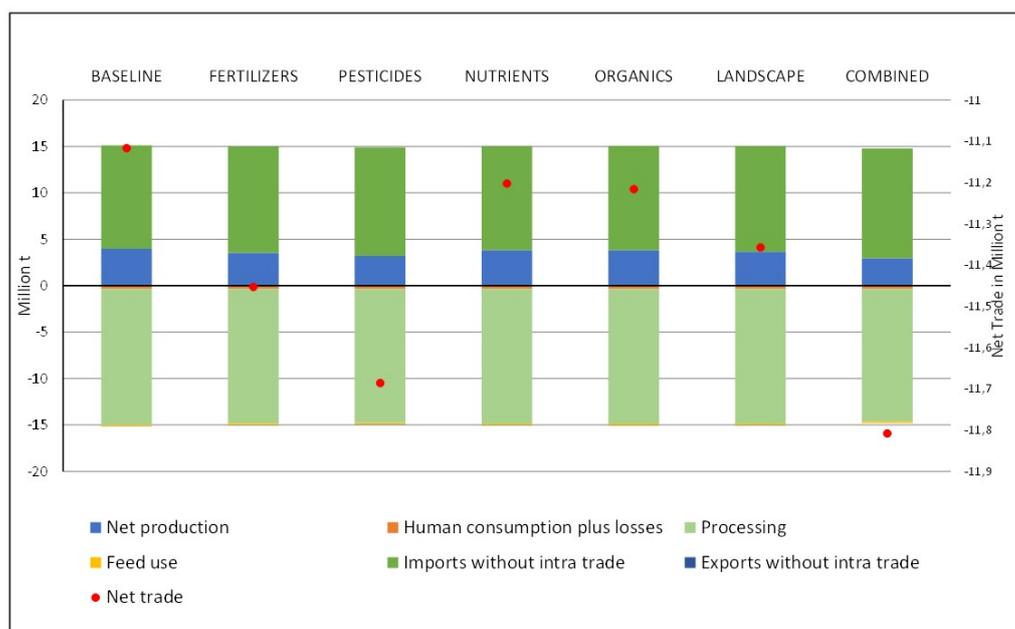


Abbildung 6.9: DE: Marktbilanz - Ölsaaten

Anders als für Getreide und Ölsaaten, ist die Reduktion der N-Bilanz die zentrale F2F-Maßnahme, die die Reduktion der Fleischproduktion induziert, während alle anderen Einzelmaßnahmen nur sehr geringe Produktionseffekte hervorrufen. Wie für die pflanzlichen Produkte reagiert die inländische Nachfrage nur sehr geringfügig und bleibt relativ konstant für alle F2F-Szenarien, so dass sich auch für alle Fleischprodukte steigende TOT aus Sicht Deutschlands (wie auch der EU, siehe oben) ergeben. Auf diese reagiert der Import- bzw. Exportsektor entsprechend, so dass es zu einer signifikanten Reduktion der EU-Nettoexporte bzw. Ausdehnung der Nettoimporte kommt. Dieses Muster ist für alle drei Fleischsorten Rind-, Schweine- und Geflügelfleisch grundsätzlich gleich. Allerdings ist

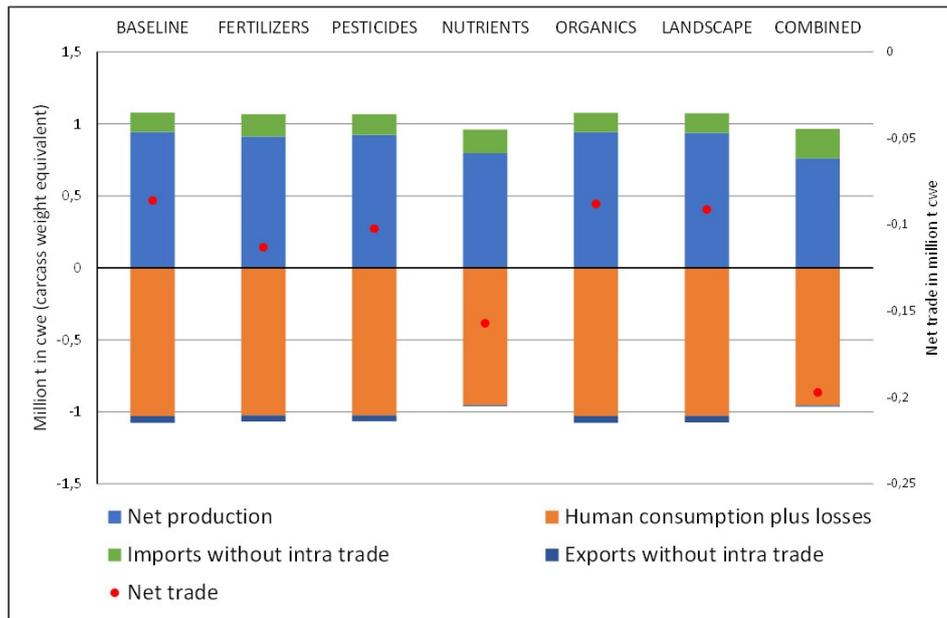


Abbildung 6.10: DE: Marktbilanz - Rindfleisch

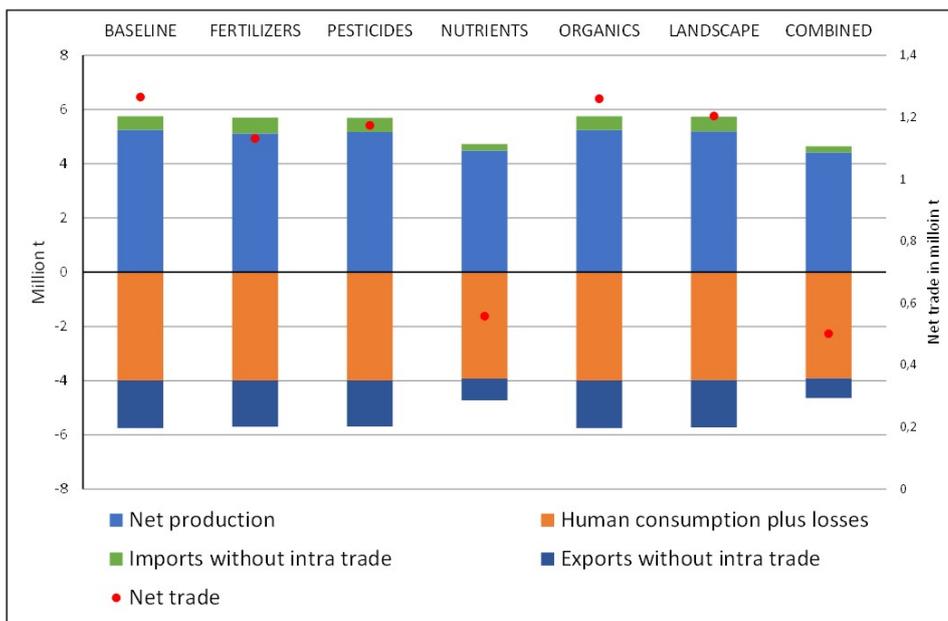


Abbildung 6.11: DE: Marktbilanz - Schweinefleisch

Deutschland anders als die EU für Rindfleisch ein Nettoimporteur und nur für Schweine- und Geflügelfleisch ein Nettoexporteur. Der durch die *F2F*-Strategie induzierte Produktionsrückgang beläuft sich für Rindfleisch auf -19%, hingegen auf nur -16% bzw. 14% für Schweine- bzw. Geflügelfleisch. Die entsprechende Erhöhung der Nettoimporte für Rindfleisch beläuft sich auf 110 tsd. t (von -86 tsd. t in der *baseline* auf -197 tsd. t für das *F2F*-Szenario). Für Schweinefleisch nehmen die Nettoexporte um -764 tsd. t (von 1265 auf 501 tsd. t) und für Geflügelfleisch bewirkt die *F2F*-Strategie eine Verschiebung der Nettoexportstellung Deutschlands in eine Nettoimportstellung, mit

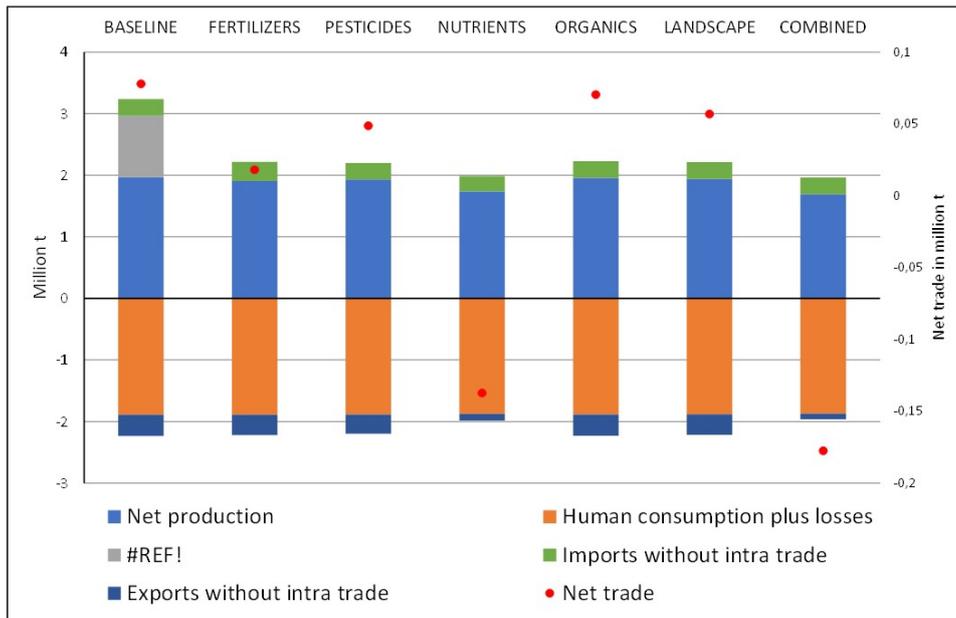


Abbildung 6.12: DE: Marktbilanz - Geflügelfleisch

einem Nettoexport von 78 tsd. t in der *baseline* und einem Netto-Import von -177 tsd. t für das komplette *F2F*-Szenario, das entspricht einer Zunahme der Nettoimporte um 270 tsd. t.

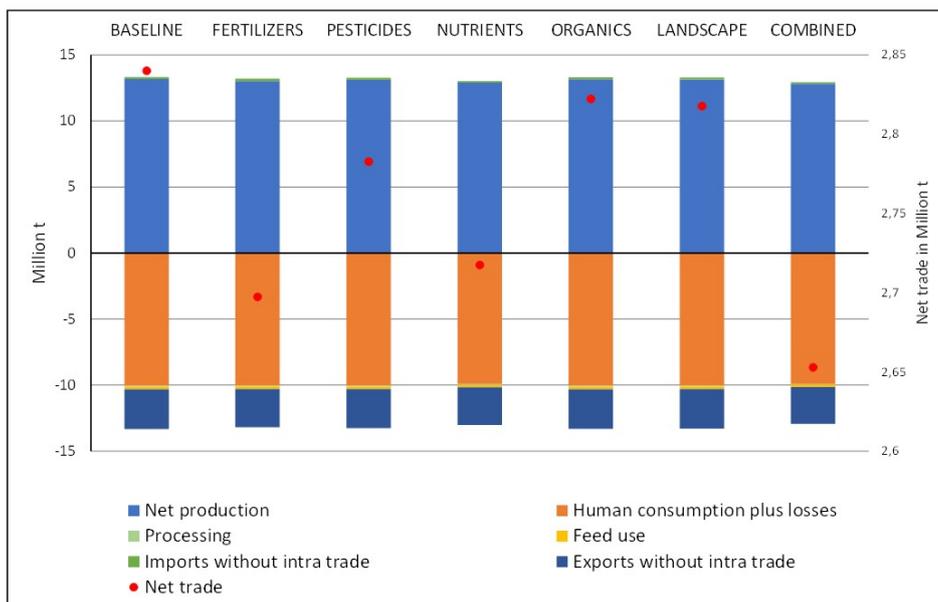


Abbildung 6.13: DE: Marktbilanz - Milchprodukte

Der Handel von Milchprodukten (Abbildung 6.13) folgt zwar auch dem für die Fleischprodukte identifiziertem Muster, allerdings mit deutlich geringeren quantitativen Effekten. Die inländische Produktion sinkt um lediglich -2,1% bzw. -2,8% für das *nutrients*- bzw. *kombinierte F2F*-Szenario. Der Netto-Handel sinkt entsprechend von 2,8 Mio. t auf 2,65 bzw. 2,7 Mio. t und bleibt faktisch konstant bei 2,8 Mio. t in den anderen Szenarien. Das entspricht einer maximalen Reduktion des

Nettoexports um -7,0%. Der deutsche Millexport- und -importsektor reagiert auf die veränderten TOT mit einer Reduktion der Exporte um -7% bzw. der Importe um -15%.

## 6.3 Preise

In Abbildung 6.14 sind die prozentualen Preisänderungen im Vergleich zur *baseline* dargestellt. Grundsätzlich verändern sich die Produzentenpreise in Deutschland wie in der EU, d.h. die Implementation der kompletten F2F-Strategie führt zu signifikanten Preissteigerungen. Diese fallen auch in Deutschland analog zur EU mit rund +59% am stärksten für Rindfleisch aus, gefolgt von Schweinefleisch mit knapp +48% und Rohmilch mit rund +31%. Für pflanzliche Produkte liegen die Preissteigerungen zwischen +18% für Obst & Gemüse (einschließlich Dauerkulturen und Wein), +19% für Ölsaaten und 12 % für Getreide.

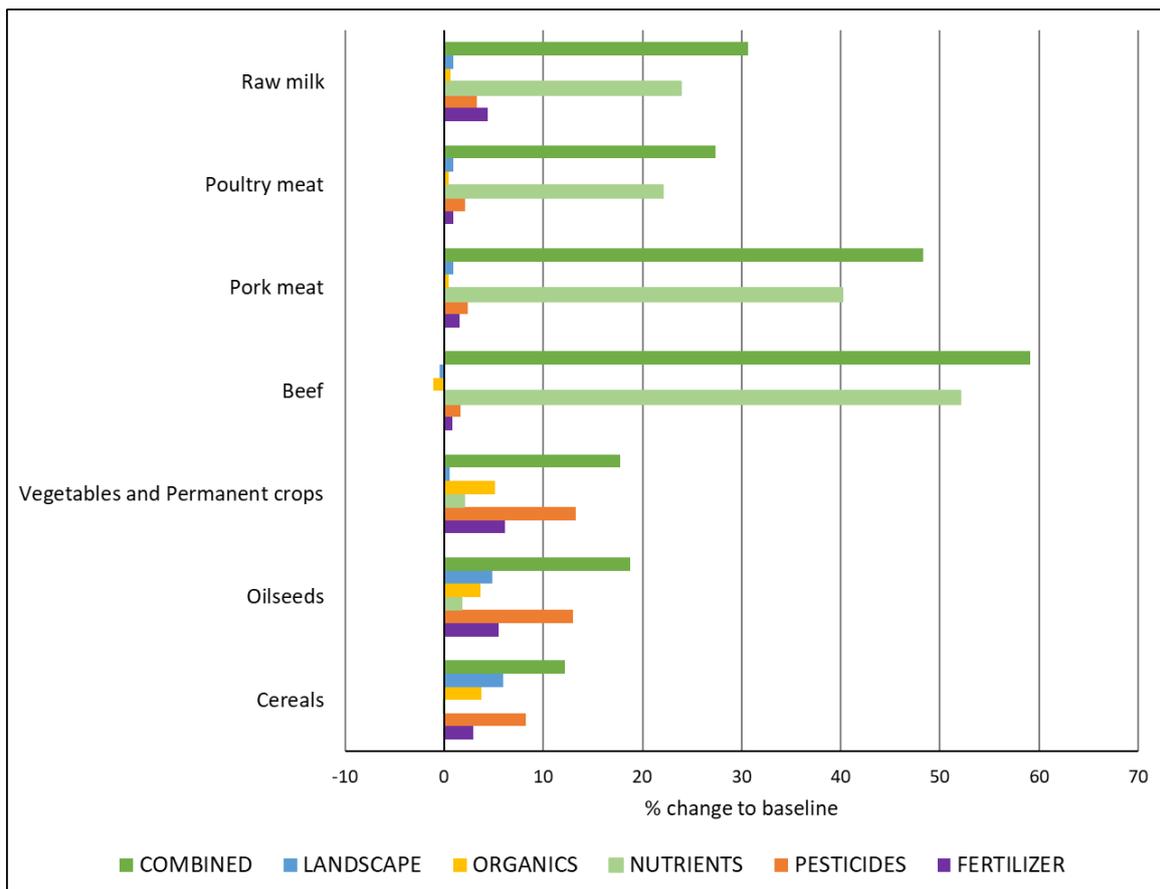


Abbildung 6.14: DE: Produzentenpreise, % Änderung zur *baseline*

Analog zu den Produktionseffekten sind auch die starken Preiseffekte für die tierische Produktion zentral auf die Reduktion der N-Bilanz um 50% zurückzuführen, während die Preiseffekte der anderen F2F-Maßnahmen eher moderat mit Steigerungen unter +5% ausfallen. Für pflanzliche Produkte ergeben sich starke Preissteigerungen von rund +10% für die Reduktion des Pflanzenschutzsatzes um 50% sowie in abgeschwächter Form um rund +5% für die Erhöhung der ökologischen Vorrangfläche, während die anderen Maßnahmen eher zu moderaten Preissteigerungen unter 5% führen.

Die quantitativ unterschiedlichen Preiseffekte ergeben sich einerseits aufgrund der unterschiedlichen produktions-technischen Implikationen der F2F-Maßnahmen auf die einzelnen Produkte. Das heißt die F2F-Strategie induziert unterschiedlich starke Produktionsanpassungen für die einzelnen Produktgruppen in den jeweiligen EU-Mitgliedstaaten. Diese Effekte wurden bereits im Abschnitt 5.3

ausführlich erläutert. Andererseits ergeben sich für Deutschland aufgrund des Intra-EU-Handels unterschiedliche Handelsreaktionen im Vergleich zur gesamten EU (siehe auch die Ausführungen in Abschnitt 2.1 sowie Abschnitt 5.3).

## 6.4 Ökosystemleistungen

### 6.4.1 Stickstoff-Bilanz und Wasserqualität

In Abbildung 6.15 ist die mit den F2F-Maßnahmen induzierte Reduktion der N-Bilanz dargestellt. Gegenüber der *baseline* wird die N-Bilanz um 51% von 68 kg/ha LF auf 34 kg/ha LF reduziert. Das entspricht einer Gesamtreduktion um 0,56 Mio. t Stickstoff.

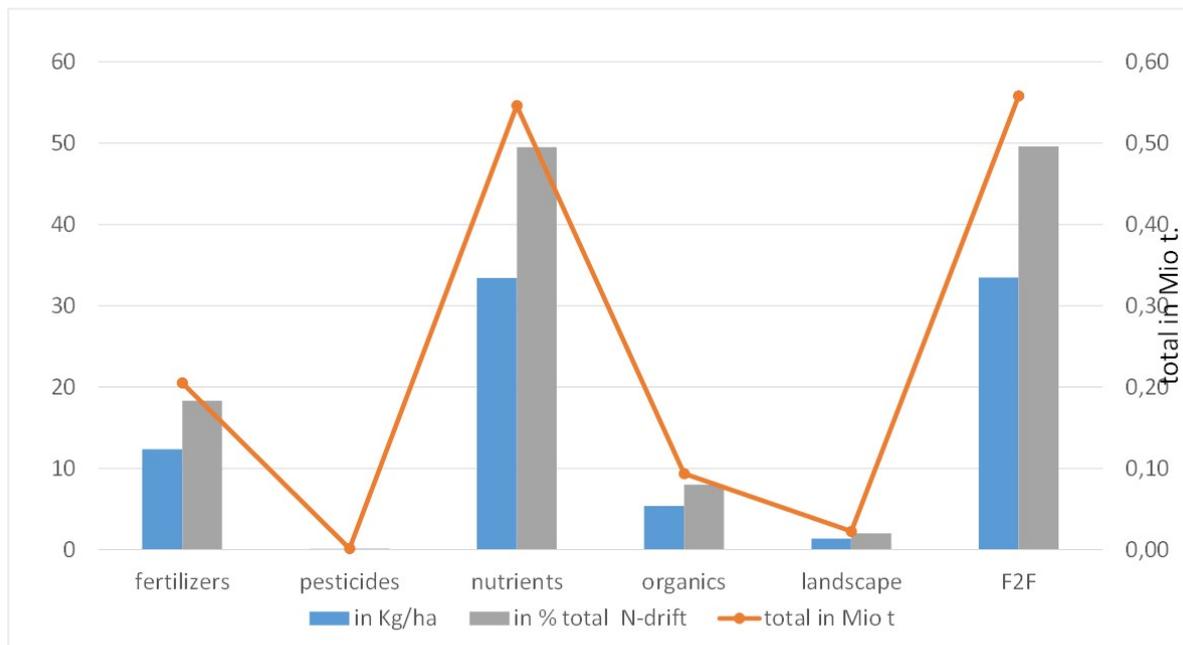


Abbildung 6.15: DE: Ökosystemleistungen - N-Bilanz, % Änderung zur baseline

Vergleicht man die einzelnen F2F-Maßnahmen, so führt neben der direkten Reduktion der N-Bilanz um 50% nur noch die Reduktion des mineralischen Düngereinsatzes um 20% zu einer nennenswerten Reduktion der N-Bilanz mit -12,4 kg/ha (-18%). Alle anderen individuellen F2F-Maßnahmen üben eher geringe Effekte von unter -5 kg/ha auf die N-Fracht aus. Insbesondere die Erhöhung des ökologischen Landbaus auf 25% in Deutschland (wie auch in der gesamten EU) führt mit -5,4 kg/ha (-8%) zu keiner signifikanten Reduktion der N-Bilanz, obwohl der mineralische Düngereinsatz um -8,5% (7 kg/ha) verringert wird. Dies liegt an der Erhöhung des Inputs von organischem Dünger. Die Reduktion des Pestizideinsatzes wie auch die Erhöhung der ökologischen Vorrangflächen führen ebenfalls zu einer vergleichsweise geringen Reduktion der N-Bilanz um weniger als -2 kg/ha.

### 6.4.2 THG-Emissionen und Klimaschutz

In Abbildung 6.16 ist der Rückgang der Treibhausgasemissionen in Deutschland für die einzelnen F2F-Maßnahmen aufgeführt. Wie aus der Abbildung zu ersehen ist, führt die komplette Implementation der F2F-Strategie in Deutschland zu einer signifikanten Reduktion der gesamten THG-Emissionen. Das Global Warming Potential (GWP) reduziert sich um 13,7 Mio. t CO<sub>2</sub>eq., das entspricht einer

Reduktion von THG-Emissionen um -22% gegenüber der *baseline*. Betrachtet man die Einzelkomponenten des GWP, so werden die  $N_2O$ -Emissionen sogar um -28,3 % gesenkt. Die  $CH_4$ -Emissionen verringern sich um 19,2%. Auch hinsichtlich der THG-Emissionen ergibt sich der mit Abstand stärkste Effekt für die Reduktion der N-Bilanz um 50%, die allein schon zu einer Reduktion der THG-Emission um -16,5% führt. Auch in Deutschland erfolgen diese Reduktionen insbesondere aufgrund der starken Einschränkung der tierischen Produktion, vor allem von Rinder und Milchkühen, die zusammen den überwiegenden Teil der THG-Emissionen aus tierischer Produktion verursachen. Für die verringerten Lachgasemissionen ist primär die Reduktion des mineralischen und organischen Düngermiteinsatzes um 45% bzw. 18% (siehe Abbildung 6.3) verantwortlich. Für alle anderen Maßnahmen ergeben sich nur sehr geringe Reduktionen der THG-Emissionen, die unter -5% liegen. Insbesondere die Erhöhung des ökologischen Landbaus auf 25% wie auch der ökologischen Vorrangflächen auf 10% haben mit deutlich unter 2% nur sehr geringe Auswirkungen auf die Reduktion der THG-Emissionen in Deutschland. Die Reduktion des Pestizideinsatzes impliziert in Deutschland allerdings eine merkliche Reduktion der THG-Emissionen von -7,7% (GWP), während die Reduktion des mineralischen Düngereinsatzes vor allem die  $N_2O$ -Emissionen um knapp -11% und das GWP immerhin um -4,7% reduziert.

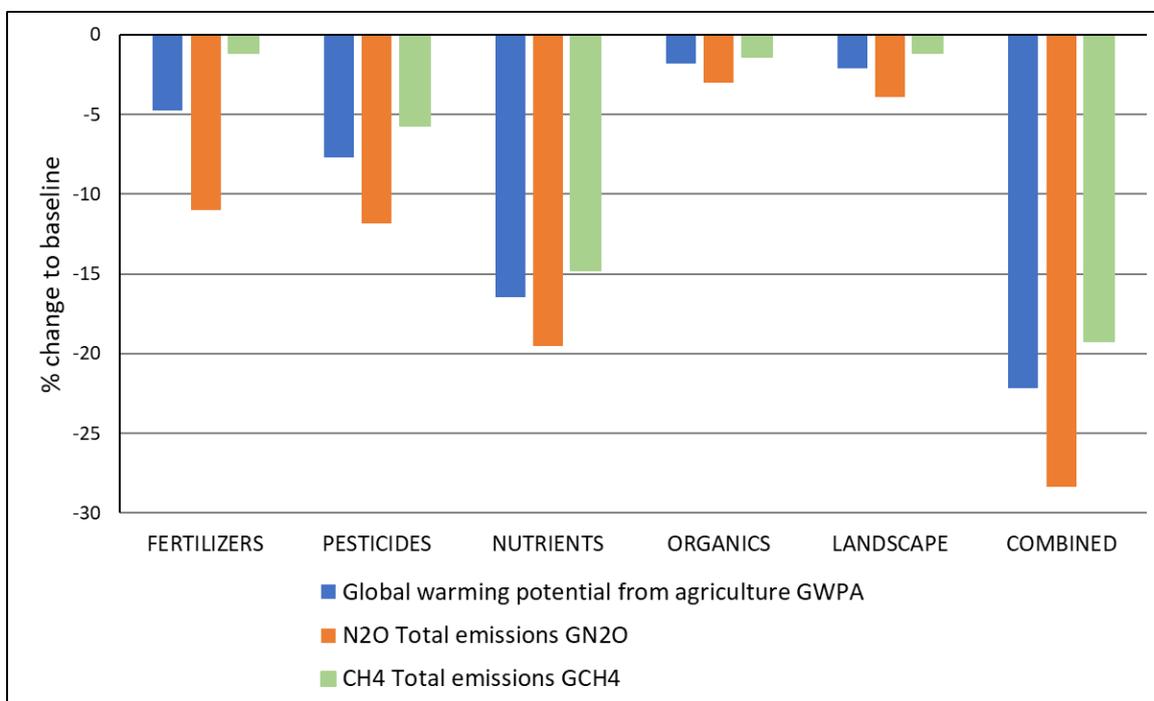


Abbildung 6.16: DE: Ökosystemleistungen - THG-Emission, % Änderung zur baseline

Allerdings ist, wie bereits oben im Abschnitt 5.4.2 erwähnt, eine direkte Regulation der THG-Emissionen in der Landwirtschaft, z.B. durch Einbindung in den  $CO_2$ -Permethandel, noch nicht in dem Maßnahmenpaket der F2F-Strategie vorgesehen. Wie in dem Abschnitt 5.9 gezeigt werden konnte, wird die Klimawirksamkeit der F2F-Strategie tatsächlich erhöht, wenn die Landwirtschaft direkt in den  $CO_2$ -Permethandel eingebunden wird. Für Deutschland impliziert dies einen direkten Effekt auf das GWP von -15%, während sich der gesamte Effekt für das  $CO_2$ -Szenario auf -37% beläuft. Dies entspricht 23 Mio. t  $CO_2eq.$ <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Diese Simulationsergebnisse werden für Deutschland in diesem Report nicht explizit aufgezeigt, sind aber auf Anfrage erhältlich.

Neben den direkten THG-Emissionen der Landwirtschaft ist auch die THG-Bilanz des LULUCF-Sektors<sup>2</sup> relevant für die umfassende Bewertung der Auswirkung der F2F-Strategie auf die THG-Bilanz der deutschen Landwirtschaft.

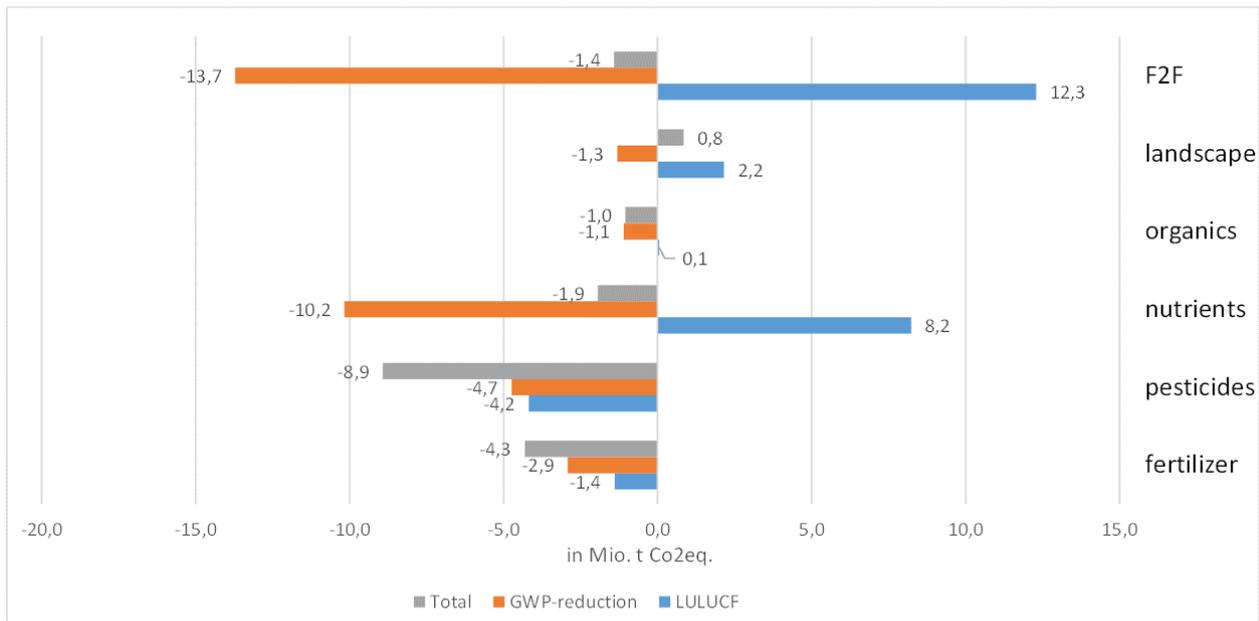


Abbildung 6.17: DE: LULUCF - THG-Emission, Änderung *zubaseline* in Mio. t CO<sub>2</sub>eq.

In Abbildung 6.17 werden die THG-Effekte zusammenfassend dargestellt, die sich in der Landwirtschaft (GWP) und dem LULUCF-Sektor in Deutschland ergeben. Wie aus Abbildung 6.17 zu ersehen ist, hat die Umsetzung der F2F-Strategie erhebliche Effekte auf den LULUCF-Sektor. Insgesamt ergibt sich eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Einlagerung im deutschen LULUCF-Sektor von 12,3 Mio. t CO<sub>2</sub>eq., die im Wesentlichen auf die Umwandlung von forst- in landwirtschaftlich genutzte Fläche zurückzuführen ist. Somit ergibt sich eine Netto-Bilanz von  $-13,7 + 12,3 = -1,4$  Mio. t CO<sub>2</sub>eq. Die Umsetzung der kompletten F2F-Strategie ist somit in Deutschland faktisch nicht klimawirksam, da die positiven Effekte auf das GWP der Landwirtschaft durch entsprechende negative Effekte im LULUCF-Sektor zu 90% kompensiert werden. Allerdings ergeben sich durchaus unterschiedliche LULUCF-Effekte für die einzelnen F2F-Maßnahmen. Während die Reduktion der N-Bilanz wie auch die Erhöhung der ökologischen Vorrangflächen einen negativen Effekt im LULUCF-Sektor impliziert, d.h. eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Einlagerungen um 8,2 bzw. 2,2 Mio. t CO<sub>2</sub>eq., ergeben sich für die Reduktion des Pflanzenschutz- wie auch mineralischen Düngereinsatzes positive LULUCF-Effekte mit zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Einlagerungen von -4,2 und -1,4 Mio. t CO<sub>2</sub>eq. Im Gegensatz zur EU induziert die Erhöhung des ökologischen Landbaus in Deutschland keinen positiven Effekt im LULUCF-Sektor, da diese eine um +0,1 Mio. CO<sub>2</sub>eq. niedrigere CO<sub>2</sub>-Einlagerung hervorruft.

<sup>2</sup>Land Use Land Use Change Forest (LULUCF) umfasst CO<sub>2</sub>-Freisetzung bzw. CO<sub>2</sub>-Einlagerungen durch Umwandlung von Wald oder Mooren in landwirtschaftliche Nutzfläche bzw. umgekehrt.

### 6.4.3 Biodiversität

Abbildung 6.18 stellt den BFP-Index für Deutschland dar<sup>3</sup>. Es ist zu beachten, dass der BFP-Index auf der linken Achse, die Teilindices des BFP-Index auf der rechten Achse abgetragen sind.

Betrachtet man zunächst die Entwicklung des Gesamtindex, so führt die Implementation der kompletten F2F-Strategie zu einer Steigerung des BFP-Index von 0,56 auf 0,59, d.h. um 0,03 Einheiten. Dies entspricht rund 5%. Vergleicht man den BFP für die einzelnen F2F-Szenarien, so ergibt sich interessanterweise nicht nur für die Erhöhung der ökologischen Vorrangfläche auf 10% sondern auch für die Reduktion des mineralischen Düngereinsatzes ein positiver Effekt auf die Biodiversität. Konkret wird der BFP-Index um 0,04 Einheiten (7,1%) gesteigert, während sich für das *landscape*-Szenario nur eine Steigerung um 0,02 Einheiten (3,6%) ergibt. Im Vergleich zur gesamten EU ergibt sich für Deutschland bereits in der *baseline* ein relativ geringes Biodiversitätsniveau, das rund 10% unterhalb des EU-Durchschnitts liegt. Darüber hinaus führt die Umsetzung der F2F-Strategie in Deutschland zu einer relativ geringeren Steigerung der Biodiversität um nur 5% im Vergleich zu 12,9% in der gesamten EU.

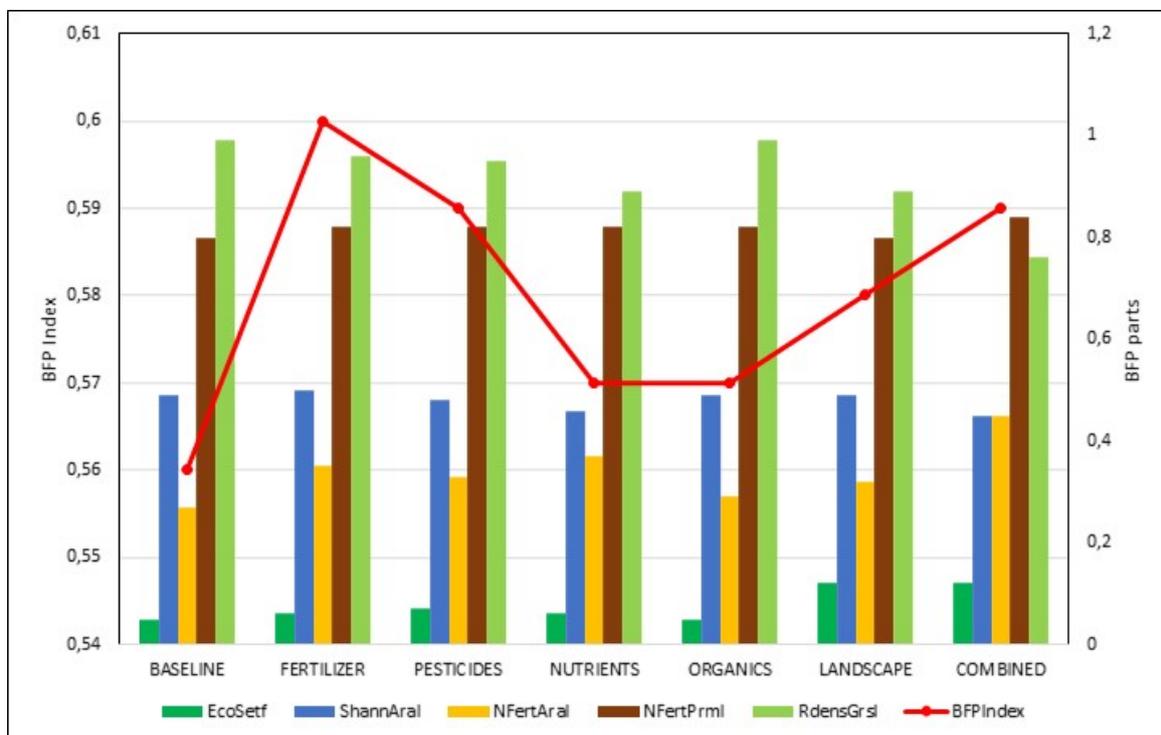


Abbildung 6.18: DE: Ökosystemleistungen - Biodiversität [in BFP-Index], % Änderung zur baseline

Wie bereits oben im Abschnitt 5.4 diskutiert wurde, ist die inhaltliche Interpretation der relativen Steigerung des BFP-Index schwierig. Insofern macht es zum besseren Verständnis Sinn, die Entwicklung der Teilindices des BFP zwischen den Szenarien zu vergleichen. Bei Analyse der Teilindices erkennt man, dass sich der Shannon-Index [*ShannAral*], wie auch der N-Düngereinsatz auf Dauerkulturf Flächen [*NFertPrml*] in Deutschland zwischen den Szenarien nur marginal ändern, während sich

<sup>3</sup>Wie bereits in Abschnitt 5.4 ausgeführt, ist der Einfluss der landwirtschaftlichen Produktion auf die Biodiversität beim heutigen Stand der Wissenschaft nicht einfach zu messen und entsprechend auch nicht einfach zu modellieren. Im CAPRI-Modell erfolgt dies approximativ mit einem speziell entwickelten Biodiversitätsindex (**Biodiversity Friendly Production Index (BFP)**), der zwischen 0 und 1 liegt.

für die Stilllegungs- und ökologische Vorrangfläche [*EcoSetf*] eine starke Veränderung von 140% für das komplette F2F-Szenario ergibt. Dies gilt auch für die Komponente mineralischer Düngereinsatz auf Ackerflächen [*NFertAral*], für die sich eine relative Veränderung von 67% für das F2F-Szenario in Deutschland ergibt. Dies ist eine deutlich stärkere Steigerung im Vergleich zur gesamten EU. Interessanterweise ergibt sich in Deutschland anders als in der EU für die Komponente Viehdichte auf Grasland [*RdensGrsI*] eine signifikante negative Entwicklung von -23%, während sich für alle anderen Komponenten analog zur EU nur sehr geringe Veränderungen von unter 6% für alle Szenarien ergeben. Dies gilt auch für die Erhöhung des biologischen Landbaus auf 25%.

Wie bereits im Abschnitt 5.4 ausgeführt wurde, lassen sich zwar durchaus relevante Aussagen hinsichtlich der relativen Wirkung der einzelnen F2F-Maßnahmen auf der Grundlage des BFP-Index tätigen, aber die Messung der Biodiversität im Vergleich zu den beiden anderen Ökosystemleistungen Klima- und Wasserschutz, ist vergleichsweise ungenau und weitere verbesserte methodische Entwicklungen sind notwendig. Ein klarer Schwachpunkt des BFP-Index ist, dass dieser noch nicht die direkte Auswirkung des Pflanzenschutzmittels auf die Biodiversität berücksichtigt. Dadurch implizieren die CAPRI-Modellsimulationen in Deutschland wie auch in der gesamten EU für die individuelle Maßnahme der Reduktion des Pflanzenschutzmittels um 50% nur sehr geringe positive Effekte auf die Biodiversität (Steigerung des BFP-Index um nur 0,03 Einheiten (5,4%)). Eine adäquate Berücksichtigung der direkten Wirkung des Pestizideinsatzes auf die Biodiversität würde auch die positive direkte Wirkung der Steigerung des ökologischen Landbaus für die Biodiversität deutlicher hervorheben.

## 6.5 Wohlfahrt

### 6.5.1 Produzenten und Konsumentenwohlfahrt

Abbildung 6.19 stellt die Änderungen des landwirtschaftlichen Einkommens und der Konsumentenwohlfahrt (gemessen in Mrd. Euro (Money Metric)) dar, die durch die F2F-Maßnahmen induziert werden.

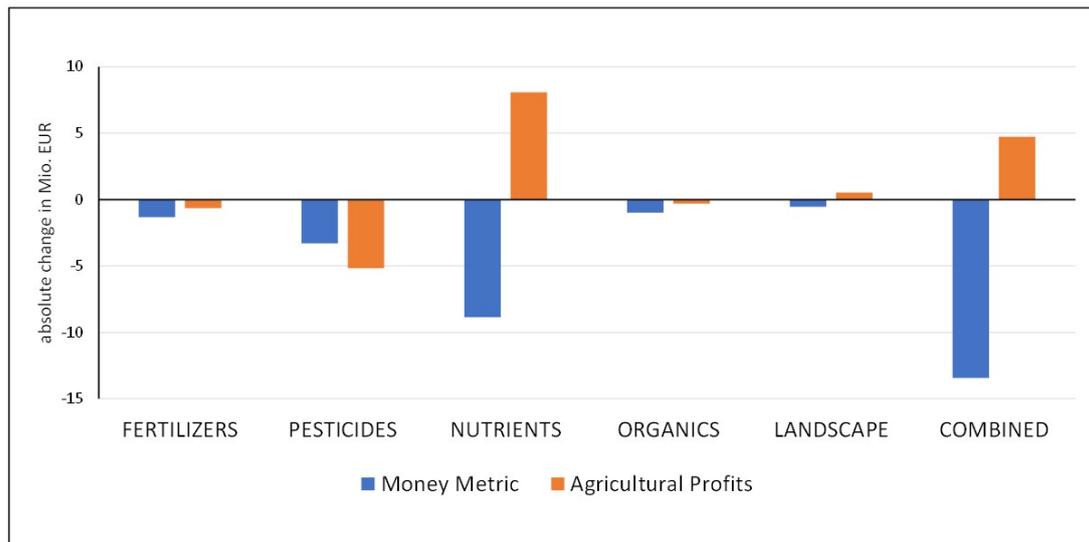


Abbildung 6.19: DE: F2F induzierte Wohlfahrtsänderungen für Landwirte und Konsumenten [in Mrd. Euro], % Änderung zur baseline

Wie aus der Abbildung 6.19 zu erkennen ist, führt die Implementation der kompletten F2F-Strategie in Deutschland zu einem Verlust an Konsumentenwohlfahrt in Höhe von 13,4 Mrd. Euro, das sind rund 166 Euro pro Kopf. Dem gegenüber steht ein Einkommensgewinn der Landwirte (das sind Profite zuzüglich der Prämienzahlungen) von rund 4,7 Mrd. Euro (dies entspricht rund 285 Euro pro ha). Im Vergleich zum EU-Durchschnitt impliziert die Umsetzung der F2F-Strategie mit 285 Euro pro ha LF im Vergleich zu 196 Euro pro ha LF im Durchschnitt der EU relativ hohe Einkommensgewinne für die deutschen Landwirte.

Zusätzlich führt die komplette Umsetzung der F2F-Strategie zu einem Verlust an Gewinnen in Höhe von jeweils rund -0,6 Mrd. Euro in der Milch verarbeitenden bzw. -1,1 Mrd. Euro in anderen (i .w. Ölsaaten) verarbeitenden Industrien, so dass sich in Deutschland insgesamt gesamtwirtschaftliche Kosten in Höhe von rund -10 Mrd. Euro durch die Implementation der kompletten F2F-Strategie ergeben. Das entspricht rund -127 Euro pro Kopf.

Betrachtet man einzelne F2F-Maßnahmen, so ergeben sich hohe gesamtgesellschaftliche Kosten von rund 9,8 Mrd. Euro für die Reduktion der Pflanzenschutzmittel um 50%, während die Reduktion der N-Bilanz um 50% nur gesamtwirtschaftliche Kosten in Höhe von 2 Mrd. Euro bewirkt. Sehr geringe Kosten ergeben sich mit 1,3 Mrd. Euro für die Erhöhung der ökologischen Vorrangfläche

auf mindestens 10% und auch die Erhöhung der ökologischen Landwirtschaft auf 25% führt zu vergleichsweise niedrigen gesellschaftlichen Anpassungskosten von rund 2,5 Mrd. Euro.

Betrachtet man die Wohlfahrtsänderungen, die individuelle F2F-Maßnahmen für einzelne sozio-ökonomische Gruppen implizieren, so ergibt sich ein komplexeres Bild wie für gesamte EU. Für das *nutrients*-Szenario ergeben sich mit 8,85 Mrd. Euro (siehe Money Metric in Abbildung 6.19) im Wesentlichen Anpassungskosten für die Verbraucher. Diesen stehen signifikante zusätzliche Einkommen in Höhe von 8 Mrd. Euro der Landwirte gegenüber. Umgekehrt ergeben sich für das *pesticides*-Szenario relativ geringe Anpassungskosten auf der Verbraucherseite mit 3,3 Mrd. Euro, aber anders als für das *nutrients*-Szenario ergeben sich für dieses Szenario auch für die Landwirte Einkommensverluste in Höhe von 5,2 Mrd. Euro.

Im Gegensatz zu den Landwirten führt die F2F-Strategie für die Agribusiness-Industrie und den Agrarhandel grundsätzlich zu einem Rückgang der Wertschöpfung, der je nach Branche und individueller F2F-Maßnahme zwischen -0.7% und knapp -10% liegt (siehe Abbildung 6.20). Relativ geringe Profiteinbußen ergeben sich für die verarbeitende Industrie für die Erhöhung des Ökolandbaus auf 25%, die Reduktion des mineralischen Düngereinsatzes um 20% wie auch die Erhöhung der ökologischen Vorrangfläche um 10%, für die sich allgemein Profiteinbußen von unter -5% ergeben. Eine relativ starke Reduktionen der Gewinne um rund -10% ergibt sich für die verarbeitende Industrie aufgrund der Reduktion der N-Bilanz um 50%, während die Reduktion des Pestizideinsatzes ebenfalls zu relativ starken Verlusten von -14% zumindest für die ölsaatenverarbeitende Industrie führt (siehe Abbildung 6.20).

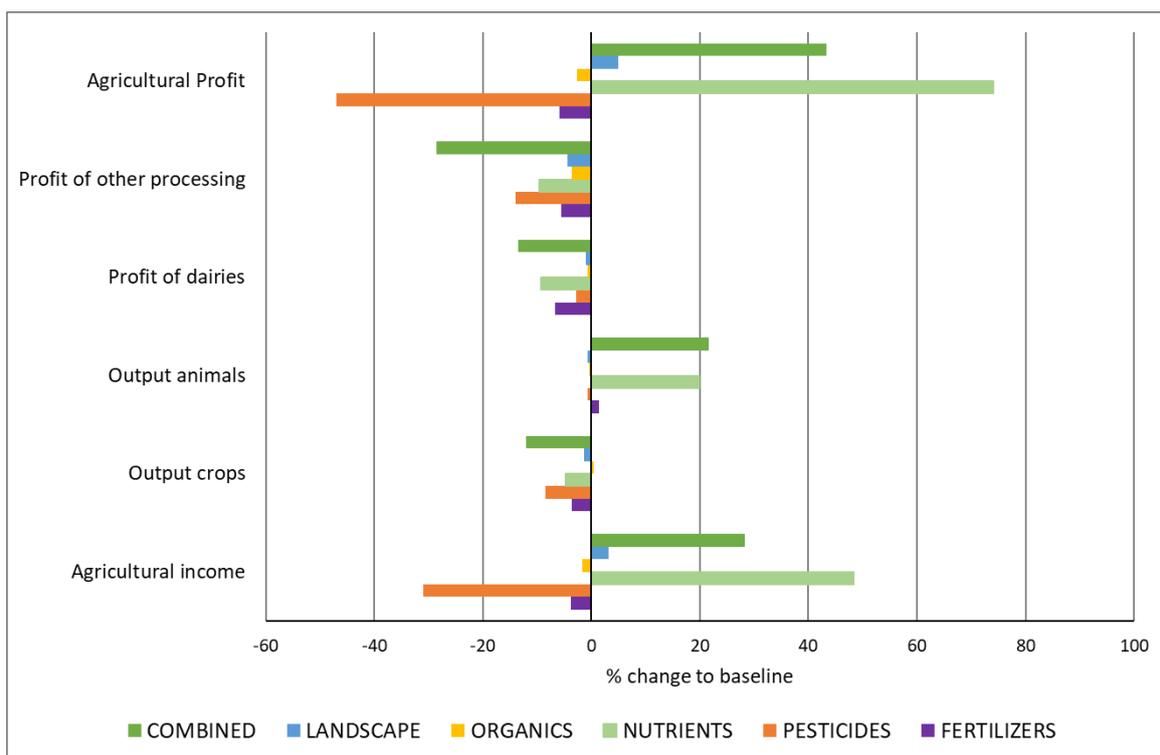


Abbildung 6.20: DE: F2F induzierte Wohlfahrtsänderungen im Agribusiness [in Mio. Euro], % Änderung zur baseline

Bemerkenswert ist, dass die F2F-Strategie, die ja im Wesentlichen eine Beschränkung der Produktionsmöglichkeiten konventioneller landwirtschaftlicher Güter darstellt, zu einer Erhöhung der land-

wirtschaftlichen Einkommen führt. Wie bereits im einleitenden theoretischen Kapitel erklärt wurde, geht dies auf einen reversiven Treitmühlen-Effekt zurück. In Deutschland tritt dieser umgekehrte Treitmühlen-Effekt allerdings für die meisten individuellen F2F-Maßnahmen nicht auf. Wie aus der Abbildung 6.19 zu erkennen ist, ergibt sich ein positiver landwirtschaftlicher Einkommenseffekt mit einer Steigerung um knapp +8 Mrd. Euro bzw. +489 Euro pro ha nur für die F2F-Maßnahme "Reduktion der N-Bilanz um 50%" sowie mit einer marginalen Steigerung von +0,5 Mrd. Euro (31 Euro pro ha) für das *landscape*-Szenario, während sich für alle anderen F2F-Maßnahmen die erwarteten negativen Effekte auf landwirtschaftliche Einkommen einstellen. Diese liegen zwischen -0,3 Mrd. Euro (das entspricht rund -17 Euro pro ha) für das *organics*-Szenario und -5,2 Mrd. Euro (-313 Euro pro ha) für das *pesticides*-Szenario.

Wie bereits im Abschnitt 5.6 ausgeführt wurde, muss hinsichtlich der Interpretation der berechneten Wohlfahrtsveränderungen für Verbraucher und Landwirte berücksichtigt werden, dass diese zunächst einmal rein kalkulatorisch zur Abschätzung der gesamten volkswirtschaftlichen Kosten der Umsetzung der F2F-Strategie erfolgen. Die tatsächlichen Wohlfahrtswirkungen für einzelne sozio-ökonomische Gruppen hängen von der konkreten agrarpolitischen Umsetzung der F2F-Strategie ab. Dies wurde in den CAPRI-Simulationen noch nicht explizit abgebildet. Weiterhin stellen die berechneten Wohlfahrtsänderungen aggregierte Maße dar, d.h. dass es innerhalb einer sozio-ökonomischen Gruppe zu ganz unterschiedlichen Wohlfahrtswirkungen kommen kann. Dies wird unmittelbar aus Abbildung 6.20 klar, in der die Wohlfahrtswirkungen der F2F-Maßnahmen für unterschiedliche landwirtschaftliche Produktionsaktivitäten aufgeführt sind. Wie aus Abbildung 6.20 zu ersehen ist, ergeben sich asymmetrische Wirkungen der F2F-Strategie auf die tierische und pflanzliche Produktion. Während für die tierische Produktion die Umsätze in Deutschland um rund 9,2 Mrd. Euro steigen, sinken diese für die pflanzliche Produktion um -4,2 Mrd. Euro. Auch hinsichtlich individueller F2F-Maßnahmen ergibt ein heterogenes Bild. Während die Reduktion der N-Bilanz um 50% den Umsatz der Tierproduzenten um 8,5 Mrd. Euro erhöht, werden die Umsätze der Pflanzenproduzenten durch diese Maßnahmen um -1,69 Mrd. Euro reduziert. Umgekehrt ergibt sich für das *organics*-Szenario eine Erhöhung der Umsätze für die Pflanzenproduktion um 0,16 Mrd. Euro, während sich die Umsätze in der Tierproduktion um -0,15 Mrd. absenken.

Die asymmetrische Wirkung der F2F-Strategie auf die Umsätze der einzelnen Produktionsaktivitäten impliziert, dass sich auch asymmetrische Wirkungen der F2F-Strategie auf die durchschnittlichen Einkommen der Landwirte in den jeweiligen Bundesländern ergeben, da sich diese in ihren Produktionsstrukturen unterscheiden. Auf diese regionale Verteilung der Kosten bzw. Nutzen der F2F-Strategie zwischen den einzelnen Bundesländern wird im Abschnitt unten weiter eingegangen.

Abschließend soll noch einmal hervorgehoben werden, dass selbst für die klare Gewinnergruppe der tierproduzierenden Betriebe eine heterogene Verteilung der zusätzlichen Gewinne zu erwarten ist. Insofern wäre es wichtig und interessant zu untersuchen, inwieweit eine Umsetzung der F2F-Strategie in Deutschland bzw. der EU zu einer Beschleunigung des betrieblichen Strukturwandels führen würde. Dies hängt allerdings auch ganz entscheidend von der konkreten agrarpolitischen Umsetzung der F2F-Strategie ab.

## 6.6 Gesellschaftliche Kosten-Nutzenanalyse der F2F-Strategie

In dem Abschnitt 5.6 wurden bereits die jeweiligen Kosten und Nutzen, die sich je EU-Mitgliedsland pro Kopf ergeben, berechnet. Auf der Grundlage dieser Berechnungen sollen insbesondere die jeweiligen Kosten und Nutzen, die sich durch die Umsetzung der F2F-Strategie in Deutschland ergeben, analysiert werden.

Nach diesen Berechnungen ergeben sich bei der Umsetzung der F2F-Strategie in Deutschland Ökosystemleistungen im Wert von insgesamt 174 Euro pro Kopf, d.h. 14 Mrd. Euro. (siehe Abbildung 6.21). In Deutschland fallen dabei 105 Euro pro Kopf auf die Ökosystemleistung "Reduktion der N-Fracht", das entspricht 60% des Wertes der gesamten Ökosystemleistungen in Deutschland. Rund 31% fallen auf die Reduktion der THG-Emissionen in der EU (hierbei sind *Leakage*-Effekte nicht berücksichtigt worden) und nur 9% der Ökosystemleistungen der F2F-Strategie fallen in Deutschland auf die Erhöhung der Biodiversität (siehe Abbildung 6.21). In der EU sind dies im Durchschnitt 24%, während nur 18% auf die THG-Reduktion fallen.

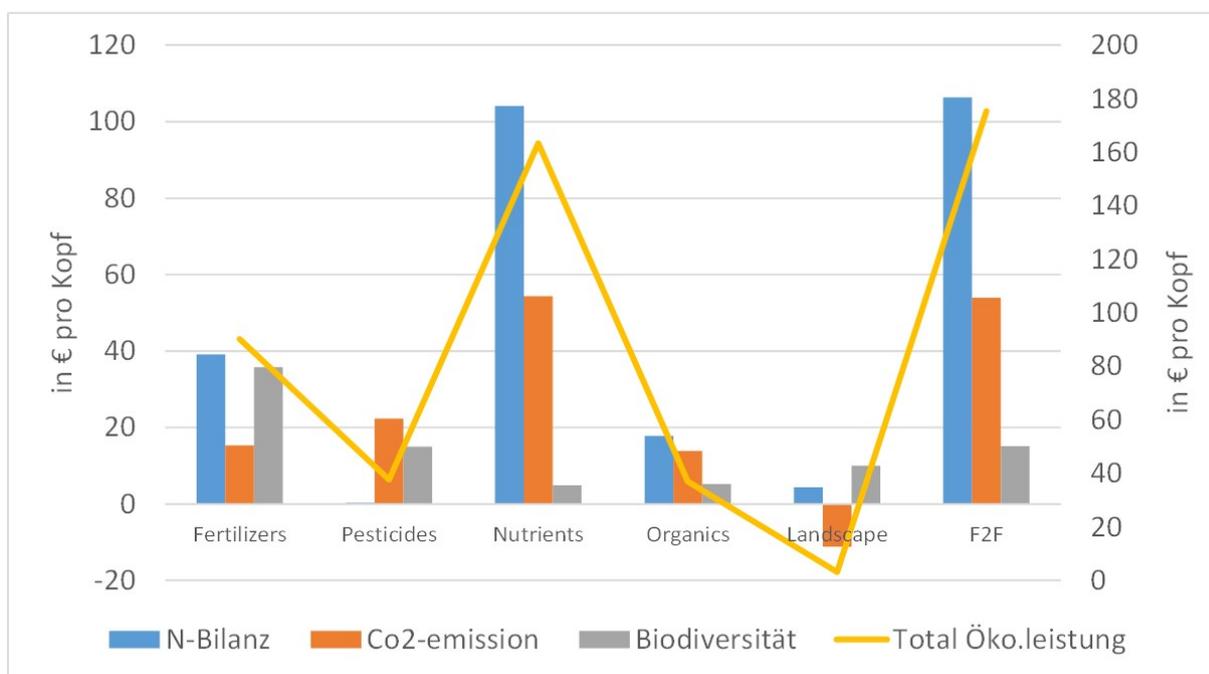


Abbildung 6.21: DE: Gesellschaftlicher Nutzen für F2F induzierte Ökosystemleistungen [in Euro pro Kopf]

Wie aus Abbildung 6.22 zu ersehen ist, ergibt sich ein Nettonutzen der kompletten Umsetzung der F2F-Strategie in Höhe von 66 Euro pro Kopf in Deutschland, das entspricht 5,3 Mrd. und damit ungefähr den jährlichen EU-Agrarbudgetausgaben in Deutschland. Berücksichtigt man allerdings die *Leakage*-Effekte bzgl. der THG-Emissionen, so reduziert sich der Nettonutzen der F2F-Strategie in Deutschland auf 17 Euro pro Kopf oder 1,4 Mrd. Euro<sup>4</sup>.

<sup>4</sup>Der *Leakage*-Effekt beläuft sich auf 54 Mio. t CO<sub>2</sub>eq., das impliziert bei einer WTP von 73 Euro pro t CO<sub>2</sub>eq. in Deutschland einen Verlust an Ökosystemleistung von rund 3,9 Mrd. Euro, so dass sich der Nettonutzen auf 1,4 Mrd. Euro reduziert, das entspricht rund 17 Euro pro Kopf

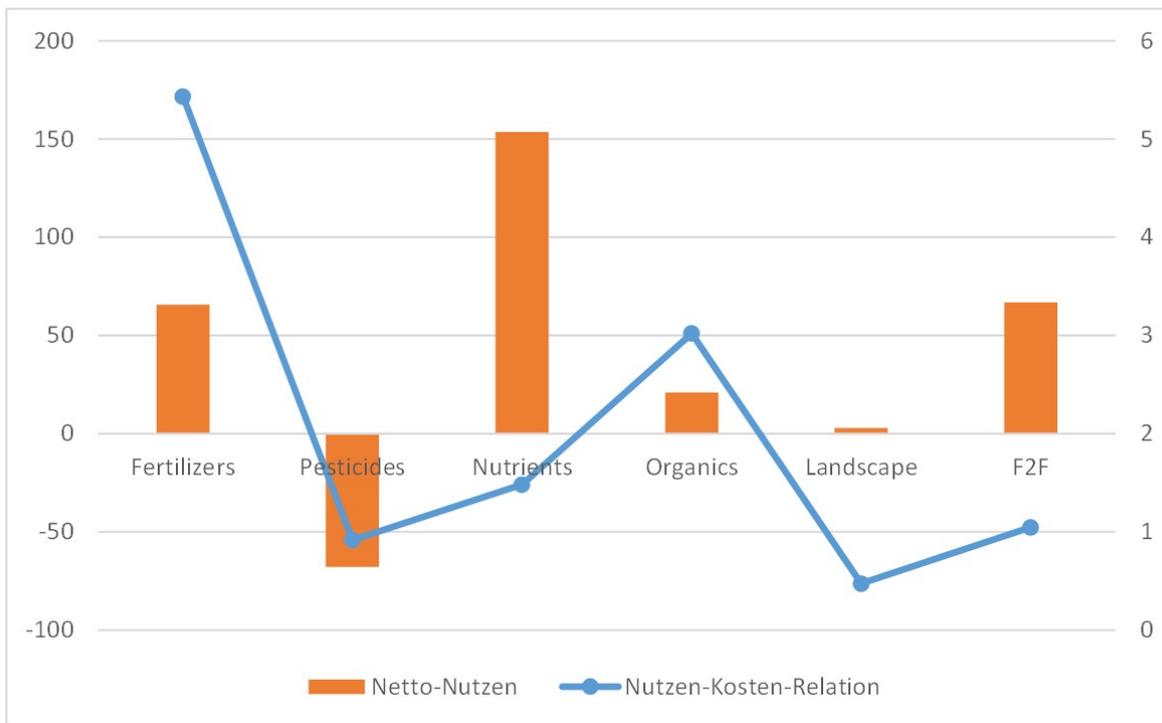


Abbildung 6.22: DE: Nettonutzen der F2F-Maßnahmen [in Euro pro Kopf]

Der höchste Netto-Nutzen (ohne *Leakage* Effekte) ergibt sich für das Szenario *nutrients* mit 154 Euro pro Kopf, während der Nettonutzen für die Szenarien *organics* und *landscape* deutlich niedriger ausfallen mit 21 bzw. 3 Euro pro Kopf. Für das *pesticides*-Szenario ergibt sich sogar ein negativer Nettonutzen -68 Euro pro Kopf in Deutschland. Allerdings muss, wie in Abschnitt 5.6 bereits erklärt, bei den Nettonutzen der Szenarien die jeweilige Skala der F2F-Maßnahme berücksichtigt werden. Dies wurde für die gesamte EU in Abschnitt 5.6 detailliert analysiert. Aus Platzgründen soll an dieser Stelle allerdings nicht noch einmal speziell auf diesen Aspekt für Deutschland eingegangen werden.

Insgesamt kann aber festgehalten werden, dass Deutschland hinsichtlich der Verteilung von Nutzen und Kosten der F2F-Strategie im Vergleich zu den anderen EU-Mitgliedsstaaten eher schlechter positioniert ist. Einerseits liegt Deutschland mit einem Nettonutzen von 66 Euro pro Kopf (oben *Leakage*-Effekte) klar unterhalb des durchschnittlichen Nettonutzen in der EU mit 133 Euro pro Kopf. Dies liegt vor allem daran, dass die deutschen Verbraucher einen überproportionalen Anteil der Kosten der Umsetzung der F2F-Strategie mit -167 Euro pro Kopf im Vergleich zu -158 Euro pro Kopf im Durchschnitt der EU tragen und mit 174 Euro pro Kopf nur einen unterdurchschnittlichen Nutzen der durch die F2F-Strategie induzierten Ökosystemleistungen realisieren. Der Pro-Kopf Nutzen liegt im Durchschnitt der EU bei 209 Euro pro Kopf (siehe Abbildung 5.34).

Im Vergleich zu Deutschland profitieren Frankreich, Dänemark und Irland erheblich stärker von der Umsetzung der F2F-Strategie mit Netto-Nutzen von 343, 755 und 2558 Euro pro Kopf. Umgekehrt realisieren Rumänien, Malta, Portugal, Bulgarien, die Slowakei und auch Kroatien einen negativen Netto-Nutzen durch die Realisierung der F2F-Strategie, während sich für Italien Kosten und Nutzen gerade ausgleichen (siehe Abbildung 5.34).

Umgekehrt profitieren die deutschen Landwirte mit einer Einkommenssteigerung von 285 Euro pro ha überdurchschnittlich im Vergleich zu 222 Euro pro ha im EU-Durchschnitt. Allerdings gibt es hier mit Belgien, den Niederlanden, Dänemark und auch Frankreich noch erheblich stärkere Profiteure

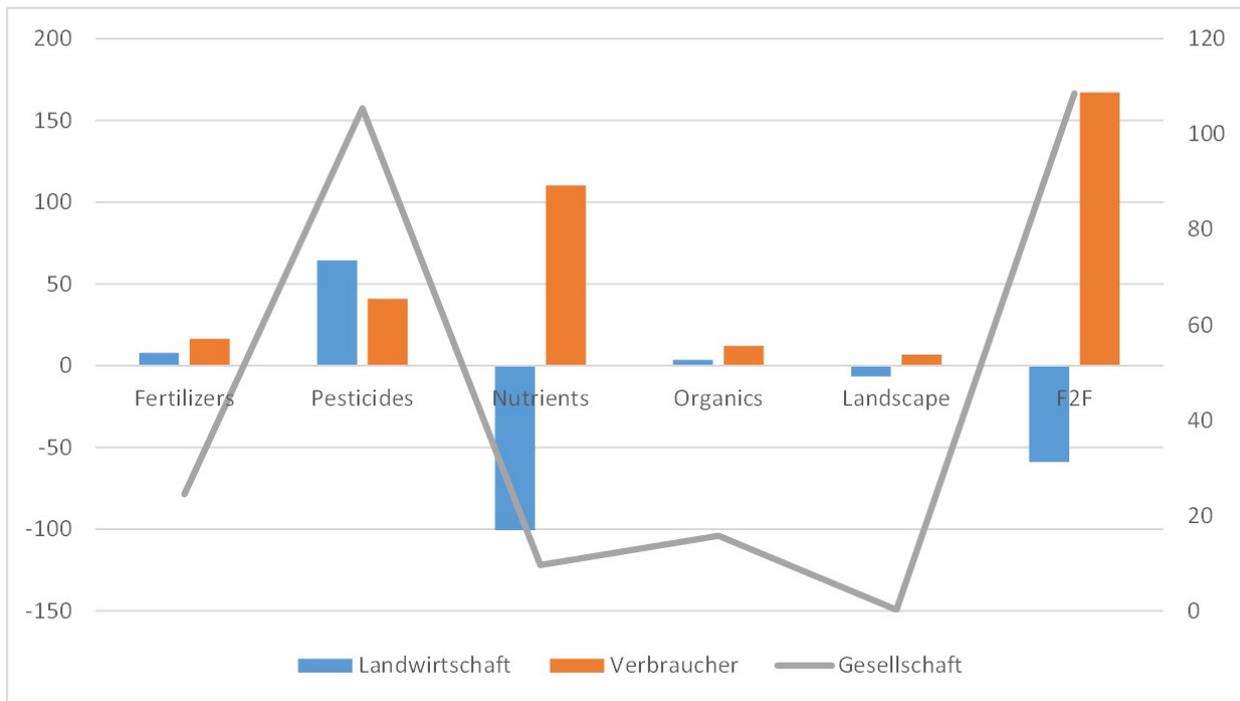


Abbildung 6.23: DE: Gesellschaftliche Kosten der F2F-Maßnahmen [in Euro pro Kopf]

mit 1023, 960, 682 und 314 Euro pro ha zusätzlichem landwirtschaftlichen Einkommen, das durch die Implementierung der F2F-Strategie realisiert werden würde.



# Kapitel 7

## F2F-Auswirkungen: Bundesländer

Interessant ist, wie die F2F-Strategie auf die Landwirtschaft in den einzelnen Bundesländern innerhalb von Deutschland wirkt. Da das CAPRI-Modell den Agrarsektor auf NUTS2-Ebene, d.h. auf Regierungsbezirksebene für jedes EU-Mitgliedsland, modelliert, können zentrale Ergebnisse hinsichtlich der Wirkung der F2F-Strategie für die einzelnen Bundesländer analysiert werden. Grundsätzlich sind dabei sehr detaillierte Analysen auf der Bundesländerebene möglich. In diesem Report sollen die Analysen aber auf die zentralen Auswirkungen der F2F-Strategie beschränkt bleiben<sup>1</sup>.

In dem folgenden Abschnitt werden konkret die Auswirkungen der F2F-Strategie auf die Produktion, die Ökosystemleistungen sowie die Wohlfahrt in den einzelnen Bundesländern analysiert.

### 7.1 Produktion

Wie in den Abbildungen 7.1 - 7.4 zu sehen ist, ergibt sich ein heterogenes Bild hinsichtlich der Wirkung der F2F-Strategie auf die Produktion in den einzelnen Bundesländern.

Für Getreide bewegt sich die Reduktion der Anbauflächen zwischen +8,4% in Bayern bzw. +7,4% in Sachsen und -16,5% in Brandenburg bzw. -11% im Saarland, während die Produktionsmengen für alle Bundesländer zurückgehen mit Änderungsraten, die zwischen -10% bzw. -8% in Bayern bzw. Sachsen und -36% bzw. -32% in Brandenburg bzw. im Saarland liegen (siehe Abbildung 7.1).

Analog bewirkt die Umsetzung der F2F-Strategie eine Reduktion der Produktionsmengen für Ölsaaten, die zwischen -14% im Saarland und -41% in Schleswig-Holstein variiert, wobei die Anbauflächen für Ölsaaten nur in Sachsen um +1% steigen und in allen anderen Bundesländern zwischen -3,1% (Rheinland-Pfalz) und -22,6% (Schleswig-Holstein) reduziert werden.

Hinsichtlich der Rindfleischproduktion lässt sich ebenfalls ein heterogenes Anpassungsmuster an die F2F-Strategie in den einzelnen Bundesländern beobachten. Die Tierzahlen reduzieren sich zwischen -14% in Mecklenburg-Vorpommern und -47% in Sachsen, während diese in Bayern um -26% reduziert werden. Die Rindfleischproduktion wird zwischen -7,6% in Mecklenburg-Vorpommern und -28% in Schleswig-Holstein reduziert. In Bayern bewirkt die Umsetzung der F2F-Strategie eine Reduktion der Rindfleischproduktion, die mit -21% der durchschnittlichen Anpassung in Deutschland entspricht.

---

<sup>1</sup>Detaillierte Auswertungen auf NUTS2-Ebene können aber für Deutschland wie auch für alle anderen EU-Mitgliedsländer auf Anfrage grundsätzlich auf der Grundlage der durchgeführten Simulationen erstellt werden.



Abbildung 7.1: DE Bundesländer: Produktionsumfang Getreide [in 1000 ha and heads bzw. Mio. constant Euro]



Abbildung 7.2: DE Bundesländer: Produktionsumfang – Ölsaaten [in 1000 ha and heads bzw. Mio. constant Euro]

Für Milch ergibt sich ein deutlich geringerer Produktionseffekt, der auch mit -0,4% in Mecklenburg-Vorpommern und -12,4% in Schleswig-Holstein deutlich geringer zwischen den einzelnen Bundesländern schwankt. Die Tierzahlen in der Milchproduktion werden mit -7,9% in Brandenburg und -20,7% in Schleswig-Holstein allgemein stärker angepasst als die Milchproduktion.

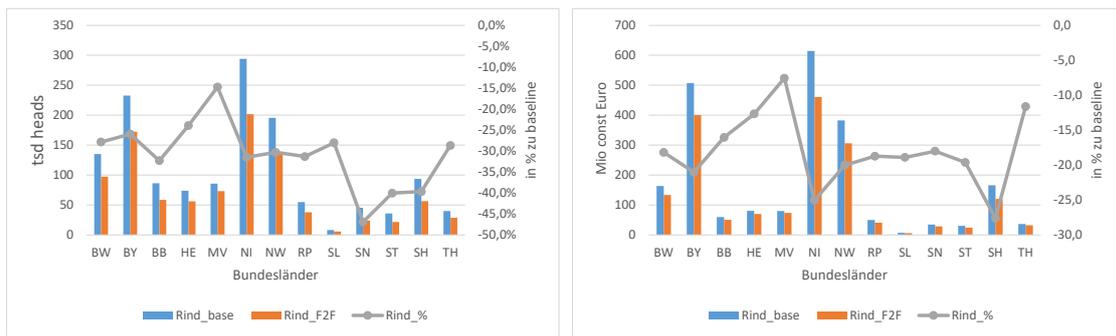


Abbildung 7.3: DE Bundesländer: Produktionsumfang – Rindfleisch [in 1000 ha and heads bzw. Mio. constant Euro]



Abbildung 7.4: DE Bundesländer: Produktionsumfang – Milchprodukte [in 1000 ha and heads bzw. Mio. constant Euro]

Für Obst & Gemüse (nicht explizit graphisch dargestellt) ergeben sich ähnliche Anpassungen wie für Milch, d.h. relativ geringere Produktionseffekte, die homogen zwischen den Bundesländern verteilt sind. So variieren die Anpassungsraten zwischen -10,6% (Sachsen-Anhalt) und -12,9% (Schleswig-Holstein). In Rheinland-Pfalz und Bayern reduziert sich die Obst & Gemüseproduktion (einschließlich Wein) um -11% bzw. -11,7%. Die Anbaufläche für Obst & Gemüse wird durch die F2F-Strategie nur sehr geringfügig mit Änderungsraten, die allgemein unter -1% liegen, angepasst. Letzteres gilt

auch für Futterpflanzen (ebenfalls nicht graphisch dargestellt), für die sich allerdings anders als für Obst & Gemüse signifikante Reduktionen in den Produktionsmengen ergeben. Diese sind besonders hoch in Schleswig-Holstein (-28%), Brandenburg (-27%), Bayern (-25%) und Baden-Württemberg (-26%), während diese in Mecklenburg-Vorpommern (-16,5%) und Sachsen-Anhalt (-14%) relativ gering ausfallen.

## 7.2 Ökosystemleistungen

### 7.2.1 Stickstoff-Bilanz und Wasserqualität

In den Abbildungen 7.5 und 7.6 ist die mit den F2F-Maßnahmen induzierte Reduktion der N-Bilanz für die einzelnen Bundesländern dargestellt.

Konstruktionsgemäß wird die N-Bilanz in allen Bundesländern gegenüber dem *baseline* Szenario um 50% reduziert. Aufgrund der unterschiedlich hohen N-Fracht in der *baseline* impliziert dies eine Reduktion, die zwischen -22 N kg/ha LF (in Thüringen) und -50 N kg/ha (in Nordrhein-Westfalen) variiert<sup>2</sup> (siehe Abbildung 7.5).

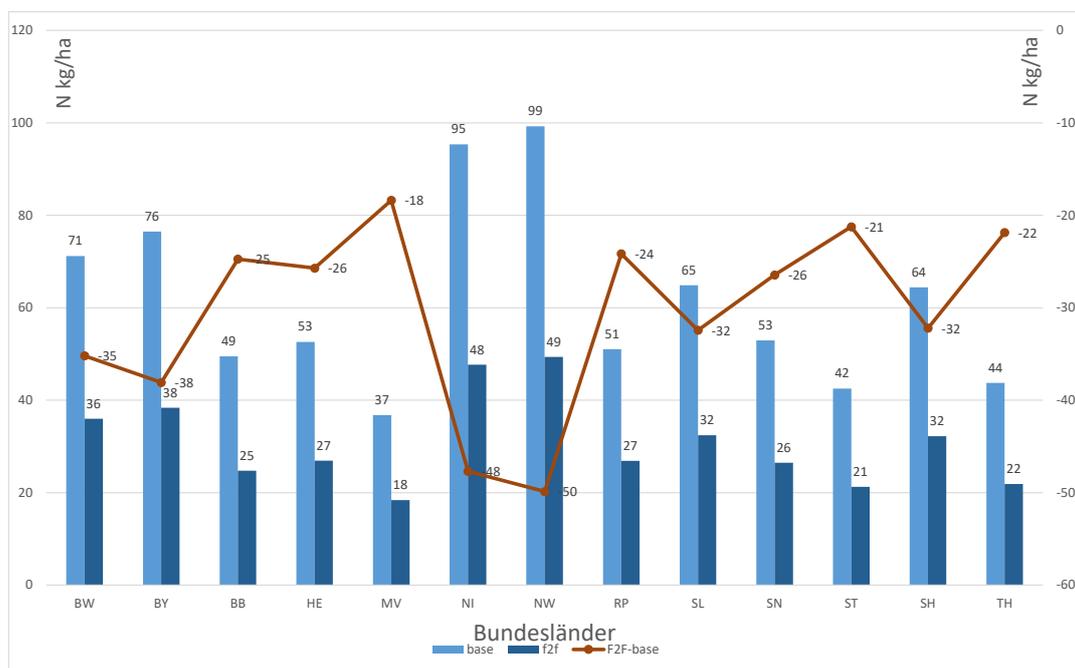


Abbildung 7.5: BL: Ökosystemleistungen - N-Bilanz, in N kg/ha

Vergleicht man die einzelnen F2F-Maßnahmen, so ergibt sich grundsätzlich eine homogenes Bild für die einzelnen Bundesländer, das gerade dem bereits im Abschnitt 6.4 für Gesamt-Deutschland dargestellten Muster entspricht. Neben der direkten Reduktion der N-Bilanz um 50% führt nur noch die Reduktion des mineralischen Düngereinsatzes um 20% zu einer nennenswerten Reduktion der N-Bilanz von über -10%, während alle anderen individuellen F2F-Maßnahmen eher geringe Effekte von unter -10% auf die N-Fracht ausüben. Insbesondere führt die Erhöhung des ökologischen

<sup>2</sup>Die absoluten N-Bilanzen in der *baseline* ergeben sich dabei aus der Kalibrierung des CAPRI-Modells, die im Wesentlichen anhand der Eurostat-Statistik erfolgt. Tatsächlich weist die Eurostat-Statistik im Vergleich zu anderen nationalen statistischen Erhebungen bzw. Studien z.T. abweichende N-Bilanzen aus. Unter anderem gilt dies für Deutschland bzw. für einzelnen Bundesländer, für die nationale Statistiken deutlich höhere N-Bilanzen von über 90 N kg/ha statt 68 N kg/ha ausweisen (siehe z.B. Henning et al. (2019)). Insbesondere weisen Henning et al. (2019) auch eine deutlich höhere N-Bilanz von 93 N kg/ha für das Bundesland Schleswig-Holstein aus. Grundsätzlich ist die simulierte Wirkung der F2F-Strategie aber unabhängig von dem absoluten Niveau der N-Bilanz in der *baseline*, sodass die ausgewiesenen Ergebnisse grundsätzlich verlässliche Aussagen zulassen. Trotzdem sind in diesem Zusammenhang sicherlich noch weitere Forschungsaktivitäten notwendig.

Landbaus auf 25% in allen Bundesländern (wie auch in Gesamt-Deutschland und der gesamten EU) zu keiner signifikanten Reduktion der N-Bilanz mit einer relativen N-Reduktion von unter -10% für die Mehrheit der Bundesländer. Eine Ausnahme stellt hier Mecklenburg-Vorpommern und auch Rheinland-Pfalz dar, für die sich eine Reduktion um über -10% ergibt. Allerdings liegt diese auch in diesen Bundesländern klar unter -15%. Die Reduktion des Pestizideinsatzes wie auch die Erhöhung der ökologischen Vorrangflächen führen ebenfalls in allen Bundesländern zu einer sehr geringen Reduktion der N-Bilanz von unter -5% (siehe Abbildung 7.6).

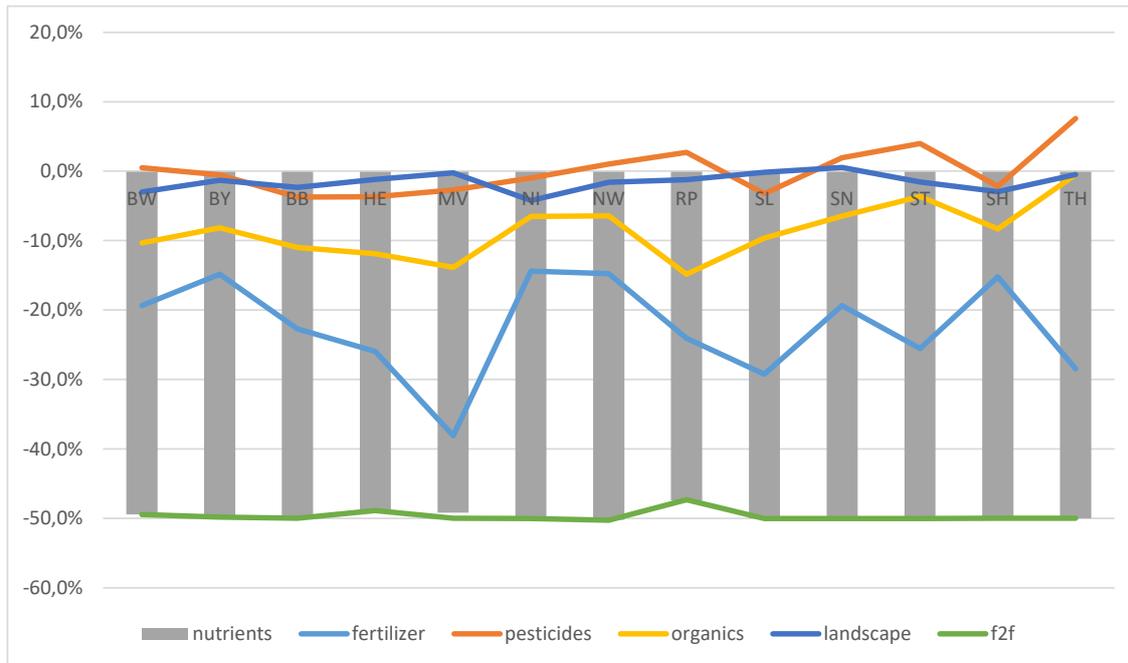


Abbildung 7.6: BL: Ökosystemleistungen - N-Bilanz, % Änderung zur baseline

## 7.2.2 THG-Emissionen und Klimaschutz

In Abbildung 7.7 ist der Rückgang der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft in den Bundesländern für die Umsetzung der kompletten F2F-Strategie aufgeführt.

Wie aus der Abbildung 7.7 zu ersehen ist, führt die komplette Implementation der F2F-Strategie in allen Bundesländern zu einer signifikanten Reduktion der THG-Emissionen. Das Global Warming Potential (GWP) pro Hektar reduziert sich zwischen -15% in Mecklenburg-Vorpommern und -28% in Schleswig-Holstein sowie Brandenburg. Die absoluten THG-Emissionen variieren dabei zwischen 1,7 t CO<sub>2</sub>eq. pro ha in Thüringen und 5,1 t CO<sub>2</sub>eq. pro ha in Nordrhein-Westfalen, wobei das absolute THG-Emissionsniveau stark von der Produktionsstruktur eines Bundeslandes abhängt. Je höher der Anteil der intensiven Tierproduktion, insbesondere der Milch- und Rindfleischproduktion, desto höher sind c.p. die THG-Emissionen pro Hektar. Entsprechend ergeben sich relativ hohe THG-Emissionen pro Hektar für Schleswig-Holstein, Niedersachsen und auch Bayern und relativ geringe THG-Emissionen in Rheinland-Pfalz, Thüringen und Hessen.

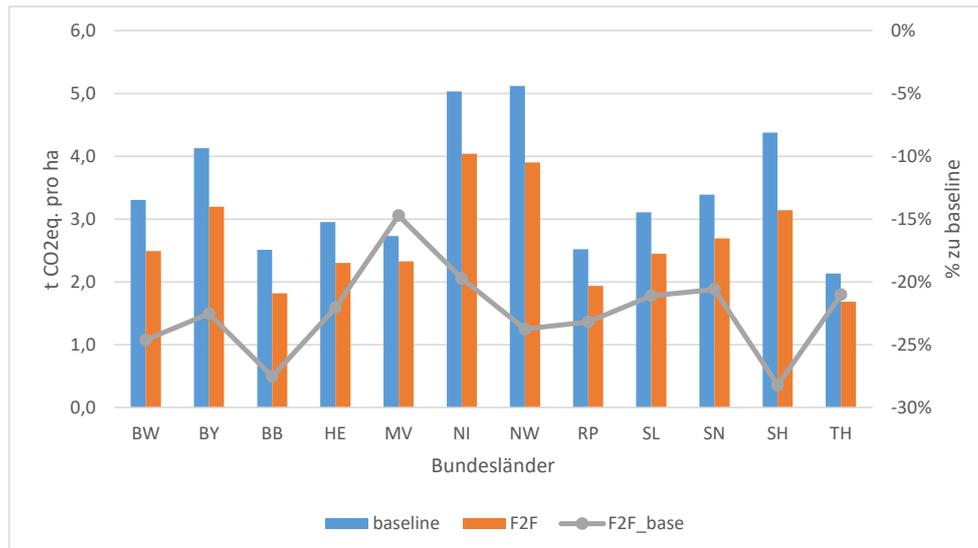


Abbildung 7.7: BL: Ökosystemleistungen - THG-Emission [t CO<sub>2</sub>eq. pro ha]

Neben den direkten THG-Emissionen der Landwirtschaft ist auch die THG-Bilanz des LULUCF-Sektors<sup>3</sup> relevant für die umfassende Bewertung der Auswirkung der F2F-Strategie auf die THG-Bilanz der Landwirtschaft. Diese kann grundsätzlich auch für die Bundesländer mit dem CAPRI-Modell ausgewiesen werden. Aus Platzgründen sollen die detaillierten LULUCF-Effekte in den Bundesländern im Rahmen dieser Studie nicht weiter analysiert werden.

### 7.2.3 Biodiversität

Abbildung 7.8 stellt den BFP-Index für die einzelnen Bundesländer für die *baseline* und das komplette F2F-Szenario dar<sup>4</sup>. Es ist zu beachten, dass die absolute Änderung des BFP-Index auf der rechten Achse, der absolute BFP-Index-Wert auf der linken Achse abgetragen sind.

Betrachtet man zunächst die Entwicklung des Gesamtindex, so führt die Implementation der kompletten F2F-Strategie in allen Bundesländern außer dem Saarland und Baden-Württemberg zu einer Steigerung des BFP-Index, die zwischen 0,01 (Schleswig-Holstein) und 0,08 (Nordrhein-Westfalen) variiert. Dies entspricht einer relativen Steigerung zwischen 1,8% (Schleswig-Holstein) und 17,8% (Nordrhein-Westfalen). Interessant ist, dass die höchste absolute und relative Steigerung sich für Nordrhein-Westfalen ergibt, das in der *baseline* mit einem BFP-Index von 0,46 das niedrigste Biodiversitätsniveau aufweist.

Vergleicht man den BFP-Index für die einzelnen F2F-Szenarien, so ergibt sich hinsichtlich der Wirkung der einzelnen F2F-Maßnahmen ein relativ homogenes Bild für die Bundesländer. Neben der

<sup>3</sup>Land Use Land Use Change Forest (LULUCF) umfasst CO<sub>2</sub>-Freisetzung bzw. CO<sub>2</sub>-Einlagerungen durch Umwandlung von Wald oder Mooregebieten in landwirtschaftliche Nutzfläche bzw. umgekehrt.

<sup>4</sup>Wie bereits in Abschnitt 5.4 ausgeführt, ist der Einfluss der landwirtschaftlichen Produktion auf die Biodiversität beim heutigen Stand der Wissenschaft nicht einfach zu messen und entsprechend auch nicht einfach zu modellieren. Im CAPRI-Modell erfolgt dies approximativ mit einem speziell entwickelten Biodiversitätsindex (**Biodiversity Friendly Produktion Index (BFP)**), der zwischen 0 und 1 liegt.

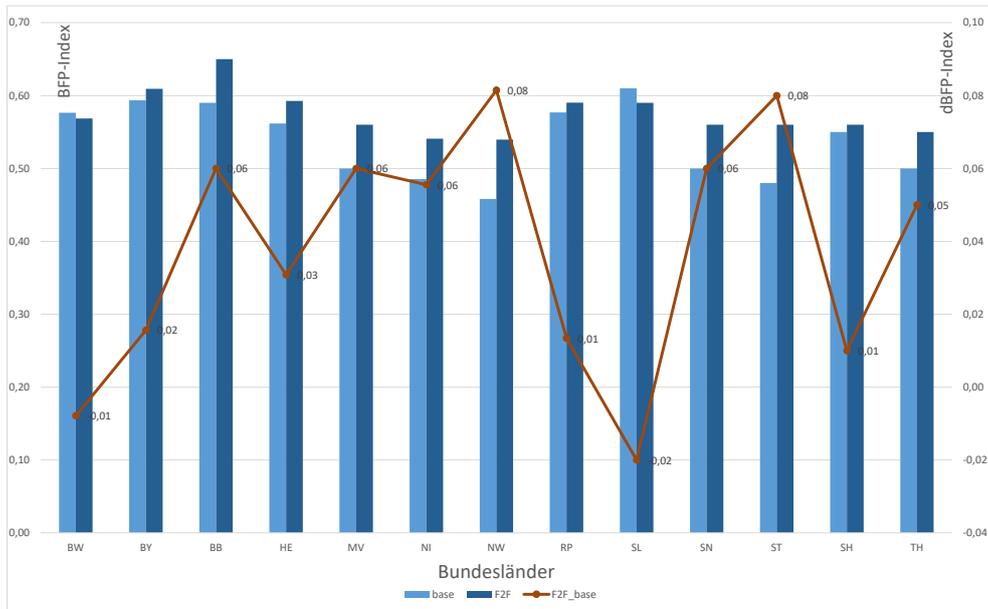


Abbildung 7.8: BL: Ökosystemleistungen - Biodiversität [in BFP-index], total



Abbildung 7.9: BL: Ökosystemleistungen - Biodiversität [in BFP-index], % Änderung zur baseline

Erhöhung der ökologischen Vorrangfläche auf 10% wirkt sich die Reduktion des mineralischen Düngereinsatzes relativ positiv auf die Biodiversität aus. Geringe Effekte auf die Biodiversität ergeben sich durch die Erhöhung des ökologischen Landbaus, dies gilt mit leichten Varianzen für alle Bundesländer.

Im Vergleich zur gesamten EU ergibt sich für alle Bundesländer bereits in der *baseline* ein relativ geringes Biodiversitätsniveau, das zwischen 10%-knapp 30% unterhalb des EU-Durchschnitts liegt. Dieser relative Unterschied wird auch durch die F2F-Strategie nicht ausgeglichen.

## 7.3 Wohlfahrt

### 7.3.1 Wohlfahrt der Landwirte

Abbildung 7.10 und 7.11 stellen die absolute und relative Änderungen der durchschnittlichen landwirtschaftlichen Einkommen in den einzelnen Bundesländern dar, die durch die komplette Umsetzung der F2F-Strategie induziert werden.

Wie aus der Abbildung 7.10 zu erkennen ist, führt die Implementation der kompletten F2F-Strategie in allen Bundesländern außer Rheinland-Pfalz zu einer Steigerung der landwirtschaftlichen Einkommen, die allerdings erheblich zwischen den Bundesländern variiert. Konkret ergibt sich eine hohe Einkommenssteigerung in Niedersachsen (+700 Euro/ha), Nordrhein-Westfalen (+574 Euro/ha), Sachsen (+413 Euro/ha) sowie Schleswig-Holstein (+388 Euro/ha), während die Einkommen der Landwirte in Hessen (+23 Euro/ha), im Saarland (+65 Euro/ha) sowie Mecklenburg-Vorpommern (+133 Euro/ha) nur unterdurchschnittlich zunehmen und in Rheinland-Pfalz sogar um -105 Euro/ha abnehmen.

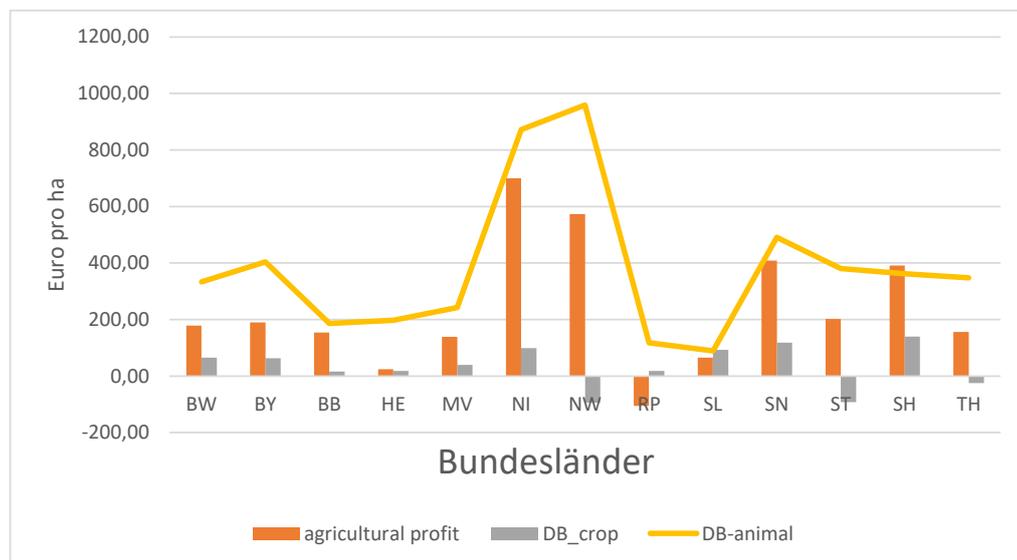


Abbildung 7.10: BL: F2F induzierte Wohlfahrtsänderungen für Landwirte [in Euro pro ha], Änderung zur baseline

Betrachtet man Abbildung 7.11, erkennt man, dass durch die Umsetzung der F2F-Strategie vor allem die Deckungsbeiträge der Tierproduktion im Vergleich zu den Deckungsbeiträgen der Pflanzenproduktion in allen Bundesländern stark ansteigen. Entsprechend können hohe Einkommenssteigerungen vor allem in Bundesländern mit einem relativ hohen Anteil der tierischen Produktion beobachtet werden. Allerdings ergeben sich auch innerhalb der Tier- bzw. Pflanzenproduktion deutliche Unterschiede zwischen den Bundesländern. Beispielsweise steigen die Deckungsbeiträge der tierischen Produktion relativ stark in Nordrhein-Westfalen mit +224% an. Dies gilt auch für Niedersachsen mit +143% und Sachsen-Anhalt mit +105%, während die Deckungsbeiträge der Tierproduktion in Schleswig-Holstein (+39%), Saarland (+15%), sowie Rheinland-Pfalz (+27%) nur relativ moderat ansteigen. Analog steigen die Deckungsbeiträge der Pflanzenproduktion relativ stark im Saarland mit +24%

wie auch Schleswig-Holstein mit +22%. Allgemein steigen die Einkommen der Landwirte relativ stärker in den Bundesländern an, die bereits in der *baseline* überdurchschnittlich hohe Einkommen pro Hektar erzielen. Dies sind vor allem Niedersachsen und auch Nordrhein-Westfalen, aber auch Schleswig-Holstein und Sachsen (siehe Abbildungen 7.10 und 7.11).

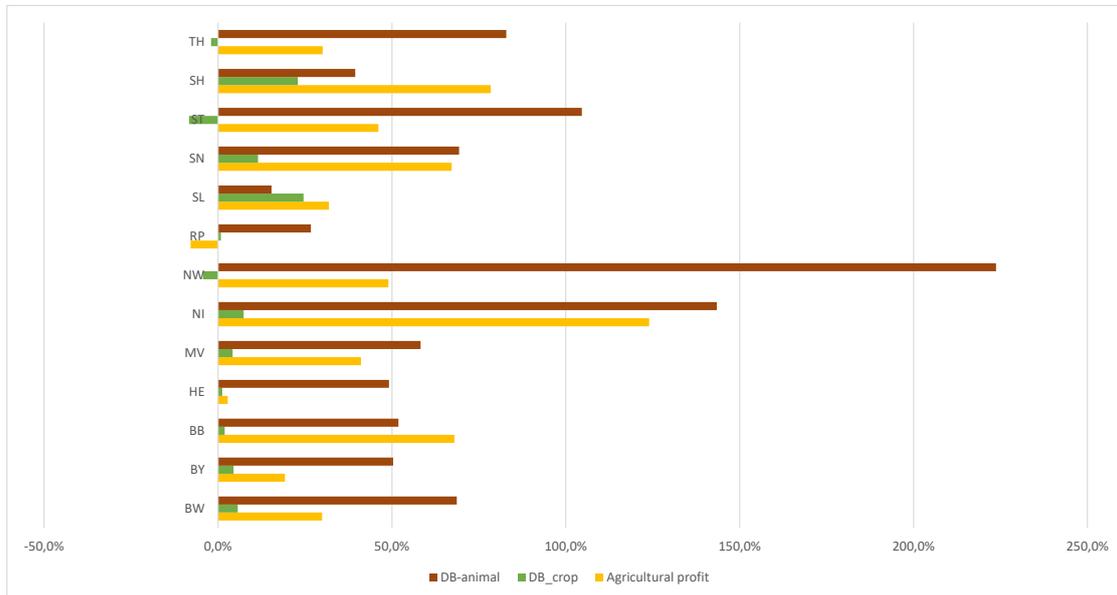


Abbildung 7.11: BL: F2F induzierte Wohlfahrtsänderungen für Landwirte [in Euro pro ha], % Änderung zur baseline

# Kapitel 8

## Anhang

### 8.1 Detaillierte Ergebnistabellen: Europäische Union

#### 8.1.1 Produktion

##### 8.1.1.1 Ergebnisse für die F2F-Szenarien

**Szenarienbeschreibung** Für genauere Erläuterungen zu den Szenarien, siehe Kapitel 2.

- baseline: Basisszenario
- fertilizer: Reduktion des Einsatzes von Düngemitteln um min. 20%
- pesticides: Risiko und Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel und gefährlicher PSM soll um 50% verringert werden
- nutrients: Reduktion des Verlustes an Nährstoffen um 50%
- organics: Mindestens 25% der landwirtschaftlichen Flächen sollen ökologisch/biologisch bewirtschaftet werden
- landscape: Mindestens 10% der landwirtschaftlichen Flächen sollen Landschaftselemente mit großer biologischer Vielfalt aufweisen
- f2f: Farm to Fork Szenario

#### Legende

- ha/heads: Hectares or herd size - [1000 ha or hds]
- yield: Yield in [kg, Const EU or 1/1000 head/ha]
- supply: Supply [1000 t, 1000 ha or Mio. Const EU]

Tabelle 8.1: EU: Produktion – base, fertilizer, pesticides, nutrients

	baseline			fertilizer			pesticide			nutrients		
	ha/heads	yld	supply									
<b>Utilized agricultural area</b>	<b>161444</b>	<b>1388</b>	<b>224090</b>	<b>161383</b>	<b>1359</b>	<b>219336</b>	<b>160686</b>	<b>1244</b>	<b>199839</b>	<b>166254</b>	<b>1263</b>	<b>209939</b>
<b>Cereals</b>	<b>52175</b>	<b>1051</b>	<b>54820</b>	<b>51433</b>	<b>1030</b>	<b>52986</b>	<b>51595</b>	<b>957</b>	<b>49387</b>	<b>54457</b>	<b>937</b>	<b>51014</b>
Soft wheat	21301	6214	132373	20618	6105	125869	20734	5703	118246	22359	5787	129402
Durum wheat	2325	3721	8649	2265	3657	8283	2144	3306	7087	2479	3149	7807
Rye and Meslin	2163	4067	8797	2283	3962	9044	2391	3754	8977	2371	3459	8201
Barley	10579	5236	55398	10548	5135	54169	10371	4806	49847	11414	4757	54297
Oats	3469	3440	11934	3642	3447	12553	3750	3161	11855	3961	2957	11710
Grain Maize	8631	7685	66329	8468	7629	64603	8312	7158	59500	7658	6772	51860
Other cereals	3327	4519	15035	3229	4437	14327	3511	4139	14530	3846	4147	15951
Paddy rice	380	7307	2777	381	7293	2782	382	6578	2510	369	6768	2498
<b>Oilseeds</b>	<b>11362</b>	<b>1153</b>	<b>13096</b>	<b>11172</b>	<b>1126</b>	<b>12576</b>	<b>11135</b>	<b>1039</b>	<b>11568</b>	<b>11435</b>	<b>1096</b>	<b>12529</b>
Rape	5827	3201	18651	5787	3087	17868	5778	2857	16510	5917	3051	18053
Sunflower	4347	2385	10365	4169	2361	9842	4283	2187	9367	4513	2284	10308
Soya	912	3036	2769	939	2986	2805	798	2735	2183	729	2738	1997
Other oils	277	1420	393	277	1415	391	277	1278	354	277	1409	390
<b>Other arable crops</b>	<b>5699</b>	<b>3898</b>	<b>22218</b>	<b>5752</b>	<b>3750</b>	<b>21566</b>	<b>5259</b>	<b>3493</b>	<b>18368</b>	<b>5832</b>	<b>3572</b>	<b>20835</b>
Pulses	1670	1913	3195	1757	1890	3322	1665	1722	2867	2141	1672	3581
Potatoes	1100	38591	42462	1073	37297	40030	935	35947	33611	1136	37070	42112
Sugar Beet	1459	74822	109154	1450	72947	105791	1196	66365	79397	1082	66890	72398
Flax and hemp	346	2931	1015	347	2943	1022	340	2613	888	349	2898	1012
Tobacco	40	2616	105	40	2604	105	39	2344	91	40	2561	102
Other industrial crops	130	19022	2472	130	18711	2431	130	17138	2227	130	18798	2442
Other crops	954	5372	5123	954	5338	5091	954	4833	4609	954	5327	5080
<b>Vege. and Perm. crops</b>	<b>14013</b>	<b>7677</b>	<b>107579</b>	<b>14013</b>	<b>7572</b>	<b>106112</b>	<b>13896</b>	<b>6913</b>	<b>96056</b>	<b>14128</b>	<b>7519</b>	<b>106233</b>
Tomatoes	254	73804	18761	252	72614	18271	250	65935	16510	254	72332	18374
Other Vegetables	1629	30408	49536	1614	29422	47492	1648	27320	45025	1636	29868	48858
Apples Pears and Peaches	483	23635	11418	483	23492	11342	474	21152	10032	483	23308	11249
Other Fruits	2127	7390	15718	2155	7337	15809	2105	6615	13927	2132	7283	15531
Citrus Fruits	509	21632	11014	509	21610	10997	499	19316	9638	508	21215	10773
Table Grapes	87	17861	1556	87	17817	1551	83	15874	1318	87	17558	1526
Olives for oil	5376	2880	15481	5367	2879	15450	5319	2583	13740	5467	2836	15504
Table Olives	298	3132	932	298	3130	931	298	2818	839	298	3088	919
Wine	2650	6023	15958	2649	6004	15907	2619	5390	14115	2663	5940	15819
Nurseries	309	42196	13050	309	41767	12917	309	37984	11747	309	41736	12907
Flowers	131	112689	14801	131	111370	14628	131	101416	13320	131	111090	14591

Fortsetzung auf der nächsten Seite

	baseline			fertilizer			pesticide			nutrients		
	ha/heads	yld	supply									
New energy crops (ligneous)	160	250	40	160	249	40	160	225	36	160	247	39
<b>Fodder activities</b>	<b>67923</b>	<b>388</b>	<b>26376</b>	<b>68245</b>	<b>382</b>	<b>26096</b>	<b>68152</b>	<b>359</b>	<b>24460</b>	<b>64155</b>	<b>301</b>	<b>19328</b>
Fodder maize	6564	49616	325690	6499	48470	315005	7251	44984	326165	7581	45432	344437
Fodder root crops	307	27356	8399	308	27013	8317	323	24800	8004	374	23441	8768
Fodder other on arable land	13120	25247	331229	13506	24987	337491	12647	22572	285458	8108	21921	177748
Gras and grazings extensive	24005	13938	334576	24600	13820	339962	22175	12478	276702	43430	13813	599885
Gras and grazings intensive	23927	31878	762721	23332	31614	737617	25757	28848	743050	4660	30743	143279
Set aside and fallow land	10217			10521			10278			14818		
Set-aside voluntary	3015			3036			3082			4838		
Fallow land	7202			7485			7196			9981		
Set-aside cropland <sup>1</sup>	18			104			246			760		
Set-aside grassland <sup>2</sup>	38			143			126			668		
Winter cover catch crop	7867			7646			21257			354		
<b>All cattle activities</b>	<b>50961</b>	<b>1415</b>	<b>72128</b>	<b>50748</b>	<b>1414</b>	<b>71767</b>	<b>49689</b>	<b>1434</b>	<b>71231</b>	<b>40725</b>	<b>1633</b>	<b>66500</b>
Dairy Cows high yield	9529	10242	97595	9540	10248	97760	9465	10247	96990	9277	10256	95141
Dairy Cows low yield	9518	6100	58063	9516	6104	58085	9426	6103	57525	9099	6113	55624
Other Cows	10980	405	4445	10907	405	4413	10363	404	4192	4808	406	1953
Heifers breeding	6684	1000	6684	6694	1000	6694	6492	1000	6492	5302	1000	5302
Heifers fattening high weight	1530	360	551	1485	361	536	1485	360	535	1230	356	438
Heifers fattening low weight	1522	236	358	1457	236	344	1484	235	349	1127	233	262
Male adult cattle high weight	3838	396	1520	3783	396	1499	3735	396	1479	3311	395	1308
Male adult cattle low weight	3839	261	1002	3769	261	983	3736	261	975	3215	261	838
Raising male calves	7621	1000	7621	7605	1000	7605	7468	1000	7468	6576	1000	6576
Raising female Calves	9717	1000	9717	9717	1000	9717	9460	1000	9460	7719	1000	7719
Fattening male calves	4698	134	631	4610	134	619	4557	134	612	2897	141	409
Fattening female calves	2339	165	385	2232	165	369	2301	165	379	1532	173	266
Beef meat activities	15511	944	14647	15322	936	14343	14832	960	14246	9354	1299	12147
Other Cows	10980	405	4445	10907	405	4413	10363	404	4192	4808	406	1953
Heifers fattening high weight	1530	360	551	1485	361	536	1485	360	535	1230	356	438
Heifers fattening low weight	1522	236	358	1457	236	344	1484	235	349	1127	233	262
Male adult cattle high weight	3838	396	1520	3783	396	1499	3735	396	1479	3311	395	1308
Male adult cattle low weight	3839	261	1002	3769	261	983	3736	261	975	3215	261	838
<b>All Dairy</b>	<b>35451</b>	<b>1621</b>	<b>57481</b>	<b>35425</b>	<b>1621</b>	<b>57424</b>	<b>34857</b>	<b>1635</b>	<b>56985</b>	<b>31371</b>	<b>1733</b>	<b>54353</b>
Dairy Cows high yield	9529	10242	97595	9540	10248	97760	9465	10247	96990	9277	10256	95141
Dairy Cows low yield	9518	6100	58063	9516	6104	58085	9426	6103	57525	9099	6113	55624

Fortsetzung auf der nächsten Seite

<sup>1</sup>Set-aside of former cropland on histosols

<sup>2</sup>Set-aside of former grassland on histosols

	baseline			fertilizer			pesticide			nutrients		
	ha/heads	yld	supply									
Heifers breeding	6684	1000	6684	6694	1000	6694	6492	1000	6492	5302	1000	5302
Raising male calves	7621	1000	7621	7605	1000	7605	7468	1000	7468	6576	1000	6576
Raising female Calves	9717	1000	9717	9717	1000	9717	9460	1000	9460	7719	1000	7719
Fattening male calves	4698	134	631	4610	134	619	4557	134	612	2897	141	409
Fattening female calves	2339	165	385	2232	165	369	2301	165	379	1532	173	266
<b>Other animals</b>	<b>43597</b>	<b>1860</b>	<b>81079</b>	<b>43645</b>	<b>1856</b>	<b>80983</b>	<b>43007</b>	<b>1860</b>	<b>79981</b>	<b>36469</b>	<b>1919</b>	<b>69990</b>
Pig fattening	258331	88	22646	258346	88	22641	255594	88	22394	219313	87	19119
Pig Breeding	11378	23147	263369	11484	23166	266036	11253	23158	260594	9724	23257	226152
Milk Ewes and Goat	55353	83	4586	55046	83	4563	53783	83	4464	43237	84	3646
Sheep and Goat fattening	31111	13	420	31115	14	420	30590	14	413	24710	14	340
Laying hens	470	15853	7455	470	15844	7442	463	15849	7330	410	15908	6526
Poultry fattening	6381	2079	13266	6367	2078	13233	6262	2081	13029	5494	2090	11481
Other animals	28	176110	5014	28	176110	5014	28	176110	5014	28	176110	5014
Pasture	47970	246	11822	48075	242	11610	48058	229	10987	48759	164	8007
Arable land	113474	1871	212267	113308	1833	207726	112628	1677	188852	117495	1719	201932
All agricultural activities	263870	1430	377297	263422	1413	372086	274639	1278	351051	243802	1421	346428

Tabelle 8.2: EU: Produktion – base, organics, landscape, f2f

	baseline			organics			landscape			f2f		
	ha/heads	yld	supply									
<b>Utilized agricultural area</b>	<b>161444</b>	<b>1388</b>	<b>224090</b>	<b>161189</b>	<b>1343</b>	<b>216510</b>	<b>163412</b>	<b>1332</b>	<b>217672</b>	<b>168080</b>	<b>1093</b>	<b>183637</b>
<b>Cereals</b>	<b>52175</b>	<b>1051</b>	<b>54820</b>	<b>51522</b>	<b>1021</b>	<b>52627</b>	<b>47195</b>	<b>1078</b>	<b>50858</b>	<b>50832</b>	<b>848</b>	<b>43108</b>
Soft wheat	21301	6214	132373	20951	6023	126191	19512	6349	123882	20863	5242	109375
Durum wheat	2325	3721	8649	2201	3562	7839	1892	3786	7163	2166	2746	5947
Rye and Meslin	2163	4067	8797	2259	3879	8762	1809	4169	7542	2437	3091	7533
Barley	10579	5236	55398	10404	5086	52919	9643	5268	50803	10453	4241	44328
Oats	3469	3440	11934	3582	3327	11916	3142	3506	11015	3877	2663	10324
Grain Maize	8631	7685	66329	8522	7648	65180	8035	7899	63466	7040	6410	45126
Other cereals	3327	4519	15035	3225	4310	13899	2788	4581	12774	3627	3710	13454
Paddy rice	380	7307	2777	379	7291	2764	375	7325	2746	370	6286	2326
<b>Oilseeds</b>	<b>11362</b>	<b>1153</b>	<b>13096</b>	<b>11243</b>	<b>1114</b>	<b>12519</b>	<b>10690</b>	<b>1157</b>	<b>12369</b>	<b>10680</b>	<b>982</b>	<b>10483</b>
Rape	5827	3201	18651	5894	3058	18026	5573	3202	17846	5725	2689	15391
Sunflower	4347	2385	10365	4201	2321	9751	4042	2399	9696	4115	2082	8565
Soya	912	3036	2769	871	2947	2567	798	3041	2427	563	2435	1372
Other oils	277	1420	393	277	1419	392	277	1418	392	277	1296	359
<b>Other arable crops</b>	<b>5699</b>	<b>3898</b>	<b>22218</b>	<b>5633</b>	<b>3828</b>	<b>21562</b>	<b>5327</b>	<b>4059</b>	<b>21622</b>	<b>5218</b>	<b>3352</b>	<b>17488</b>
Pulses	1670	1913	3195	1662	1829	3039	1436	1852	2660	1833	1454	2666
Potatoes	1100	38591	42462	1095	37037	40564	1081	38671	41802	993	33422	33204
Sugar Beet	1459	74822	109154	1403	73475	103111	1355	74664	101198	932	61346	57188
Flax and hemp	346	2931	1015	349	2939	1026	331	2934	971	336	2691	905
Tobacco	40	2616	105	40	2607	105	40	2617	105	39	2374	92
Other industrial crops	130	19022	2472	130	18970	2465	130	19023	2472	130	17169	2231
Other crops	954	5372	5123	954	5364	5115	954	5371	5122	954	4886	4659
<b>Vege. and Perm. crops</b>	<b>14013</b>	<b>7677</b>	<b>107579</b>	<b>13982</b>	<b>7434</b>	<b>103934</b>	<b>13905</b>	<b>7714</b>	<b>107269</b>	<b>13979</b>	<b>6754</b>	<b>94411</b>
Tomatoes	254	73804	18761	254	71801	18267	254	73829	18721	251	64772	16239
Other Vegetables	1629	30408	49536	1644	29167	47964	1619	30488	49358	1661	26501	44028
Apples Pears and Peaches	483	23635	11418	480	20838	9996	481	23637	11370	471	19019	8964
Other Fruits	2127	7390	15718	2123	6840	14520	2121	7385	15666	2113	6248	13202
Citrus Fruits	509	21632	11014	506	20651	10459	508	21605	10980	497	18797	9348
Table Grapes	87	17861	1556	87	17439	1512	87	17836	1549	83	15826	1321
Olives for oil	5376	2880	15481	5348	2813	15044	5299	2896	15344	5378	2572	13833
Table Olives	298	3132	932	296	3062	908	296	3134	929	294	2810	827
Wine	2650	6023	15958	2643	5788	15296	2640	6029	15914	2629	5324	13996
Nurseries	309	42196	13050	309	42139	13032	309	42165	13040	309	38201	11814
Flowers	131	112689	14801	131	112506	14777	131	112488	14775	131	101702	13358

Fortsetzung auf der nächsten Seite

	baseline			organics			landscape			f2f		
	ha/heads	yld	supply									
New energy crops (ligneous)	160	250	40	160	250	40	160	250	40	160	226	36
<b>Fodder activities</b>	<b>67923</b>	<b>388</b>	<b>26376</b>	<b>67983</b>	<b>380</b>	<b>25866</b>	<b>66084</b>	<b>387</b>	<b>25553</b>	<b>63906</b>	<b>284</b>	<b>18147</b>
Fodder maize	6564	49616	325690	6657	49082	326750	6544	49765	325650	8113	42352	343582
Fodder root crops	307	27356	8399	312	27258	8494	308	27436	8462	380	21432	8146
Fodder other on arable land	13120	25247	331229	13082	25152	329043	11300	25481	287923	7481	20238	151405
Gras and grazings extensive	24005	13938	334576	26445	13874	366909	23092	13845	319716	42572	12601	536458
Gras and grazings intensive	23927	31878	762721	21487	31909	685612	24840	32038	795828	5360	29461	157923
Set aside and fallow land	10217	0	0	10551	0	0	20211	0	0	22118	0	0
Set-aside voluntary	3015	0	0	3108	0	0	6225	0	0	7247	0	0
Fallow land	7202	0	0	7443	0	0	13985	0	0	14871	0	0
Set-aside cropland <sup>3</sup>	18	0	0	193	0	0	0	0	0	830	0	0
Set-aside grassland <sup>4</sup>	38	0	0	82	0	0	0	0	0	517	0	0
Winter cover catch crop	7867	0	0	11779	0	0	7113	0	0	21257	0	0
<b>All cattle activities</b>	<b>50961</b>	<b>1415</b>	<b>72128</b>	<b>50633</b>	<b>1417</b>	<b>71768</b>	<b>50303</b>	<b>1423</b>	<b>71588</b>	<b>39226</b>	<b>1670</b>	<b>65520</b>
Dairy Cows high yield	9529	10242	97595	9500	10247	97344	9482	10248	97171	9233	10256	94696
Dairy Cows low yield	9518	6100	58063	9487	6104	57905	9468	6104	57792	8997	6113	55004
Other Cows	10980	405	4445	10872	405	4400	10709	405	4333	4023	404	1627
Heifers breeding	6684	1000	6684	6636	1000	6636	6582	1000	6582	5116	1000	5116
Heifers fattening high weight	1530	360	551	1512	360	545	1506	360	542	1173	357	418
Heifers fattening low weight	1522	236	358	1506	236	355	1504	235	354	1069	232	248
Male adult cattle high weight	3838	396	1520	3790	396	1502	3767	396	1492	3191	395	1259
Male adult cattle low weight	3839	261	1002	3793	261	990	3775	261	985	3107	260	809
Raising male calves	7621	1000	7621	7592	1000	7592	7544	1000	7544	6347	1000	6347
Raising female Calves	9717	1000	9717	9672	1000	9672	9597	1000	9597	7416	1000	7416
Fattening male calves	4698	134	631	4657	134	625	4635	134	622	2740	142	389
Fattening female calves	2339	165	385	2311	165	381	2316	165	382	1455	174	254
Beef meat activities	15511	944	14647	15346	943	14472	15174	949	14395	8501	1373	11668
Other Cows	10980	405	4445	10872	405	4400	10709	405	4333	4023	404	1627
Heifers fattening high weight	1530	360	551	1512	360	545	1506	360	542	1173	357	418
Heifers fattening low weight	1522	236	358	1506	236	355	1504	235	354	1069	232	248
Male adult cattle high weight	3838	396	1520	3790	396	1502	3767	396	1492	3191	395	1259
Male adult cattle low weight	3839	261	1002	3793	261	990	3775	261	985	3107	260	809
<b>All Dairy</b>	<b>35451</b>	<b>1621</b>	<b>57481</b>	<b>35287</b>	<b>1624</b>	<b>57296</b>	<b>35129</b>	<b>1628</b>	<b>57193</b>	<b>30725</b>	<b>1753</b>	<b>53852</b>
Dairy Cows high yield	9529	10242	97595	9500	10247	97344	9482	10248	97171	9233	10256	94696
Dairy Cows low yield	9518	6100	58063	9487	6104	57905	9468	6104	57792	8997	6113	55004

Fortsetzung auf der nächsten Seite

<sup>3</sup>Set-aside of former cropland on histosols

<sup>4</sup>Set-aside of former grassland on histosols

	baseline			organics			landscape			f2f		
	ha/heads	yld	supply									
Heifers breeding	6684	1000	6684	6636	1000	6636	6582	1000	6582	5116	1000	5116
Raising male calves	7621	1000	7621	7592	1000	7592	7544	1000	7544	6347	1000	6347
Raising female Calves	9717	1000	9717	9672	1000	9672	9597	1000	9597	7416	1000	7416
Fattening male calves	4698	134	631	4657	134	625	4635	134	622	2740	142	389
Fattening female calves	2339	165	385	2311	165	381	2316	165	382	1455	174	254
<b>Other animals</b>	<b>43597</b>	<b>1860</b>	<b>81079</b>	<b>43607</b>	<b>1856</b>	<b>80946</b>	<b>43408</b>	<b>1856</b>	<b>80567</b>	<b>35468</b>	<b>1925</b>	<b>68262</b>
Pig fattening	258331	88	22646	258425	88	22652	257304	88	22542	214846	87	18707
Pig Breeding	11378	23147	263369	11420	23149	264362	11354	23137	262704	9501	23304	221413
Milk Ewes and Goat	55353	83	4586	55035	83	4561	54920	83	4549	40800	85	3464
Sheep and Goat fattening	31111	13	420	31254	14	422	31173	13	421	23384	14	325
Laying hens	470	15853	7455	469	15857	7435	467	15856	7400	400	15950	6383
Poultry fattening	6381	2079	13266	6348	2079	13201	6310	2079	13118	5311	2089	11094
Other animals	28	176110	5014	28	176110	5014	28	176110	5014	28	176110	5014
Pasture	47970	246	11822	48014	236	11340	47932	251	12019	48449	154	7481
Arable land	113474	1871	212267	113175	1813	205170	115480	1781	205653	119630	1473	176156
All agricultural activities	263870	1430	377297	267209	1382	369224	264236	1400	369827	264031	1202	317420

### 8.1.1.2 Ergebnisse der Sensitivitätsanalysen

**Beschreibung der Sensitivitätsanalysen** Für genauere Erläuterungen zu den Sensitivitätsanalysen, siehe Kapitel 2.2.3.

#### Legende

- ha/heads: Hectares or herd size - [1000 ha or hds]
- yield: Yield in [kg, Const EU or 1/1000 head/ha]
- supply: Supply - [1000 t, 1000 ha or Mio. Const EU]

Tabelle 8.3: EU: Produktion – Sensitivitätsszenario China

	baseline			f2f			baseline china			f2f china		
	ha/hds	yield	supply	ha/hds	yield	supply	ha/hds	yield	supply	ha/hds	yield	supply
<b>Utilized agricultural area</b>	<b>161444</b>	<b>1388</b>	<b>224090</b>	<b>168080</b>	<b>1093</b>	<b>183637</b>	<b>161413</b>	<b>1378</b>	<b>222436</b>	<b>167823</b>	<b>1090</b>	<b>182862</b>
<b>Cereals</b>	<b>52175</b>	<b>1051</b>	<b>54820</b>	<b>50832</b>	<b>848</b>	<b>43108</b>	<b>52082</b>	<b>1045</b>	<b>54408</b>	<b>50600</b>	<b>845</b>	<b>42779</b>
Soft wheat	21301	6214	132373	20863	5242	109375	21209	6191	131313	20733	5230	108431
Durum wheat	2325	3721	8649	2166	2746	5947	2328	3707	8631	2166	2748	5952
Rye and Meslin	2163	4067	8797	2437	3091	7533	2163	4037	8734	2444	3084	7537
Barley	10579	5236	55398	10453	4241	44328	10535	5216	54953	10387	4227	43903
Oats	3469	3440	11934	3877	2663	10324	3569	3413	12181	3882	2656	10308
Grain Maize	8631	7685	66329	7040	6410	45126	8569	7652	65570	6998	6395	44758
Other cereals	3327	4519	15035	3627	3710	13454	3329	4498	14972	3622	3698	13395
Paddy rice	380	7307	2777	370	6286	2326	380	7255	2755	368	6286	2315
<b>Oilseeds</b>	<b>11362</b>	<b>1153</b>	<b>13096</b>	<b>10680</b>	<b>982</b>	<b>10483</b>	<b>11311</b>	<b>1149</b>	<b>12997</b>	<b>10636</b>	<b>979</b>	<b>10413</b>
Rape	5827	3201	18651	5725	2689	15391	5801	3194	18528	5668	2686	15225
Sunflower	4347	2385	10365	4115	2082	8565	4343	2378	10327	4132	2077	8584
Soya	912	3036	2769	563	2435	1372	891	3016	2686	559	2427	1355
Other oils	277	1420	393	277	1296	359	277	1418	392	277	1296	358
<b>Other arable crops</b>	<b>5699</b>	<b>3898</b>	<b>22218</b>	<b>5218</b>	<b>3352</b>	<b>17488</b>	<b>5678</b>	<b>3888</b>	<b>22076</b>	<b>5235</b>	<b>3336</b>	<b>17462</b>
Pulses	1670	1913	3195	1833	1454	2666	1651	1890	3121	1844	1450	2675
Potatoes	1100	38591	42462	993	33422	33204	1093	38437	42011	986	33409	32939
Sugar Beet	1459	74822	109154	932	61346	57188	1464	74628	109251	945	61345	57997
Flax and hemp	346	2931	1015	336	2691	905	347	2925	1014	337	2689	906
Tobacco	40	2616	105	39	2374	92	40	2607	104	39	2371	92
Other industrial crops	130	19022	2472	130	17169	2231	130	18951	2462	130	17160	2230
Other crops	954	5372	5123	954	4886	4659	954	5351	5103	954	4883	4656
<b>Vegetables and Perm. crops</b>	<b>14013</b>	<b>7677</b>	<b>107579</b>	<b>13979</b>	<b>6754</b>	<b>94411</b>	<b>13967</b>	<b>7640</b>	<b>106701</b>	<b>13936</b>	<b>6749</b>	<b>94054</b>
Tomatoes	254	73804	18761	251	64772	16239	251	73230	18404	248	64586	15994
Other Vegetables	1629	30408	49536	1661	26501	44028	1620	30244	49004	1652	26461	43720
Apples Pears and Peaches	483	23635	11418	471	19019	8964	481	23540	11318	470	19006	8930
Other Fruits	2127	7390	15718	2113	6248	13202	2124	7351	15614	2111	6241	13175
Citrus Fruits	509	21632	11014	497	18797	9348	508	21521	10933	496	18783	9324
Table Grapes	87	17861	1556	83	15826	1321	87	17803	1549	83	15819	1319
Olives for oil	5376	2880	15481	5378	2572	13833	5352	2863	15323	5356	2566	13745
Table Olives	298	3132	932	294	2810	827	298	3118	928	294	2805	825
Wine	2650	6023	15958	2629	5324	13996	2645	5997	15864	2625	5321	13966
Nurseries	309	42196	13050	309	38201	11814	309	41888	12954	309	38182	11808
Flowers	131	112689	14801	131	101702	13358	131	112144	14729	131	101616	13347

Fortsetzung auf der nächsten Seite

	baseline			f2f			baseline china			f2f china		
	ha/hds	yield	supply	ha/hds	yield	supply	ha/hds	yield	supply	ha/hds	yield	supply
New energy crops (ligneous)	160	250	40	160	226	36	160	249	40	160	226	36
<b>Fodder activities</b>	<b>67923</b>	<b>388</b>	<b>26376</b>	<b>63906</b>	<b>284</b>	<b>18147</b>	<b>67896</b>	<b>387</b>	<b>26253</b>	<b>63950</b>	<b>284</b>	<b>18154</b>
Fodder maize	6564	49616	325690	8113	42352	343582	6613	49344	326328	8128	42253	343410
Fodder root crops	307	27356	8399	380	21432	8146	307	27234	8351	380	21438	8144
Fodder other on arable land	13120	25247	331229	7481	20238	151405	13044	25145	328006	7500	20220	151661
Gras and grazings extensive	24005	13938	334576	42572	12601	536458	24131	13900	335408	42545	12597	535935
Gras and grazings intensive	23927	31878	762721	5360	29461	157923	23801	31782	756448	5396	29443	158889
<b>Set aside and fallow land</b>	<b>10217</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>22118</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10355</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>22109</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Set-aside voluntary	3015	0	0	7247	0	0	3045	0	0	7243	0	0
Fallow land	7202	0	0	14871	0	0	7310	0	0	14865	0	0
Set-aside cropland <sup>5</sup>	18	0	0	830	0	0	47	0	0	837	0	0
Set-aside cropland <sup>6</sup>	38	0	0	517	0	0	77	0	0	522	0	0
Winter cover catch crop	7867	0	0	21257	0	0	7706	0	0	21257	0	0
<b>All cattle activities</b>	<b>50961</b>	<b>1415</b>	<b>72128</b>	<b>39226</b>	<b>1670</b>	<b>65520</b>	<b>50888</b>	<b>1408</b>	<b>71649</b>	<b>39289</b>	<b>1665</b>	<b>65417</b>
Dairy Cows high yield	9529	10242	97595	9233	10256	94696	9471	10246	97034	9210	10254	94441
Dairy Cows low yield	9518	6100	58063	8997	6113	55004	9465	6102	57760	8992	6113	54969
Other Cows	10980	405	4445	4023	404	1627	10990	405	4448	4115	404	1664
Heifers breeding	6684	1000	6684	5116	1000	5116	6646	1000	6646	5129	1000	5129
Heifers fattening high weight	1530	360	551	1173	357	418	1508	361	543	1169	357	417
Heifers fattening low weight	1522	236	358	1069	232	248	1499	236	353	1072	232	249
Male adult cattle high weight	3838	396	1520	3191	395	1259	3786	396	1500	3179	395	1254
Male adult cattle low weight	3839	261	1002	3107	260	809	3781	261	987	3108	260	809
Raising male calves	7621	1000	7621	6347	1000	6347	7752	1000	7752	6341	1000	6341
Raising female Calves	9717	1000	9717	7416	1000	7416	9976	1000	9976	7435	1000	7435
Fattening male calves	4698	134	631	2740	142	389	4747	134	635	2774	141	392
Fattening female calves	2339	165	385	1455	174	254	2347	164	386	1460	174	254
<b>Beef meat activities</b>	<b>15511</b>	<b>944</b>	<b>14647</b>	<b>8501</b>	<b>1373</b>	<b>11668</b>	<b>15435</b>	<b>936</b>	<b>14441</b>	<b>8563</b>	<b>1360</b>	<b>11648</b>
Other Cows	10980	405	4445	4023	404	1627	10990	405	4448	4115	404	1664
Heifers fattening high weight	1530	360	551	1173	357	418	1508	361	543	1169	357	417
Heifers fattening low weight	1522	236	358	1069	232	248	1499	236	353	1072	232	249
Male adult cattle high weight	3838	396	1520	3191	395	1259	3786	396	1500	3179	395	1254
Male adult cattle low weight	3839	261	1002	3107	260	809	3781	261	987	3108	260	809
<b>All Dairy</b>	<b>35451</b>	<b>1621</b>	<b>57481</b>	<b>30725</b>	<b>1753</b>	<b>53852</b>	<b>35452</b>	<b>1614</b>	<b>57208</b>	<b>30726</b>	<b>1750</b>	<b>53769</b>
Dairy Cows high yield	9529	10242	97595	9233	10256	94696	9471	10246	97034	9210	10254	94441
Dairy Cows low yield	9518	6100	58063	8997	6113	55004	9465	6102	57760	8992	6113	54969

Fortsetzung auf der nächsten Seite

<sup>5</sup>Set-aside of former cropland on histosols

<sup>6</sup>Set-aside of former grassland on histosols

	baseline			f2f			baseline china			f2f china		
	ha/hds	yield	supply	ha/hds	yield	supply	ha/hds	yield	supply	ha/hds	yield	supply
Heifers breeding	6684	1000	6684	5116	1000	5116	6646	1000	6646	5129	1000	5129
Raising male calves	7621	1000	7621	6347	1000	6347	7752	1000	7752	6341	1000	6341
Raising female Calves	9717	1000	9717	7416	1000	7416	9976	1000	9976	7435	1000	7435
Fattening male calves	4698	134	631	2740	142	389	4747	134	635	2774	141	392
Fattening female calves	2339	165	385	1455	174	254	2347	164	386	1460	174	254
<b>Other animals</b>	<b>43597</b>	<b>1860</b>	<b>81079</b>	<b>35468</b>	<b>1925</b>	<b>68262</b>	<b>43061</b>	<b>1859</b>	<b>80052</b>	<b>35295</b>	<b>1915</b>	<b>67604</b>
Pig fattening	258331	88	22646	214846	87	18707	254010	88	22260	213309	87	18577
Pig Breeding	11378	23147	263369	9501	23304	221413	11276	23132	260828	9477	23301	220831
Milk Ewes and Goat	55353	83	4586	40800	85	3464	55281	83	4577	40920	85	3474
Sheep and Goat fattening	31111	13	420	23384	14	325	31303	13	421	23407	14	324
Laying hens	470	15853	7455	400	15950	6383	469	15847	7433	400	15950	6373
Poultry fattening	6381	2079	13266	5311	2089	11094	6275	2078	13040	5183	2089	10827
Other animals	28	176110	5014	28	176110	5014	28	176110	5014	28	176110	5014
Pasture	47970	246	11822	48449	154	7481	48009	245	11764	48463	154	7486
Arable land	113474	1871	212267	119630	1473	176156	113404	1858	210673	119360	1469	175376
All agricultural activities	263870	1430	377297	264031	1202	317420	263068	1422	374137	263664	1198	315883

Tabelle 8.4: EU: Produktion – Sensitivitätsszenario CO2

	baseline			f2f			baseline CO2			f2f CO2		
	ha/hds	yield	supply									
<b>Utilized agricultural area</b>	<b>16586</b>	<b>1801</b>	<b>29877</b>	<b>17397</b>	<b>1391</b>	<b>24199</b>	<b>16345</b>	<b>1723</b>	<b>28156</b>	<b>17113</b>	<b>1363</b>	<b>23331</b>
<b>Cereals</b>	<b>6028</b>	<b>1368</b>	<b>8248</b>	<b>5840</b>	<b>1112</b>	<b>6493</b>	<b>5484</b>	<b>1358</b>	<b>7444</b>	<b>5360</b>	<b>1114</b>	<b>5969</b>
Soft wheat	3152	8028	25308	3010	6619	19926	2802	7999	22411	2724	6648	18109
Durum wheat	25	5572	138	21	4097	86	23	5424	124	20	4102	82
Rye and Meslin	483	5860	2831	459	4680	2147	431	5802	2498	427	4724	2019
Barley	1427	7387	10541	1405	5961	8375	1314	7300	9592	1294	5981	7740
Oats	136	5102	693	145	3872	561	145	5049	732	145	3932	569
Grain Maize	452	10473	4732	374	8724	3264	437	10455	4572	350	8699	3047
Other cereals	353	6182	2181	427	5067	2161	332	6126	2035	400	5112	2044
Paddy rice	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Oilseeds</b>	<b>1089</b>	<b>1705</b>	<b>1857</b>	<b>971</b>	<b>1416</b>	<b>1376</b>	<b>1020</b>	<b>1678</b>	<b>1711</b>	<b>917</b>	<b>1411</b>	<b>1293</b>
Rape	1057	3763	3978	928	3155	2928	980	3725	3650	871	3154	2746
Sunflower	21	2304	48	32	1830	59	27	2236	61	34	1846	63
Soya	6	2472	16	6	1880	11	7	2458	18	7	1939	13
Other oils	5	906	5	5	817	4	5	903	5	5	818	4
<b>Other arable crops</b>	<b>762</b>	<b>7855</b>	<b>5982</b>	<b>634</b>	<b>7527</b>	<b>4773</b>	<b>716</b>	<b>8070</b>	<b>5782</b>	<b>615</b>	<b>7605</b>	<b>4679</b>
Pulses	133	3267	436	123	2823	348	140	3348	470	134	2838	379
Potatoes	204	46888	9551	169	40634	6878	200	46817	9363	163	40889	6680
Sugar Beet	313	79016	24714	230	66923	15401	264	77800	20573	207	66962	13852
Flax and hemp	2	5794	9	1	5180	7	2	5776	9	1	5186	7
Tobacco	1	2014	3	1	1806	2	1	2011	3	1	1812	2
Other industrial crops	38	53390	2038	38	48073	1835	38	53340	2036	38	48093	1836
Other crops	71	9975	703	71	8989	634	71	9946	701	71	8990	634
<b>Vegetables and Perm. crops</b>	<b>354</b>	<b>23031</b>	<b>8162</b>	<b>356</b>	<b>20345</b>	<b>7235</b>	<b>354</b>	<b>22979</b>	<b>8142</b>	<b>356</b>	<b>20349</b>	<b>7234</b>
Tomatoes	0	336525	123	0	291553	103	0	335570	122	0	291699	104
Other Vegetables	129	38604	4968	132	33326	4383	128	38481	4944	131	33348	4378
Apples Pears and Peaches	31	29580	915	30	24870	752	31	29491	912	30	24878	752
Other Fruits	42	8064	340	42	6782	286	42	8040	339	42	6785	286
Citrus Fruits	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Table Grapes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Olives for oil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Table Olives	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wine	104	7104	738	103	6369	656	104	7080	737	103	6374	657
Nurseries	38	28968	1108	38	26130	1000	38	28893	1105	38	26145	1000
Flowers	9	255044	2262	9	229756	2037	9	255103	2262	9	229590	2036

Fortsetzung auf der nächsten Seite

	baseline			f2f			baseline CO2			f2f CO2		
	ha/hds	yield	supply	ha/hds	yield	supply	ha/hds	yield	supply	ha/hds	yield	supply
New energy crops (ligneous)	1	250	0	1	225	0	1	249	0	1	225	0
<b>Fodder activities</b>	<b>7542</b>	<b>746</b>	<b>5628</b>	<b>7442</b>	<b>581</b>	<b>4323</b>	<b>7308</b>	<b>695</b>	<b>5077</b>	<b>7300</b>	<b>569</b>	<b>4155</b>
Fodder maize	2341	57205	133913	2694	50825	136943	2370	57242	135659	2607	50908	132700
Fodder root crops	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fodder other on arable land	682	30594	20874	229	24508	5618	419	29298	12283	175	24988	4365
Gras and grazings extensive	2297	24781	56916	4040	22270	89963	3061	24751	75773	4173	22287	92996
Gras and grazings intensive	2222	56470	125461	479	49791	23842	1457	56318	82056	346	49833	17234
<b>Set aside and fallow land</b>	<b>797</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1984</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>925</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2013</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Set-aside voluntary	554	0	0	662	0	0	557	0	0	662	0	0
Fallow land	243	0	0	1322	0	0	368	0	0	1351	0	0
Set-aside cropland <sup>7</sup>	2	0	0	99	0	0	297	0	0	310	0	0
Set-aside cropland <sup>8</sup>	13	0	0	70	0	0	242	0	0	243	0	0
Winter cover catch crop	1067	0	0	2244	0	0	728	0	0	2244	0	0
<b>All cattle activities</b>	<b>8196</b>	<b>2147</b>	<b>17599</b>	<b>6847</b>	<b>2312</b>	<b>15830</b>	<b>7529</b>	<b>2209</b>	<b>16634</b>	<b>6373</b>	<b>2374</b>	<b>15129</b>
Dairy Cows high yield	1969	10707	21080	1953	10701	20895	1933	10706	20690	1918	10698	20515
Dairy Cows low yield	1966	6436	12651	1887	6433	12140	1905	6435	12262	1829	6432	11762
Other Cows	596	450	269	294	450	132	466	451	210	196	450	88
Heifers breeding	1188	1000	1188	793	1000	793	1010	1000	1010	678	1000	678
Heifers fattening high weight	269	284	77	209	284	59	244	284	69	195	284	55
Heifers fattening low weight	268	191	51	182	191	35	236	191	45	172	191	33
Male adult cattle high weight	608	414	252	516	414	213	559	414	231	472	414	195
Male adult cattle low weight	608	275	167	461	275	127	546	275	150	423	275	116
Raising male calves	1211	1000	1211	1002	1000	1002	1107	1000	1107	922	1000	922
Raising female Calves	1728	1000	1728	1315	1000	1315	1529	1000	1529	1194	1000	1194
Fattening male calves	570	98	56	212	98	21	433	98	42	176	98	17
Fattening female calves	65	118	8	25	118	3	50	118	6	21	118	3
<b>Beef meat activities</b>	<b>1382</b>	<b>1602</b>	<b>2214</b>	<b>970</b>	<b>1802</b>	<b>1748</b>	<b>1197</b>	<b>1673</b>	<b>2003</b>	<b>834</b>	<b>1922</b>	<b>1603</b>
Other Cows	596	450	269	294	450	132	466	451	210	196	450	88
Heifers fattening high weight	269	284	77	209	284	59	244	284	69	195	284	55
Heifers fattening low weight	268	191	51	182	191	35	236	191	45	172	191	33
Male adult cattle high weight	608	414	252	516	414	213	559	414	231	472	414	195
Male adult cattle low weight	608	275	167	461	275	127	546	275	150	423	275	116
<b>All Dairy</b>	<b>6814</b>	<b>2258</b>	<b>15385</b>	<b>5877</b>	<b>2396</b>	<b>14082</b>	<b>6332</b>	<b>2311</b>	<b>14632</b>	<b>5538</b>	<b>2442</b>	<b>13526</b>
Dairy Cows high yield	1969	10707	21080	1953	10701	20895	1933	10706	20690	1918	10698	20515

Fortsetzung auf der nächsten Seite

<sup>7</sup>Set-aside of former cropland on histosols

<sup>8</sup>Set-aside of former grassland on histosols

	baseline			f2f			baseline CO2			f2f CO2		
	ha/hds	yield	supply	ha/hds	yield	supply	ha/hds	yield	supply	ha/hds	yield	supply
Dairy Cows low yield	1966	6436	12651	1887	6433	12140	1905	6435	12262	1829	6432	11762
Heifers breeding	1188	1000	1188	793	1000	793	1010	1000	1010	678	1000	678
Raising male calves	1211	1000	1211	1002	1000	1002	1107	1000	1107	922	1000	922
Raising female Calves	1728	1000	1728	1315	1000	1315	1529	1000	1529	1194	1000	1194
Fattening male calves	570	98	56	212	98	21	433	98	42	176	98	17
Fattening female calves	65	118	8	25	118	3	50	118	6	21	118	3
<b>Other animals</b>	<b>7461</b>	<b>1950</b>	<b>14551</b>	<b>6441</b>	<b>1984</b>	<b>12780</b>	<b>7354</b>	<b>1958</b>	<b>14400</b>	<b>6441</b>	<b>1989</b>	<b>12813</b>
Pig fattening	55535	92	5124	47048	92	4342	54815	92	5058	47200	92	4356
Pig Breeding	2219	25811	57281	2017	25805	52042	2191	25811	56542	2012	25804	51912
Milk Ewes and Goat	883	8	7	779	8	6	781	8	7	686	8	6
Sheep and Goat fattening	689	20	14	581	20	12	642	20	13	555	20	11
Laying hens	46	21104	978	47	21104	989	46	21104	974	47	21104	982
Poultry fattening	696	2709	1887	599	2709	1623	692	2709	1874	605	2709	1639
Other animals	1	600973	679	1	600973	679	1	600973	679	1	600973	679
Pasture	4531	525	2378	4589	323	1484	4761	432	2058	4762	302	1437
Arable land	12055	2281	27499	12808	1774	22716	11585	2253	26098	12352	1773	21894
All agricultural activities	16586	1862	30885	17397	1604	27900	16345	1852	30275	17113	1594	27274

Tabelle 8.5: EU: Produktion – Sensitivitätsszenario Fleisch

	baseline			f2f			baseline meat			f2f meat		
	ha/hds	yield	supply									
<b>Utilized agricultural area</b>	<b>161444</b>	<b>1388</b>	<b>224090</b>	<b>168080</b>	<b>1093</b>	<b>183637</b>	<b>161409</b>	<b>1387</b>	<b>223879</b>	<b>167292</b>	<b>1101</b>	<b>184167</b>
<b>Cereals</b>	<b>52175</b>	<b>1051</b>	<b>54820</b>	<b>50832</b>	<b>848</b>	<b>43108</b>	<b>51992</b>	<b>1044</b>	<b>54294</b>	<b>50119</b>	<b>851</b>	<b>42661</b>
Soft wheat	21301	6214	132373	20863	5242	109375	21254	6187	131507	20621	5259	108451
Durum wheat	2325	3721	8649	2166	2746	5947	2320	3714	8619	2126	2767	5884
Rye and Meslin	2163	4067	8797	2437	3091	7533	2151	4025	8657	2424	3108	7535
Barley	10579	5236	55398	10453	4241	44328	10509	5209	54746	10265	4255	43681
Oats	3469	3440	11934	3877	2663	10324	3528	3411	12035	3790	2678	10149
Grain Maize	8631	7685	66329	7040	6410	45126	8533	7641	65201	6942	6425	44600
Other cereals	3327	4519	15035	3627	3710	13454	3316	4495	14904	3581	3709	13282
Paddy rice	380	7307	2777	370	6286	2326	380	7247	2754	369	6314	2332
<b>Oilseeds</b>	<b>11362</b>	<b>1153</b>	<b>13096</b>	<b>10680</b>	<b>982</b>	<b>10483</b>	<b>11341</b>	<b>1149</b>	<b>13036</b>	<b>10641</b>	<b>984</b>	<b>10474</b>
Rape	5827	3201	18651	5725	2689	15391	5813	3192	18554	5700	2696	15370
Sunflower	4347	2385	10365	4115	2082	8565	4343	2382	10342	4079	2086	8509
Soya	912	3036	2769	563	2435	1372	908	3022	2744	585	2441	1428
Other oils	277	1420	393	277	1296	359	277	1417	392	277	1296	358
<b>Other arable crops</b>	<b>5699</b>	<b>3898</b>	<b>22218</b>	<b>5218</b>	<b>3352</b>	<b>17488</b>	<b>5705</b>	<b>3878</b>	<b>22122</b>	<b>5220</b>	<b>3355</b>	<b>17511</b>
Pulses	1670	1913	3195	1833	1454	2666	1679	1907	3201	1821	1460	2659
Potatoes	1100	38591	42462	993	33422	33204	1099	38428	42227	988	33502	33104
Sugar Beet	1459	74822	109154	932	61346	57188	1458	74574	108707	951	61624	58607
Flax and hemp	346	2931	1015	336	2691	905	346	2927	1014	337	2693	908
Tobacco	40	2616	105	39	2374	92	40	2609	105	39	2373	92
Other industrial crops	130	19022	2472	130	17169	2231	130	18931	2460	130	17147	2228
Other crops	954	5372	5123	954	4886	4659	954	5353	5105	954	4881	4655
<b>Vegetables and Perm. crops</b>	<b>14013</b>	<b>7677</b>	<b>107579</b>	<b>13979</b>	<b>6754</b>	<b>94411</b>	<b>14086</b>	<b>7687</b>	<b>108276</b>	<b>14041</b>	<b>6787</b>	<b>95296</b>
Tomatoes	254	73804	18761	251	64772	16239	259	73731	19088	255	64938	16573
Other Vegetables	1629	30408	49536	1661	26501	44028	1680	30417	51091	1715	26586	45597
Apples Pears and Peaches	483	23635	11418	471	19019	8964	485	23589	11441	473	19023	9002
Other Fruits	2127	7390	15718	2113	6248	13202	2142	7376	15798	2129	6249	13307
Citrus Fruits	509	21632	11014	497	18797	9348	511	21644	11070	499	18817	9397
Table Grapes	87	17861	1556	83	15826	1321	87	17851	1558	84	15828	1324
Olives for oil	5376	2880	15481	5378	2572	13833	5370	2876	15445	5360	2575	13800
Table Olives	298	3132	932	294	2810	827	302	3134	945	298	2818	840
Wine	2650	6023	15958	2629	5324	13996	2650	6007	15919	2627	5322	13980
Nurseries	309	42196	13050	309	38201	11814	309	41940	12970	309	38126	11791
Flowers	131	112689	14801	131	101702	13358	131	112060	14718	131	101531	13336

Fortsetzung auf der nächsten Seite

	baseline			f2f			baseline meat			f2f meat		
	ha/hds	yield	supply	ha/hds	yield	supply	ha/hds	yield	supply	ha/hds	yield	supply
New energy crops (ligneous)	160	250	40	160	226	36	160	249	40	160	225	36
<b>Fodder activities</b>	<b>67923</b>	<b>388</b>	<b>26376</b>	<b>63906</b>	<b>284</b>	<b>18147</b>	<b>67822</b>	<b>386</b>	<b>26151</b>	<b>64003</b>	<b>285</b>	<b>18225</b>
Fodder maize	6564	49616	325690	8113	42352	343582	6564	49307	323650	8021	42341	339606
Fodder root crops	307	27356	8399	380	21432	8146	306	27181	8314	379	21525	8157
Fodder other on arable land	13120	25247	331229	7481	20238	151405	13021	25114	327005	7671	20295	155677
Gras and grazings extensive	24005	13938	334576	42572	12601	536458	24162	13857	334811	42243	12571	531052
Gras and grazings intensive	23927	31878	762721	5360	29461	157923	23770	31753	754766	5689	29641	168641
<b>Set aside and fallow land</b>	<b>10217</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>22118</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10336</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>21958</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Set-aside voluntary	3015	0	0	7247	0	0	3034	0	0	7156	0	0
Fallow land	7202	0	0	14871	0	0	7302	0	0	14801	0	0
Set-aside cropland <sup>9</sup>	18	0	0	830	0	0	47	0	0	805	0	0
Set-aside cropland <sup>10</sup>	38	0	0	517	0	0	78	0	0	506	0	0
Winter cover catch crop	7867	0	0	21257	0	0	7732	0	0	21257	0	0
<b>All cattle activities</b>	<b>50961</b>	<b>1415</b>	<b>72128</b>	<b>39226</b>	<b>1670</b>	<b>65520</b>	<b>50142</b>	<b>1424</b>	<b>71404</b>	<b>38884</b>	<b>1679</b>	<b>65273</b>
Dairy Cows high yield	9529	10242	97595	9233	10256	94696	9520	10248	97561	9259	10259	94989
Dairy Cows low yield	9518	6100	58063	8997	6113	55004	9498	6104	57976	9015	6115	55127
Other Cows	10980	405	4445	4023	404	1627	10634	405	4303	3947	404	1595
Heifers breeding	6684	1000	6684	5116	1000	5116	6619	1000	6619	5115	1000	5115
Heifers fattening high weight	1530	360	551	1173	357	418	1453	360	524	1110	356	395
Heifers fattening low weight	1522	236	358	1069	232	248	1466	235	345	1059	232	246
Male adult cattle high weight	3838	396	1520	3191	395	1259	3669	396	1453	3020	394	1190
Male adult cattle low weight	3839	261	1002	3107	260	809	3729	261	972	3052	260	793
Raising male calves	7621	1000	7621	6347	1000	6347	7432	1000	7432	6128	1000	6128
Raising female Calves	9717	1000	9717	7416	1000	7416	9589	1000	9589	7350	1000	7350
Fattening male calves	4698	134	631	2740	142	389	4685	133	624	2932	138	406
Fattening female calves	2339	165	385	1455	174	254	2263	163	370	1491	171	255
<b>Beef meat activities</b>	<b>15511</b>	<b>944</b>	<b>14647</b>	<b>8501</b>	<b>1373</b>	<b>11668</b>	<b>14957</b>	<b>940</b>	<b>14059</b>	<b>8197</b>	<b>1367</b>	<b>11202</b>
Other Cows	10980	405	4445	4023	404	1627	10634	405	4303	3947	404	1595
Heifers fattening high weight	1530	360	551	1173	357	418	1453	360	524	1110	356	395
Heifers fattening low weight	1522	236	358	1069	232	248	1466	235	345	1059	232	246
Male adult cattle high weight	3838	396	1520	3191	395	1259	3669	396	1453	3020	394	1190
Male adult cattle low weight	3839	261	1002	3107	260	809	3729	261	972	3052	260	793
<b>All Dairy</b>	<b>35451</b>	<b>1621</b>	<b>57481</b>	<b>30725</b>	<b>1753</b>	<b>53852</b>	<b>35185</b>	<b>1630</b>	<b>57344</b>	<b>30688</b>	<b>1762</b>	<b>54071</b>
Dairy Cows high yield	9529	10242	97595	9233	10256	94696	9520	10248	97561	9259	10259	94989

Fortsetzung auf der nächsten Seite

<sup>9</sup>Set-aside of former cropland on histosols

<sup>10</sup>Set-aside of former grassland on histosols

	baseline			f2f			baseline meat			f2f meat		
	ha/hds	yield	supply	ha/hds	yield	supply	ha/hds	yield	supply	ha/hds	yield	supply
Dairy Cows low yield	9518	6100	58063	8997	6113	55004	9498	6104	57976	9015	6115	55127
Heifers breeding	6684	1000	6684	5116	1000	5116	6619	1000	6619	5115	1000	5115
Raising male calves	7621	1000	7621	6347	1000	6347	7432	1000	7432	6128	1000	6128
Raising female Calves	9717	1000	9717	7416	1000	7416	9589	1000	9589	7350	1000	7350
Fattening male calves	4698	134	631	2740	142	389	4685	133	624	2932	138	406
Fattening female calves	2339	165	385	1455	174	254	2263	163	370	1491	171	255
<b>Other animals</b>	<b>43597</b>	<b>1860</b>	<b>81079</b>	<b>35468</b>	<b>1925</b>	<b>68262</b>	<b>42133</b>	<b>1862</b>	<b>78461</b>	<b>33808</b>	<b>1946</b>	<b>65786</b>
Pig fattening	258331	88	22646	214846	87	18707	247143	88	21655	202347	87	17615
Pig Breeding	11378	23147	263369	9501	23304	221413	11009	23131	254640	8968	23316	209110
Milk Ewes and Goat	55353	83	4586	40800	85	3464	55295	83	4579	41185	85	3501
Sheep and Goat fattening	31111	13	420	23384	14	325	31270	13	421	23490	14	324
Laying hens	470	15853	7455	400	15950	6383	470	15848	7451	406	15949	6472
Poultry fattening	6381	2079	13266	5311	2089	11094	6090	2078	12657	5064	2090	10582
Other animals	28	176110	5014	28	176110	5014	28	176110	5014	28	176110	5014
Pasture	47970	246	11822	48449	154	7481	48010	245	11739	48438	156	7538
Arable land	113474	1871	212267	119630	1473	176156	113399	1871	212140	118854	1486	176629
All agricultural activities	263870	1430	377297	264031	1202	317420	261416	1430	373744	261241	1207	315227

Tabelle 8.6: EU: Produktion – Sensitivitätsszenario Soja

	baseline			f2f			baseline soy			f2f soy		
	ha/hds	yield	supply									
<b>Utilized agricultural area</b>	<b>161444</b>	<b>1388</b>	<b>224090</b>	<b>168080</b>	<b>1093</b>	<b>183637</b>	<b>161805</b>	<b>1399</b>	<b>226328</b>	<b>168898</b>	<b>1100</b>	<b>185702</b>
<b>Cereals</b>	<b>52175</b>	<b>1051</b>	<b>54820</b>	<b>50832</b>	<b>848</b>	<b>43108</b>	<b>51557</b>	<b>1053</b>	<b>54294</b>	<b>50008</b>	<b>856</b>	<b>42829</b>
Soft wheat	21301	6214	132373	20863	5242	109375	20868	6273	130904	20686	5291	109447
Durum wheat	2325	3721	8649	2166	2746	5947	2261	3757	8494	2060	2775	5717
Rye and Meslin	2163	4067	8797	2437	3091	7533	2159	4086	8823	2390	3131	7486
Barley	10579	5236	55398	10453	4241	44328	10467	5290	55370	10268	4294	44091
Oats	3469	3440	11934	3877	2663	10324	3579	3460	12386	3737	2713	10136
Grain Maize	8631	7685	66329	7040	6410	45126	8483	7639	64802	6949	6414	44570
Other cereals	3327	4519	15035	3627	3710	13454	3366	4528	15241	3563	3727	13278
Paddy rice	380	7307	2777	370	6286	2326	374	7332	2745	354	6299	2232
<b>Oilseeds</b>	<b>11362</b>	<b>1153</b>	<b>13096</b>	<b>10680</b>	<b>982</b>	<b>10483</b>	<b>13090</b>	<b>1180</b>	<b>15445</b>	<b>12286</b>	<b>1003</b>	<b>12319</b>
Rape	5827	3201	18651	5725	2689	15391	5761	3239	18661	5888	2737	16116
Sunflower	4347	2385	10365	4115	2082	8565	3721	2450	9116	3692	2128	7857
Soya	912	3036	2769	563	2435	1372	3331	3091	10298	2430	2539	6169
Other oils	277	1420	393	277	1296	359	277	1421	393	277	1297	359
<b>Other arable crops</b>	<b>5699</b>	<b>3898</b>	<b>22218</b>	<b>5218</b>	<b>3352</b>	<b>17488</b>	<b>5730</b>	<b>3867</b>	<b>22154</b>	<b>5158</b>	<b>3390</b>	<b>17484</b>
Pulses	1670	1913	3195	1833	1454	2666	1759	2035	3580	1823	1575	2872
Potatoes	1100	38591	42462	993	33422	33204	1101	38563	42468	996	33527	33408
Sugar Beet	1459	74822	109154	932	61346	57188	1401	74435	104281	882	61451	54194
Flax and hemp	346	2931	1015	336	2691	905	345	2936	1012	334	2696	900
Tobacco	40	2616	105	39	2374	92	40	2616	106	39	2375	93
Other industrial crops	130	19022	2472	130	17169	2231	130	19033	2473	130	17178	2232
Other crops	954	5372	5123	954	4886	4659	954	5374	5125	954	4891	4664
<b>Vegetables and Perm. crops</b>	<b>14013</b>	<b>7677</b>	<b>107579</b>	<b>13979</b>	<b>6754</b>	<b>94411</b>	<b>14166</b>	<b>7603</b>	<b>107711</b>	<b>14290</b>	<b>6630</b>	<b>94736</b>
Tomatoes	254	73804	18761	251	64772	16239	254	73850	18776	251	64827	16276
Other Vegetables	1629	30408	49536	1661	26501	44028	1624	30479	49501	1656	26581	44021
Apples Pears and Peaches	483	23635	11418	471	19019	8964	483	23647	11410	471	19038	8966
Other Fruits	2127	7390	15718	2113	6248	13202	2125	7395	15715	2112	6256	13211
Citrus Fruits	509	21632	11014	497	18797	9348	509	21649	11018	497	18837	9364
Table Grapes	87	17861	1556	83	15826	1321	87	17871	1556	83	15855	1323
Olives for oil	5376	2880	15481	5378	2572	13833	5546	2908	16128	5706	2624	14975
Table Olives	298	3132	932	294	2810	827	297	3138	932	294	2827	830
Wine	2650	6023	15958	2629	5324	13996	2641	6028	15918	2619	5331	13962
Nurseries	309	42196	13050	309	38201	11814	309	42224	13058	309	38217	11819
Flowers	131	112689	14801	131	101702	13358	131	112723	14806	131	101792	13370

Fortsetzung auf der nächsten Seite

	baseline			f2f			baseline soy			f2f soy		
	ha/hds	yield	supply									
New energy crops (ligneous)	160	250	40	160	226	36	160	250	40	160	226	36
<b>Fodder activities</b>	<b>67923</b>	<b>388</b>	<b>26376</b>	<b>63906</b>	<b>284</b>	<b>18147</b>	<b>67857</b>	<b>394</b>	<b>26723</b>	<b>64139</b>	<b>286</b>	<b>18335</b>
Fodder maize	6564	49616	325690	8113	42352	343582	6416	50211	322128	7827	42539	332974
Fodder root crops	307	27356	8399	380	21432	8146	291	27426	7987	348	20889	7273
Fodder other on arable land	13120	25247	331229	7481	20238	151405	13218	25532	337493	8031	20594	165393
Gras and grazings extensive	24005	13938	334576	42572	12601	536458	22512	13981	314733	42113	12589	530145
Gras and grazings intensive	23927	31878	762721	5360	29461	157923	25420	31816	808755	5819	29753	173119
<b>Set aside and fallow land</b>	<b>10217</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>22118</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9395</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>21782</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Set-aside voluntary	3015	0	0	7247	0	0	2916	0	0	7072	0	0
Fallow land	7202	0	0	14871	0	0	6479	0	0	14709	0	0
Set-aside cropland <sup>11</sup>	18	0	0	830	0	0	5	0	0	752	0	0
Set-aside cropland <sup>12</sup>	38	0	0	517	0	0	5	0	0	483	0	0
Winter cover catch crop	7867	0	0	21257	0	0	8146	0	0	21257	0	0
<b>All cattle activities</b>	<b>50961</b>	<b>1415</b>	<b>72128</b>	<b>39226</b>	<b>1670</b>	<b>65520</b>	<b>49904</b>	<b>1431</b>	<b>71395</b>	<b>38437</b>	<b>1694</b>	<b>65107</b>
Dairy Cows high yield	9529	10242	97595	9233	10256	94696	9458	10248	96931	9196	10261	94363
Dairy Cows low yield	9518	6100	58063	8997	6113	55004	9470	6104	57807	8988	6117	54979
Other Cows	10980	405	4445	4023	404	1627	10434	405	4228	3552	405	1437
Heifers breeding	6684	1000	6684	5116	1000	5116	6527	1000	6527	5014	1000	5014
Heifers fattening high weight	1530	360	551	1173	357	418	1498	360	539	1146	356	408
Heifers fattening low weight	1522	236	358	1069	232	248	1498	235	352	1044	232	242
Male adult cattle high weight	3838	396	1520	3191	395	1259	3746	396	1485	3128	395	1235
Male adult cattle low weight	3839	261	1002	3107	260	809	3763	261	982	3057	260	796
Raising male calves	7621	1000	7621	6347	1000	6347	7505	1000	7505	6230	1000	6230
Raising female Calves	9717	1000	9717	7416	1000	7416	9522	1000	9522	7259	1000	7259
Fattening male calves	4698	134	631	2740	142	389	4572	134	614	2657	143	379
Fattening female calves	2339	165	385	1455	174	254	2292	165	377	1418	175	248
<b>Beef meat activities</b>	<b>15511</b>	<b>944</b>	<b>14647</b>	<b>8501</b>	<b>1373</b>	<b>11668</b>	<b>14923</b>	<b>960</b>	<b>14332</b>	<b>8016</b>	<b>1428</b>	<b>11442</b>
Other Cows	10980	405	4445	4023	404	1627	10434	405	4228	3552	405	1437
Heifers fattening high weight	1530	360	551	1173	357	418	1498	360	539	1146	356	408
Heifers fattening low weight	1522	236	358	1069	232	248	1498	235	352	1044	232	242
Male adult cattle high weight	3838	396	1520	3191	395	1259	3746	396	1485	3128	395	1235
Male adult cattle low weight	3839	261	1002	3107	260	809	3763	261	982	3057	260	796
<b>All Dairy</b>	<b>35451</b>	<b>1621</b>	<b>57481</b>	<b>30725</b>	<b>1753</b>	<b>53852</b>	<b>34981</b>	<b>1631</b>	<b>57063</b>	<b>30422</b>	<b>1764</b>	<b>53665</b>
Dairy Cows high yield	9529	10242	97595	9233	10256	94696	9458	10248	96931	9196	10261	94363
Dairy Cows low yield	9518	6100	58063	8997	6113	55004	9470	6104	57807	8988	6117	54979

Fortsetzung auf der nächsten Seite

<sup>11</sup>Set-aside of former cropland on histosols

<sup>12</sup>Set-aside of former grassland on histosols

	baseline			f2f			baseline soy			f2f soy		
	ha/hds	yield	supply									
Heifers breeding	6684	1000	6684	5116	1000	5116	6527	1000	6527	5014	1000	5014
Raising male calves	7621	1000	7621	6347	1000	6347	7505	1000	7505	6230	1000	6230
Raising female Calves	9717	1000	9717	7416	1000	7416	9522	1000	9522	7259	1000	7259
Fattening male calves	4698	134	631	2740	142	389	4572	134	614	2657	143	379
Fattening female calves	2339	165	385	1455	174	254	2292	165	377	1418	175	248
<b>Other animals</b>	<b>43597</b>	<b>1860</b>	<b>81079</b>	<b>35468</b>	<b>1925</b>	<b>68262</b>	<b>42347</b>	<b>1860</b>	<b>78782</b>	<b>34744</b>	<b>1927</b>	<b>66961</b>
Pig fattening	258331	88	22646	214846	87	18707	250821	88	21975	211504	87	18392
Pig Breeding	11378	23147	263369	9501	23304	221413	11058	23136	255839	9316	23351	217542
Milk Ewes and Goat	55353	83	4586	40800	85	3464	53729	83	4446	39354	85	3356
Sheep and Goat fattening	31111	13	420	23384	14	325	30614	14	414	22663	14	316
Laying hens	470	15853	7455	400	15950	6383	459	15854	7274	395	15955	6296
Poultry fattening	6381	2079	13266	5311	2089	11094	6136	2081	12767	5151	2090	10768
Other animals	28	176110	5014	28	176110	5014	28	176110	5014	28	176110	5014
Pasture	47970	246	11822	48449	154	7481	47937	253	12104	48415	157	7577
Arable land	113474	1871	212267	119630	1473	176156	113869	1881	214224	120482	1478	178125
All agricultural activities	263870	1430	377297	264031	1202	317420	262201	1436	376505	263336	1207	317771

## 8.1.2 Preise

### 8.1.2.1 Ergebnisse für die F2F-Szenarien

**Szenarienbeschreibung** Für genauere Erläuterungen zu den Szenarien, siehe Kapitel 2.

- baseline: Basisszenario
- fertilizer: Reduktion des Einsatzes von Düngemitteln um min. 20%
- pesticides: Risiko und Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel und gefährlicher PSM soll um 50% verringert werden
- nutrients: Reduktion des Verlustes an Nährstoffen um 50%
- organics: Mindestens 25% der landwirtschaftlichen Flächen sollen ökologisch/biologisch bewirtschaftet werden
- landscape: Mindestens 10% der landwirtschaftlichen Flächen sollen Landschaftselemente mit großer biologischer Vielfalt aufweisen
- f2f: Farm to Fork Szenario

### Legende

- alle Angaben als Producer Price [Euro/t]

Tabelle 8.7: EU: Produzentenpreis

	<b>BASE</b>	<b>FERT</b>	<b>PEST</b>	<b>NUTRI</b>	<b>ORG</b>	<b>LAND</b>	<b>F2F</b>
<b>All primary agricultural output</b>	<b>139.57</b>	<b>142.5</b>	<b>145.8</b>	<b>176.47</b>	<b>141.95</b>	<b>141.8</b>	<b>187.76</b>
<b>Cereals</b>	<b>196.11</b>	<b>202.37</b>	<b>212.12</b>	<b>196.82</b>	<b>203.04</b>	<b>207.71</b>	<b>220.68</b>
Soft wheat	201.25	208.53	219.51	201.64	209.1	213.16	227.82
Durum wheat	292.08	298.55	304.31	290.61	296.34	297.27	307.31
Rye and meslin	148.07	151.59	157.73	152.21	152.05	161.96	168.14
Barley	181.08	187.5	198.09	180.54	188.57	192.85	206.07
Oats	150.39	155.42	163.37	153.03	155.62	165.37	170.4
Grain maize	207.79	214.12	225.46	215.27	214.16	218.13	239.17
Other cereals	162.97	167.81	173.29	162.99	170.07	174.6	180.08
Paddy rice	201.08	208.47	215.53	192.33	208.31	211.35	211.18
<b>Oilseeds</b>	<b>376.02</b>	<b>392.36</b>	<b>416.58</b>	<b>383.34</b>	<b>391.09</b>	<b>394.13</b>	<b>442.49</b>
Rapeseed	391.73	413.63	444.11	400.78	407.21	410.62	470.12
Sunflower seed	345.24	355.1	371.95	347.76	361.37	364.07	394.84
Soya seed	385.47	387.57	399.85	409.41	390.85	392.99	429.94
<b>Other arable field crops</b>	<b>89.66</b>	<b>91.23</b>	<b>101.36</b>	<b>108.16</b>	<b>92.35</b>	<b>92.98</b>	<b>119.61</b>
Pulses	292.47	283.23	294.59	278.5	302.39	324.42	308.02
Potatoes	221.68	230.27	246.56	223.07	228.01	223.71	252.25
Sugar beet	32.37	32.59	32.91	32.89	32.79	32.9	33.82
Yams etc. <sup>13</sup>	180.58	181.13	180.22	174.44	180.77	180.71	174.3
<b>Vegetables and Permanent crops</b>	<b>582.24</b>	<b>599.45</b>	<b>643.57</b>	<b>596.67</b>	<b>602.45</b>	<b>585.57</b>	<b>666.42</b>
Tomatoes	380.41	387.82	419.84	391.43	382.23	381.47	424.13
Other vegetables	448.18	481.26	522.22	459.18	473.52	450.38	546.18
Apples pears and peaches	358.81	361.24	387.08	362.56	388.78	360.16	411.94
Table grapes	1237.12	1239.97	1296.53	1247.73	1237.86	1241.12	1297.94
Citrus fruits	320.99	321.66	334.41	324.51	325.4	321.41	338.37
Other fruits	914.15	913.64	991.39	928.49	954.5	917.14	1023.65
Olive for oil	408.28	411.92	417.75	437.49	411.48	410.39	453.15
Table olives	1800.19	1815.81	2109.54	1866.24	1878.95	1816.01	2176.14
Wine	1282.73	1293.58	1414.37	1305.15	1313.89	1295.18	1432.85
<b>All other crops</b>	<b>1490.53</b>	<b>1489.23</b>	<b>1491.68</b>	<b>1490.18</b>	<b>1490.03</b>	<b>1491.81</b>	<b>1490.82</b>
Other oil	668.48	668.19	668.57	668.82	668.6	668.41	668.3
Flax and hemp	399.76	397.65	407.42	396.02	397.77	401.22	402.8
Tobacco	2150.25	2152.29	2185.36	2156	2153.52	2153.15	2181.54
Other industrial crops	1649.5	1649.53	1649.46	1649.23	1649.51	1649.48	1649.12

Fortsetzung auf der nächsten Seite

<sup>13</sup>Yams, Manioc, Cassava and Other Roots and Tubers

	<b>BASE</b>	<b>FERT</b>	<b>PEST</b>	<b>NUTRI</b>	<b>ORG</b>	<b>LAND</b>	<b>F2F</b>
Nurseries	1594.64	1593.86	1594.7	1594.96	1594.62	1594.73	1594.67
Flowers	1488.39	1487.84	1488.46	1488.42	1488.27	1488.25	1488.31
Other crops	1421.02	1420.29	1421.1	1420.6	1420.82	1420.91	1420.41
New energy crops							
<b>Fodder</b>	<b>18.07</b>	<b>18.5</b>	<b>18.64</b>	<b>18.19</b>	<b>18.58</b>	<b>18.39</b>	<b>19.36</b>
Fodder maize	27.39	27.95	28.1	27.42	27.97	28.18	28.85
Fodder root crops	33.81	34.24	34.68	33.83	34.33	34.84	35.35
Other fodder from arable land	30.81	31.37	31.46	32.67	31.28	31.5	33.78
Gras	14.5	14.74	15.02	14.86	14.77	14.87	15.6
Straw	0	0	0	0	0	0	0
<b>Meat</b>	<b>2162.32</b>	<b>2184.76</b>	<b>2204.7</b>	<b>2928.87</b>	<b>2162.09</b>	<b>2173.53</b>	<b>3075.72</b>
Beef	4081.78	4119.45	4155.79	6183.37	4038.38	4066.17	6479.59
Pork meat	1798.73	1828.29	1841.68	2509.27	1808.34	1816.48	2657.75
Sheep and goat meat	5400.23	5420.16	5479.21	6474.1	5388.82	5402.91	6752.59
Poultry meat	1781.93	1799.43	1819.5	2156.81	1791.12	1800.47	2254.54
<b>Other Animal products</b>	<b>439.76</b>	<b>448.54</b>	<b>450.82</b>	<b>551.7</b>	<b>441.12</b>	<b>442.5</b>	<b>579.03</b>
Cow and buffalo milk	348.99	358.22	359.25	454.01	349.99	351.07	479.94
Sheep and goat milk	863.07	873.24	886.78	1034.72	867.69	869.68	1082.47
Raw milk	365.15	374.2	375.28	469.69	365.99	367.11	495.52
Eggs	1376.87	1395.12	1413.86	1793.6	1383.21	1391.79	1884.2
Milk for feeding	192.05	192.14	192.37	196.54	192.12	192.14	197.67
Other animal output	1873.86	1873.86	1873.86	1873.86	1873.86	1873.86	1873.86
Fish and other aquatic products							
Fresh water fish	2275.42	2276.37	2277.97	2281.79	2276.34	2276.15	2285.13
Saltwater fish	2256.48	2258.27	2260.79	2263.55	2258.14	2258.66	2268.27
Other aquatic	2249.48	2250.28	2251.51	2254.78	2250.2	2250.12	2257.42
<b>Young animals</b>	<b>95.25</b>	<b>98.94</b>	<b>97.04</b>	<b>169.38</b>	<b>93.94</b>	<b>94.63</b>	<b>178.32</b>
Young cow output	1342.6	1402.42	1367.06	2375.45	1322.05	1330.03	2543.92
Young bull output	689.13	708.59	715.4	1164.44	689.26	695.14	1225.16
Young heifer output	673.63	712.6	683.93	1180.39	668.64	671.23	1241.25
Young male calf output	172.87	180.19	187.7	555.72	169.32	175.69	593.16
Young female calf output	166.05	193.82	169.77	589.59	160.88	163.86	627.56
Young piglet output	29.85	30.58	30.55	40.28	29.99	30.05	42.54
Young lamb output	14.76	13.56	15.66	39.33	13.39	14.18	44.8
Young chicken output	139.75	139.84	139.82	141.16	139.77	139.79	141.48
<b>Manure output</b>	<b>1037.83</b>	<b>1037.63</b>	<b>1036.67</b>	<b>1036.85</b>	<b>1038.43</b>	<b>1038</b>	<b>1038.03</b>
Manure nitrate	870.82	870.63	869.26	867.41	871.15	870.15	867.35
Manure phosphat	1904.65	1903.32	1899.46	1902.4	1904.17	1902.33	1901.48

*Fortsetzung auf der nächsten Seite*

	<b>BASE</b>	<b>FERT</b>	<b>PEST</b>	<b>NUTRI</b>	<b>ORG</b>	<b>LAND</b>	<b>F2F</b>
Manure potassium	814.16	813.87	813.21	814.39	814.18	814.66	814.54
<b>Fertiliser</b>	<b>1598.48</b>	<b>1597.59</b>	<b>1598.11</b>	<b>1605.14</b>	<b>1599</b>	<b>1600.49</b>	<b>1605.48</b>
Nitrate (N)	1717.72	1716.27	1718	1720.3	1717.31	1719.86	1720.39
Phospate (P2O5)	2404.56	2402.94	2403.98	2409.62	2404.36	2406.61	2408.89
Potassium (K2O)	1032.92	1032.48	1032.9	1035.1	1033.35	1034.4	1035.04
Calcium fertiliser							
<b>Feedingstuff</b>	<b>156.75</b>	<b>160.99</b>	<b>166.7</b>	<b>168.78</b>	<b>161.68</b>	<b>160</b>	<b>179.05</b>
Feed cereals	440.42	447.41	457.49	440.5	448.02	452.58	465.5
Feed rich protein	818.05	823.76	833.25	794.76	826.28	827.93	808.02
Feed rich energy	319.36	324.58	332.73	321.05	325.29	328.93	340.38
Feed from milk product	3040.66	3059.87	3054.65	3140.1	3049.04	3049.7	3172.23
Feed other	864.54	882.33	916.39	869.04	883.07	871	929.53
Fodder maize	44.1	45.17	44.91	44.1	45	45.59	46.33
Fodder root crops	63.75	64.68	65.38	63.57	64.64	65.71	66.65
Fodder other on arable land	85.71	87.31	87.97	88.2	87.1	88.54	92.93
Gras	36.59	37.26	37.82	37.7	37.31	37.49	39.52
Straw	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Milk for feeding	12.05	12.08	12.35	14.68	12.09	12.21	15.73
Sheep and Goat Milk for feeding	70.82	70.95	72.02	79.28	70.52	71.13	82.1
<b>Remonte</b>	<b>95.62</b>	<b>99.28</b>	<b>97.31</b>	<b>170.05</b>	<b>94.28</b>	<b>94.93</b>	<b>178.92</b>
Young cow input	1347.58	1407.73	1370.55	2364.42	1327.58	1335.06	2522.91
Young bull input	695.62	714.79	721.93	1177.07	695.6	701.59	1239.63
Young heifer input	675.14	714.45	685.52	1194.23	669.92	672.57	1258.81
Young male calf input	172.93	180.17	187.74	555.52	169.29	175.63	593.14
Young female calf input	166.05	193.66	169.83	586.54	160.81	163.79	624.42
Young piglet input	29.86	30.6	30.57	40.44	30.01	30.06	42.73
Young lamb input	14.89	13.71	15.78	39.12	13.48	14.31	44.4
Young chicken input	139.62	139.71	139.7	140.47	139.67	139.7	140.79
<b>Other inputs</b>	<b>345.85</b>	<b>354.73</b>	<b>595.98</b>	<b>369.6</b>	<b>374.38</b>	<b>345.61</b>	<b>625.5</b>
Seed	1683.44	1683.76	1683.54	1684.24	1683.69	1684.03	1685.52
Plant protection	36.38	36.2	36.43	36.12	35.9	36.05	35.77
Pharma. inputs	1631.58	1631.65	1631.36	1632.5	1631.54	1631.68	1632.39
Maintenance machinery	1746.12	1745.62	1745.04	1747.48	1745.71	1746.08	1746.41
Maintenance buildings	1766.58	1765.13	1763.72	1768.86	1767.23	1766.13	1768.34
Electricity	1997.15	1998.29	1997.43	2001.91	1996.77	1996.4	2001.34
Fuel	1620.93	1619.87	1622.87	1626.58	1623.34	1617.63	1629.69
Heating	871.94	873.21	870.99	871.39	870.07	871.27	869.01
Lubricants	1884.95	1887.17	1888.33	1881.83	1883.31	1886.26	1883.87

*Fortsetzung auf der nächsten Seite*

	<b>BASE</b>	<b>FERT</b>	<b>PEST</b>	<b>NUTRI</b>	<b>ORG</b>	<b>LAND</b>	<b>F2F</b>
Agricultural Services input							
Other input	1688.39	1688.19	1687.35	1685.07	1698.62	1689.17	1696.44
<b>Dairy products</b>							
Butter	3459.49	3535.95	3541.22	4279.38	3468.89	3475.17	4468.66
Skimmed milk powder	3351.01	3381.89	3381.47	3507.24	3365.94	3367.04	3570.99
Cheese	4685.23	4748.06	4752.89	5228.1	4701.96	4706.49	5378.42
Fresh milk products	640.75	649.56	650.56	717.95	642.98	643.31	740
Cream	2783.74	2815.3	2827.17	3165.28	2790.77	2793.71	3261.28
Concentrated milk	1595.82	1621.7	1615.72	1793.12	1600.3	1600.73	1843.67
Whole milk powder	4097.97	4151.6	4150.09	4512.01	4112.18	4113.66	4629.02
Casein	8846.97	8926.73	8928.51	9491.76	8867.43	8873.21	9681.78
Whey powder	1018.02	1030.15	1028.81	1059.01	1023.15	1023.99	1081.62
<b>Oils</b>	<b>934.09</b>	<b>937.83</b>	<b>933.02</b>	<b>941.89</b>	<b>934.77</b>	<b>937.28</b>	<b>945.83</b>
Rapeseed oil	820.48	825.51	832.28	823.39	823.58	824.57	838.98
Sunflower seed oil	762.98	766.16	772.08	765.5	768.91	769.26	782.94
Soya oil	776.14	774.42	773.68	779.44	775.18	775.25	776.07
Olive oil	1572.2	1575.88	1582.08	1603.04	1575.57	1575.62	1619.95
Palm oil							
Other oil	1074.25	1074.76	1075.62	1076.15	1074.76	1074.85	1078.11
<b>Oil cakes</b>	<b>342.9</b>	<b>346.62</b>	<b>353.94</b>	<b>327.71</b>	<b>348.37</b>	<b>349.06</b>	<b>337.86</b>
Rapeseed cake	319.87	324.25	333.15	303.45	325.95	326.74	315.78
Sunflower seed cake	316.88	320.54	327.39	299.28	322.79	323.67	309.77
Soya cake	385.63	387.57	391.95	373.38	389.37	389.74	377.64
Olive cakes							
<b>Secondary products</b>	<b>499.89</b>	<b>505.83</b>	<b>509.02</b>	<b>498.73</b>	<b>505.14</b>	<b>509.63</b>	<b>514.79</b>
Rice milled	407.71	418.32	430.94	393.16	418.53	422.32	421.46
Molasse							
Starch							
Sugar	509.51	515.22	519.14	513.67	514.71	519.42	530.45
Bio diesel	1193.95	1198	1203.75	1197.02	1196.72	1197.55	1210.24
Bio ethanol	1010.28	1023.12	1052.77	1023.21	1027.26	1030.33	1077.97
Distilled dried grains <sup>14</sup>	150.14	155	164.1	142.78	156.59	159.03	158.92
Protein rich by products	288.68	293.87	302.26	264.83	296.07	298.28	276.04
Energy rich by products	180.58	181.13	180.22	174.44	180.77	180.71	174.3

<sup>14</sup>Distilled dried grains from bio-ethanol processing

### 8.1.2.2 Ergebnisse der Sensitivitätsanalysen

**Beschreibung der Sensitivitätsanalysen** Für genauere Erläuterungen zu den Sensitivitätsanalysen, siehe Kapitel 5.9.

#### Legende

- alle Angaben als Producer Price [Euro/t]
  
- B: *baseline*
- CN: *China*
- CO2: *CO2*
- F: *F2F*
- MEAT: *Meat*
- SOY: *Soja*

Tabelle 8.8: EU: Produzentenpreis – Sensitivitätsszenarien

	B	F2F	B CN	F CN	B CO2	F CO2	B MEAT	F MEAT	B SOY	F SOY
<b>All primary agricultural output</b>	<b>140</b>	<b>188</b>	<b>138</b>	<b>185</b>	<b>155</b>	<b>193</b>	<b>137</b>	<b>180</b>	<b>142</b>	<b>193</b>
<b>Cereals</b>	<b>196</b>	<b>221</b>	<b>196</b>	<b>219</b>	<b>205</b>	<b>227</b>	<b>196</b>	<b>219</b>	<b>198</b>	<b>224</b>
Soft wheat	201	228	201	226	210	235	201	226	204	231
Durum wheat	292	307	292	306	299	313	292	306	294	310
Rye and meslin	148	168	147	167	155	171	147	166	151	172
Barley	181	206	181	204	187	210	181	204	183	209
Oats	150	170	151	169	159	175	151	168	153	174
Grain maize	208	239	207	237	220	246	207	236	210	242
Other cereals	163	180	162	179	172	186	162	178	165	183
Paddy rice	201	211	199	208	207	217	200	208	205	217
<b>Oilseeds</b>	<b>376</b>	<b>442</b>	<b>374</b>	<b>438</b>	<b>388</b>	<b>448</b>	<b>376</b>	<b>441</b>	<b>569</b>	<b>701</b>
Rapeseed	392	470	390	467	407	478	391	469	435	529
Sunflower seed	345	395	343	391	355	400	345	395	385	442
Soya seed	385	430	380	422	384	425	385	426	974	1482
<b>Other arable field crops</b>	<b>90</b>	<b>120</b>	<b>89</b>	<b>118</b>	<b>99</b>	<b>124</b>	<b>90</b>	<b>118</b>	<b>92</b>	<b>124</b>
Pulses	292	308	289	305	276	300	294	310	325	345
Potatoes	222	252	222	252	225	253	223	252	222	253
Sugar beet	32	34	32	34	33	34	32	34	32	33
Yams etc. <sup>15</sup>	181	174	173	167	178	174	178	172	180	173
<b>Vegetables and Permanent crops</b>	<b>582</b>	<b>666</b>	<b>578</b>	<b>660</b>	<b>586</b>	<b>667</b>	<b>598</b>	<b>682</b>	<b>591</b>	<b>686</b>
Tomatoes	380	424	376	416	382	424	394	436	380	424
Other vegetables	448	546	446	541	450	545	473	575	448	546
Apples pears and peaches	359	412	352	406	359	411	368	422	359	413
Table grapes	1237	1298	1231	1291	1237	1298	1253	1314	1237	1298
Citrus fruits	321	338	318	334	322	338	329	347	321	338
Other fruits	914	1024	912	1018	916	1023	951	1063	915	1024
Olive for oil	408	453	397	441	418	457	406	446	501	641
Table olives	1800	2176	1803	2169	1822	2175	1937	2303	1802	2172
Wine	1283	1433	1273	1421	1295	1438	1286	1433	1276	1423
<b>All other crops</b>	<b>1491</b>	<b>1491</b>	<b>1490</b>	<b>1491</b>	<b>1490</b>	<b>1490</b>	<b>1490</b>	<b>1491</b>	<b>1491</b>	<b>1491</b>
Other oil	668	668	669	668	669	668	668	668	668	668
Flax and hemp	400	403	399	402	398	402	400	403	399	403
Tobacco	2150	2182	2130	2161	2157	2182	2150	2182	2147	2174
Other industrial crops	1650	1649	1649	1649	1649	1649	1650	1649	1650	1649

Fortsetzung auf der nächsten Seite

<sup>15</sup>Yams, Manioc, Cassava and Other Roots and Tubers

	<b>B</b>	<b>F2F</b>	<b>B CN</b>	<b>F CN</b>	<b>B CO2</b>	<b>F CO2</b>	<b>B MEAT</b>	<b>F MEAT</b>	<b>B SOY</b>	<b>F SOY</b>
Nurseries	1595	1595	1595	1595	1595	1595	1594	1595	1595	1595
Flowers	1488	1488	1488	1488	1488	1488	1488	1488	1488	1488
Other crops	1421	1420	1421	1420	1421	1420	1421	1420	1421	1420
<b>Fodder</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>20</b>
Fodder maize	27	29	27	29	28	29	27	29	27	29
Fodder root crops	34	35	34	35	34	36	34	35	34	36
Other fodder from arable land	31	34	31	34	32	35	31	34	31	34
Gras	15	16	14	16	15	16	14	16	15	16
<b>Meat</b>	<b>2162</b>	<b>3076</b>	<b>2099</b>	<b>3007</b>	<b>2291</b>	<b>3053</b>	<b>2015</b>	<b>2763</b>	<b>2230</b>	<b>3173</b>
Beef	4082	6480	3946	6342	4873	6780	3659	5670	4106	6591
Pork meat	1799	2658	1737	2596	1875	2636	1682	2364	1876	2760
Sheep and goat meat	5400	6753	5169	6559	5819	7067	5114	6105	5431	6884
Poultry meat	1782	2255	1747	2182	1814	2211	1695	2081	1842	2334
<b>Other Animal products</b>	<b>440</b>	<b>579</b>	<b>434</b>	<b>573</b>	<b>482</b>	<b>610</b>	<b>443</b>	<b>570</b>	<b>445</b>	<b>588</b>
Cow and buffalo milk	349	480	342	474	392	512	352	472	353	488
Sheep and goat milk	863	1082	856	1075	939	1134	867	1074	880	1098
Raw milk	365	496	358	490	408	528	368	488	369	503
Eggs	1377	1884	1375	1857	1398	1831	1386	1821	1425	1937
Milk for feeding	192	198	192	197	194	199	192	198	192	199
Other animal output	1874	1874	1874	1874	1874	1874	1874	1874	1874	1874
Fresh water fish	2275	2285	2183	2192	2277	2285	2275	2284	2276	2286
Saltwater fish	2256	2268	2186	2196	2255	2266	2254	2264	2273	2289
Other aquatic	2249	2257	2133	2140	2251	2257	2249	2256	2251	2259
<b>Young animals</b>	<b>95</b>	<b>178</b>	<b>92</b>	<b>175</b>	<b>117</b>	<b>179</b>	<b>86</b>	<b>160</b>	<b>98</b>	<b>183</b>
Young cow output	1343	2544	1293	2490	1719	2737	1240	2274	1338	2579
Young bull output	689	1225	672	1197	882	1287	619	1066	707	1253
Young heifer output	674	1241	656	1214	872	1305	616	1090	682	1270
Young male calf output	173	593	157	576	317	626	123	481	186	611
Young female calf output	166	628	151	610	324	661	123	509	174	647
Young piglet output	30	43	29	42	31	42	28	38	31	44
Young lamb output	15	45	11	43	16	43	11	37	15	47
Young chicken output	140	141	140	141	140	141	140	141	140	142
<b>Manure output</b>	<b>1038</b>	<b>1038</b>	<b>1038</b>	<b>1038</b>	<b>1042</b>	<b>1039</b>	<b>1038</b>	<b>1038</b>	<b>1038</b>	<b>1038</b>
Manure nitrate	871	867	871	867	872	867	872	868	872	868
Manure phosphat	1905	1901	1905	1901	1910	1901	1906	1902	1906	1902
Manure potassium	814	815	814	814	817	815	815	815	814	815
<b>Fertiliser</b>	<b>1598</b>	<b>1605</b>	<b>1599</b>	<b>1605</b>	<b>1604</b>	<b>1606</b>	<b>1599</b>	<b>1605</b>	<b>1596</b>	<b>1604</b>
Nitrate (N)	1718	1720	1718	1721	1721	1720	1718	1720	1715	1717

Fortsetzung auf der nächsten Seite

	<b>B</b>	<b>F2F</b>	<b>B CN</b>	<b>F CN</b>	<b>B CO2</b>	<b>F CO2</b>	<b>B MEAT</b>	<b>F MEAT</b>	<b>B SOY</b>	<b>F SOY</b>
Phosphate (P2O5)	2405	2409	2405	2409	2411	2410	2405	2408	2403	2407
Potassium (K2O)	1033	1035	1033	1035	1035	1035	1033	1035	1033	1035
<b>Feedingstuff</b>	<b>157</b>	<b>179</b>	<b>156</b>	<b>178</b>	<b>165</b>	<b>179</b>	<b>154</b>	<b>175</b>	<b>154</b>	<b>182</b>
Feed cereals	440	466	440	464	450	472	440	464	442	469
Feed rich protein	818	808	809	798	801	788	811	799	941	957
Feed rich energy	319	340	319	339	327	345	319	339	321	343
Feed from milk product	3041	3172	2983	3123	3068	3196	3037	3149	3049	3183
Feed other	865	930	860	923	869	934	875	939	918	1004
Fodder maize	44	46	44	46	45	47	44	46	44	46
Fodder root crops	64	67	64	66	64	67	64	66	64	67
Fodder other on arable land	86	93	86	93	92	99	86	93	86	93
Gras	37	40	37	39	38	40	37	39	37	40
Straw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Milk for feeding	12	16	12	16	13	16	12	16	12	16
Sheep and Goat Milk for feeding	71	82	71	82	69	79	70	80	72	79
<b>Remonte</b>	<b>96</b>	<b>179</b>	<b>92</b>	<b>176</b>	<b>117</b>	<b>179</b>	<b>87</b>	<b>160</b>	<b>98</b>	<b>183</b>
Young cow input	1348	2523	1300	2469	1711	2699	1246	2261	1343	2558
Young bull input	696	1240	678	1212	889	1303	625	1082	714	1268
Young heifer input	675	1259	657	1230	875	1326	617	1104	683	1286
Young male calf input	173	593	157	576	318	627	123	480	186	612
Young female calf input	166	624	151	607	325	659	123	506	174	644
Young piglet input	30	43	29	42	31	42	28	39	31	44
Young lamb input	15	44	11	42	16	42	11	37	16	47
Young chicken input	140	141	140	141	140	141	140	141	140	141
<b>Other inputs</b>	<b>346</b>	<b>626</b>	<b>346</b>	<b>625</b>	<b>366</b>	<b>634</b>	<b>345</b>	<b>621</b>	<b>346</b>	<b>625</b>
Seed	1683	1686	1683	1685	1681	1684	1683	1685	1684	1686
Plant protection	36	36	36	36	36	36	36	36	37	36
Pharma. inputs	1632	1632	1632	1632	1631	1633	1632	1632	1632	1632
Maintenance machinery	1746	1746	1746	1746	1746	1746	1746	1746	1746	1747
Maintenance buildings	1767	1768	1767	1768	1766	1767	1767	1768	1767	1769
Electricity	1997	2001	1998	2002	1995	2001	1998	2002	1999	2002
Fuel	1621	1630	1621	1630	1628	1632	1621	1630	1621	1628
Heating	872	869	872	869	872	869	871	869	872	868
Lubricants	1885	1884	1885	1884	1885	1886	1885	1884	1885	1884
Other input	1688	1696	1688	1696	1685	1695	1688	1696	1689	1697
<b>Dairy products</b>										
Butter	3459	4469	3462	4459	3798	4708	3501	4419	3493	4520
Skimmed milk powder	3351	3571	3293	3505	3417	3632	3345	3535	3364	3588

Fortsetzung auf der nächsten Seite

	<b>B</b>	<b>F2F</b>	<b>B CN</b>	<b>F CN</b>	<b>B CO2</b>	<b>F CO2</b>	<b>B MEAT</b>	<b>F MEAT</b>	<b>B SOY</b>	<b>F SOY</b>
Cheese	4685	5378	4651	5325	4910	5549	4703	5329	4715	5421
Fresh milk products	641	740	637	734	672	764	644	733	645	746
Cream	2784	3261	2779	3249	2938	3373	2799	3235	2803	3290
Concentrated milk	1596	1844	1580	1820	1660	1894	1604	1825	1604	1855
Whole milk powder	4098	4629	4043	4563	4258	4760	4111	4586	4116	4656
Casein	8847	9682	8738	9561	9081	9845	8840	9601	8879	9733
Whey powder	1018	1082	993	1053	1039	1106	1017	1069	1022	1089
<b>Oils</b>	<b>934</b>	<b>946</b>	<b>930</b>	<b>941</b>	<b>940</b>	<b>950</b>	<b>934</b>	<b>945</b>	<b>996</b>	<b>1042</b>
Rapeseed oil	820	839	818	837	825	842	820	839	827	837
Sunflower seed oil	763	783	761	780	767	786	763	782	770	780
Soya oil	776	776	774	774	776	776	776	776	1239	1930
Olive oil	1572	1620	1561	1607	1582	1624	1570	1613	1667	1811
Other oil	1074	1078	1069	1073	1075	1078	1074	1078	1077	1085
<b>Oil cakes</b>	<b>343</b>	<b>338</b>	<b>334</b>	<b>329</b>	<b>327</b>	<b>321</b>	<b>337</b>	<b>332</b>	<b>517</b>	<b>541</b>
Rapeseed cake	320	316	311	307	302	297	314	309	379	399
Sunflower seed cake	317	310	310	303	302	294	311	303	362	373
Soya cake	386	378	376	368	372	363	380	372	892	1199
<b>Secondary products</b>	<b>500</b>	<b>515</b>	<b>500</b>	<b>514</b>	<b>510</b>	<b>522</b>	<b>500</b>	<b>514</b>	<b>490</b>	<b>503</b>
Rice milled	408	421	405	418	415	430	405	417	413	427
Sugar	510	530	510	530	521	537	510	530	498	516
Bio diesel	1194	1210	1191	1207	1198	1212	1194	1210	1228	1244
Bio ethanol	1010	1078	1010	1075	1034	1094	1012	1077	991	1049
Distilled dried grains <sup>16</sup>	150	159	147	155	145	152	147	154	182	209
Protein rich by products	289	276	282	269	268	254	283	268	355	374
Energy rich by products	181	174	173	167	178	174	178	172	180	173

<sup>16</sup>Distilled dried grains from bio-ethanol processing

## 8.1.3 Handelsbilanzen

### 8.1.3.1 Ergebnisse der Sensitivitätsanalysen

**Beschreibung der Sensitivitätsanalysen** Für genauere Erläuterungen zu den Sensitivitätsanalysen, siehe Kapitel 2.2.3.

#### Legende

- Net prod: Net production in 1000 t
- Human cons.: Human consumption in 1000t
- Processing: Processing in 1000t
- Biofuels proc.: Biofuel processing in 1000t
- Imports: Imports without intra trade in 1000t
- Exports: Exports without intra trade in 1000t
- Net trade: Net trade in 1000t

Tabelle 8.9: EU: Handelsbilanz – Getreide: base

		Net prod.	Human cons.	Processing	Biofuel proc.	Feed use	Imports	Exports	Net trade
BASELINE	Cereals	278122	79256	15911	9627	151048	18827	41107	22281
	Wheat	132294	60037	3414	3795	39725	3045	28367	25322
	Rye and meslin	7840	2657	502	485	4461	318	53	-265
	Barley	51395	8533	16	1760	30346	465	11205	10740
	Oats	10756	761	74	356	8886	16	696	679
	Grain maize	62465	6032	5472	2857	56105	8785	783	-8002
	Other cereals	13373	1237	6432	373	11526	6198	4	-6194
F2F	Cereals	219831	78082	12818	7767	127620	29821	23365	-6455
	Wheat	108297	59065	2602	3109	33425	5361	15457	10095
	Rye and meslin	6738	2625	362	381	4067	735	38	-697
	Barley	41063	8368	15	1346	25127	846	7053	6207
	Oats	9001	760	51	275	7538	34	411	377
	Grain maize	42691	6044	4104	2256	45237	15354	405	-14950
	Other cereals	12042	1220	5683	400	12226	7490	2	-7488

Tabelle 8.10: EU: Handelsbilanz – Getreide: Sensitivitätsszenario China

		Net prod.	Human cons.	Processing	Biofuel proc.	Feed use	Imports	Exports	Net trade
BASELINE China	Cereals	275907	79255	15995	9558	150663	19335	39771	20436
	Wheat	131324	60034	3428	3812	39556	3155	27649	24494
	Rye and meslin	7831	2658	506	475	4453	309	48	-261
	Barley	50923	8534	16	1729	30432	474	10685	10212
	Oats	10651	760	75	342	8839	17	653	635
	Grain maize	61859	6033	5499	2832	55889	9126	732	-8394
	Other cereals	13319	1236	6470	367	11495	6254	4	-6250
F2F China	Cereals	219439	78157	13110	7798	126929	29747	23191	-6556
	Wheat	108137	59120	2661	3138	33132	5405	15491	10085
	Rye and meslin	6761	2626	374	375	4035	686	36	-649
	Barley	40847	8382	15	1343	25084	843	6866	6023
	Oats	8980	760	53	273	7524	34	404	370
	Grain maize	42694	6049	4219	2274	45108	15348	392	-14956
	Other cereals	12019	1221	5786	394	12046	7431	2	-7429

Tabelle 8.11: EU: Handelsbilanz – Getreide: Sensitivitätsszenario CO2

		Net prod.	Human cons.	Processing	Biofuel proc.	Feed use	Imports	Exports	Net trade
BASELINE CO2	Cereals	261961	78859	14685	8767	148793	23147	34005	10858
	Wheat	124619	59726	3150	3656	38934	3803	22955	19153
	Rye and meslin	7545	2644	460	406	4423	433	46	-387
	Barley	50523	8487	16	1557	31210	574	9826	9252
	Oats	10392	760	67	292	8730	22	564	543
	Grain maize	56902	6022	5006	2520	54174	11430	611	-10819
	Other cereals	11980	1221	5985	335	11322	6885	3	-6883
F2F CO2	Cereals	212568	77674	12077	7225	129469	34007	20129	-13877
	Wheat	103595	58695	2394	2967	32973	6351	12917	6566
	Rye and meslin	6623	2618	342	332	4177	883	36	-847
	Barley	41288	8341	15	1222	26245	995	6459	5464
	Oats	8966	759	47	229	7618	41	354	313
	Grain maize	40711	6048	3866	2112	45985	17663	362	-17301
	Other cereals	11385	1212	5412	362	12471	8074	2	-8072

Tabelle 8.12: EU: Handelsbilanz – Getreide: Sensitivitätsszenario Fleisch

		Net prod.	Human cons.	Processing	Biofuel proc.	Feed use	Imports	Exports	Net trade
BASELINE Meat	Cereals	275172	79317	16002	9581	147368	18493	41397	22904
	Wheat	131348	60079	3422	3773	38436	2998	28636	25638
	Rye and meslin	7776	2660	507	482	4377	303	53	-250
	Barley	50750	8539	16	1744	29691	462	11221	10759
	Oats	10538	761	75	347	8677	16	694	679
	Grain maize	61503	6040	5505	2863	54907	8602	789	-7813
	Other cereals	13256	1238	6477	372	11279	6113	4	-6109
F2F Meat	Cereals	217440	78185	13085	7792	122916	28463	23924	-4538
	Wheat	107370	59141	2647	3100	31820	5163	15825	10662
	Rye and meslin	6741	2629	377	381	3985	669	39	-630
	Barley	40459	8383	15	1352	24286	792	7214	6423
	Oats	8841	760	53	275	7357	31	426	395
	Grain maize	42142	6050	4214	2286	43725	14551	418	-14133
	Other cereals	11886	1222	5779	397	11743	7257	2	-7255

Tabelle 8.13: EU: Handelsbilanz – Getreide: Sensitivitätsszenario Soja

		Net prod.	Human cons.	Processing	Biofuel proc.	Feed use	Imports	Exports	Net trade
BASELINE SOY	Cereals	275748	79186	15517	10467	153167	20934	38344	17410
	Wheat	130842	59981	3331	3843	40584	3305	26408	23103
	Rye and meslin	7916	2654	488	630	4460	366	50	-316
	Barley	51332	8521	16	2120	30642	503	10535	10032
	Oats	10833	761	72	449	8924	19	646	627
	Grain maize	61265	6037	5320	2983	56381	10156	702	-9455
	Other cereals	13560	1232	6290	442	12177	6585	4	-6581
F2F SOY	Cereals	218442	77996	12359	8881	130580	33080	21706	-11374
	Wheat	107800	58985	2504	3193	34586	5822	14353	8531
	Rye and meslin	6719	2621	337	554	4059	888	36	-852
	Barley	41082	8353	15	1736	25351	951	6578	5627
	Oats	8868	760	47	378	7354	40	368	328
	Grain maize	41979	6062	3970	2486	46450	17359	368	-16990
	Other cereals	11994	1215	5485	533	12779	8020	2	-8018

Tabelle 8.14: EU: Handelsbilanz – Ölsaaten: baseline

		Net prod.	Human cons.	Processing	Biofuel proc.	Feed use	Imports	Exports	Net trade
BASELINE	Oilseeds	31206	2192	44046	0	2242	20274	3000	-17274
	Rapeseed	18407	1077	24634	0	959	8570	307	-8263
	Sunflower seed	10214	745	7269	0	414	713	2498	1786
	Soya seed	2585	369	12143	0	870	10991	194	-10797
F2F	Oilseeds	24933	2159	43195	0	1751	24109	1937	-22172
	Rapeseed	15219	1047	23629	0	724	10393	211	-10182
	Sunflower seed	8431	733	6894	0	315	1130	1620	490
	Soya seed	1283	379	12672	0	711	12586	106	-12480

Tabelle 8.15: EU: Handelsbilanz – Ölsaaten: Sensitivitätsszenario China

		Net prod.	Human cons.	Processing	Biofuel proc.	Feed use	Imports	Exports	Net trade
BASELINE China	Oilseeds	31024	2196	43950	0	2255	20381	3004	-17377
	Rapeseed	18350	1081	24561	0	961	8559	306	-8254
	Sunflower seed	10167	746	7268	0	417	771	2507	1736
	Soya seed	2507	369	12121	0	876	11051	191	-10860
F2F China	Oilseeds	24981	2164	43127	0	1763	24078	2004	-22074
	Rapeseed	15191	1051	23567	0	729	10364	209	-10156
	Sunflower seed	8507	734	6927	0	320	1162	1687	526
	Soya seed	1283	379	12634	0	715	12552	108	-12444

Tabelle 8.16: EU: Handelsbilanz – Ölsaaten: Sensitivitätsszenario CO2

		Net prod.	Human cons.	Processing	Biofuel proc.	Feed use	Imports	Exports	Net trade
BASELINE CO2	Oilseeds	29990	2188	43640	0	1965	20565	2761	-17804
	Rapeseed	17576	1074	24305	0	824	8913	285	-8627
	Sunflower seed	9807	744	7192	0	357	767	2280	1513
	Soya seed	2608	370	12144	0	783	10886	196	-10689
F2F CO2	Oilseeds	24292	2158	42832	0	1571	24098	1830	-22268
	Rapeseed	14732	1048	23412	0	637	10565	201	-10364
	Sunflower seed	8170	731	6815	0	281	1173	1516	343
	Soya seed	1391	379	12605	0	653	12361	114	-12247

Tabelle 8.17: EU: Handelsbilanz – Ölsaaten: Sensitivitätsszenario Fleisch

		Net prod.	Human cons.	Processing	Biofuel proc.	Feed use	Imports	Exports	Net trade
BASELINE MEAT	Oilseeds	31100	2224	43959	0	2221	20293	2989	-17304
	Rapeseed	18364	1079	24601	0	949	8571	306	-8265
	Sunflower seed	10178	746	7249	0	409	716	2492	1775
	Soya seed	2558	399	12109	0	863	11006	191	-10814
F2F MEAT	Oilseeds	24930	2190	43093	0	1736	24013	1924	-22089
	Rapeseed	15218	1049	23607	0	721	10370	211	-10159
	Sunflower seed	8378	732	6867	0	309	1134	1603	469
	Soya seed	1334	409	12619	0	706	12509	109	-12400

Tabelle 8.18: EU: Handelsbilanz – Ölsaaten: Sensitivitätsszenario Soja

		Net prod.	Human cons.	Processing	Biofuel proc.	Feed use	Imports	Exports	Net trade
BASELINE SOY	Oilseeds	36991	2105	42187	0	1732	11058	2025	-9033
	Rapeseed	18473	1045	26028	0	926	9784	257	-9527
	Sunflower seed	8973	722	7381	0	376	1274	1768	494
	Soya seed	9545	337	8778	0	430	0	0	0
F2F SOY	Oilseeds	29440	2036	39515	0	1208	14540	1221	-13319
	Rapeseed	15955	1014	26618	0	715	12547	155	-12392
	Sunflower seed	7648	707	7567	0	282	1974	1066	-908
	Soya seed	5837	315	5330	0	212	20	0	-20

Tabelle 8.19: EU: Handelsbilanz – Milchprodukte: base

		Net prod.	Human cons.	Processing	Biofuel proc.	Feed use	Imports	Exports	Net trade
BASELINE	Dairy products	59873	51996	397	0	1573	249	6156	5907
	Butter	2329	2097	14	0	0	95	313	218
	Skimmed milk powder	1936	770	0	0	490	17	693	676
	Cheese	10169	8569	379	0	0	55	1276	1221
	Fresh milk products	38315	36383	0	0	23	30	1938	1908
	Cream	2919	2654	0	0	0	2	267	265
	Concentrated milk	1072	658	0	0	23	2	393	392
	Whole milk powder	634	380	0	0	19	5	241	236
	Casein	215	136	4	0	9	17	84	67
	Whey powder	2283	349	0	0	1009	27	952	925
F2F	Dairy products	57671	51273	277	0	1136	320	5305	4986
	Butter	2116	2030	5	0	0	133	215	82
	Skimmed milk powder	1723	772	0	0	356	21	616	595
	Cheese	9800	8464	269	0	0	67	1134	1067
	Fresh milk products	37465	35876	0	0	18	36	1607	1571
	Cream	2859	2625	0	0	0	3	237	233
	Concentrated milk	1017	651	0	0	17	2	351	349
	Whole milk powder	558	372	0	0	13	8	181	174
	Casein	199	135	3	0	6	22	76	54
	Whey powder	1933	349	0	0	725	28	887	859

Tabelle 8.20: EU: Handelsbilanz – Milchprodukte: Sensitivitätsszenario China

		Net prod.	Human cons.	Processing	Biofuel proc.	Feed use	Imports	Exports	Net trade
BASELINE China	Dairy products	59807	52000	402	0	1592	248	6061	5813
	Butter	2323	2095	14	0	0	95	309	214
	Skimmed milk powder	1929	773	0	0	495	17	678	661
	Cheese	10165	8571	384	0	0	55	1265	1209
	Fresh milk products	38310	36382	0	0	23	30	1935	1905
	Cream	2915	2651	0	0	0	2	266	264
	Concentrated milk	1066	659	0	0	23	2	385	384
	Whole milk powder	629	381	0	0	19	5	234	229
	Casein	215	136	4	0	9	17	84	67
	Whey powder	2255	352	0	0	1023	26	906	880
F2F China	Dairy products	57645	51299	286	0	1154	319	5226	4907
	Butter	2114	2029	5	0	0	132	212	80
	Skimmed milk powder	1718	774	0	0	361	21	604	583
	Cheese	9804	8468	278	0	0	68	1126	1058
	Fresh milk products	37481	35893	0	0	18	37	1607	1570
	Cream	2856	2623	0	0	0	3	236	233
	Concentrated milk	1013	652	0	0	17	2	345	343
	Whole milk powder	555	373	0	0	13	8	177	169
	Casein	199	135	3	0	6	22	76	54
	Whey powder	1906	352	0	0	739	26	842	815

Tabelle 8.21: EU: Handelsbilanz – Milchprodukte: Sensitivitätsszenario CO2

		Net prod.	Human cons.	Processing	Biofuel proc.	Feed use	Imports	Exports	Net trade
BASELINE CO2	Dairy products	59002	51642	355	0	1442	268	5831	5563
	Butter	2253	2070	11	0	0	101	273	172
	Skimmed milk powder	1859	769	0	0	443	19	666	647
	Cheese	10022	8515	340	0	0	59	1226	1167
	Fresh milk products	37933	36134	0	0	20	32	1810	1778
	Cream	2891	2638	0	0	0	2	255	253
	Concentrated milk	1055	656	0	0	20	2	381	379
	Whole milk powder	606	377	0	0	16	6	220	214
	Casein	210	135	4	0	8	18	81	63
	Whey powder	2174	348	0	0	935	28	919	891
F2F CO2	Dairy products	57050	50984	246	0	1078	347	5089	4742
	Butter	2062	2011	2	0	0	148	196	48
	Skimmed milk powder	1670	769	0	0	332	23	591	569
	Cheese	9690	8418	240	0	0	71	1102	1031
	Fresh milk products	37186	35674	0	0	17	39	1534	1495
	Cream	2838	2613	0	0	0	4	230	226
	Concentrated milk	1004	649	0	0	16	2	342	340
	Whole milk powder	540	369	0	0	12	9	168	159
	Casein	195	134	3	0	6	23	74	51
	Whey powder	1864	347	0	0	695	29	852	822

Tabelle 8.22: EU: Handelsbilanz – Milchprodukte: Sensitivitätsszenario Fleisch

		Net prod.	Human cons.	Processing	Biofuel proc.	Feed use	Imports	Exports	Net trade
BASELINE MEAT	Dairy products	59739	51920	394	0	1558	250	6117	5867
	Butter	2320	2091	14	0	0	95	310	215
	Skimmed milk powder	1927	770	0	0	485	17	689	671
	Cheese	10148	8557	376	0	0	55	1269	1214
	Fresh milk products	38243	36330	0	0	23	30	1920	1890
	Cream	2914	2650	0	0	0	2	266	264
	Concentrated milk	1069	657	0	0	23	2	391	390
	Whole milk powder	630	379	0	0	18	5	238	232
	Casein	215	136	4	0	9	17	83	66
	Whey powder	2273	349	0	0	1000	27	951	924
F2F MEAT	Dairy products	57698	51250	285	0	1127	314	5350	5036
	Butter	2123	2029	5	0	0	130	219	89
	Skimmed milk powder	1729	772	0	0	354	21	623	603
	Cheese	9810	8459	277	0	0	66	1140	1074
	Fresh milk products	37460	35859	0	0	17	36	1620	1584
	Cream	2858	2623	0	0	0	3	238	235
	Concentrated milk	1019	651	0	0	17	2	354	352
	Whole milk powder	561	372	0	0	13	8	184	177
	Casein	200	135	3	0	6	21	77	55
	Whey powder	1938	349	0	0	720	27	895	868

Tabelle 8.23: EU: Handelsbilanz – Milchprodukte: Sensitivitätsszenario Soja

		Net prod.	Human cons.	Processing	Biofuel proc.	Feed use	Imports	Exports	Net trade
BASELINE SOY	Dairy products	59806	51987	391	0	1569	252	6111	5859
	Butter	2323	2096	14	0	0	95	308	213
	Skimmed milk powder	1928	770	0	0	490	18	686	668
	Cheese	10156	8568	374	0	0	55	1269	1214
	Fresh milk products	38296	36376	0	0	23	30	1926	1896
	Cream	2918	2654	0	0	0	2	266	264
	Concentrated milk	1071	658	0	0	23	2	391	390
	Whole milk powder	631	380	0	0	18	5	238	233
	Casein	215	136	4	0	9	17	83	66
	Whey powder	2271	349	0	0	1006	28	943	915
F2F SOY	Dairy products	57588	51263	268	0	1127	326	5255	4930
	Butter	2107	2028	4	0	0	136	211	75
	Skimmed milk powder	1712	772	0	0	354	22	609	587
	Cheese	9784	8464	261	0	0	68	1127	1059
	Fresh milk products	37443	35868	0	0	17	37	1595	1558
	Cream	2857	2625	0	0	0	4	235	232
	Concentrated milk	1015	651	0	0	17	2	349	347
	Whole milk powder	555	372	0	0	13	8	178	170
	Casein	198	135	3	0	6	22	76	54
	Whey powder	1917	349	0	0	720	28	876	848

Tabelle 8.24: EU: Handelsbilanz – Fleisch: base

		Net prod.	Human cons.	Processing	Biofuel proc.	Feed use	Imports	Exports	Net trade
BASELINE	Meat	43794	37174	473	0	0	700	6847	6147
	Beef	6123	6100	0	0	0	287	310	23
	Pork meat	23246	18459	472	0	0	22	4336	4314
	Poultry meat	13849	11907	1	0	0	177	2117	1940
F2F	Meat	35639	36133	71	0	0	2347	1782	-565
	Beef	4655	5604	0	0	0	979	30	-950
	Pork meat	19040	17937	71	0	0	99	1132	1033
	Poultry meat	11511	11886	1	0	0	975	600	-375

Tabelle 8.25: EU: Handelsbilanz – Fleisch: Sensitivitätsszenario China

		Net prod.	Human cons.	Processing	Biofuel proc.	Feed use	Imports	Exports	Net trade
BASELINE China	Meat	43009	37251	501	0	0	824	6080	5257
	Beef	6127	6120	0	0	0	288	295	7
	Pork meat	22727	18508	500	0	0	21	3741	3720
	Poultry meat	13579	11902	2	0	0	277	1954	1676
F2F China	Meat	35255	36237	101	0	0	2701	1618	-1083
	Beef	4664	5629	0	0	0	995	30	-966
	Pork meat	18904	17948	100	0	0	99	955	855
	Poultry meat	11254	11946	1	0	0	1307	614	-693

Tabelle 8.26: EU: Handelsbilanz – Fleisch: Sensitivitätsszenario CO2

		Net prod.	Human cons.	Processing	Biofuel proc.	Feed use	Imports	Exports	Net trade
BASELINE CO2	Meat	42584	37037	436	0	0	835	5946	5111
	Beef	5512	5793	0	0	0	360	80	-280
	Pork meat	22803	18519	434	0	0	26	3876	3850
	Poultry meat	13753	12019	1	0	0	204	1938	1733
F2F CO2	Meat	35718	36259	81	0	0	2509	1887	-622
	Beef	4380	5585	0	0	0	1233	28	-1205
	Pork meat	19152	17997	81	0	0	97	1171	1074
	Poultry meat	11782	11975	1	0	0	866	672	-194

Tabelle 8.27: EU: Handelsbilanz – Fleisch: Sensitivitätsszenario Fleisch

		Net prod.	Human cons.	Processing	Biofuel proc.	Feed use	Imports	Exports	Net trade
BASELINE MEAT	Meat	41753	33033	531	0	0	448	8638	8190
	Beef	5966	5500	0	0	0	144	610	466
	Pork meat	22050	16350	529	0	0	15	5185	5170
	Poultry meat	13164	10558	2	0	0	125	2730	2605
F2F MEAT	Meat	33850	32047	209	0	0	1224	2818	1594
	Beef	4552	4942	0	0	0	431	41	-390
	Pork meat	17875	15943	208	0	0	54	1778	1724
	Poultry meat	10990	10519	1	0	0	490	960	470

Tabelle 8.28: EU: Handelsbilanz – Fleisch:Sensitivitätsszenario Soja

		Net prod.	Human cons.	Processing	Biofuel proc.	Feed use	Imports	Exports	Net trade
BASELINE SOY	Meat	42593	37033	437	0	0	776	5898	5123
	Beef	6061	6092	0	0	0	295	263	-32
	Pork meat	22596	18389	435	0	0	26	3797	3772
	Poultry meat	13370	11842	1	0	0	233	1760	1527
F2F SOY	Meat	34925	36030	25	0	0	2630	1500	-1130
	Beef	4564	5633	0	0	0	1098	29	-1069
	Pork meat	18746	17860	25	0	0	104	965	861
	Poultry meat	11193	11830	1	0	0	1125	488	-637

## 8.2 Detaillierte Ergebnistabellen: Deutschland

### 8.2.1 Produktion

#### 8.2.1.1 Ergebnisse für die F2F-Szenarien

**Szenarienbeschreibung** Für genauere Erläuterungen zu den Szenarien, siehe Kapitel 2.

- baseline: Basisszenario
- fertilizer: Reduktion des Einsatzes von Düngemitteln um min. 20%
- pesticides: Risiko und Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel und gefährlicher PSM soll um 50% verringert werden
- nutrients: Reduktion des Verlustes an Nährstoffen um 50%
- organics: Mindestens 25% der landwirtschaftlichen Flächen sollen ökologisch/biologisch bewirtschaftet werden
- landscape: Mindestens 10% der landwirtschaftlichen Flächen sollen Landschaftselemente mit großer biologischer Vielfalt aufweisen
- f2f: Farm to Fork Szenario

#### Legende

- ha/heads: Hectares or herd size - [1000 ha or hds]
- yield: Yield in [kg, Const EU or 1/1000 head/ha]
- supply: Supply [1000 t, 1000 ha or Mio. Const EU]

Tabelle 8.29: DE: Produktion – base, fertilizer, pesticides, nutrients

	baseline			fertilizer			pesticides			nutrients		
	ha/heads	yld	supply									
<b>Utilized agricultural area</b>	<b>16586</b>	<b>1801</b>	<b>29877</b>	<b>16597</b>	<b>1689</b>	<b>28029</b>	<b>16336</b>	<b>1567</b>	<b>25603</b>	<b>17304</b>	<b>1645</b>	<b>28461</b>
<b>Cereals</b>	<b>6028</b>	<b>1368</b>	<b>8248</b>	<b>5767</b>	<b>1293</b>	<b>7458</b>	<b>5598</b>	<b>1237</b>	<b>6926</b>	<b>6554</b>	<b>1232</b>	<b>8075</b>
Soft wheat	3152	8028	25308	2794	7693	21496	2779	7358	20448	3449	7318	25241
Durum wheat	25	5572	138	25	5153	127	20	4890	96	27	4745	126
Rye and Meslin	483	5860	2831	551	5593	3081	536	5400	2895	465	5072	2361
Barley	1427	7387	10541	1453	7097	10314	1361	6767	9208	1534	6489	9957
Oats	136	5102	693	191	4833	924	149	4661	695	155	4242	660
Grain Maize	452	10473	4732	436	10155	4425	403	9563	3856	437	9689	4230
Other cereals	353	6182	2181	317	5948	1886	350	5620	1969	486	5616	2731
Paddy rice												
<b>Oilseeds</b>	<b>1089</b>	<b>1705</b>	<b>1857</b>	<b>1034</b>	<b>1594</b>	<b>1648</b>	<b>988</b>	<b>1503</b>	<b>1485</b>	<b>1087</b>	<b>1637</b>	<b>1779</b>
Rape	1057	3763	3978	997	3531	3522	939	3356	3151	1054	3618	3813
Sunflower	21	2304	48	24	2078	50	37	2036	74	23	2018	46
Soya	6	2472	16	8	2316	18	8	2217	17	5	2159	12
Other oils	5	906	5	5	889	5	5	816	4	5	896	5
<b>Other arable crops</b>	<b>762</b>	<b>7855</b>	<b>5982</b>	<b>744</b>	<b>7530</b>	<b>5600</b>	<b>697</b>	<b>6812</b>	<b>4747</b>	<b>730</b>	<b>7954</b>	<b>5804</b>
Pulses	133	3267	436	150	3124	470	197	2950	581	131	3183	418
Potatoes	204	46888	9551	187	44502	8324	141	43560	6146	218	45156	9826
Sugar Beet	313	79016	24714	295	76078	22417	247	69662	17224	269	74140	19952
Flax and hemp	2	5794	9	2	5683	9	1	5164	7	2	5692	9
Tobacco	1	2014	3	1	1974	3	1	1801	2	1	1978	3
Other industrial crops	38	53390	2038	38	52353	1998	38	48119	1837	38	52722	2012
Other crops	71	9975	703	71	9791	690	71	8985	634	71	9873	696
<b>Vege.</b>	<b>354</b>	<b>23031</b>	<b>8162</b>	<b>351</b>	<b>22206</b>	<b>7786</b>	<b>354</b>	<b>20808</b>	<b>7367</b>	<b>355</b>	<b>22741</b>	<b>8080</b>
Tomatoes	0	336525	123	0	327812	116	0	302435	108	0	333338	122
Other Vegetables	129	38604	4968	121	35896	4359	131	34831	4562	129	38118	4936
Apples Pears and Peaches	31	29580	915	31	29031	896	30	26553	801	31	29265	905
Other Fruits	42	8064	340	46	7873	361	41	7249	301	42	7981	336
Wine	104	7104	738	104	6983	724	103	6388	656	104	7021	730
Nurseries	38	28968	1108	38	28434	1088	38	26093	998	38	28645	1096
Flowers	9	255044	2262	9	250336	2220	9	229978	2039	9	251676	2232
New energy crops (ligneous)	1	250	0	1	245	0	1	225	0	1	247	0
<b>Fodder activities</b>	<b>7542</b>	<b>746</b>	<b>5628</b>	<b>7626</b>	<b>726</b>	<b>5537</b>	<b>7479</b>	<b>679</b>	<b>5078</b>	<b>7491</b>	<b>630</b>	<b>4723</b>
Fodder maize	2341	57205	133913	2347	55715	130746	2589	51721	133920	2562	55149	141285
Fodder other on arable land	682	30594	20874	761	29561	22497	371	26232	9740	410	27268	11192

Fortsetzung auf der nächsten Seite

	baseline			fertilizer			pesticides			nutrients		
	ha/heads	yld	supply									
Gras and grazings extensive	2297	24781	56916	2388	24241	57882	2221	22341	49612	4039	24420	98636
Gras and grazings intensive	2222	56470	125461	2131	55564	118391	2298	50859	116864	479	54552	26153
<b>Set aside and fallow land</b>	<b>797</b>			<b>931</b>			<b>995</b>			<b>852</b>		
Set-aside voluntary	554			559			559			561		
Fallow land	243			372			436			292		
Set-aside cropland <sup>17</sup>	2			70			140			118		
Set-aside grassland <sup>18</sup>	13			74			85			117		
Winter cover catch crop	1067			1125			2244			20		
<b>All cattle activities</b>	<b>8196</b>	<b>2147</b>	<b>17599</b>	<b>8123</b>	<b>2154</b>	<b>17497</b>	<b>7921</b>	<b>2174</b>	<b>17219</b>	<b>7200</b>	<b>2262</b>	<b>16284</b>
Dairy Cows high yield	1969	10707	21080	1978	10707	21174	1955	10706	20928	1967	10702	21049
Dairy Cows low yield	1966	6436	12651	1970	6436	12681	1941	6435	12492	1918	6434	12344
Other Cows	596	450	269	584	450	263	542	450	244	385	450	173
Heifers breeding	1188	1000	1188	1170	1000	1170	1111	1000	1111	891	1000	891
Heifers fattening high weight	269	284	77	255	284	72	262	284	75	220	284	62
Heifers fattening low weight	268	191	51	249	191	48	264	191	51	191	191	37
Male adult cattle high weight	608	414	252	589	414	244	580	414	240	543	414	225
Male adult cattle low weight	608	275	167	588	275	162	581	275	160	491	275	135
Raising male calves	1211	1000	1211	1193	1000	1193	1170	1000	1170	1053	1000	1053
Raising female Calves	1728	1000	1728	1706	1000	1706	1655	1000	1655	1403	1000	1403
Fattening male calves	570	98	56	549	98	54	546	98	53	243	98	24
Fattening female calves	65	118	8	60	118	7	64	118	8	28	118	3
<b>Beef meat activities</b>	<b>1382</b>	<b>1602</b>	<b>2214</b>	<b>1340</b>	<b>1590</b>	<b>2130</b>	<b>1302</b>	<b>1632</b>	<b>2125</b>	<b>1083</b>	<b>1708</b>	<b>1851</b>
Other Cows	596	450	269	584	450	263	542	450	244	385	450	173
Heifers fattening high weight	269	284	77	255	284	72	262	284	75	220	284	62
Heifers fattening low weight	268	191	51	249	191	48	264	191	51	191	191	37
Male adult cattle high weight	608	414	252	589	414	244	580	414	240	543	414	225
Male adult cattle low weight	608	275	167	588	275	162	581	275	160	491	275	135
<b>All Dairy</b>	<b>6814</b>	<b>2258</b>	<b>15385</b>	<b>6783</b>	<b>2266</b>	<b>15367</b>	<b>6619</b>	<b>2280</b>	<b>15094</b>	<b>6117</b>	<b>2360</b>	<b>14433</b>
Dairy Cows high yield	1969	10707	21080	1978	10707	21174	1955	10706	20928	1967	10702	21049
Dairy Cows low yield	1966	6436	12651	1970	6436	12681	1941	6435	12492	1918	6434	12344
Heifers breeding	1188	1000	1188	1170	1000	1170	1111	1000	1111	891	1000	891
Raising male calves	1211	1000	1211	1193	1000	1193	1170	1000	1170	1053	1000	1053
Raising female Calves	1728	1000	1728	1706	1000	1706	1655	1000	1655	1403	1000	1403
Fattening male calves	570	98	56	549	98	54	546	98	53	243	98	24

Fortsetzung auf der nächsten Seite

<sup>17</sup>Set-aside of former cropland on histosols

<sup>18</sup>Set-aside of former grassland on histosols

	baseline			fertilizer			pesticides			nutrients		
	ha/heads	yld	supply									
Fattening female calves	65	118	8	60	118	7	64	118	8	28	118	3
<b>Other animals</b>	<b>7461</b>	<b>1950</b>	<b>14551</b>	<b>7408</b>	<b>1946</b>	<b>14418</b>	<b>7315</b>	<b>1954</b>	<b>14294</b>	<b>6552</b>	<b>1985</b>	<b>13004</b>
Pig fattening	55535	92	5124	55034	92	5078	54454	92	5024	47919	92	4422
Pig Breeding	2219	25811	57281	2219	25811	57270	2177	25809	56175	2040	25799	52629
Milk Ewes and Goat	883	8	7	869	8	7	847	8	7	814	8	7
Sheep and Goat fattening	689	20	14	682	20	14	675	20	14	600	20	12
Laying hens	46	21104	978	46	21104	965	46	21104	969	47	21104	989
Poultry fattening	696	2709	1887	686	2709	1859	682	2709	1849	618	2709	1674
Other animals	1	600973	679	1	600973	679	1	600973	679	1	600973	679
Pasture	4531	525	2378	4593	500	2298	4603	472	2171	4635	351	1627
Arable land	12055	2281	27499	12004	2143	25731	11733	1997	23433	12669	2118	26834
All agricultural activities	16586	1862	30885	16597	1803	29920	16336	1689	27592	17304	1858	32157

Tabelle 8.30: DE: Produktion – base, organics, landscape, f2f

	baseline			organics			landscape			f2f		
	ha/heads	yld	supply									
<b>Utilized agricultural area</b>	<b>16586</b>	<b>1801</b>	<b>29877</b>	<b>16593</b>	<b>1767</b>	<b>29320</b>	<b>16662</b>	<b>1722</b>	<b>28700</b>	<b>17397</b>	<b>1391</b>	<b>24199</b>
<b>Cereals</b>	<b>6028</b>	<b>1368</b>	<b>8248</b>	<b>6034</b>	<b>1345</b>	<b>8113</b>	<b>5250</b>	<b>1418</b>	<b>7446</b>	<b>5840</b>	<b>1112</b>	<b>6493</b>
Soft wheat	3152	8028	25308	3158	7878	24881	2807	8237	23118	3010	6619	19926
Durum wheat	25	5572	138	23	5395	126	21	5632	116	21	4097	86
Rye and Meslin	483	5860	2831	474	5746	2724	363	6131	2227	459	4680	2147
Barley	1427	7387	10541	1437	7278	10456	1232	7677	9456	1405	5961	8375
Oats	136	5102	693	146	5004	731	118	5341	630	145	3872	561
Grain Maize	452	10473	4732	448	10343	4635	421	10599	4461	374	8724	3264
Other cereals	353	6182	2181	347	6070	2108	289	6339	1832	427	5067	2161
Paddy rice												
<b>Oilseeds</b>	<b>1089</b>	<b>1705</b>	<b>1857</b>	<b>1084</b>	<b>1642</b>	<b>1780</b>	<b>1001</b>	<b>1703</b>	<b>1705</b>	<b>971</b>	<b>1416</b>	<b>1376</b>
Rape	1057	3763	3978	1054	3620	3815	968	3766	3647	928	3155	2928
Sunflower	21	2304	48	19	2246	43	21	2262	48	32	1830	59
Soya	6	2472	16	6	2360	15	6	2483	16	6	1880	11
Other oils	5	906	5	5	903	5	5	906	5	5	817	4
<b>Other arable crops</b>	<b>762</b>	<b>7855</b>	<b>5982</b>	<b>756</b>	<b>7861</b>	<b>5944</b>	<b>676</b>	<b>8666</b>	<b>5855</b>	<b>634</b>	<b>7527</b>	<b>4773</b>
Pulses	133	3267	436	130	3245	421	75	3324	251	123	2823	348
Potatoes	204	46888	9551	210	45600	9574	201	47104	9474	169	40634	6878
Sugar Beet	313	79016	24714	305	78625	23974	288	79048	22726	230	66923	15401
Flax and hemp	2	5794	9	2	5773	9	2	5792	9	1	5180	7

Fortsetzung auf der nächsten Seite

	baseline			organics			landscape			f2f		
	ha/heads	yld	supply									
Tobacco	1	2014	3	1	2008	3	1	2014	3	1	1806	2
Other industrial crops	38	53390	2038	38	53225	2032	38	53399	2038	38	48073	1835
Other crops	71	9975	703	71	9944	701	71	9970	703	71	8989	634
<b>Vegetables and Perm. crops</b>	<b>354</b>	<b>23031</b>	<b>8162</b>	<b>355</b>	<b>22461</b>	<b>7975</b>	<b>354</b>	<b>23040</b>	<b>8155</b>	<b>356</b>	<b>20345</b>	<b>7235</b>
Tomatoes	0	336525	123	0	321132	115	0	336479	123	0	291553	103
Other Vegetables	129	38604	4968	129	36915	4767	129	38612	4962	132	33326	4383
Apples Pears and Peaches	31	29580	915	31	27381	849	31	29579	913	30	24870	752
Other Fruits	42	8064	340	42	7457	312	42	8063	339	42	6782	286
Citrus Fruits												
Table Grapes												
Olives for oil												
Table Olives												
Wine	104	7104	738	104	7005	730	104	7104	737	103	6369	656
Nurseries	38	28968	1108	38	28892	1105	38	28957	1108	38	26130	1000
Flowers	9	255044	2262	9	254447	2256	9	254937	2261	9	229756	2037
New energy crops (ligneous)	1	250	0	1	249	0	1	250	0	1	225	0
<b>Fodder activities</b>	<b>7542</b>	<b>746</b>	<b>5628</b>	<b>7562</b>	<b>728</b>	<b>5508</b>	<b>7403</b>	<b>748</b>	<b>5540</b>	<b>7442</b>	<b>581</b>	<b>4323</b>
Fodder maize	2341	57205	133913	2386	57158	136402	2321	57332	133045	2694	50825	136943
Fodder other on arable land	682	30594	20874	657	30307	19914	563	30839	17375	229	24508	5618
Gras and grazings extensive	2297	24781	56916	2623	24566	64430	2204	24772	54603	4040	22270	89963
Gras and grazings intensive	2222	56470	125461	1896	56592	107287	2314	56417	130563	479	49791	23842
Set aside and fallow land	797			790			1979			1984		
Set-aside voluntary	554			554			662			662		
Fallow land	243			236			1317			1322		
Set-aside cropland <sup>19</sup>	2			3						99		
Set-aside grassland <sup>20</sup>	13			9						70		
Abandoned arable land	0			0			0			0		
Winter cover catch crop	1067			1305			1103			2244		
<b>All cattle activities</b>	<b>8196</b>	<b>2147</b>	<b>17599</b>	<b>8156</b>	<b>2150</b>	<b>17537</b>	<b>8092</b>	<b>2156</b>	<b>17443</b>	<b>6847</b>	<b>2312</b>	<b>15830</b>
Dairy Cows high yield	1969	10707	21080	1968	10707	21071	1963	10706	21012	1953	10701	20895
Dairy Cows low yield	1966	6436	12651	1964	6436	12643	1957	6436	12595	1887	6433	12140
Other Cows	596	450	269	591	450	266	580	451	261	294	450	132
Heifers breeding	1188	1000	1188	1178	1000	1178	1160	1000	1160	793	1000	793
Heifers fattening high weight	269	284	77	266	284	76	266	284	75	209	284	59
Heifers fattening low weight	268	191	51	265	191	51	266	191	51	182	191	35

Fortsetzung auf der nächsten Seite

<sup>19</sup>Set-aside of former cropland on histosols

<sup>20</sup>Set-aside of former grassland on histosols

	baseline			organics			landscape			f2f		
	ha/heads	yld	supply									
Male adult cattle high weight	608	414	252	599	414	248	593	414	245	516	414	213
Male adult cattle low weight	608	275	167	599	275	165	594	275	164	461	275	127
Raising male calves	1211	1000	1211	1206	1000	1206	1197	1000	1197	1002	1000	1002
Raising female Calves	1728	1000	1728	1718	1000	1718	1701	1000	1701	1315	1000	1315
Fattening male calves	570	98	56	565	98	55	560	98	55	212	98	21
Fattening female calves	65	118	8	65	118	8	65	118	8	25	118	3
<b>Beef meat activities</b>	<b>1382</b>	<b>1602</b>	<b>2214</b>	<b>1365</b>	<b>1599</b>	<b>2183</b>	<b>1350</b>	<b>1606</b>	<b>2168</b>	<b>970</b>	<b>1802</b>	<b>1748</b>
Other Cows	596	450	269	591	450	266	580	451	261	294	450	132
Heifers fattening high weight	269	284	77	266	284	76	266	284	75	209	284	59
Heifers fattening low weight	268	191	51	265	191	51	266	191	51	182	191	35
Male adult cattle high weight	608	414	252	599	414	248	593	414	245	516	414	213
Male adult cattle low weight	608	275	167	599	275	165	594	275	164	461	275	127
<b>All Dairy</b>	<b>6814</b>	<b>2258</b>	<b>15385</b>	<b>6791</b>	<b>2261</b>	<b>15354</b>	<b>6742</b>	<b>2266</b>	<b>15275</b>	<b>5877</b>	<b>2396</b>	<b>14082</b>
Dairy Cows high yield	1969	10707	21080	1968	10707	21071	1963	10706	21012	1953	10701	20895
Dairy Cows low yield	1966	6436	12651	1964	6436	12643	1957	6436	12595	1887	6433	12140
Heifers breeding	1188	1000	1188	1178	1000	1178	1160	1000	1160	793	1000	793
Raising male calves	1211	1000	1211	1206	1000	1206	1197	1000	1197	1002	1000	1002
Raising female Calves	1728	1000	1728	1718	1000	1718	1701	1000	1701	1315	1000	1315
Fattening male calves	570	98	56	565	98	55	560	98	55	212	98	21
Fattening female calves	65	118	8	65	118	8	65	118	8	25	118	3
<b>Other animals</b>	<b>7461</b>	<b>1950</b>	<b>14551</b>	<b>7459</b>	<b>1947</b>	<b>14527</b>	<b>7382</b>	<b>1951</b>	<b>14405</b>	<b>6441</b>	<b>1984</b>	<b>12780</b>
Pig fattening	55535	92	5124	55493	92	5120	54936	92	5069	47048	92	4342
Pig Breeding	2219	25811	57281	2224	25811	57398	2196	25811	56691	2017	25805	52042
Milk Ewes and Goat	883	8	7	877	8	7	871	8	7	779	8	6
Sheep and Goat fattening	689	20	14	691	20	14	688	20	14	581	20	12
Laying hens	46	21104	978	46	21104	974	46	21104	971	47	21104	989
Poultry fattening	696	2709	1887	693	2709	1876	688	2709	1864	599	2709	1623
Other animals	1	600973	679	1	600973	679	1	600973	679	1	600973	679
Pasture	4531	525	2378	4528	494	2239	4519	534	2414	4589	323	1484
Arable land	12055	2281	27499	12065	2245	27081	12144	2165	26286	12808	1774	22716
All agricultural activities	16586	1862	30885	16593	1832	30392	16662	1822	30351	17397	1604	27900

## 8.2.2 Preise

### 8.2.2.1 Ergebnisse für die F2F-Szenarien

**Szenarienbeschreibung** Für genauere Erläuterungen zu den Szenarien, siehe Kapitel 2.

- baseline: Basisszenario
- fertilizer: Reduktion des Einsatzes von Düngemitteln um min. 20%
- pesticides: Risiko und Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel und gefährlicher PSM soll um 50% verringert werden
- nutrients: Reduktion des Verlustes an Nährstoffen um 50%
- organics: Mindestens 25% der landwirtschaftlichen Flächen sollen ökologisch/biologisch bewirtschaftet werden
- landscape: Mindestens 10% der landwirtschaftlichen Flächen sollen Landschaftselemente mit großer biologischer Vielfalt aufweisen
- f2f: Farm to Fork Szenario

#### Legende

- alle Angaben als Producer Price [Euro/t]

Tabelle 8.31: DE: Produzentenpreis

	<b>BASE</b>	<b>FERT</b>	<b>PEST</b>	<b>NUTRI</b>	<b>ORG</b>	<b>LAND</b>	<b>F2F</b>
<b>All primary agricultural output</b>	<b>119.49</b>	<b>122.17</b>	<b>124.88</b>	<b>146.63</b>	<b>121.75</b>	<b>120.9</b>	<b>156.59</b>
<b>Cereals</b>	<b>193.03</b>	<b>198.64</b>	<b>208.9</b>	<b>192.96</b>	<b>200.37</b>	<b>204.46</b>	<b>216.57</b>
Soft wheat	208.62	216.93	227.7	207.43	216.55	220.01	234.11
Durum wheat	264.91	270.17	276.99	264.16	269.93	272.12	281.04
Rye and meslin	152.26	155.77	162.42	151.39	157.46	164.35	169.93
Barley	176.24	182.45	192.6	175.33	183.55	187.25	198.96
Oats	180.58	187.09	197.45	179.42	190.19	195.03	202.85
Grain maize	175.13	181.13	191.05	181.86	180.29	183.78	201.71
Other cereals	184.49	190.62	193.94	176.63	191.8	195.06	192.96
<b>Oilseeds</b>	<b>412.14</b>	<b>434.8</b>	<b>465.85</b>	<b>419.22</b>	<b>427.37</b>	<b>431.99</b>	<b>489.64</b>
Rapeseed	413.64	436.93	469.45	420.74	428.86	433.76	492.81
Sunflower seed	328.57	337.22	352.25	321.78	342.06	342.2	363.79
Soya seed	287.33	288.08	301.58	304.84	291.62	294.95	321.46
<b>Other arable field crops</b>	<b>86.1</b>	<b>87.52</b>	<b>94.08</b>	<b>95.43</b>	<b>89.07</b>	<b>89.57</b>	<b>102.98</b>
Pulses	192.49	190.75	198.27	181.45	195.75	202.66	199.39
Potatoes	211.5	220.01	245.42	212.13	217.02	214.02	245.06
Sugar beet	35.75	36.16	36.56	36.15	36.11	36.43	37.35
Yams etc. <sup>21</sup>	226.9	227.6	226.45	218.96	227.17	227.07	218.78
<b>Vegetables and Permanent crops</b>	<b>635.25</b>	<b>674</b>	<b>719.58</b>	<b>647.99</b>	<b>667.87</b>	<b>638.59</b>	<b>748.15</b>
Tomatoes	1031.9	1054.7	1138.67	1054.92	1053.34	1033.78	1159.33
Other vegetables	490.32	523.18	573.51	502.85	514.26	492.63	594.76
Apples pears and peaches	415.26	418.12	453.24	419.08	450.04	416.64	479.56
Table grapes	2088.85	2088.85	2088.85	2088.85	2088.85	2088.85	2088.85
Citrus fruits	311.26	311.26	311.26	311.26	311.26	311.26	311.26
Other fruits	1391.98	1389.96	1509.57	1409.93	1458.77	1395.36	1563.26
Table olives	1692.13	1692.13	1692.13	1692.13	1692.13	1692.13	1692.13
Wine	1469.26	1480.43	1629.37	1493.82	1524.63	1482.48	1661.16
Coffee	2812.76	2812.76	2812.76	2812.76	2812.76	2812.76	2812.76
Tea	1751.98	1751.98	1751.98	1751.98	1751.98	1751.98	1751.98
Cocoa	2462.57	2462.57	2462.57	2462.57	2462.57	2462.57	2462.57
<b>All other crops</b>	<b>1576.81</b>	<b>1576.75</b>	<b>1576.86</b>	<b>1576.92</b>	<b>1576.8</b>	<b>1576.84</b>	<b>1577.02</b>
Other oil	503.65	503.65	503.65	503.65	503.65	503.65	503.65
Flax and hemp	279.35	279.1	284.23	279.46	278.96	280.98	283.56
Tobacco	4073.44	4076	4171.82	4097.25	4076.95	4075.67	4170.22

Fortsetzung auf der nächsten Seite

<sup>21</sup>Yams, Manioc, Cassava and Other Roots and Tubers

	<b>BASE</b>	<b>FERT</b>	<b>PEST</b>	<b>NUTRI</b>	<b>ORG</b>	<b>LAND</b>	<b>F2F</b>
Other industrial crops	1643.19	1643.19	1643.19	1643.19	1643.19	1643.19	1643.19
Nurseries	1991.99	1991.99	1991.99	1991.99	1991.99	1991.99	1991.99
Flowers	1386.26	1386.26	1386.26	1386.26	1386.26	1386.26	1386.26
Other crops	1356.6	1356.6	1356.6	1356.6	1356.6	1356.6	1356.6
<b>Fodder</b>	<b>21.22</b>	<b>21.79</b>	<b>21.7</b>	<b>21.27</b>	<b>21.66</b>	<b>21.73</b>	<b>22.45</b>
Fodder maize	27.26	27.61	28.15	27.27	27.65	27.93	28.59
Fodder root crops	41.33	41.87	42.69	41.35	41.93	42.35	43.35
Other fodder from arable land	43.09	43.65	44.51	43.12	43.72	44.15	45.19
Gras	18.25	18.49	18.85	18.26	18.52	18.7	19.14
<b>Meat</b>	<b>1982.73</b>	<b>2005.05</b>	<b>2022.5</b>	<b>2738.15</b>	<b>1983.38</b>	<b>1993.95</b>	<b>2871.39</b>
Beef	3756.35	3788.89	3819.44	5713.55	3713.95	3738.31	5975.22
Pork meat	1700.76	1728.06	1740.98	2383.85	1708.79	1716.21	2522.32
Sheep and goat meat	5324.69	5333.95	5383.09	6409.69	5313.03	5324.31	6669.18
Poultry meat	1840.25	1857.43	1879.3	2246.01	1848.54	1858.08	2343.33
<b>Other Animal products</b>	<b>401.92</b>	<b>416.36</b>	<b>414.09</b>	<b>492.83</b>	<b>404.14</b>	<b>405.38</b>	<b>518.84</b>
Cow and buffalo milk	356.04	371.67	367.71	441.1	358.32	359.32	465.44
Sheep and goat milk	1039.11	1054.74	1050.78	1124.18	1041.39	1042.4	1148.51
Raw milk	356.44	372.06	368.11	441.5	358.72	359.72	465.84
Eggs	1312.18	1329.2	1349.17	1701.46	1318.22	1326.2	1788.06
Milk for feeding	195.55	195.55	195.55	195.55	195.55	195.55	195.55
Other animal output	1720.09	1720.09	1720.09	1720.09	1720.09	1720.09	1720.09
Fresh water fish	2249.13	2250.07	2251.7	2255.45	2250.06	2249.84	2258.83
Saltwater fish	2248.95	2250.75	2253.27	2256.12	2250.62	2251.13	2260.87
Other aquatic	2246.49	2247.29	2248.51	2251.78	2247.21	2247.13	2254.4
<b>Young animals</b>	<b>83.94</b>	<b>86.99</b>	<b>84.44</b>	<b>141.86</b>	<b>82.88</b>	<b>83.45</b>	<b>144.47</b>
Young cow output	1212.92	1266.6	1228.16	2153.19	1190.41	1196.64	2292.34
Young bull output	669.3	688.06	695.47	1139.49	670.27	675.81	1198.1
Young heifer output	606.28	643.29	612.9	1100.32	600.67	602.3	1154.42
Young male calf output	155.99	162.61	169.84	518.33	153.21	158.87	553.46
Young female calf output	151.73	178.5	153.98	562.8	146.61	148.9	597.75
Young piglet output	28.34	29.01	29.01	38.54	28.46	28.51	40.7
Young lamb output	14.36	12.86	14.39	39.11	12.78	13.36	43.92
Young chicken output	147.74	147.74	147.74	147.74	147.74	147.74	147.74
<b>Manure output</b>	<b>973.12</b>	<b>973.8</b>	<b>975.25</b>	<b>975.13</b>	<b>973.69</b>	<b>973.96</b>	<b>977.29</b>
Manure nitrate	737.9	737.9	737.9	737.9	737.9	737.9	737.9
Manure phosphate	1890.02	1890.02	1890.02	1890.02	1890.02	1890.02	1890.02
Manure potassium	767.56	767.56	767.56	767.56	767.56	767.56	767.56
<b>Fertiliser</b>	<b>1368.29</b>	<b>1367.61</b>	<b>1365.79</b>	<b>1370.06</b>	<b>1368.28</b>	<b>1367.46</b>	<b>1367.77</b>

Fortsetzung auf der nächsten Seite

	<b>BASE</b>	<b>FERT</b>	<b>PEST</b>	<b>NUTRI</b>	<b>ORG</b>	<b>LAND</b>	<b>F2F</b>
Nitrate (N)	1485.85	1485.85	1485.85	1485.85	1485.85	1485.85	1485.85
Phosphate (P2O5)	2079.79	2079.79	2079.79	2079.79	2079.79	2079.79	2079.79
Potassium (K2O)	891.6	891.6	891.6	891.6	891.6	891.6	891.6
<b>Feedingstuff</b>	<b>145.84</b>	<b>150.98</b>	<b>157.46</b>	<b>152.57</b>	<b>149.92</b>	<b>147.84</b>	<b>167.46</b>
Feed cereals	493.42	499.89	509.7	493.75	500.65	505.57	517.54
Feed rich protein	857.53	863.19	873.04	836.65	865.3	866.77	851.21
Feed rich energy	340.51	344.97	351.74	340.73	345.49	348.89	357.14
Feed from milk product	4300.07	4330.26	4327.81	4426.91	4313.73	4314.43	4480.37
Feed other	1050.35	1083.09	1131.19	1059.9	1076.61	1064.95	1158.97
Fodder maize	36.21	36.68	37.4	36.23	36.74	37.1	37.98
Fodder root crops	59.69	60.47	61.66	59.73	60.56	61.16	62.61
Fodder other on arable land	92.72	93.93	95.77	92.78	94.07	95	97.25
Gras	39.06	39.57	40.35	39.08	39.63	40.02	40.97
Straw	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
<b>Remonte</b>	<b>84.51</b>	<b>87.84</b>	<b>85.62</b>	<b>150.36</b>	<b>83.53</b>	<b>84.16</b>	<b>155.1</b>
Young cow input	1210.79	1264.23	1224.94	2145.9	1188.14	1194.13	2282.52
Young bull input	670.12	688.95	696.42	1140.87	671.11	676.69	1199.7
Young heifer input	607.66	644.82	614.8	1104.35	602.12	603.86	1159.4
Young male calf input	155.99	162.61	169.84	518.33	153.21	158.87	553.46
Young female calf input	151.73	178.5	153.98	562.8	146.61	148.9	597.75
Young piglet input	28.34	29.01	29.01	38.54	28.46	28.51	40.7
Young lamb input	14.55	13.06	14.6	39.34	12.97	13.56	44.18
Young chicken input	147.76	147.76	147.76	147.76	147.76	147.76	147.76
<b>Other inputs</b>	<b>368.19</b>	<b>380.43</b>	<b>661.47</b>	<b>391.96</b>	<b>377.59</b>	<b>369.67</b>	<b>685.35</b>
Plant protection	41.06	41.06	41.06	41.06	41.06	41.06	41.06
Pharma. inputs	1536.64	1536.64	1536.64	1536.64	1536.64	1536.64	1536.64
Maintenance machinery	1812.59	1812.59	1812.59	1812.59	1812.59	1812.59	1812.59
Maintenance buildings	2045.69	2045.69	2045.69	2045.69	2045.69	2045.69	2045.69
Electricity	1865.34	1865.34	1865.34	1865.34	1865.34	1865.34	1865.34
Fuel	1838.67	1838.67	1838.67	1838.67	1838.67	1838.67	1838.67
Heating	616.12	616.12	616.12	616.12	616.12	616.12	616.12
Lubricants	1487.58	1487.58	1487.58	1487.58	1487.58	1487.58	1487.58
Other input	1836.99	1836.99	1836.99	1836.99	1836.99	1836.99	1836.99
<b>Dairy Products</b>							
Butter	3317.89	3389.47	3397.21	4111.81	3325.5	3332.48	4284.74
Skimmed milk powder	3673.41	3708.84	3706.46	3827.67	3689.09	3690.03	3892.69
Cheese	4040.08	4089.99	4095.62	4510.15	4051.84	4056.16	4631.67
Fresh milk products	540.55	547.84	548.76	608.9	542.16	542.66	627.22

Fortsetzung auf der nächsten Seite

	<b>BASE</b>	<b>FERT</b>	<b>PEST</b>	<b>NUTRI</b>	<b>ORG</b>	<b>LAND</b>	<b>F2F</b>
Cream	3552	3589.45	3601.69	3996.94	3559.06	3563.03	4102.9
Concentrated milk	1984.7	2011.41	2006.74	2183.53	1989.82	1990.48	2234.45
Whole milk powder	4432.27	4491.44	4489.93	4875.26	4447.32	4449	4999.86
Casein	10438.75	10546.3	10539.45	11240.84	10465.74	10470.77	11469.21
Whey powder	817.41	826.78	825.52	843.53	821.42	821.84	860.34
<b>Oils</b>	<b>861.22</b>	<b>865.66</b>	<b>871.89</b>	<b>864.51</b>	<b>864.15</b>	<b>865.1</b>	<b>878.74</b>
Rapeseed oil	867.08	873.32	881.77	870.42	871	872.24	889.84
Sunflower seed oil	765.38	768.18	773.57	766.71	771.17	771.3	783.04
Soya oil	769.26	767.55	766.69	772.15	768.27	768.32	768.57
Olive oil	1428.38	1428.38	1428.38	1428.38	1428.38	1428.38	1428.38
Palm oil	620.67	620.67	620.67	620.67	620.67	620.67	620.67
Other oil	1074.61	1075.12	1075.97	1076.51	1075.11	1075.2	1078.47
<b>Oil cakes</b>	<b>339.55</b>	<b>343.88</b>	<b>352.3</b>	<b>322.91</b>	<b>345.52</b>	<b>346.26</b>	<b>334.73</b>
Rapeseed cake	320.33	325.15	334.97	301.68	326.96	327.79	315.22
Sunflower seed cake	323.46	327.11	333.87	303.19	329.53	330.39	313.48
Soya cake	378.63	380.55	384.87	366.51	382.31	382.67	370.71
<b>Secondary products</b>	<b>507.3</b>	<b>513.11</b>	<b>518.67</b>	<b>512.86</b>	<b>512.3</b>	<b>516.96</b>	<b>529.91</b>
Rice milled	393.71	393.71	393.71	393.71	393.71	393.71	393.71
Sugar	507.3	513.11	518.67	512.86	512.3	516.96	529.91
Bio diesel	1193.93	1198.23	1204.29	1197.06	1196.83	1197.72	1210.95
Bio ethanol	1011.15	1024.08	1058.11	1024.36	1029.6	1030.54	1083.53
Distilled dried grains <sup>22</sup>	183.86	189.91	200.77	173.42	191.62	194.55	192.65
Protein rich by products	351.04	357.96	368.51	318.33	360.59	363.15	332.71
Energy rich by products	226.9	227.6	226.45	218.96	227.17	227.07	218.78

<sup>22</sup>Distilled dried grains from bio-ethanol processing

### 8.2.2.2 Ergebnisse der Sensitivitätsanalysen

**Beschreibung der Sensitivitätsanalysen** Für genauere Erläuterungen zu den Sensitivitätsanalysen, siehe Kapitel 2.2.3.

#### Legende

- alle Angaben als Producer Price [Euro/t]
  
- B: *baseline*
- CN: *China*
- CO2: *CO2*
- F: *F2F*
- MEAT: *Meat*
- SOY: *Soja*

Tabelle 8.32: DE: Produzentenpreis – Sensitivitätsszenarien

	B	F2F	B CN	F CN	B CO2	F CO2	B MEAT	F MEAT	B SOY	F SOY
<b>All primary agricultural output</b>	<b>119.49</b>	<b>156.59</b>	<b>117.78</b>	<b>154.47</b>	<b>130.98</b>	<b>161.55</b>	<b>116.97</b>	<b>149.47</b>	<b>120.08</b>	<b>158.29</b>
<b>Cereals</b>	<b>193.03</b>	<b>216.57</b>	<b>192.56</b>	<b>215.03</b>	<b>200.13</b>	<b>222.01</b>	<b>192.6</b>	<b>214.92</b>	<b>195.66</b>	<b>220.03</b>
Soft wheat	208.62	234.11	208.16	232.57	216.71	240.95	208.28	232.63	211.05	237.27
Durum wheat	264.91	281.04	264.62	280.07	270.03	285.37	264.7	280.1	266.45	283.04
Rye and meslin	152.26	169.93	151.62	168.61	158.39	174.57	151.45	168.21	154.4	173.58
Barley	176.24	198.96	175.81	197.38	182.28	202.87	175.81	197.15	178.67	202.15
Oats	180.58	202.85	182	201.21	189.67	209.09	181.83	201.19	184.76	207.34
Grain maize	175.13	201.71	174.69	200.31	183.18	206.85	174.43	199.72	178.91	206
Other cereals	184.49	192.96	184.1	191.77	190.41	197.21	183.9	191.82	186.76	196.32
<b>Oilseeds</b>	<b>412.14</b>	<b>489.64</b>	<b>409.85</b>	<b>486.89</b>	<b>425.76</b>	<b>496.88</b>	<b>411.73</b>	<b>488.46</b>	<b>459.21</b>	<b>554.72</b>
Rapeseed	413.64	492.81	411.38	490.08	428.02	500.74	413.25	491.53	457.78	552.32
Sunflower seed	328.57	363.79	326.5	360.53	331.71	366.29	328.31	363.46	374.14	410.14
Soya seed	287.33	321.46	283.74	316.04	285.72	317.21	287	318.46	700.28	1095.51
<b>Other arable field crops</b>	<b>86.1</b>	<b>102.98</b>	<b>85.75</b>	<b>102.12</b>	<b>93.3</b>	<b>107.15</b>	<b>86.44</b>	<b>102.1</b>	<b>87.58</b>	<b>104.46</b>
Pulses	192.49	199.39	190.69	197.5	186.16	195.25	192.79	200.39	200.49	215.98
Potatoes	211.5	245.06	211.66	244.57	213.31	245.87	212.42	245.29	211.28	244.61
Sugar beet	35.75	37.35	35.8	37.3	36.55	37.85	35.8	37.31	34.93	36.23
Yams etc. <sup>23</sup>	226.9	218.78	216.81	209.29	223.95	217.9	224.15	215.59	226.2	217.31
<b>Vegetables and Permanent crops</b>	<b>635.25</b>	<b>748.15</b>	<b>631.63</b>	<b>741.29</b>	<b>638.06</b>	<b>748.13</b>	<b>656.58</b>	<b>771.53</b>	<b>634.1</b>	<b>746.58</b>
Tomatoes	1031.9	1159.33	1016.73	1134.61	1036.76	1159.05	1067.41	1193.53	1031.63	1158.97
Other vegetables	490.32	594.76	487.77	588.61	491.7	593.57	517.14	625.39	489.98	594.01
Apples pears and peaches	415.26	479.56	408.58	473.26	414.63	478.42	427.66	491.36	414.84	481.43
Table grapes	2088.85	2088.85	2088.85	2088.85	2088.85	2088.85	2088.85	2088.85	2088.85	2088.85
Citrus fruits	311.26	311.26	311.26	311.26	311.26	311.26	311.26	311.26	311.26	311.26
Other fruits	1391.98	1563.26	1388.8	1554.6	1394.73	1562.18	1445.3	1619.55	1392.34	1563.65
Table olives	1692.13	1692.13	1692.13	1692.13	1692.13	1692.13	1692.13	1692.13	1692.13	1692.13
Wine	1469.26	1661.16	1457.43	1646.93	1482.68	1667.65	1472.11	1660.35	1461.02	1648.65
Coffee	2812.76	2812.76	2812.76	2812.76	2812.76	2812.76	2812.76	2812.76	2812.76	2812.76
Tea	1751.98	1751.98	1751.98	1751.98	1751.98	1751.98	1751.98	1751.98	1751.98	1751.98
Cocoa	2462.57	2462.57	2462.57	2462.57	2462.57	2462.57	2462.57	2462.57	2462.57	2462.57
<b>All other crops</b>	<b>1576.81</b>	<b>1577.02</b>	<b>1576.93</b>	<b>1577.12</b>	<b>1576.63</b>	<b>1577.1</b>	<b>1577.01</b>	<b>1577.16</b>	<b>1576.83</b>	<b>1577.02</b>
Other oil	503.65	503.65	503.65	503.65	503.65	503.65	503.65	503.65	503.65	503.65
Flax and hemp	279.35	283.56	279.34	283.46	279.02	283.11	279.37	283.46	279.46	283.76
Tobacco	4073.44	4170.22	4036.59	4128.75	4081.29	4169.13	4074.4	4168.2	4072.36	4168.84

Fortsetzung auf der nächsten Seite

<sup>23</sup>Yams, Manioc, Cassava and Other Roots and Tubers

	<b>B</b>	<b>F2F</b>	<b>B CN</b>	<b>F CN</b>	<b>B CO2</b>	<b>F CO2</b>	<b>B MEAT</b>	<b>F MEAT</b>	<b>B SOY</b>	<b>F SOY</b>
Other industrial crops	1643.19	1643.19	1643.19	1643.19	1643.19	1643.19	1643.19	1643.19	1643.19	1643.19
Nurseries	1991.99	1991.99	1991.99	1991.99	1991.99	1991.99	1991.99	1991.99	1991.99	1991.99
Flowers	1386.26	1386.26	1386.26	1386.26	1386.26	1386.26	1386.26	1386.26	1386.26	1386.26
Other crops	1356.6	1356.6	1356.6	1356.6	1356.6	1356.6	1356.6	1356.6	1356.6	1356.6
<b>Fodder</b>	<b>21.22</b>	<b>22.45</b>	<b>21.19</b>	<b>22.38</b>	<b>21.47</b>	<b>22.69</b>	<b>21.19</b>	<b>22.38</b>	<b>21.33</b>	<b>22.62</b>
Fodder maize	27.26	28.59	27.22	28.49	27.68	28.85	27.22	28.48	27.41	28.78
Fodder root crops	41.33	43.35	41.28	43.2	41.97	43.75	41.27	43.19	41.56	43.64
Other fodder from arable land	43.09	45.19	43.04	45.04	43.75	45.61	43.03	45.03	43.33	45.5
Gras	18.25	19.14	18.23	19.08	18.53	19.32	18.23	19.07	18.35	19.27
<b>Meat</b>	<b>1982.73</b>	<b>2871.39</b>	<b>1923.23</b>	<b>2805.06</b>	<b>2094.22</b>	<b>2847.21</b>	<b>1849.77</b>	<b>2572.37</b>	<b>2052.53</b>	<b>2968.85</b>
Beef	3756.35	5975.22	3632.02	5850.37	4445.85	6223.61	3372.32	5222.04	3778.35	6078.59
Pork meat	1700.76	2522.32	1640.88	2463.13	1770.32	2501.77	1592.21	2241.99	1773.58	2619.82
Sheep and goat meat	5324.69	6669.18	5098.94	6480.15	5666.03	6897.67	5052.93	6017.53	5356.21	6792.29
Poultry meat	1840.25	2343.33	1805.26	2268.06	1872.44	2301.02	1747.58	2157.81	1901.69	2423.75
<b>Other Animal products</b>	<b>401.92</b>	<b>518.84</b>	<b>398.27</b>	<b>513.64</b>	<b>441.98</b>	<b>550.81</b>	<b>406.99</b>	<b>511.52</b>	<b>405.55</b>	<b>525.3</b>
Cow and buffalo milk	356.04	465.44	352.08	460.7	397.17	499.56	361.34	459.32	358.88	470.85
Sheep and goat milk	1039.11	1148.51	1035.16	1143.77	1080.24	1182.64	1044.42	1142.4	1041.95	1153.92
Raw milk	356.44	465.84	352.48	461.1	397.57	499.96	361.74	459.72	359.28	471.24
Eggs	1312.18	1788.06	1311.6	1764.52	1333.72	1741.5	1322.44	1731.81	1358.71	1837.78
Milk for feeding	195.55	195.55	195.55	195.55	195.55	195.55	195.55	195.55	195.55	195.55
Other animal output	1720.09	1720.09	1720.09	1720.09	1720.09	1720.09	1720.09	1720.09	1720.09	1720.09
Fish and other aquatic products										
Fresh water fish	2249.13	2258.83	2153.31	2161.59	2250.57	2259.05	2248.39	2257.37	2249.76	2259.44
Saltwater fish	2248.95	2260.87	2179.51	2189.39	2247.96	2258.9	2246.15	2256.4	2265.6	2281.38
Other aquatic	2246.49	2254.4	2130.37	2137.24	2247.54	2254.37	2245.56	2252.91	2247.61	2255.87
<b>Young animals</b>	<b>83.94</b>	<b>144.47</b>	<b>82.26</b>	<b>142.04</b>	<b>98.68</b>	<b>140.36</b>	<b>77.21</b>	<b>130.69</b>	<b>86.93</b>	<b>148.34</b>
Young cow output	1212.92	2292.34	1167.68	2246.55	1522.13	2434.86	1117.96	2044.74	1205.66	2322.01
Young bull output	669.3	1198.1	653.58	1171.84	850.21	1252.93	604.66	1045.43	688.81	1225.67
Young heifer output	606.28	1154.42	590.24	1128.93	781.98	1203.31	551.73	1005.51	613.34	1179.6
Young male calf output	155.99	553.46	141.65	538.06	288.58	584.19	111.39	449.61	169.23	570.38
Young female calf output	151.73	597.75	137.73	581.83	298.97	626.48	111.34	482.99	159.15	615.65
Young piglet output	28.34	40.7	27.57	39.9	28.97	39.96	26.96	36.76	29.41	42.25
Young lamb output	14.36	43.92	10.78	41.88	14.9	40.89	10.14	36.2	14.65	46
Young chicken output	147.74	147.74	147.74	147.74	147.74	147.74	147.74	147.74	147.74	147.74
<b>Manure output</b>	<b>973.12</b>	<b>977.29</b>	<b>972.99</b>	<b>977.25</b>	<b>975.73</b>	<b>978.33</b>	<b>972.84</b>	<b>977.04</b>	<b>972.85</b>	<b>977.04</b>
Manure nitrate	737.9	737.9	737.9	737.9	737.9	737.9	737.9	737.9	737.9	737.9
Manure phosphate	1890.02	1890.02	1890.02	1890.02	1890.02	1890.02	1890.02	1890.02	1890.02	1890.02
Manure potassium	767.56	767.56	767.56	767.56	767.56	767.56	767.56	767.56	767.56	767.56

Fortsetzung auf der nächsten Seite

	<b>B</b>	<b>F2F</b>	<b>B CN</b>	<b>F CN</b>	<b>B CO2</b>	<b>F CO2</b>	<b>B MEAT</b>	<b>F MEAT</b>	<b>B SOY</b>	<b>F SOY</b>
<b>Fertiliser</b>	<b>1368.29</b>	<b>1367.77</b>	<b>1368.17</b>	<b>1367.71</b>	<b>1368.78</b>	<b>1367.52</b>	<b>1368.21</b>	<b>1367.79</b>	<b>1368.61</b>	<b>1368.65</b>
Nitrate (N)	1485.85	1485.85	1485.85	1485.85	1485.85	1485.85	1485.85	1485.85	1485.85	1485.85
Phosphate (P2O5)	2079.79	2079.79	2079.79	2079.79	2079.79	2079.79	2079.79	2079.79	2079.79	2079.79
Potassium (K2O)	891.6	891.6	891.6	891.6	891.6	891.6	891.6	891.6	891.6	891.6
Calcium fertiliser										
<b>Feedingstuff</b>	<b>145.84</b>	<b>167.46</b>	<b>144.41</b>	<b>166.72</b>	<b>147.66</b>	<b>166.58</b>	<b>142.99</b>	<b>164.31</b>	<b>141.9</b>	<b>167.7</b>
Feed cereals	493.42	517.54	492.82	515.82	501.05	522.33	492.77	515.63	496.16	521
Feed rich protein	857.53	851.21	848.06	841.42	838.44	829.69	850.63	842.93	996.78	1017.99
Feed rich energy	340.51	357.14	340.09	355.96	345.77	360.46	340.06	355.83	342.39	359.53
Feed from milk product	4300.07	4480.37	4238.77	4424.56	4356.08	4531.72	4299.41	4451.02	4312.11	4494.21
Feed other	1050.35	1158.97	1042.05	1146.9	1059.09	1162.28	1067.05	1176.85	1080.34	1192.42
Fodder maize	36.21	37.98	36.16	37.85	36.77	38.33	36.16	37.84	36.41	38.23
Fodder root crops	59.69	62.61	59.62	62.4	60.61	63.19	59.61	62.38	60.02	63.02
Fodder other on arable land	92.72	97.25	92.6	96.92	94.15	98.15	92.59	96.89	93.23	97.9
Gras	39.06	40.97	39.01	40.83	39.66	41.34	39	40.81	39.27	41.24
Straw	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
<b>Remonte</b>	<b>84.51</b>	<b>155.1</b>	<b>82.24</b>	<b>152.66</b>	<b>100.7</b>	<b>151.99</b>	<b>77.93</b>	<b>140.36</b>	<b>87.84</b>	<b>159.56</b>
Young cow input	1210.79	2282.52	1165.4	2236.94	1517.27	2421.09	1115.59	2035.53	1203.26	2311.81
Young bull input	670.12	1199.7	654.35	1173.44	851.39	1254.91	605.6	1047.16	689.67	1227.32
Young heifer input	607.66	1159.4	591.34	1133.86	784.84	1209.8	553.33	1010.53	614.9	1184.83
Young male calf input	155.99	553.46	141.65	538.06	288.58	584.19	111.39	449.61	169.23	570.38
Young female calf input	151.73	597.75	137.73	581.83	298.97	626.48	111.34	482.99	159.15	615.65
Young piglet input	28.34	40.7	27.57	39.9	28.97	39.96	26.96	36.75	29.41	42.25
Young lamb input	14.55	44.18	10.98	42.14	15.16	41.23	10.35	36.48	14.84	46.27
Young chicken input	147.76	147.76	147.76	147.76	147.76	147.76	147.76	147.76	147.76	147.76
<b>Other inputs</b>	<b>368.19</b>	<b>685.35</b>	<b>367.67</b>	<b>684.27</b>	<b>396.15</b>	<b>703.92</b>	<b>366.9</b>	<b>680.88</b>	<b>369.18</b>	<b>688.28</b>
Seed										
Plant protection	41.06	41.06	41.06	41.06	41.06	41.06	41.06	41.06	41.06	41.06
Pharma. inputs	1536.64	1536.64	1536.64	1536.64	1536.64	1536.64	1536.64	1536.64	1536.64	1536.64
Maintenance machinery	1812.59	1812.59	1812.59	1812.59	1812.59	1812.59	1812.59	1812.59	1812.59	1812.59
Maintenance buildings	2045.69	2045.69	2045.69	2045.69	2045.69	2045.69	2045.69	2045.69	2045.69	2045.69
Electricity	1865.34	1865.34	1865.34	1865.34	1865.34	1865.34	1865.34	1865.34	1865.34	1865.34
Fuel	1838.67	1838.67	1838.67	1838.67	1838.67	1838.67	1838.67	1838.67	1838.67	1838.67
Heating	616.12	616.12	616.12	616.12	616.12	616.12	616.12	616.12	616.12	616.12
Lubricants	1487.58	1487.58	1487.58	1487.58	1487.58	1487.58	1487.58	1487.58	1487.58	1487.58
Agricultural Services input										
Other input	1836.99	1836.99	1836.99	1836.99	1836.99	1836.99	1836.99	1836.99	1836.99	1836.99
<b>Dairy products</b>										

Fortsetzung auf der nächsten Seite

	<b>B</b>	<b>F2F</b>	<b>B CN</b>	<b>F CN</b>	<b>B CO2</b>	<b>F CO2</b>	<b>B MEAT</b>	<b>F MEAT</b>	<b>B SOY</b>	<b>F SOY</b>
Butter	3317.89	4284.74	3320.34	4273.89	3633.74	4499	3356.86	4237.37	3351.53	4334.43
Skimmed milk powder	3673.41	3892.69	3613.62	3824.17	3737.27	3952.65	3669	3855.91	3686.51	3908.65
Cheese	4040.08	4631.67	4011.74	4590.71	4217.9	4763.06	4054.33	4590.38	4066.3	4667.95
Fresh milk products	540.55	627.22	537.43	622.11	566.8	646.44	542.97	621.28	544.2	632.17
Cream	3552	4102.9	3547.4	4088.66	3726.88	4223.84	3570.1	4072.14	3574.46	4134.64
Concentrated milk	1984.7	2234.45	1965.25	2206.79	2052.71	2285.37	1992.39	2215.25	1993.8	2246.29
Whole milk powder	4432.27	4999.86	4374.6	4929.58	4603.19	5141	4447.96	4955.16	4451.1	5028.52
Casein	10438.75	11469.21	10322.94	11328.6	10714.54	11671.98	10439.95	11372.44	10478.19	11524.55
Whey powder	817.41	860.34	797.72	838.03	832.66	877.62	816.38	850.31	820.4	865.84
<b>Oils</b>	<b>861.22</b>	<b>878.74</b>	<b>858.17</b>	<b>875.75</b>	<b>865.24</b>	<b>881.15</b>	<b>861.14</b>	<b>878.34</b>	<b>900.12</b>	<b>890.07</b>
Rapeseed oil	867.08	889.84	863.97	886.82	872.18	892.79	866.91	889.27	871	880.63
Sunflower seed oil	765.38	783.04	763.01	779.82	768.17	785.16	765.02	782.41	769.54	774.22
Soya oil	769.26	768.57	767.24	766.62	769.11	768.84	769.38	768.49	1229.53	1912.23
Olive oil	1428.38	1428.38	1428.38	1428.38	1428.38	1428.38	1428.38	1428.38	1428.38	1428.38
Palm oil	620.67	620.67	620.67	620.67	620.67	620.67	620.67	620.67	620.67	620.67
Other oil	1074.61	1078.47	1069.33	1073.04	1075.23	1078.63	1074.28	1077.87	1077.58	1085.29
<b>Oil cakes</b>	<b>339.55</b>	<b>334.73</b>	<b>331.07</b>	<b>326.46</b>	<b>322.52</b>	<b>316.81</b>	<b>333.36</b>	<b>328.17</b>	<b>469.72</b>	<b>409.69</b>
Rapeseed cake	320.33	315.22	312.06	307.35	301.01	294.93	313.7	308.42	383.68	403.76
Sunflower seed cake	323.46	313.48	316.59	306.51	308.49	297.39	317.65	307.02	366.23	372.49
Soya cake	378.63	370.71	369.59	361.63	365.18	356.67	373.44	364.77	869.36	1164.38
<b>Secondary products</b>	<b>507.3</b>	<b>529.91</b>	<b>508</b>	<b>529.25</b>	<b>518.64</b>	<b>536.98</b>	<b>507.94</b>	<b>529.43</b>	<b>495.54</b>	<b>514.12</b>
Rice milled	393.71	393.71	393.71	393.71	393.71	393.71	393.71	393.71	393.71	393.71
Sugar	507.3	529.91	508	529.25	518.64	536.98	507.94	529.43	495.54	514.12
Bio diesel	1193.93	1210.95	1190.45	1207.5	1197.84	1213.27	1193.85	1210.54	1229.33	1244.96
Bio ethanol	1011.15	1083.53	1010.25	1080.17	1034.21	1099.42	1013	1082.86	989.32	1050.62
Distilled dried grains <sup>24</sup>	183.86	192.65	180.07	188.03	178.21	184.17	180.04	187.53	222.04	252.21
Protein rich by products	351.04	332.71	343.99	324.83	327.8	307	343.65	322.96	432.32	453.4
Energy rich by products	226.9	218.78	216.81	209.29	223.95	217.9	224.15	215.59	226.2	217.31

<sup>24</sup>Distilled dried grains from bio-ethanol processing

## 8.3 Detaillierte Ergebnistabellen: Bundesländer

### 8.3.1 Produktion

Tabelle 8.33: Produktion auf Bundesland-Ebene in 1000 ha or heads (act. = activities)

	baseline						F2F					
	Cereals	Oilseeds	Vege. + Perm. Crops	Fodder act.	Beef meat act.	All Dairy	Cereals	Oilseeds	Vege. + Perm. Crops	Fodder act.	Beef meat act.	All Dairy
<b>BW</b>	480	39	43	700	135	491	490	37	42	686	97	426
<b>BY</b>	1061	79	46	1710	233	1762	1150	65	46	1686	172	1517
<b>BB</b>	468	101	27	507	86	340	391	94	27	483	58	313
<b>HE</b>	297	60	20	299	74	229	269	56	20	300	56	209
<b>MV</b>	560	149	17	489	86	365	506	126	17	486	73	358
<b>NI</b>	743	110	42	1381	294	1286	696	93	42	1376	202	1052
<b>NW</b>	620	70	33	603	195	642	608	64	33	603	136	535
<b>RP</b>	219	47	75	286	55	185	212	46	75	285	38	163
<b>SL</b>	15	4	0	54	8	26	13	3	0	53	6	24
<b>SN</b>	386	111	14	283	45	356	415	113	15	275	24	319
<b>ST</b>	532	163	16	316	36	275	489	135	16	320	22	250
<b>SH</b>	532	163	16	316	36	275	489	135	16	320	22	250
<b>TH</b>	269	52	9	674	94	629	248	40	9	653	57	499

### 8.3.2 Wohlfahrt

Tabelle 8.34: Wohlfahrt auf Bundesland-Ebene in Mio. Euro

	baseline					F2F				
	Agri. income	Output crops	Output animals	Profit of non-agri. land use	Agri. profits	Agri. income	Output crops	Output animals	Profit of non-agri. land use	Agri. profits
<b>BW</b>	1325	2412	2777	170	799	1567	2273	3508	117	1038
<b>BY</b>	4362	6840	8095	391	3131	4985	6430	10048	190	3733
<b>BB</b>	744	1749	1819	214	289	937	1557	2374	203	486
<b>HE</b>	882	1594	1133	103	626	899	1470	1498	90	644
<b>MV</b>	904	2162	1987	203	453	1084	1993	2748	200	639
<b>NI</b>	2262	5431	11334	361	1453	4064	5184	12994	290	3254
<b>NW</b>	2215	4390	6121	134	1708	3053	3964	7127	81	2545
<b>RP</b>	1148	1951	835	79	915	1076	1827	1052	60	843
<b>SL</b>	42	70	109	8	16	47	65	138	7	21
<b>SN</b>	849	1576	2166	116	536	1213	1545	2701	75	896
<b>ST</b>	911	2115	2106	163	509	1141	1789	2587	159	744
<b>SH</b>	870	1467	3126	150	531	1284	1367	3661	140	947
<b>TH</b>	714	1568	1358	116	416	837	1410	1797	107	541

### 8.3.3 Statistischer Anhang

Tabelle 8.35: Utilized Agricultural Area: Bundesland-Ebene, baseline und F2F Szenario, in 1000 ha

	baseline	F2F
<b>BW</b>	1341	1430
<b>BY</b>	3186	3496
<b>BB</b>	1281	1304
<b>HE</b>	729	754
<b>MV</b>	1345	1351
<b>NI</b>	2575	2696
<b>NW</b>	1460	1536
<b>RP</b>	684	713
<b>SL</b>	76	80
<b>SN</b>	882	958
<b>ST</b>	1163	1173
<b>SH</b>	1064	1088
<b>TH</b>	800	818

## 8.4 Auflistung der Produktgruppen in Capri

Tabelle 8.36: In Capri berücksichtigte Produktgruppen im Handel

<b>Cereals</b>	<b>Oilseeds</b>	<b>Dairy products</b>	<b>Pork meat</b>
Wheat	Rapeseed	Butter	
Rye and meslin	Sunflower seed	Skimmed milk powder	<b>Sheep and goat meat</b>
Barley	Soya seed	Cheese	
Oats		Fresh milk products	<b>Poultry meat</b>
Grain maize		Cream	
Other cereals		Concentrated milk	<b>Beef</b>
		Whole milk powder	
		Casein	
		Whey powder	

Tabelle 8.37: In Capri berücksichtigte Produktgruppen in der Produktion

<b>Cereals</b>	<b>Oilseeds</b>
Soft wheat	Rape
Durum wheat	Sunflower
Rye and Meslin	Soya
Barley	Other oils
Oats	
Grain Maize	<b>Vegetables and Permanent crops</b>
Other cereals	Tomatoes
Paddy rice	Other Vegetables
	Apples Pears and Peaches
<b>Fodder activities</b>	Other Fruits
Fodder maize	Citrus Fruits
Fodder root crops	Table Grapes
Fodder other on arable land	Olives for oil
Gras and grazings extensive	Table Olives
Gras and grazings intensive	Wine
	Nurseries
<b>All Dairy</b>	Flowers
Dairy Cows high yield	New energy crops (ligneous)
Dairy Cows low yield	
Heifers breeding	<b>Beef meat activities</b>
Raising male calves	Other Cows
Raising female Calves	Heifers fattening high weight
Fattening male calves	Heifers fattening low weight
Fattening female calves	Male adult cattle high weight
	Male adult cattle low weight

## 8.5 Marktversagen für Nachhaltigkeitgüter

Reale Gesellschaften bestehen im Gegensatz zu der dargestellten Minigesellschaft aus einer Vielzahl heterogener Konsumenten und Landwirte. Weiterhin sind die Eigentumsrechte an der Umwelt in den meisten Fällen nicht eindeutig zugeordnet. Darüber hinaus sind weitere implizite Voraussetzungen eines vollkommenen Marktes für Nachhaltigkeitgüter in realen ökonomischen Systemen nicht erfüllt. Es ist ein Standardergebnis der Wohlfahrtstheorie, dass der Marktmechanismus zu keiner pareto-optimalen Bereitstellung von Nachhaltigkeitsgütern führt.

Grundsätzlich versagt der Marktmechanismus für Nachhaltigkeitsgüter aufgrund von Komplikationen, die in der ökonomischen Literatur unter dem Begriffen externe Effekte sowie asymmetrische Informationen abgehandelt werden. Treten diese Komplikationen auf, impliziert dies, dass der Marktmechanismus nicht mehr dazu führt, dass die Marktpreise den volkswirtschaftlichen Schattenpreisen entsprechen. Da betriebliche Entscheidungen sich allerdings immer an den für den Betrieb relevanten Marktpreisen orientieren, folgt unmittelbar, dass die Produktionsentscheidungen des Landwirts auf der Mikroebene nicht mehr mit den volkswirtschaftlichen Schattenpreisen auf der Makroebene und damit den gesellschaftlichen Präferenzen korrespondieren.

Im Extremfall versagt der Markt aufgrund der Informationsasymmetrien oder externen Effekte total, d.h. es ergibt sich ein Preis von Null für die Nachhaltigkeits-Netputs  $p_z = 0$ . In diesem Fall produziert der Landwirt zu wenig der Nachhaltigkeitsoutputs, da diese gar nicht entlohnt werden bzw. verwendet zu viel der Nachhaltigkeitsinputs, da diese für ihn kostenlos sind.

Im Grunde lässt sich Marktversagen für Nachhaltigkeitsgüter allein auf Informations- und Anreizprobleme auf der Nachfrageseite reduzieren. Trotzdem soll zunächst der allgemeinen Literatur folgend grundsätzlich kurz das Problem der externen Effekte sowie der asymmetrischen Informationen beschrieben werden.

### 8.5.1 Externe Effekte

Bei externen Effekten oder auch Externalitäten handelt es sich um Auswirkungen, die aufgrund von wirtschaftlichem Handeln, also Produktion oder Konsum entstehen aber keinen direkten Einfluss auf die handelnden Akteure haben. Diese Effekte können unbeteiligte Dritte beeinflussen, werden aber nicht in die Entscheidung der Produzenten oder Konsumenten mit einbezogen. Das Konzept der Externalität geht dabei insbesondere auf Pigou (1932) zurück, wurde aber darüber hinaus intensiv behandelt und weiter entwickelt (beispielsweise bei Buchanan und Stubblebine, 1962 und Coase, 1960).

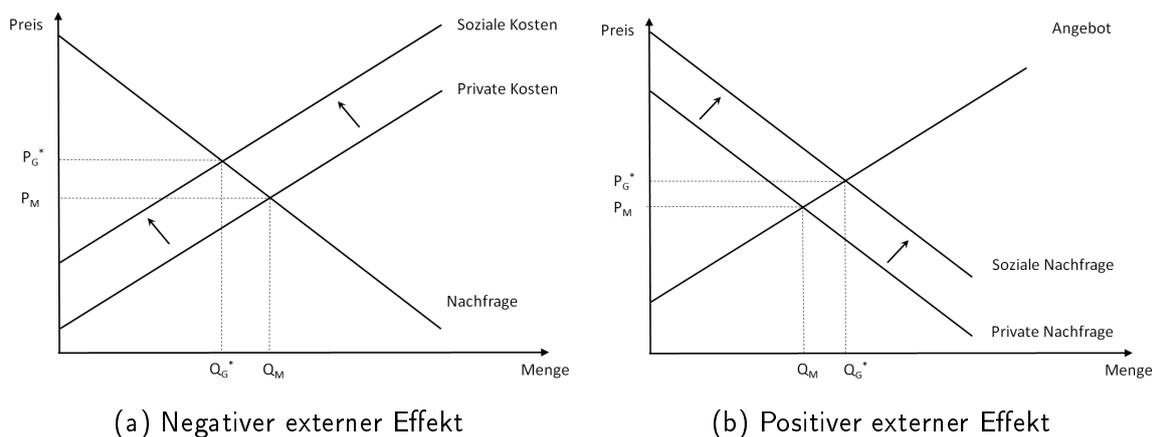


Abbildung 8.1: Marktgleichgewichte für negative und positive externe Effekte (Quelle: geändert nach Sturm und Vogt, 2011)

Externe Effekte können negativ oder positiv wirken. Im ersten Fall werden sie auch externe Kosten und im zweiten Fall externe Nutzen genannt. Aufgrund ihrer Nicht-Berücksichtigung von möglichen Auswirkungen auf dritte Akteure durch das Handeln von Marktteilnehmern, stellen externe Effekte eine Form des Marktversagens dar (Varian, 1994; Mas-Colell et al., 1995). In Abbildung 8.1a und 8.1b sind jeweils die Auswirkungen des negativen externen Effekts

der Produktion und des positiven externen Effekts des Konsum auf das Marktgleichgewicht dargestellt.<sup>25</sup> Klassische Beispiele eines externen Effekts der in Folge der Produktion eines Gutes auftritt, sind Luft- oder Wasserverschmutzung durch Fabriken oder Ähnliches. Ein konkretes, häufig verwendetes Beispiel ist die Verschmutzung eines Flusses durch die Produktion von Stahl flussaufwärts und einen dadurch beeinträchtigten Fischer flussabwärts (Varian, 1994; Sturm und Vogt, 2011).

Auf einem Markt unter vollständiger Konkurrenz führen die marginalen Zahlungsbereitschaften (= Nachfrage) und die Grenzkosten (= Angebot) zu einem effizienten Gleichgewicht mit der Gleichgewichtsmenge  $Q_M$  und -preis  $P_M$  (vgl. Abbildung 8.1a und 8.1b). Tritt ein externer Effekt auf, weichen die volkswirtschaftlichen oder auch sozialen Kosten bzw. die soziale Nachfrage von den privaten Kosten bzw. der privaten Nachfrage ab und das volkswirtschaftlich effiziente Gleichgewicht ( $Q_G^*$  und  $P_G^*$ ) weicht damit vom Marktgleichgewicht ab. Im Fall des negativen externen Effektes treten also Kosten für die Gesellschaft auf, die niemand der direkt am Marktgeschehen beteiligt ist zahlt. Im gegenteiligen Fall entsprechend umgekehrt (Varian, 1994; Sturm und Vogt, 2011).

Eine Behebung dieses Marktversagens ist durch einen Eingriff in den Markt, in der Regel durch den Staat möglich, führt allerdings nicht zwangsweise zu den oben in Abbildung 8.1a und 8.1b aufgeführten effizienten, gesellschaftlichen Gleichgewichten. Zwei klassische, grundlegende Ansätze für die Lösung des Problems der Externalitäten sind: 1. *die Pigou-Steuer* und 2. *das Coase-Theorem*.

1. Bei der Pigou-Steuer, benannt nach Arthur C. Pigou (Pigou, 1932), handelt es sich um eine Abgabe die eingeführt wird um die privaten Kosten um den fehlenden Betrag gegenüber den sozialen Kosten anzupassen. Der Staat führt also eine Steuer für jede „Einheit an Verschmutzung“ ein um die Kosten auf Seiten der Produktion auf die Höhe der gesellschaftlichen Kosten zu bringen und damit das Marktgleichgewicht hin zu dem gesellschaftlich effizienten Gleichgewicht zu ändern. Allerdings führt die Pigou-Steuer nur unter der Annahme vollständiger Informationen zu einer effizienten Lösung, so dass der Staat exakt die Steuer verlangen kann, die die privaten Kosten auf die sozialen Kosten ansteigen lässt. Dem Staat bzw. Entscheider müssen also die Grenzkosten und Grenznutzen der Marktteilnehmer bekannt sein um die Pigou-Steuer festzulegen (Pigou, 1932; Sturm und Vogt, 2011).

2. Das Coase-Theorem, benannt nach Ronald H. Coase, besagt, dass sich ein externer Effekt, durch die Einführung von handelbaren Verfügungsrechten für diese Externalität, in das Marktgeschehen internalisieren lässt. Das oben bereits erwähnte Beispiel von einem gemeinsam durch einen Stahlproduzenten und einem Fischer genutzten Fluss dient zur weiteren Beschreibung. Der Fischer nutzt den Fluss direkt zum Fangen seiner Fische und der Stahlproduzent benötigt Wasser zur Stahlproduktion und leitet Abwässer in den Fluss. Durch diese Abwässer wird der Fang des Fischers gemindert, dieser externe Effekt der Stahlproduktion erzeugt für den Stahlproduzenten keine Kosten und geht somit nicht in seine Produktionsentscheidung ein. Coase zeigt, dass durch die Einführung von Verschmutzungsrechten und die Möglichkeit diese zu handeln eine pareto-optimale Lösung gefunden wird, die den externen Effekt mit in die jeweiligen Produktionsentscheidung einbindet. Interessant ist dabei, dass es unerheblich ist wie bzw. wem die Verfügungsrechte zugeteilt werden. Das Coase-Theorem gilt nur unter entsprechenden Annahmen. Zum Einen müssen analog zur Pigou-Steuer vollständige Informationen vorliegen (Jeder Beteiligte am Geschehen, muss die Auswirkungen des externen Effekts auf die anderen Akteure kennen.) und zum Anderen dürfen keine Transaktionskosten anfallen und die Verfügungsrechte müssen eindeutig zugeteilt sein (Coase, 1960; Varian, 1994).

Darüber hinaus ist das (wahrscheinlich am meisten) angewandte Instrument bei negativen externen Effekten die Begrenzung, von z.B. Emissionen oder eines Schadens durch den Effekt, mittels Auflagen und Grenzwerten per Gesetze und Verordnungen. Obwohl dies sehr häufig nicht die effizienteste Lösung zu Einbindung von externen Effekten darstellt, ist dieses Vorgehen von staatlicher Seite in der Regel die einfachste Methode Externalitäten zu reduzieren oder zu verhindern. Zusätzlich gibt es auch Situationen in denen Auflagen und Beschränkungen durchaus die effizientesten bzw. besten Lösungen sind. Wenn es sich beispielsweise bei dem externen Effekt um einen Schadstoff handelt der bereits in niedrigen Konzentrationen sehr schädlich ist, die optimale Emissionshöhe nicht bekannt ist und die Kosten des marginalen Schadens höher sind als die Kosten der Grenzvermeidung. In diesem Fall würde es bei einer zu niedrig gesetzten Pigou-Steuer zu hohen Wohlfahrtsverlusten kommen und durch die Einführung eines Emissionshandels könnten lokal erhebliche Schäden bei hoher Konzentration des Schadstoffs auftreten (Sturm und Vogt, 2011). Insbesondere in diesem Beispiel, aber auch in jedem Fall in denen Auflagen und Grenzwerte eingeführt werden sind vollständige Informationen sehr wichtig um eine Entscheidung zu treffen, die möglichst nahe an der effizienten Lösung für die Externalität liegt.

---

<sup>25</sup>Detaillierte Erläuterungen und Abbildungen finden sich beispielsweise bei Mankiw (2001) oder Varian (1994), auch zu den jeweils gegensätzliche Situation, also der positive Effekt der Produktion und der negative Effekt des Konsums.

### 8.5.1.1 Kollektivgüter

Eng verbunden mit externen Effekten ist die Existenz von zwei Güterarten, den **öffentlichen Gütern** und den **Allmendegütern** (Varian, 1994; Sturm und Vogt, 2011). Die Klassifizierung von Gütern erfolgt in der Regel durch die beiden Eigenschaften *Ausschließbarkeit* und *Rivalität im Konsum*. *Ausschließbarkeit* bedeutet in diesem Zusammenhang, dass andere Konsumenten daran gehindert werden ein, von jemand anderem, erworbenes Gut ebenfalls zu nutzen, beispielsweise kann ein Schuh nur von einer Person zur Zeit getragen werden; *Rivalität im Konsum* meint, dass der Konsum eines Gutes die zur Verfügung stehende Menge dieses Gutes für den Konsum anderer Personen reduziert, z.B. kann ein Brot nur einmal gegessen werden (Varian, 1994).

Liegt weder *Ausschließbarkeit* noch *Rivalität im Konsum* vor, handelt es sich um ein **öffentliches Gut**. Klassische Beispiele sind Leuchttürme oder der Küstenschutz, bei denen weder jemanden daran gehindert werden kann diese Güter zu konsumieren, noch verringern sich die Güter durch den Konsum einer Person. Als nahezu perfektes öffentliches Gut, das darüber hinaus in den letzten Jahren stark an Relevanz gewonnen hat, lässt sich der Klimaschutz klassifizieren (Sturm und Vogt, 2011).

Herrscht hingegen nur *Rivalität im Konsum* aber keine *Ausschließbarkeit*, handelt es sich um ein sogenanntes **Allmendegut**. Der Name verweist bereits auf das klassische Beispiel für ein solches Gut, denn bei der Allmende handelt es sich um eine gemeinschaftlich genutzte, landwirtschaftliche Fläche beispielsweise eines Dorfes. Eine *Ausschließbarkeit* ist in diesem Fall per Definition nicht möglich, weil es sich gerade um eine gemeinschaftlich genutzte Fläche handelt. Die Fläche ist allerdings begrenzt und ab einem gewissen Grade der Nutzung bietet sie, beispielsweise für weiteres Vieh, keinen Platz mehr, so dass *Rivalität im Konsum* gegeben ist. Ein anderes Beispiel in diesem Zusammenhang wäre eine überlastete öffentliche Straße, bei der ebenfalls niemanden ausgeschlossen werden kann, ab einer entsprechenden Nutzung aber gerade Rivalität in der Nutzung vorliegt (Sturm und Vogt, 2011)<sup>26</sup>.

Bei öffentlichen Gütern handelt es sich grundsätzlich um einen externen Effekt, da der Nutzen eines öffentlichen Gutes eben nicht nur für den Konsumenten, sondern auch für andere Konsumenten die dieses Gut nicht erworben haben besteht. Dieser Zusatznutzen ist ein positiver externer Effekt; wird beispielsweise das Gut *Klimaschutz* „erworben“, kann niemand von dem positiven Effekt auf das Klima ausgeschlossen werden sondern jeder profitiert davon, auch ohne selber das Gut *Klimaschutz* erworben zu haben (Sturm und Vogt, 2011). Die Verbindung zwischen öffentlichen Gütern und Externalitäten lässt sich allerdings häufig auch anders herum beschreiben, dies gilt besonders für Beispiele aus dem Natur- und Umweltschutz. Der negative externe Effekt, der zu „Klimaverschmutzung“ führt lässt sich auch als negatives öffentliches Gut bezeichnen, oder viel mehr als öffentliches „Ungut“.

Zusammenfassend lassen sich diese nicht-privaten Güter als sogenannte **Kollektivgüter** bezeichnen (Varian, 1994); für diese Güter stellen Märkte im klassischen Sinne keinen effizienten Marktmechanismus dar, wie durch die „Samuelson-Bedingung“ gezeigt werden kann (Samuelson, 1954; Mas-Colell et al., 1995). Diese Bedingung besagt, dass in einer Ökonomie mit zwei Haushalten und jeweils einem privaten und einem kollektiven Gut die Summe der individuellen Grenzraten der Substitution gerade der Grenzrate der Transformation entsprechen muss, damit eine pareto-effiziente Allokation erfolgt (Samuelson, 1954). Die Grenzrate der Substitution entspricht gerade der marginalen Zahlungsbereitschaft und die Summe darüber ist somit die kollektive Zahlungsbereitschaft der Gesellschaft. Die Grenzrate der Transformation bezeichnet die Grenzkosten des öffentlichen Gutes in Einheiten des privaten Gutes. Die kollektive Zahlungsbereitschaft muss also den Grenzkosten des öffentlichen Gutes entsprechen, anders gesagt muss die Menge an privaten Gütern die zur Produktion des öffentlichen Gutes benötigt wird gerade der Summe der Menge an privaten Gütern die die Konsumenten bereit sind aufzugeben entsprechen. Der Markt führt in diesem Fall nicht zu einer pareto-effizienten Allokation, sondern auf Grund einer Unterfinanzierung zu einer Unterversorgung mit öffentlichen Gütern. Die kollektive Zahlungsbereitschaft liegt also im Markt über den Grenzkosten der Herstellung (Mas-Colell et al., 1995). Bei nahezu allen Nachhaltigkeitsgütern handelt es sich um **Kollektivgüter**, so dass ein nicht-marktwirtschaftlicher Mechanismus zur effizienten Bereitstellung herangezogen werden muss.

## 8.5.2 Asymmetrische Informationen

Neben dem Problem der externen Effekte, welche sich aus dem öffentlichen Gutcharakter von Nachhaltigkeitsgütern ergeben, weisen diese als Koppelprodukte zusätzlich das Problem asymmetrischer Informationen auf. Dies kann eben-

---

<sup>26</sup>Für den, an dieser Stelle nicht behandelten, Fall von vorliegender *Ausschließbarkeit*, aber keiner *Rivalität im Konsum* siehe beispielsweise Mankiw (2001) oder Sturm und Vogt (2011).

falls zu einem Marktversagen führen. Wie bereits ausgeführt sind Nachhaltigkeitsgüter Koppelprodukte der klassischen landwirtschaftlichen Produktion. Das heißt, diese können im Kern als Prozessqualität der Herstellung landwirtschaftlicher Erzeugnisse interpretiert werden. Insbesondere kann ein Konsument in der Regel die Umwelt- oder Nachhaltigkeitsstandards, unter denen ein bestimmtes landwirtschaftliches Gut produziert worden ist, nicht mehr an dem von ihm gekauften Produkt überprüfen. Die Nachhaltigkeitsstandards sind somit als Prozessqualitäten sogenannte Vertrauenseigenschaften (Caswell, 1996). Für Güter mit Vertrauenseigenschaften treten offensichtlich Informationsasymmetrien auf, d.h. der Konsument kann diese Eigenschaften nicht überprüfen und hat daher weniger Informationen als der Produzent, ob die versprochenen Eigenschaften tatsächlich bereitgestellt werden. Grundsätzlich werden Konsumenten daher eine niedrigere Zahlungsbereitschaft für derartige Güter aufzeigen (The Market for Lemons; Akerlof, 1970). Es werden also schlechtere bzw. weniger Nachhaltigkeitsgüter nachgefragt als den Präferenzen der Konsumenten entspricht und damit auch weniger Güter angeboten. Folglich versagt der Markt. Dieses Problem kann durch ein Aufheben der Asymmetrie behoben werden, so kann z.B. durch staatliche Siegel (ähnliche dem TÜV-Siegel oder Bio-Siegel) garantiert werden, dass entsprechende Produktionsverfahren eingehalten und die Nachhaltigkeitsgüter als Koppelprodukte tatsächlich zur Verfügung gestellt werden (Caswell, 1996; Kuhn, 1999). Derartige Eingriffe in den Markt sind allerdings immer mit Kosten verbunden, eine vollständige effiziente Lösung ist daher auch durch ein solches Vorgehen nicht zu erreichen.

Fazit: Es gibt zwei zentrale Ursachen für Marktversagen bei Nachhaltigkeitsgütern: ihr öffentlicher Gutcharakter, d.h. dem Vorliegen von externen Effekten im Konsum und Informationsasymmetrien aufgrund der Tatsache, dass Nachhaltigkeit eine Vertrauenseigenschaft ist. Durch den positiven externen Effekten bei Nachhaltigkeitsgütern ist es für Konsumenten möglich durch sogenanntes „free riding“ bzw. „Trittbrett fahren“ diese Güter zu konsumieren ohne selber dafür zahlen zu müssen. Als (rationaler) Konsument besteht daher keine Notwendigkeit die Zahlungsbereitschaft für Umweltgüter offen zu legen, weil die Auswirkungen der eigenen Zahlungsbereitschaft auf die gesamte Nachfrage vernachlässigbar sind und das Gut auch konsumiert werden kann, wenn es durch andere Konsumenten gekauft wird. Da dies aber für alle Konsumenten gilt, kommt es auf einem Markt zu einer Unterfinanzierung der Nachhaltigkeitsgüter (Mas-Colell et al., 1995; Henning et al., 2012). Die „Samuelson-Bedingung“ wird nicht eingehalten, da die Summe der Grenzraten der Substitutionen eben nicht den offenbarten kollektiven Zahlungsbereitschaften entspricht. Diese Art des Marktversagens ist deutlich schwerer zu beheben als die Informationsasymmetrie und relativ „einfache“ politische Eingriffe wie beispielsweise die genannten Siegel reichen nicht aus.

## 8.6 Permit-Markt

### 8.6.1 Simulation eines Stickstoff-Permitmarkts in Schleswig-Holstein

Grundlegende Logik eines Permitmarkts ist, dass die Wasserbelastung durch Nährstoffausträge landwirtschaftlicher Betriebe ein regionales öffentliches Gut darstellen. Das heißt, in einem relevanten geographisch abgeschlossenen Gebiet ergibt sich die Umweltbelastung (Belastung des Grundwassers, der Fließgewässer und der Meere) aus der Summe der betrieblichen Nährstoffausträge. Entsprechend führt jede Reduktion der durchschnittlichen betrieblichen Nährstoffausträge zu exakt der gleichen Reduktion der Wasserbelastung in diesem Gebiet unabhängig von der tatsächlichen Verteilung der Reduktion über die individuellen Betriebe. Somit ist es ökonomisch Effizienz ein gegebenes Umweltziel, z.B. maximale durchschnittliche Bruttostickstoffsalden in dem Gebiet von  $40\text{kg}/\text{ha}$ , so auf die Betriebe zu verteilen, dass die Summe der betrieblichen Anpassungskosten minimal wird. Dies wird bei heterogenen betrieblichen Anpassungskosten in der Regel durch eine Regulierung individueller Betriebe gerade nicht erreicht.

Die Zusammenhänge werden im Schaubild 8.2 erläutert.

Geht man von zwei Betriebstypen aus, einem reinen Ackerbaubetrieb [N1] und einem Milchviehbetrieb [N2], die in einem relevanten Gebiet wirtschaften. Das Gebiet kann je nach Wasserflüssen ein Bundesland wie z.B. Schleswig-Holstein oder aber eine kleinere Gebietseinheit (z.B. Kreis oder Unternaturraum) sein. In dem Schaubild sind die marginalen Anpassungskosten für eine Reduktion der Bruttostickstoffbilanz in Euro pro eingesparte Bruttostoffstrombilanz in  $\text{kg}/\text{ha}$  für jeden Betriebstyp aufgeführt.

Für den Betriebstyp N1 werden dabei lineare marginale Anpassungskosten von  $1/10$  für eine Reduktion der Bruttohoftorbilanz um  $1\text{kgN}/\text{ha}$  angenommen. Für den Milchbaubetriebe N2 sind die marginalen Anpassungskosten höher und werden mit  $1/6$  pro Reduktion der Bruttohoftorbilanz um  $1\text{kg N}/\text{ha}$  angenommen. Das heißt für eine Reduktion der Bruttostickstoffbilanz um  $10\text{kg}/\text{ha}$  ergeben sich Anpassungskosten von  $5/\text{ha}$  für den Ackerbaubetrieb und  $8,3$  Euro für den Milchviehbetrieb. Hingegen für eine Reduktion um  $100\text{kgN}/\text{ha}$  ergeben sich  $500/\text{ha}$  bzw.  $833/\text{ha}$  für die jeweiligen Betriebstypen. Nimmt man weiterhin an, dass sich für den Ackerbaubetrieb eine Brutto-N-Bilanz (BNB) von  $60\text{kg}/\text{ha}$  und für den Milchviehbetrieb von  $120\text{kg}/\text{ha}$  ergibt und die durchschnittliche BNB auf  $40\text{kg}/\text{ha}$  in dem Gebiet beschränkt werden soll, so ergeben sich bei einer betrieblichen Reduktion Anpassungskosten in Höhe der Fläche des Dreiecks ABC für den Ackerbaubetrieb und in Höhe des Dreiecks ADE für den Milchviehbetrieb, d.h. in Höhe von  $0,5 * 20 * 20/10/\text{ha} = 20/\text{ha}$  bzw. von  $0,5 * 100 * 100/6/\text{ha} = 833,33/\text{ha}$  für den Milchviehbetrieb. Dabei sind die marginalen Anpassungskosten für den Milchviehbetrieb mit  $100/6 = 16,7\text{pro}1\text{kg}/\text{ha}$  Reduktion der BNB deutlich höher als für den Ackerbaubetrieb mit  $20/10 = 2\text{pro}1\text{kg}/\text{ha}$  Reduktion der BNB.

Insofern lässt sich ein für beide Betriebstypen profitabler Handel implementieren, wobei die Ackerbaubetriebe ihre BNB auf unter  $40\text{kg}/\text{ha}$  einschränken und im Gegenzug die Milchviehbetriebe ihre BNB entsprechend auf über  $40\text{kg}/\text{ha}$  erhöhen können, wobei die durchschnittliche BNB konstant auf  $40\text{kg}/\text{ha}$  gehalten wird. Dieser Handel von betrieblichen Stickstoffausträgen ist solange für beide Betriebstypen profitabel, wie die marginalen Anpassungskosten der beiden Betriebe nicht gleich sind.

Implementiert man diesen Tausch von Stickstoffaustragungsrechten als ein regionalen Stickstoff-Permitmarkt, und bezeichnet mit P den Preis für ein N-Permitrecht, d.h. für das Recht eines Betriebes eine BNB von bis zu  $1\text{kg}/\text{ha}$  Stickstoff zu realisieren, so lässt sich das betriebliche

Angebot an Permitrechten,  $X$ , bei einem gegebenen Permitpreis  $P$  gerade aus den marginalen Anpassungskosten  $F(X)$  ermittelt:  $X = \text{Max}X, F(X) \geq P$ .  $F(X)$  ist also gerade die inverse Permit-Angebotsfunktion. Ein Gleichgewicht auf dem regionalen Permitmarkt ist also gerade ein Permitpreis  $P^*$ , für den gilt, dass die Summe aller betrieblichen Permitangebote gerade der Gesamtnachfrage an Permitrechten entspricht.

In unserem einfachen Beispiel in Schaubild 8.2 ergibt sich der Gleichgewichtspreis  $P^*$  gerade aus dem Schnittpunkt der aggregierten inversen Permitangebotsfunktion (die aggregierte Permitangebotsfunktion ist gerade die Summe der individuellen betrieblichen Angebotsfunktionen).

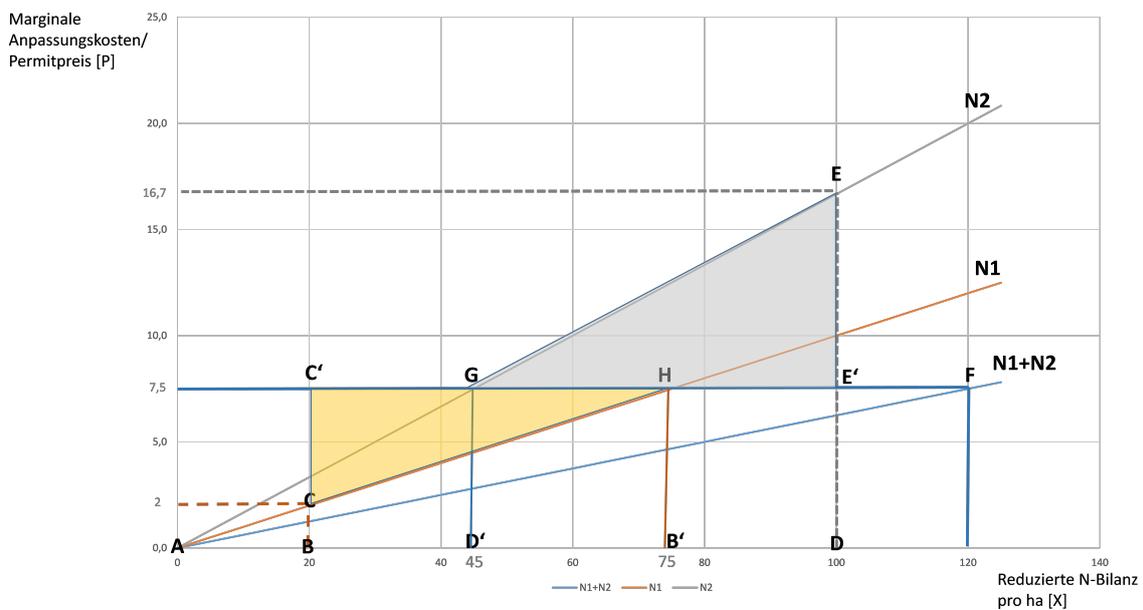


Abbildung 8.2: Schematische Darstellung der Wohlfahrtseffekte eines Permit-Handels nach Henning et al. (2019)

Wie aus dem Schaubild zu erkennen ist, ergibt sich ein Gleichgewichtspreis von 6,3 € pro Permit (1 kg/ha BNB), wobei das gesamte regionale Permitangebot genau bei 120 kg/ha liegt, wodurch sich exakt eine durchschnittliche BNB von 40 kg/ha ergibt. Allerdings bieten im Gleichgewicht die Ackerbaubetriebe 75 Permits an, während die Milchviehbetriebe nur 45 Permits anbieten. Dabei ergeben sich die folgenden betrieblichen Kosten bzw. Einnahmen: Milchviehbetriebe bieten 45 Permits am Markt an und fragen 100 Permits nach, so dass sich eine Nettonachfrage von  $100 - 45 = 55$  Permits ergibt. Diese werden zum Gleichgewichtsmarktpreis von 6,3 pro Permit gekauft, so dass sich für die Nettonachfrage Kosten in Höhe von  $55 \cdot 6,3 = 343,74 \text{ €/ha}$ . Zusätzlich entstehen die Anpassungskosten in Höhe von  $45 \cdot 45 / 6 = 337,5 \text{ €/ha}$ , d.h. es ergeben sich gesamte Anpassungskosten in Höhe von  $343,74 + 337,5 = 681,25 \text{ €/ha}$ . Dies sind mit 152 €/ha signifikant geringe Kosten im Vergleich zur Regulierung. Analog ergeben sich für die Ackerbaubetriebe Kosten in Höhe von  $75 \cdot 6,3 / 2 = 234,34 \text{ €}$  aus dem Angebot von 75 Permitrechten auf dem Permitmarkt. Allerdings verkaufen die Ackerbaubetriebe hiervon Netto  $75 - 20 = 55$  Permitrechte, so dass sie zusätzlich Einnahmen in Höhe von  $55 \cdot 6,3 = 343,74 \text{ €}$  haben. Insgesamt haben die Ackerbaubetriebe somit Nettokosten von  $-109,38 \text{ €/ha}$ , d.h. diese haben de facto einen Nettogewinn in Höhe von 109,38 €/ha.

Insgesamt verbessern sich also alle Betriebe durch die Implementation eines Permitmarkts und alle anderen gesellschaftlichen Akteure sind indifferent, da das anvisierte Umweltziel maximal 40 kg/ha

BNB in der relevanten Region zu erzielen in beiden Fällen realisiert wird. Tatsächlich ließe sich ein entsprechender Permitmarkt relativ einfach in der Realität implementieren. Zentral ist allerdings die Festlegung der zusammenhängenden geographischen Region, für die sinnvoller Weise ein regionaler Permitmarkt definiert werden kann. Dies hängt von der Reichweite externen Effekten der Nährstoffausträge ab. Dies kann wie beispielsweise für die Meeresrahmenrichtlinie ganz Schleswig-Holstein sein. Allerdings macht eine gemeinsamer Permitmarkt für ganz Schleswig-Holstein zur Erreichung von Umweltzielen im Grundwasserschutz unter Umständen wenig Sinn, da dies bedeuten könnte, dass sich im Permitmarktgleichgewicht für einzelnen Kreise oder Unternaturräume erhebliche Stickstoffausträge die weit über dem anvisierten maximalen Austrägen liegen können, ergeben, während andere Kreise die anvisierten Ziele entsprechend „übererfüllen“. Es kommt somit auf die Festlegung der jeweiligen regionalen Permithandelsmärkte an.

Sind die regionalen Permitmärkte definiert, muss als nächstes die anvisierte maximale durchschnittliche BNB für jede Region festgelegt werden. Jeder Betrieb erhält dann eine Ausstattung mit Permitrechten in Höhe von festgelegten BNB für seine Betriebsfläche. Grundsätzlich können die zugewiesenen Permitrechte für den Betrieb genutzt werden oder aber auf dem Permitmarkt verkauft werden. Ebenso können Permitrechte auf dem Markt zugekauft werden. Die tatsächlich im Betriebe realisierte BNB muss mit den vom Betrieb de facto gehaltenen Permitrechten abgedeckt sein.

## 8.6.2 Simulation der Implementierung eines Permitmarkts zur Regulierung regionaler Stickstoffflüsse in Schleswig-Holstein

Henning et al. (2019) konnten auf der Grundlage der von ihnen durchgeführten Simulationsrechnungen mit dem Smart Farm-Modell für jeden der 411 Unternaturräume spezifischen Betriebstypen entsprechende Anpassungskosten für die Reduktion der BNB als Metamodell schätzen. Dabei bezeichnet  $C_i(z)$  die Anpassungskosten des regionalen Betriebstyp  $i$  für die Reduktion der BNB um  $z$  kg/ha. Nimmt man für  $C(z)$  eine einfache Cobb-Douglas-Funktion an, so lassen sich die betrieblichen Permitangebotsfunktionen  $G_i(p)$  analytisch bestimmen. Gibt man dann eine maximale durchschnittliche BNB vor, die einem entsprechenden Umweltziel (Wasserschutz) entspricht, so erhält jeder Betrieb eine Ausstattung mit Permitrechten, die sich gerade aus seiner Betriebsfläche ( $BF_i$ ) multipliziert mit der vorgegebenen maximalen BNB ergibt. Bezeichnet man mit  $BNB_i^o$  gerade die BNB vor Einführung des Permitmarktes und mit  $mBNB$  die maximal zulässige BNB nach Einführung des Permitmarktes dann folgt für die Nettonachfrage nach Permits pro Hektar eines Betriebes, der auf dem Permitmarkt  $r$  operiert:  $NN_i^r = BNB_i^o - mBNB - G^i(P_r)$

Bezeichnet man mit  $R = (1, 2, \dots, r, \dots, r_R)$  gerade eine räumliche Aufteilung von Schleswig-Holstein in  $r_R$  Permitmärkte, wobei jeder Betrieb genau einem Permitmarkt  $r$  zugeordnet ist. Dann folgt für ein Permitmarktgleichgewicht:

$$\sum_i NN_i^r(P_r^*)BF_i = 0 \quad f.a.r \in R$$

Zusätzlich können weitere Restriktionen für den Handel mit Permitrechten eingeführt werden. Einerseits erscheint es sinnvoll, dass die BNBs für alle individuellen Betriebe nach unten auf eine Nullbilanz beschränkt werden, d.h. Betriebe dürfen keine negativen BNB realisieren, so dass ihr maximales Permitangebot auf BNB beschränkt ist. Weiterhin könnte es sinnvoll sein, auch die maximale Nettonachfrage nach Permits zu beschränken, so dass eine bestimmte maximale BNB auch

nach dem Permithandel von keinem Betrieb überschritten werden darf. Hier wäre eine Option Betriebstypen spezifische maximale BNB entsprechend der geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen abzuleiten.

Auf der Grundlage der Metamodellierung des Smart-Farm-SH-Modell wurden zwei Szenarien für die Implementation eines Permittarkts in Schleswig-Holstein simuliert (siehe Henning et al. (2019)): (A) Ein gemeinsamer Permittarkt für Schleswig-Holstein (Szenario *Permit-SH*) und (B) jeweils separate Permittärkte für die 11 Kreise (Szenario *Permit-Kreis*). Für jedes räumliche Permittarkt-Szenario werden drei betriebliche Ausstattungen mit Permittrechten simuliert: 40 kg/ha, 60kg/ha und 80 kg/ha. Eine betriebliche Ausstattung mit 40, 60 bzw. 80 kg/ha garantiert dabei, dass für jeden regional definierten Permittarkt die durchschnittliche BNB im Permittarktgleichgewicht nicht überschritten wird. Allerdings können auf einzelbetrieblicher Ebene und auch auf räumlicher Ebene innerhalb eines regionalen Permittarktes die im Gleichgewicht realisierten BNBs abweichen, d.h. oberhalb bzw. unterhalb der ursprünglichen Ausstattung mit Permittrechten liegen. Dies ist ja gerade der Sinn des Permithandels. Um die Darstellung der Ergebnisse an dieser Stelle überschaubar zu halten, werden im Folgenden die Ergebnisse der erweiterten Simulationsrechnungen mit dem Smart-Farm-SH-Modell auf das institutionelle Permittarktszenario *Permit-Kreis* fokussiert. Die gesamten Ergebnisse sind in Henning et al. (2019) detailliert dargestellt. Als Referenz werden zusätzlich die regionalen bzw. betrieblichen Anpassungskosten und Stoffströme, die sich bei einheitlicher Regulierung aller Betriebe ergeben, aufgeführt. Letztere entsprechen den mit dem Smart-SH-Modell ermittelten tatsächlichen Anpassungskosten und Stoffströmen. Allerdings ergeben sich bzgl. der Kosten z.T. Approximationsfehler, da die betrieblichen Anpassungskosten als Metamodell geschätzt wurden.

In Abbildung 8.3 und 8.4 sind die regionalen Gleichgewichtspreise und die korrespondierenden regionalen Stoffflüsse (BNB) für die 11 Kreise sowie Gesamt-SH dargestellt.

Wie aus Abbildung 5.2.a zu erkennen ist, liegen die Gleichgewichtspreise für Permittrechte zwischen 1,6 und 5,7 € pro 1 [kg N/ha]. Grundsätzlich steigen die Preise je geringer die Ausstattung mit der Permittrechten ist. Dies reflektiert gerade die Höhe des anvisierten Umweltziels und damit die gesellschaftliche Bedeutung reduzierter Stoffströme. Die Unterschiede der Gleichgewichtspreise zwischen den Kreismärkten spiegeln die jeweils regional unterschiedlichen Anpassungskosten wieder. Die regionalen Permittpreise der Kreismärkte korrelieren dabei eindeutig mit der im Gesamt-SH-Gleichgewicht realisierten durchschnittlichen regionalen BNB in den jeweiligen Kreisen (siehe Abbildung 8.3-8.4). Diese liegen für alle Permittrechtausstattungen (40, 60 und 80 kg/ha) jeweils am höchsten im Kreis Steinburg mit 99 -128 kg/ha, gefolgt von Pinneberg mit 76-107 kg/ha. Sehr geringe Bruttostickstoffbilanzen (BNBs) ergeben sich für den Kreis Herzogtum Lauenburg für alle Permittrechtausstattungen mit 49-18 kg/ha. Interessanterweise ergeben sich auch für die Kreise Schleswig-Flensburg und Ostholstein unterdurchschnittliche BNBs. Für Permittrechte von 40 bzw. 60 kg liegen diese bei 15 und 34 kg/ha für den Kreis Schleswig-Flensburg und 26 bzw. 55 kg/ha für Ostholstein. Allerdings fallen diese bei hohen Permittrechten von 80 kg/ha eher durchschnittlich aus mit 77 kg/ha bzw. 61 kg/ha für Ostholstein bzw. Schleswig-Flensburg.

Im Gleichgewicht der regionalen Permittärkte entsprechen die durchschnittlich realisierten BNB auf Kreisebene definitionsgemäß gerade den Permittrechten, d.h. hier ergeben sich einheitlich für alle Kreise BNBs von 40, 60 bzw. 80 kg je nach entsprechender Ausstattung mit Permittrechten. Allerdings ergeben sich hier unterschiedliche Preise für die jeweiligen Kreismärkte (siehe Abbildung 8.3 bzw. 8.4).

Im Prinzip ergeben sich die gleichen Anpassungsmuster auf Unternaturraumbene wie auf Kreisebene. Allerdings sind die regionalen Unterschiede auf Unternaturraumbene entsprechend pointierter.

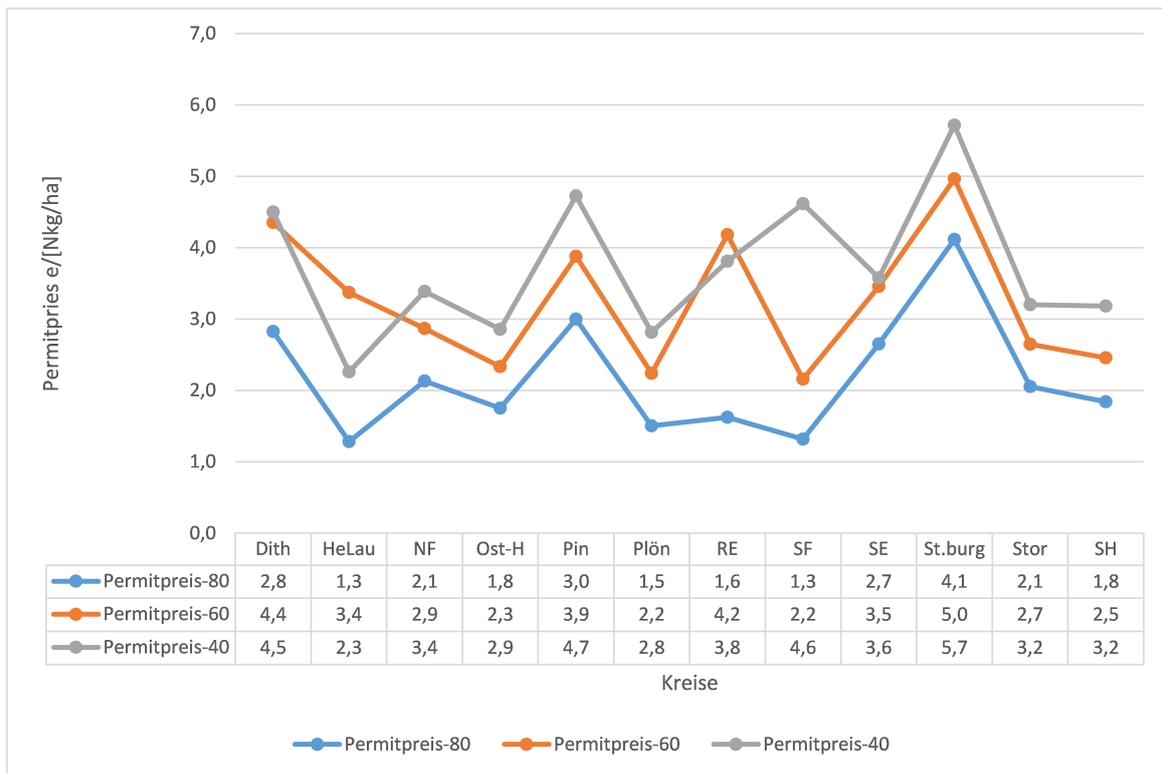


Abbildung 8.3: Gleichgewichtspreise für Permitrechte in € pro [1kg/ha] auf Kreisebene nach Henning et al. (2019)

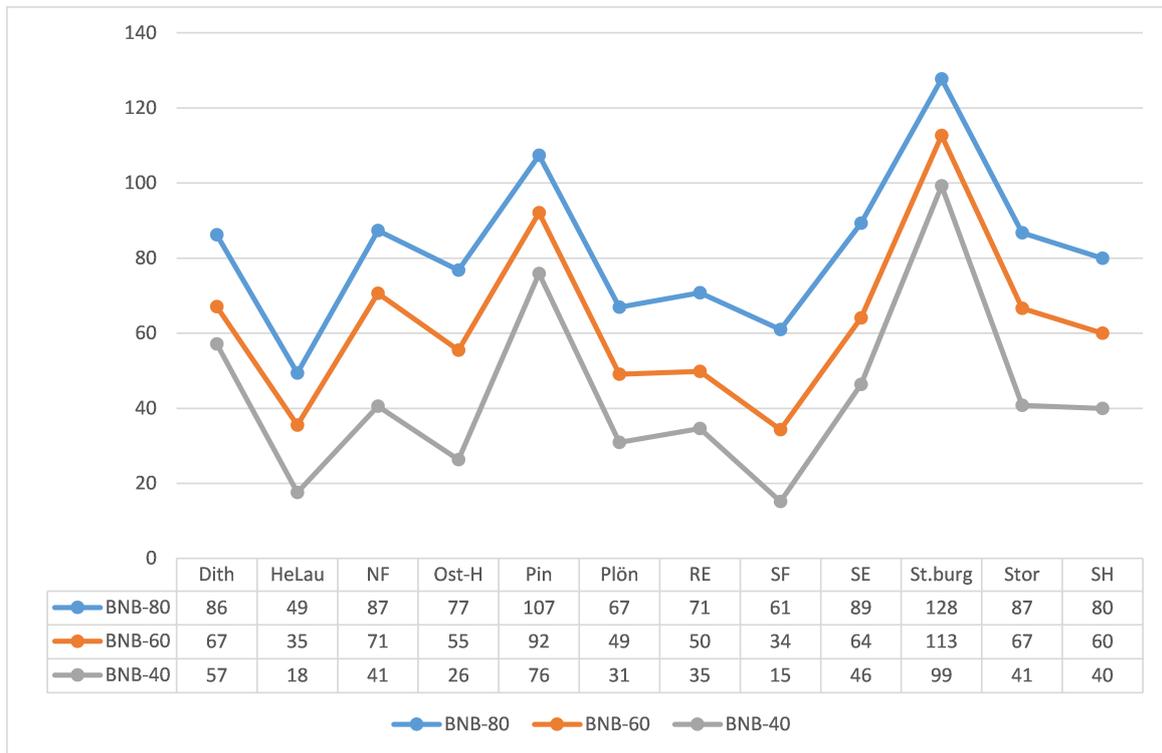


Abbildung 8.4: Stoffflüsse [BNB] im Permitmarkt-Gleichgewicht in [kg/ha] auf Kreisebene nach Henning et al. (2019)

Insbesondere ergeben sich selbst bei unterstellten Kreis-Permitmärkten entsprechende Varianzen der im Marktgleichgewicht realisierten durchschnittlichen BNBs. Dies ist in den Abbildungen 8.5-8.7 dargestellt<sup>27</sup>. Beispielsweise variieren die regionalen BNB für 40 kg/ha Permitrechte auf Unternaturraumebene von 2,2 kg/ha für den UN 3 "Nordfriesische Marschinseln und Halligen" bis 109 kg/ha für den UN 10 "Heide-Itzehoer Geest", wenn man einen Gesamt-Permitmarkt SH unterstellt. Für Kreismärkte reduziert sich diese Spanne auf 3,3 bis 69 kg/ha. Allerdings liegen bei der Implementation via Kreismärkte die Mehrheit der Unternaturräume unterhalb oder knapp oberhalb des jeweils anvisierten BNB-Ziels. Relativ stärkere regionale Schwankungen ergeben sich dabei für höhere Ausstattungen mit Permitrechten, d.h. für geringere Restriktionen der BNB. Beispielsweise liegen bei Permitrechten in Höhe von 80 kg/ha 9 der 22 Unternaturräume oberhalb des anvisierten BNB-Ziels mit durchschnittlichen BNBs zwischen 84-128 kg/ha. Bei einem unterstellten Gesamtmarkt SH liegt der maximale Wert für UN 10 sogar bei 143 kg/ha.

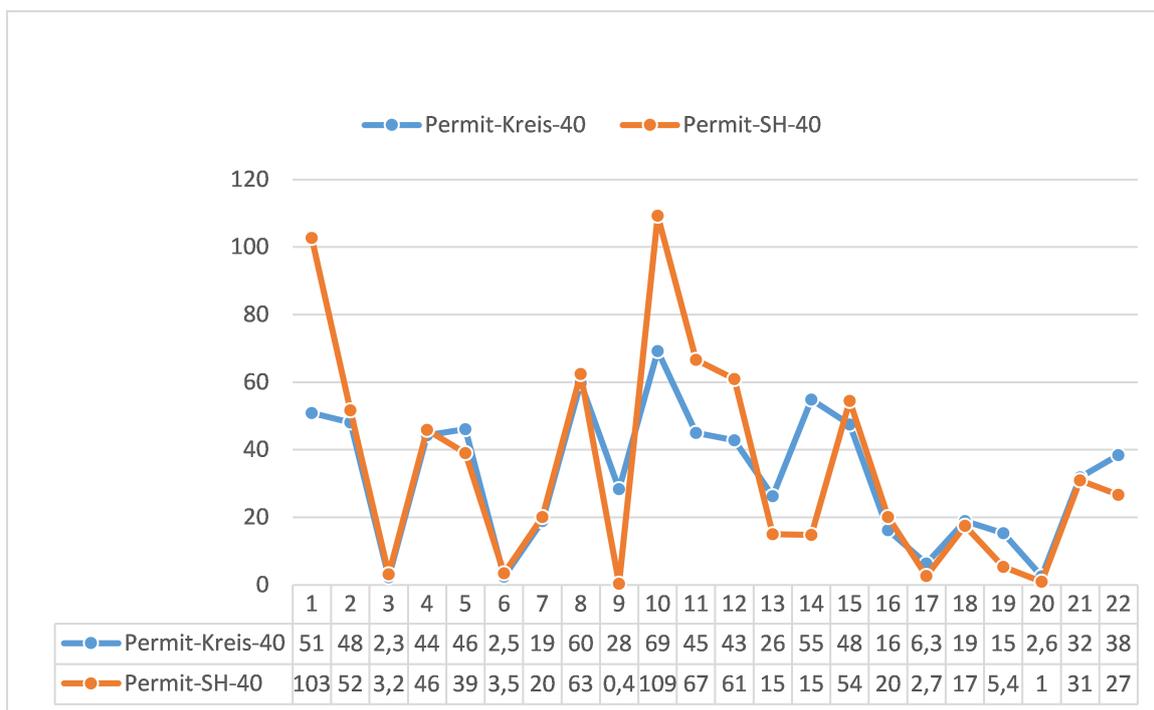


Abbildung 8.5: Stoffflüsse [BNB] im Permitmarkt-Gleichgewicht 40 [kg/ha] auf Unternaturraumebene nach Henning et al. (2019)

Interessant sind die Wohlfahrtsgewinne, die landwirtschaftliche Betriebe durch den Permithandel realisieren. Diese sind in den Abbildungen 8.8-8.10 für das Kreis-Markt-Szenario dargestellt. Wie man aus den Abbildungen 8.8-8.10 ersehen kann, ergibt sich ein erhebliches Kosteneinsparungspotential durch den Permithandel. Dieses bewegt sich zwischen 9 €/ha für den Unternaturraum 22 „Ostholsteinisches Hügel- und Seenland“ für eine Permitrechtsausstattung von 80 kg/ha bis zu einem maximalen Betrag von 203 €/ha für den UN 8 „Bredstedt-Husumer Geest“ für eine Permitrechtsausstattung von

<sup>27</sup>In den Abbildungen gilt die folgende Bezeichnungen: 1=Holsteinische Elbmarschen, 2=Nordfriesische Geestinseln, 3=Nordfriesische Marschinseln und Halligen, 4=Nordfriesische Marsch, 5=Eiderstedter Marsch, 6=Dithmarscher Marsch, 7=Lecker Geest, 8=Bredstedt-Husumer Geest, 9=Eider-Treene Niederung, 10=Heide-Itzehoer Geest, 11=Barmstedt-Kisdorfer Geest, 12=Hamburger Ring, 13=Lauenburger Geest, 14=Schleswiger Geest, 15=Holsteinische Vorgeest, 16=Angeln, 17=Schwansen u. Dänischer Wohld, 18=Nordoldenburg und Fehmarn, 19=Westmecklenburgische Seenplatte, 20=Südwestliches Vorland der Mecklenburgischen Seenplatte, 21=Ostholsteinisches Hügel- und Seenland, 22=Ostholsteinisches Hügel- und Seenland.

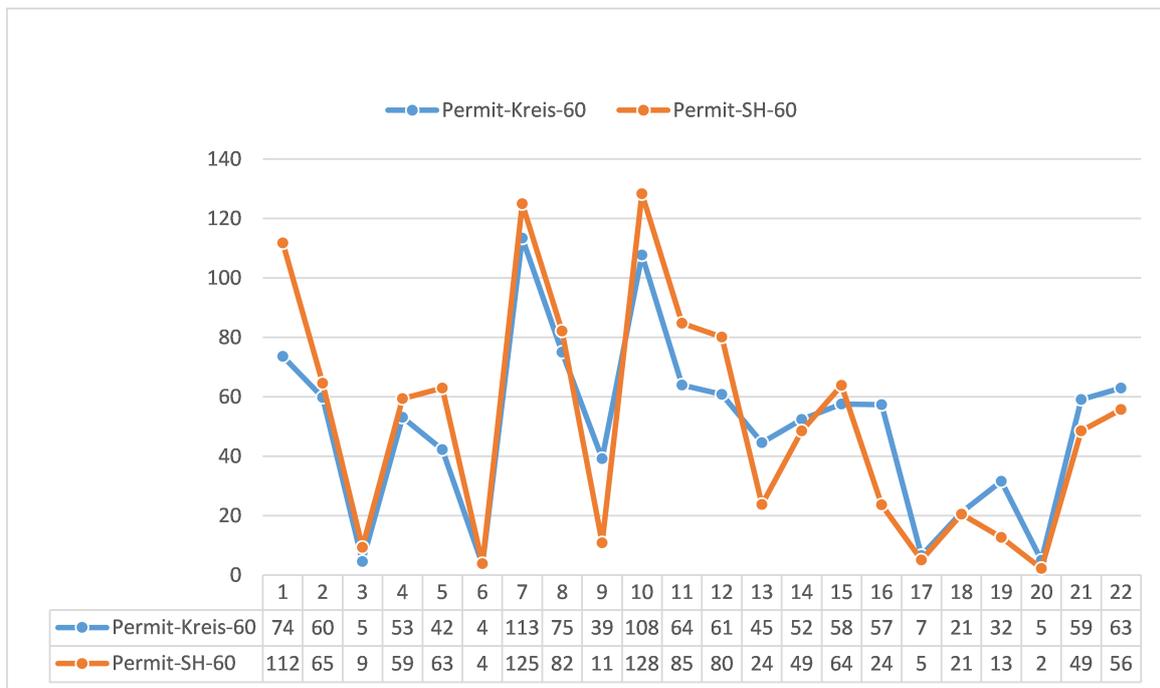


Abbildung 8.6: Stoffflüsse [BNB] im Permitmarkt-Gleichgewicht 60 [kg/ha] auf Unternaturraumbene nach Henning et al. (2019)

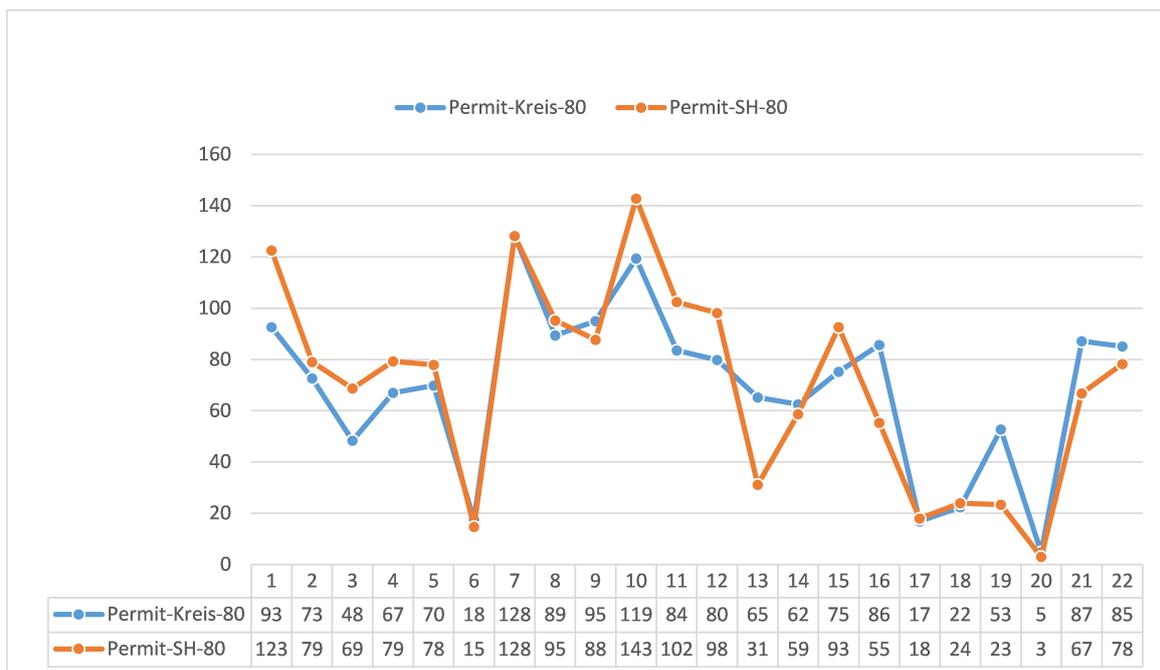


Abbildung 8.7: Stoffflüsse [BNB] im Permitmarkt-Gleichgewicht 80 [kg/ha] auf Unternaturraumbene nach Henning et al. (2019)

40 kg/ha. Die durchschnittlichen Einsparungsbeträge steigen dabei systematisch mit der Höhe des Umweltziels, d.h. der Beschränkung der BNB durch eine entsprechend geringere Ausstattung mit Permitrechten. Gleichzeitig spiegeln die Varianzen der absoluten Einsparung die Produktionsstruktur und damit die Zusammensetzung der Betriebstypen in den einzelnen Unternaturräumen wieder.

Dies wird im Folgenden bei der Betrachtung der Anpassungskosten nach Betriebstypen noch weiter explizit herausgearbeitet. Bereits an dieser Stelle kann aber festgehalten werden, dass das Kosteneinsparungspotential durch Permithandel absolut und auch relativ bedeutend ist. Im Vergleich zu den Anpassungskosten bei einzelbetrieblicher Regulierung der BNB ergeben sich Kostenersparnisse, die zwischen 10% bis zu über 50% liegen. Für einige Unternaturräume führt der Permithandel sogar dazu, dass sich ein absoluter Gewinn durch die Restriktion der Bruttobilanzsalden ergibt (z.B. UN 6 „Dithmarscher Marsch“ und UN 20 „Südwestliches Vorland der Mecklenburgischen Seenplatte“). Unterstellt man einen gemeinsamen Permithandel für Schleswig-Holstein, so ergeben sich grundsätzlich sogar noch höhere Einsparungspotentiale (vgl. Henning et al. (2019)).

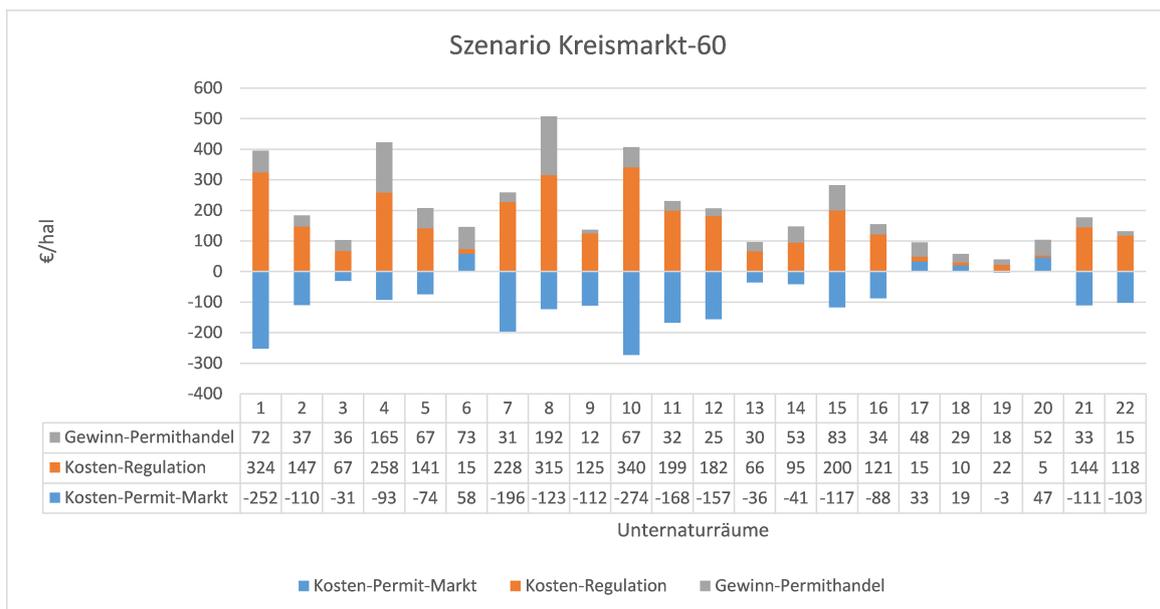


Abbildung 8.8: Wohlfahrtsgewinne und Anpassungskosten im Permithandel-Gleichgewicht 40 [kg/ha] für das Kreismarkt-Szenario auf Unternaturraumbene nach Henning et al. (2019)

In den Abbildungen 8.11-8.13 und 8.14-8.16 sind die Nährstoffbilanzen sowie Anpassungskosten angegeben, die sich auf Betriebsebene im Gleichgewicht bei regionalen Permithandeln auf Kreisebene ergeben. Betrachtet man zunächst die Nährstoffbilanzen und den Permithandel der einzelnen Betriebstypen in den Abbildung 8.11-8.13, so erkennt man systematische Unterschiede zwischen den Betriebstypen. Für reine Futterbau- und Veredlungsbetriebe ergeben sich im Gleichgewicht BNB\*s, die über den durchschnittlichen Permithandeln und damit den anvisierten maximalen regionalen durchschnittlichen BNBs liegen. Hingegen ergeben sich für die Marktfruchtbaubetriebe wie auch für alle gemischten Marktfruchtbaubetriebe (MF-FB, FB-MF, MF-VE, VE-MF) Bruttobilanzen (BNB\*) die unterhalb der jeweiligen Ausstattung mit Permithandeln für die jeweiligen Szenarien liegen. Entsprechend sind die letzteren Betriebstypen immer Netto-Anbieter von Permithandeln, während die erste Gruppe immer Nettonachfrager von Permithandeln ist. Entsprechend ihrer positiven Nettonachfrage nach Permithandeln, realisieren die Futterbau und Veredlungsbetriebe für das Szenario 40 kg/ha BNB\*s, die zwischen 61,5 und 88 kg/ha liegen, also erheblich oberhalb der anvisierten BNB von 40 kg/ha. Entsprechend liegen die BNB\*s für die Marktfruchtbaubetriebe praktisch bei Null, dies gilt auch für die MF-FB sowie die MF-VE Betriebe, während sich für FB-MF Betriebe eine sehr geringe BNB\* von 11,2 und für die VE-MF Betriebe eine immer noch moderate BNB\* von 52,2 kg/ha ergibt. Sehr ähnliche Muster ergeben sich für die Szenarien 60 kg/ha und auch 80 kg/ha. Das heißt der Permithandel verschiebt die Einsparung von Bruttonährstofffrachten von den

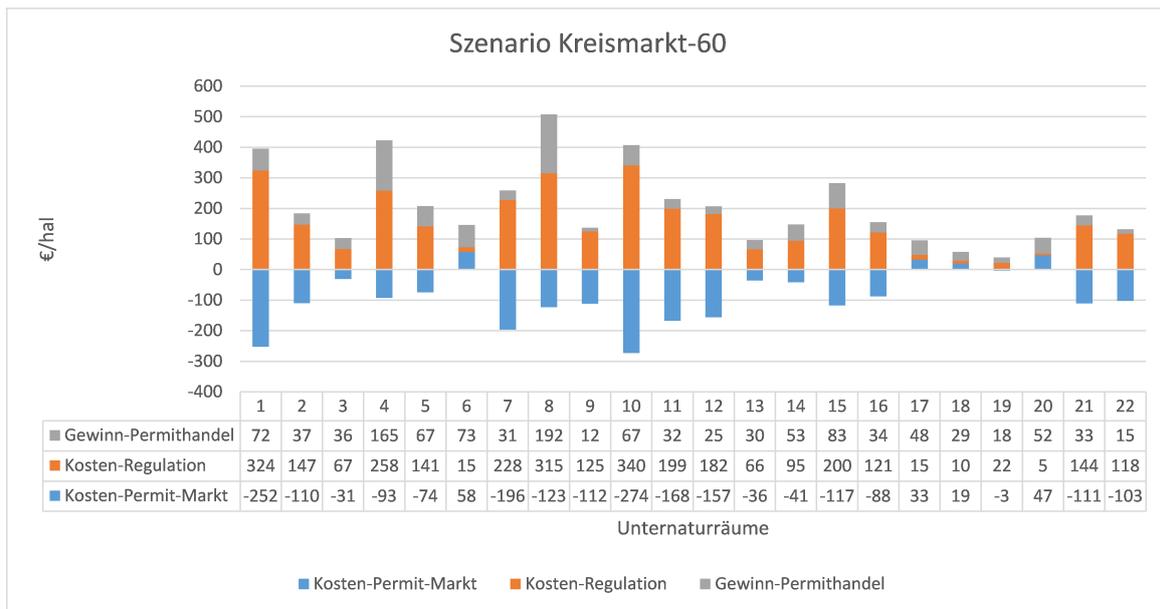


Abbildung 8.9: Wohlfahrtsgewinne und Anpassungskosten im Permithandel-Gleichgewicht 60 [kg/ha] für das Kreismarkt-Szenario auf Unternaturraumbene nach Henning et al. (2019)

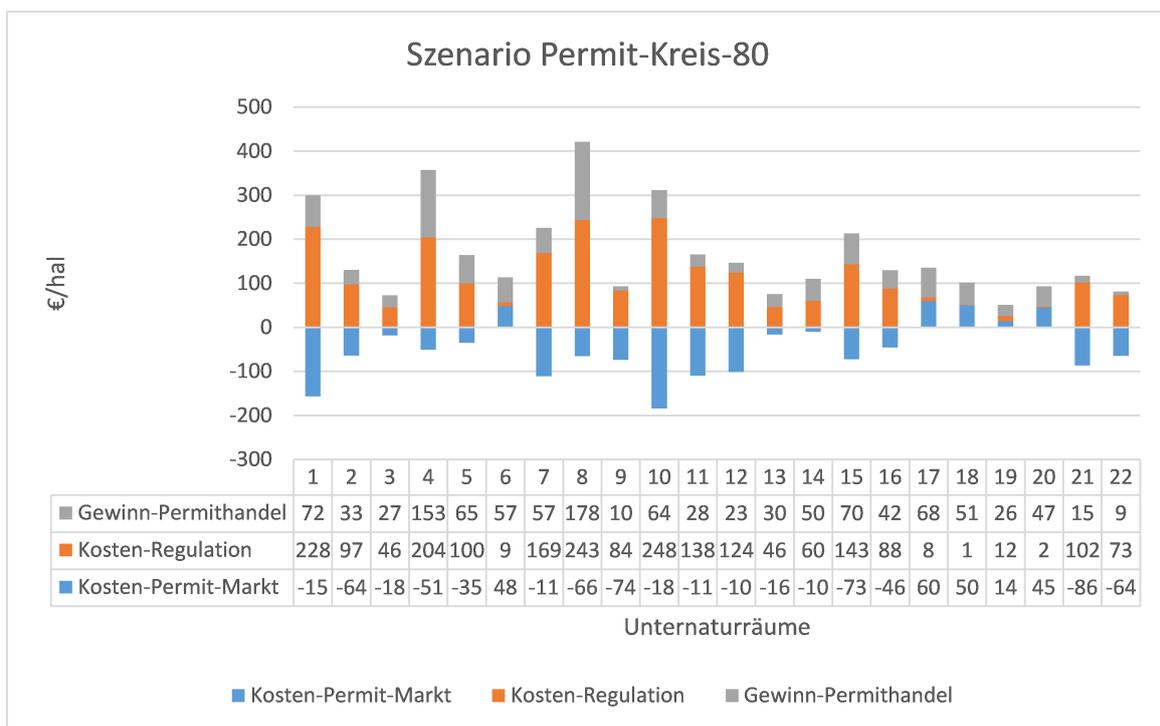


Abbildung 8.10: Wohlfahrtsgewinne und Anpassungskosten im Permithandel-Gleichgewicht 80 [kg/ha] für das Kreismarkt-Szenario auf Unternaturraumbene nach Henning et al. (2019)

Betriebstypen mit relativ hohen marginalen Anpassungskosten zu Betriebstypen mit relativ niedrigen marginalen Anpassungskosten. Bei diesem Permithandel gewinnen beide, die Nettonachfrager wie auch die Nettonachfrager nach Permithandeln, während die anvisierten durchschnittlichen regionalen Bruttobilanzen konstant bleiben, d.h. im Gleichgewicht werden die anvisierten Umweltziele immer voll erreicht.

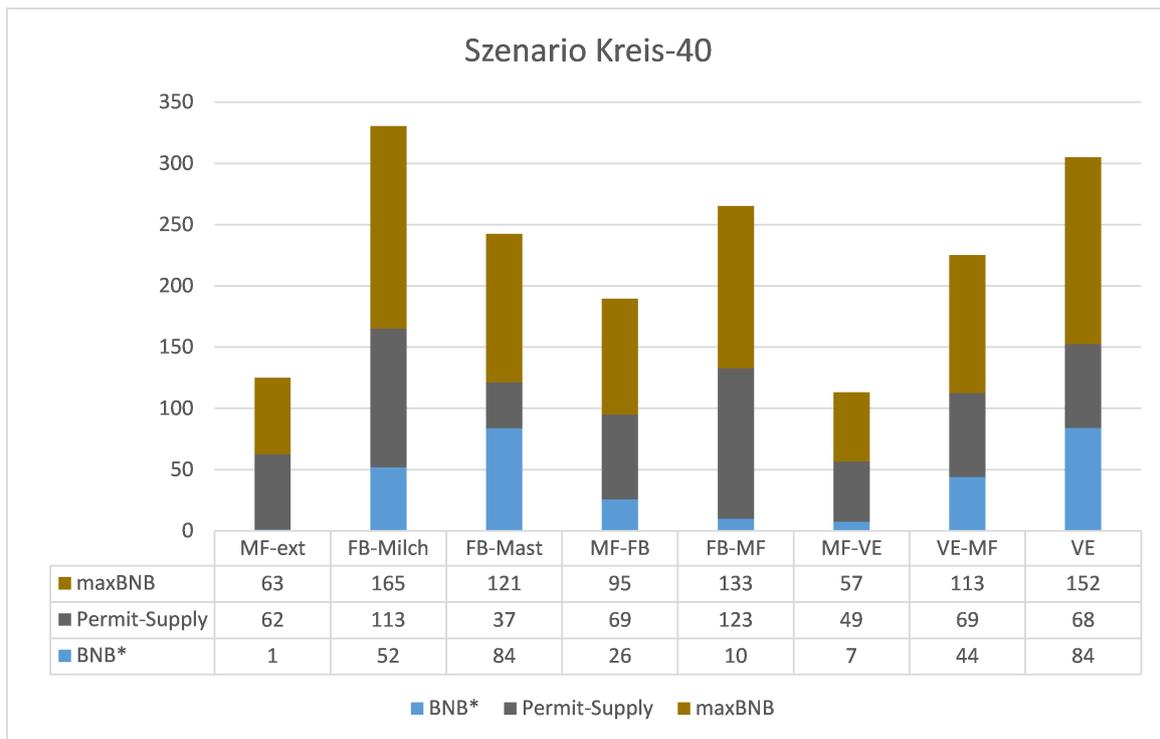


Abbildung 8.11: Brutto-N-Bilanz und Permit-Angebot im Marktgleichgewicht nach Betriebstypen, für das Kreismarkt-Szenario 40 [kg/ha] nach Henning et al. (2019)

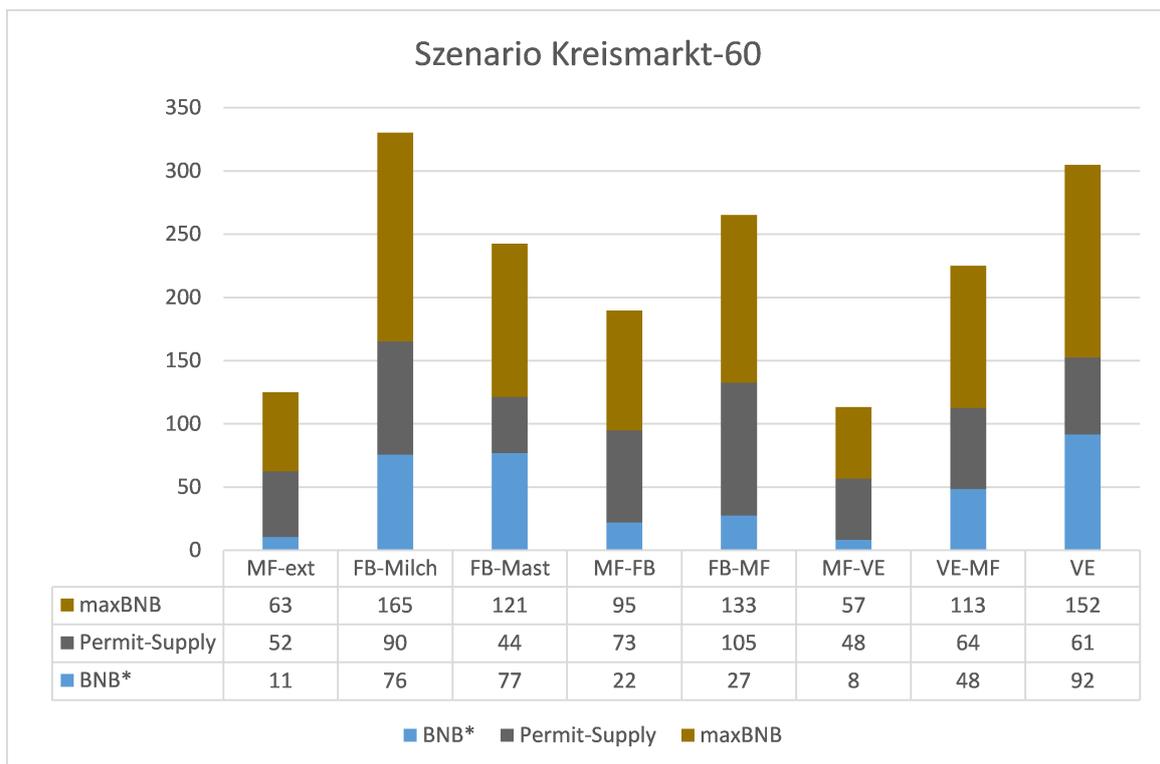


Abbildung 8.12: Brutto-N-Bilanz und Permit-Angebot im Marktgleichgewicht nach Betriebstypen, für das Kreismarkt-Szenario 60 [kg/ha] nach Henning et al. (2019)

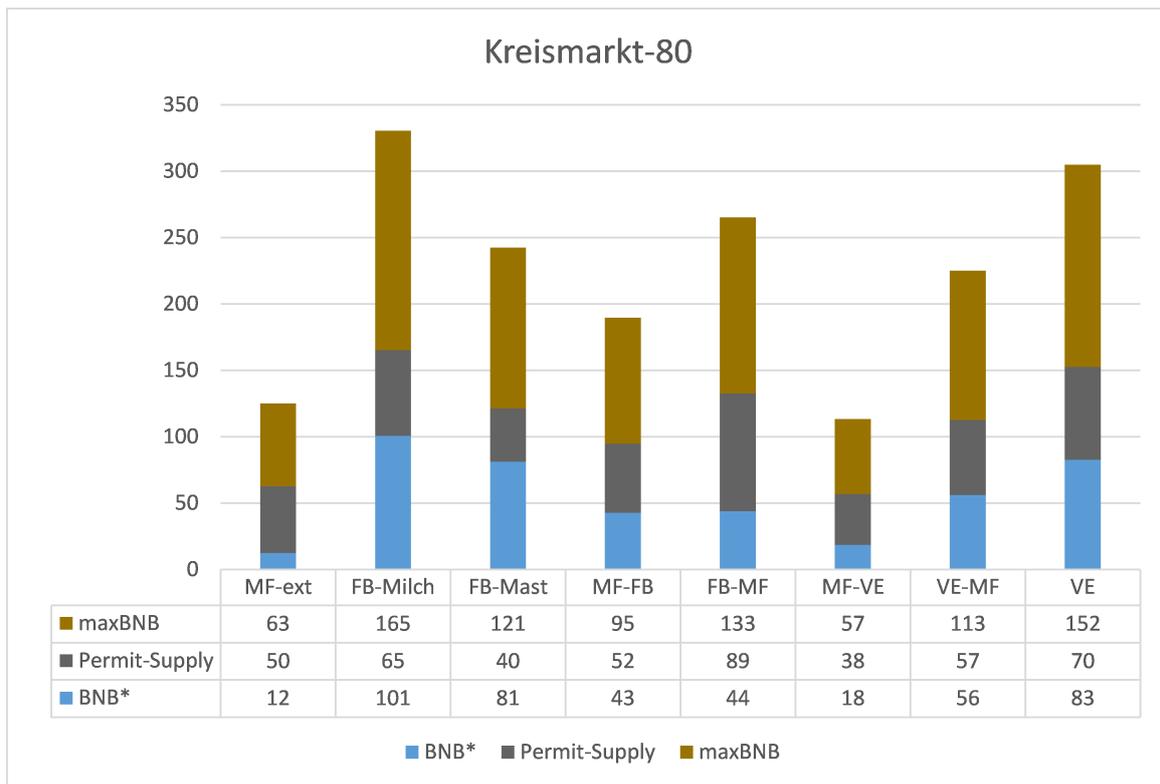


Abbildung 8.13: Brutto-N-Bilanz und Permit-Angebot im Marktgleichgewicht nach Betriebstypen, für das Kreismarkt-Szenario 80 [kg/ha] nach Henning et al. (2019)

Somit stellt die Implementation eines Permithandels eine Pareto-Verbesserung gegenüber der Implementation durch eine einzelbetriebliche Regulation dar. Dass diese Pareto-Dominanz keine rein akademische Fingerübung darstellt, hat man bereits anhand der o.g. regionalen Netto-Gewinne auf Kreisebene gesehen. Noch anschaulicher wird dies, wenn man sich die durchschnittlichen Gewinne in Relation zu den Anpassungskosten für die Regulierung nach Betriebstypen in den Abbildungen 8.14-8.16 ansieht. Aus den Abbildungen erkennt man, dass insbesondere Futterbau-Mast und Veredlungsbetriebe signifikant niedrigere Anpassungskosten durch den Permithandel realisieren. Dies gilt insbesondere für eine starke Reduktion der regionalen Bruttobilanzsalden auf 40 bzw. 60 kg/ha. Hier ergeben sich absolute Kostenreduktionen von 126 bis zu 295 €/ha. Interessanter Weise ergeben sich für Futterbau-Milchbetriebe vergleichsweise geringe Kostenreduktionen durch den Permithandel, die zwischen 4 und 29 €/ha liegen. Dies folgt trotz hoher absoluter und marginaler Anpassungskosten der Milchviehbetriebe aus der Tatsache, dass die Gleichgewichtspreise auf den Permittmärkten jeweils relativ dicht an den Schattenpreisen liegen, die sich für die Milchviehbetriebe bei einzelbetrieblicher Regulation der BNB ergeben. Hingegen gewinnen Veredlungs- und Futterbau-Mastbetriebe sowie Marktfruchtbaubetriebe erheblich mehr durch den Permithandel, da diese deutlich höhere oder aber deutlich niedrigere Schattenpreise im Vergleich zu den Permittgleichgewichtspreisen haben.

Vor dem Hintergrund der Analysen von Henning et al. (2019) ist evident, dass eine Steuerung regionaler Nährstoffflüsse mit einem Permithandelssystem erheblich effizienter im Vergleich zu einer Regulierung ist. Ebenso ist ein Permitsystem räumlich und zeitlich flexibel. So können nicht nur Permithandelsmärkte räumlich und zeitlich flexible definiert werden, sondern auch die Ausgabe von Permitrechten kann zeitlich flexibel erfolgen, so dass eine schrittweise Implementation ambitionierter

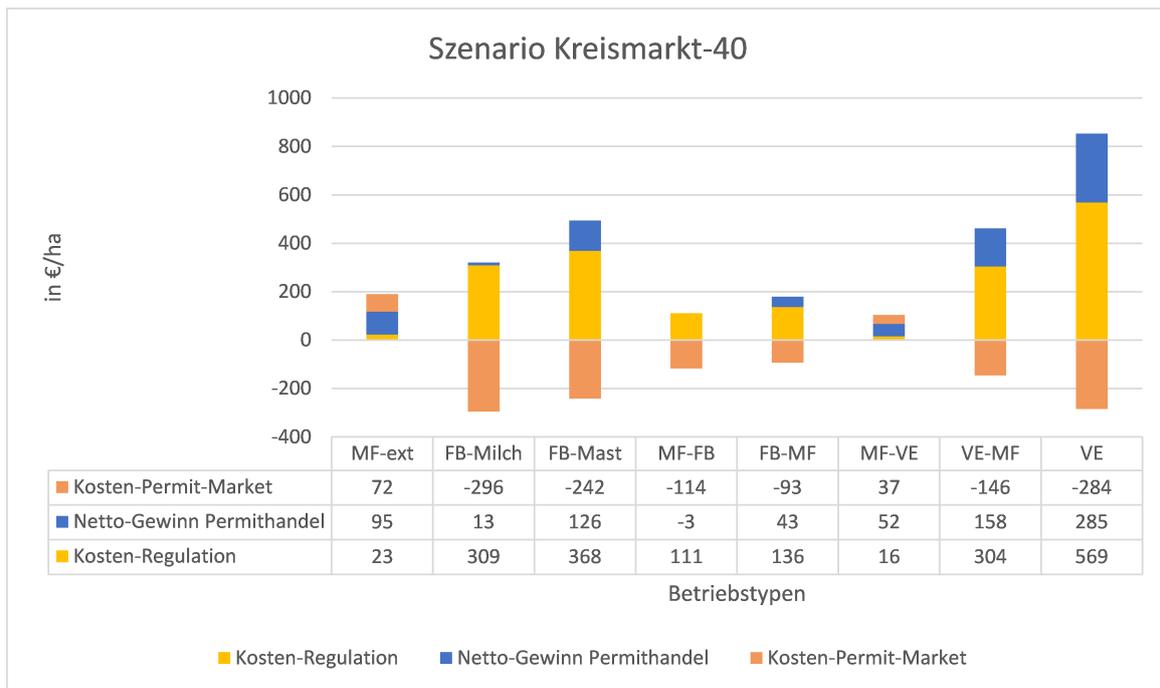


Abbildung 8.14: Kosten und Netto-Gewinn Permitmarkt versus Regulation nach Betriebstypen nach in €/ha für das Kreismarkt-Szenario 40 [kg/ha] nach Henning et al. (2019)

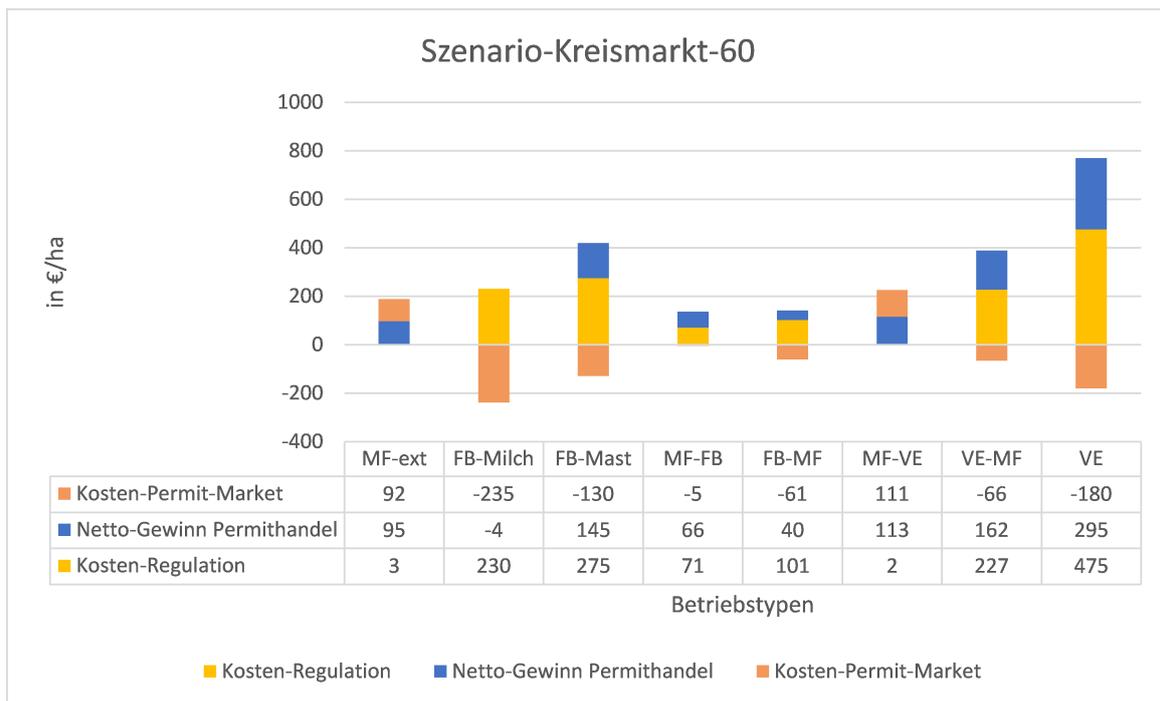


Abbildung 8.15: Kosten und Netto-Gewinn Permitmarkt versus Regulation nach Betriebstypen nach in €/ha für das Kreismarkt-Szenario 60 [kg/ha] nach Henning et al. (2019)

Nachhaltigkeitsziele über eine gewisse Anpassungsperiode kontinuierlich erfolgen kann. Ebenso wäre eine Betriebstypen-spezifische Ausstattung mit Permitrechten denkbar.

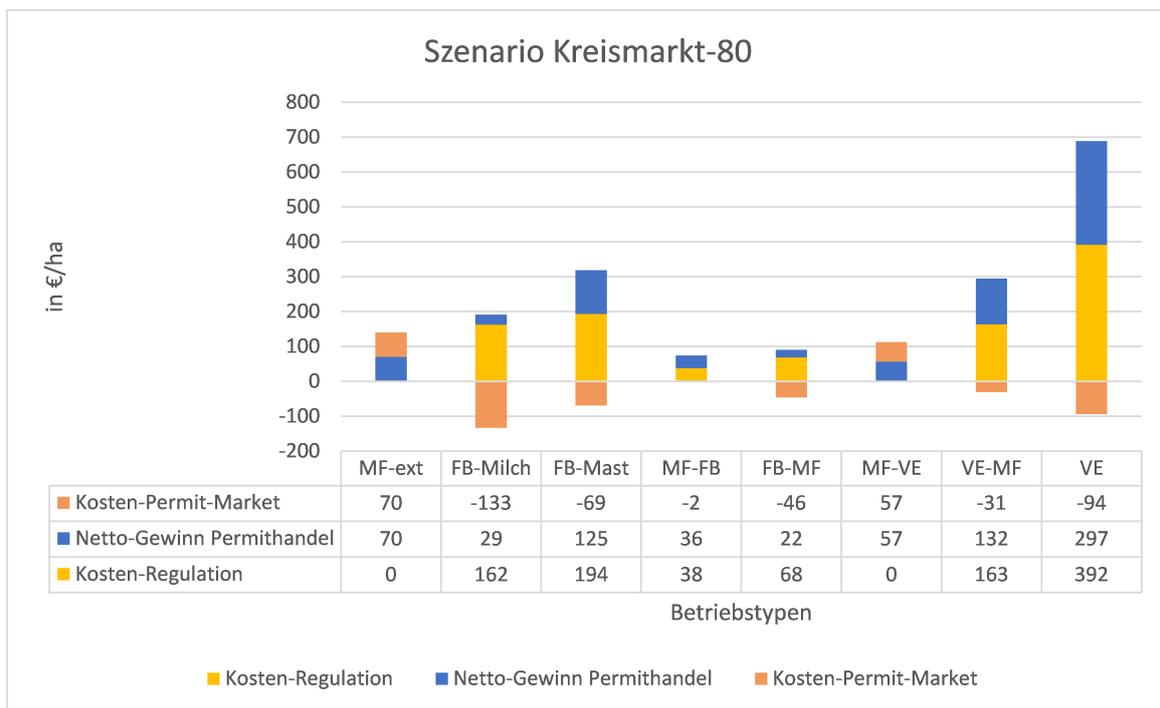


Abbildung 8.16: Kosten und Netto-Gewinn Permithandel versus Regulation nach Betriebstypen nach in €/ha für das Kreismarkt-Szenario 80 [kg/ha] nach Henning et al. (2019)

# Literaturverzeichnis

- G. A. Akerlof. The market for 'lemons': Quality uncertainty and the market mechanism. *The Quarterly Journal of Economics*, 84(3):488–500, 1970. URL <http://ideas.repec.org/a/tpr/qjecon/v84y1970i3p488-500.html>.
- E. Albrecht. *Modellierung der Wechselwirkung zwischen Landwirtschaft und Nachhaltigkeit: Ableitung und Anwendung eines ökonomisch-ökologischen Verbundmodells am Beispiel Schleswig-Holsteins*. PhD thesis, Department of Agricultural Economics, Kiel University, 2016. URL [http://macau.uni-kiel.de/receive/dissertation\\_diss\\_00020147](http://macau.uni-kiel.de/receive/dissertation_diss_00020147).
- K. J. Arrow und M. D. Intriligator, editors. *Handbook of Mathematical Economics*, volume II. North-Holland Publishing Company, 1982.
- S. Banfi, M. Filippini, A. Horehájová, und D. Pióro. *Zahlungsbereitschaft für eine verbesserte Umweltqualität am Wohnort. Schätzungen für die Städte Zürich und Lugano für die Bereiche Luftverschmutzung, Lärmbelastung und Elektromog von Mobilfunkantennen.*, volume Umwelt-Wissen Nr. 0717. Bundesamt für Umwelt, Bern, 2007.
- M. Banse, H. Van Meijl, A. Tabeau, und G. Woltjer. Will eu biofuel policies affect global agricultural markets? *European Review of Agricultural Economics*, 35(2):117–141, 2008.
- J. Beckman, M. Ivanic, J. L. Jelliffe, F. G. Baquedano, und S. G. Scott. Economic and food security impacts of agricultural input reduction under the european union green deal's farm to fork and biodiversity strategies, eb-30. Technical report, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, 2020.
- D. Bernheim und M. D. Whinston. Common agency. *Econometrica*, 54(4):923–942, 1986.
- P. Bernholz und F. Breyer. *Grundlagen der Politischen Ökonomie - Band 1: Theroie der Wirtschaftssysteme*. Mohr Siebeck, Tübingen, 1993.
- E. Birol, K. Karousakis, und P. Koundouri. Using a choice experiment to account for preference heterogeneity in wetland attributes: The case of cheimaditida wetland in Greece. *Ecological Economics*, 60(1):145–156, November 2006.
- R. Borresch und B. Weinmann. Modellierung und Bewertung der entkoppelten Direktzahlungen—eine Anwendung des Landnutzungsmodells ProLand sowie des Bewertungs- und Modellrahmens CHOICE. *Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e. V. Band 42*, page 283, 2006.
- S. Bosch und G. Peyke. Gegenwind für die erneuerbaren - räumliche neuorientierung der wind-, solar- und bioenergie vor dem hintergrund einer verringerten akzeptanz sowie zunehmender

- flächennutzungskonflikte im ländlichen raum. *Raumforschung und Raumordnung*, 69(2):105 – 118, 2011. doi: 10.1007/s13147-011-0082-6.
- P. Boxall und W. Adamowicz. Understanding Heterogeneous Preferences in Random Utility Models: A Latent Class Approach. *Environmental and Resource Economics*, 23(4):421–446, December 2002.
- D. Bruns. Die europäische landschaftskonvention. - anknüpfungspunkt und impuls für eine moderne landschaftspolitik. *Laufener Spezialbeiträge*, 1:104–113, 2008.
- J. M. Buchanan und W. C. Stubblebine. Externality. *Economica*, 29(116):371–384, November 1962.
- J. A. Caswell. Using informational labeling to influence the market for quality in food products. *American Journal of Agricultural Economics*, 78(5):1248–1253, 1996.
- R. Coase. The problem of social cost. *Journal of Law and Economics*, 3:1–44, October 1960.
- EEA. *The European Environment - State and Outlook 2020 Knowledge for Transition to a Sustainable Europe*. Publications Office of the European Union, 2019. doi: 10.2800/96749.
- EEA. State of nature in the eu. results from reporting under the nature directives 2013–2018, 2020.
- Europäische Kommission. Empfehlungen an die Mitgliedstaaten bezüglich ihrer Strategiepläne für die Gemeinsame Agrarpolitik. MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN, Dec. 2020a.
- Europäische Kommission. Empfehlungen an die Mitgliedstaaten bezüglich ihrer Strategiepläne für die Gemeinsame Agrarpolitik. ANHÄNGE der MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN, Dec. 2020b.
- M. Fuss und D. McFadden. *Production Economics: A Dual Approach to Theory and Applications*, volume I: The Theory of Production. North-Holland, Amsterdam, 1978.
- T. Garnett, M. C. Appleby, A. Balmford, I. J. Bateman, T. G. Benton, P. Bloomer, B. Burlingame, M. Dawkins, L. Dolan, D. Fraser, M. Herrero, I. Hoffmann, P. Smith, P. K. Thornton, C. Toulmin, S. J. Vermeulen, und H. C. J. Godfray. Sustainable intensification in agriculture: Premises and policies. *Science*, 341(6141):33–34, 2013. doi: 10.1126/science.1234485.
- A. Gocht, P. Ciaian, M. Bielza, J.-M. Terres, N. Röder, M. Himics, und G. Salputra. EU-wide economic and environmental impacts of CAP greening with high spatial and farm-type detail. *Journal of Agricultural Economics*, 2017. doi: 10.1111/1477-9552.12217.
- H. J. M. V. Grinsven, M. Holland, B. H. Jacobsen, Z. Klimont, M. a. Sutton, und W. J. Willems. Costs and benefits of nitrogen for europe and implications for mitigation. *Environmental Science and Technology*, 2013. doi: 10.1021/es303804g.
- G. M. Grossman und E. Helpman. Protection for Sale. *The American Economic Review*, 84(4): 833–850, 1994.
- W. Haber. Landwirtschaftliche nutzung aus ökologischer sicht. *Forum der Geoökologie*, 13:29–34, 2002.

- U. Hampicke. *Kulturlandschaft und Naturschutz: Probleme - Konzepte - Ökonomie*. Springer Spektrum, 2013.
- K. Happe, K. Kellermann, und A. Balmann. The agricultural policy simulator (Agripolis) - an agent-based model to study structural change in agriculture (version 1.0). Discussion Paper 71, IAMO, Halle (Saale), 2004.
- M. Haß, M. Banse, C. Deblitz, F. Freund, I. Geibel, A. Gocht, P. Kreins, V. Laquai, F. Offermann, B. Osterburg, J. Pelikan, J. Rieger, C. Rösemann, P. Salamon, M. Zinnbauer, und M.-E. Zirngibl. Thünen-baseline 2020 - 2030: Agrarökonomische projektionen für deutschland. *Thünen Report* 82, 2020. doi: 10.3220/REP1601889632000.
- T. Heckeley, W. Britz, und Y. Zhang. Positive mathematical programming approaches - recent developments in literature and applied modelling. *Bio-Based and Applied Economics*, 1(2):109–124, 2012. doi: 10.13128/BAE-10567.
- C. Henning, F. Taube, J. Hedtrich, K.-U. Strelow, C. Kluß, und T. Reinsch. 2. Nährstoffbericht des Landes Schleswig-Holstein. Im Auftrag des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein MELUND, Nov. 2019.
- C. H. C. A. Henning. Gesellschaftliche Bewertung und Akzeptanz nachhaltiger Landnutzungspolitiken. Paper presented at the 64. Öffentliche Hochschultagung der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der CAU zu Kiel, February 6 2014.
- C. H. C. A. Henning, F. Taube, L. Seide, und C. Keller. Gute landwirtschaftliche Praxis: naturwissenschaftliche Fakten und politische Durchführbarkeit in Schleswig-Holstein. Paper presented at 62. Öffentlichen Hochschultagung der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Universität Kiel, Germany, 2012.
- R. E. Howitt. Positive mathematical programming. *American Journal of Agricultural Economics*, 77 (2):329–342, may 1995. doi: 10.2307/1243543.
- T. Jansson, I. Perez-Dominguez, und F. Weiss. Estimation of greenhouse gas coefficients per commodity and world region to capture emission leakage in european agriculture. Paper presented at the 119th EAAE seminar 'Sustainability in the Food Sector', Capri, June 2010.
- W. Krelle und W. H. Scheper. *Produktionstheorie: Preistheorie, Teil 1*. Mohr Siebeck, Tübingen, 2 edition, 1996.
- M. Kuhn. Green lemons—environmental labels and entry into an environmental differentiated market under asymmetric information. Thünen-Series of Applied Economic Theory 20, Economics Department, University of Rostock, 1999.
- U. Liebe. *Zahlungsbereitschaft für kollektive Umweltgüter. Soziologische und ökonomische Analysen*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2007.
- E. Linhart und A.-K. Dhungel. Das Thema Vermaisung im öffentlichen Diskurs. *Berichte über Landwirtschaft*, 91:1–21, 2013. URL <http://buel.bmel.de/index.php/buel/article/view/22/linhart-html>.
- L. Maier und M. Shobayashi. *Multifunctionality: Towards an Analytical Framework*. Agriculture and food. OECD, Paris, 2001. ISBN 92-64-18625-5; 1von1; 1von1.

- N. G. Mankiw. *Grundzüge der Volkswirtschaftslehre*. Schäffer Poeschel Verlag, Stuttgart, 2. edition, 2001.
- A. Mas-Colell, M. d. Whinston, und J. R. Green. *Microeconomic Theory*. Oxford University Press, New York, 1995.
- M. J. Melitz. The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity. *Econometrica*, 71(6):1695–1725, 2003.
- D. C. Mueller. *Public Choice II*. Cambridge University Press, Cambridge, 1989.
- F. Offermann, C. Deblitz, B. Golla, H. Gömann, H.-D. Haenel, W. Kleinhanß, P. Kreins, O. von Leдебур, B. Osterburg, J. Pelikan, N. Röder, C. Rösemann, P. Salamon, J. Sanders, und T. de Witte. Thünen-Baseline 2013-2023: Agrarökonomische Projektionen für Deutschland. *Thünen Report*, No. 19:112, 2014. doi: DOI:10.3220/REP\_19\_2014. URL [http://literatur.ti.bund.de/digbib\\_extern/dn053620.pdf](http://literatur.ti.bund.de/digbib_extern/dn053620.pdf). Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut.
- M. J. Osborne und A. Rubinstein. *Bargaining and markets*. Academic Press, 1990.
- A. C. Pigou. *The Economics of Welfare*. Macmillan and Co., London, 4. edition, 1932.
- P. A. Samuelson. The pure theory of public expenditure. *The review of economics and statistics*, 36(4):387–389, 1954.
- B. Sturm und C. Vogt. *Umweltökonomik - Eine anwendungsorientierte Einführung*. Physica-Verlag, Heidelberg, 2011. URL <http://www.springer.com/de/book/9783790826425>.
- F. Taube. Umwelt- und Klimawirkungen der Landwirtschaft. Eine kritische Einordnung - Statusbericht, Herausforderungen und Ausblick. In DLG e.V., editor, *Moderne Landwirtschaft zwischen Anspruch und Wirklichkeit*, pages 13–38. DLG-Verlag, 2016.
- UBA. Reaktiver Stickstoff in Deutschland. Technical report, 2014. URL [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/reaktiver\\_stickstoff\\_in\\_deutschland\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/reaktiver_stickstoff_in_deutschland_0.pdf).
- UBA. GHG-neutral EU2050 - a scenario of an EU with net-zero greenhouse gas emissions and its implications, 2019.
- UNFCCC Secretariat. Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen, 1997. URL <https://unfccc.int/sites/default/files/kpeng.pdf>.
- H. van Grinsven, J. W. Erisman, W. de Vries, und H. Westhoek. Potential of extensification of european agriculture for a more sustainable food system, focusing on nitrogen. *Environmental Research Letters*, 10, 2015.
- H. R. Varian. *Mikroökonomie*. Oldenbourg, München, 3 edition, 1994.