

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues

Sozioökonomische Bewertung von Landnutzungsstrategien für den Klimaschutz
– Auswirkungen auf Flächennutzung, Natur und Landschaft

Rico Hübner

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

Doktors der Agrarwissenschaften

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. St. Pauleit

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. A. Heißenhuber
2. Univ.-Prof. Dr. J. H. Kantelhardt
(Universität für Bodenkultur Wien/Österreich)

Die Dissertation wurde am 08.04.2013 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt am 02.07.2013 angenommen.

Meiner Oma in Dankbarkeit gewidmet

INHALTSÜBERSICHT

INHALTSVERZEICHNIS	II
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VI
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	VIII
TABELLENVERZEICHNIS	X
1 EINLEITUNG.....	1
2 KONZEPTIONELLE GRUNDLAGEN, STRATEGIEN UND INSTRUMENTE DES LANDNUTZUNGSRELEVANTEN KLIMASCHUTZES	6
3 METHODISCHES VORGEHEN UND DATENGRUNDLAGE	53
4 ERGEBNISSTEIL A: UMSETZUNG DES KLIMASCHUTZES IN DER LANDWIRTSCHAFT – EINSTELLUNG UND HANDELN DER LANDWIRTE	93
5 ERGEBNISSTEIL B: AUSWIRKUNGEN DER BIOENERGIEERZEUGUNG AUF FLÄCHENNUTZUNG, NATUR UND LANDSCHAFT	122
6 ERGEBNISSTEIL C: EINFLUSS VON NETZWERKSTRUKTUREN BEI DER ETABLIERUNG EINER KLIMASCHONENDEN LANDNUTZUNG.....	163
7 DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN.....	187
ZUSAMMENFASSUNG	211
SUMMARY	219
QUELLEN	226
ANHANG	I
DANKSAGUNG	XVIII

INHALTSVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VI
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	VIII
TABELLENVERZEICHNIS	X
1 EINLEITUNG	1
1.1 PROBLEMSTELLUNG	1
1.2 ZIELSETZUNG DER ARBEIT	2
1.3 AUFBAU DER ARBEIT	4
1.4 HINTERGRUND DER UNTERSUCHUNGEN	5
2 KONZEPTIONELLE GRUNDLAGEN, STRATEGIEN UND INSTRUMENTE DES LANDNUTZUNGSRELEVANTEN KLIMASCHUTZES	6
2.1 KLIMASCHUTZSTRATEGIEN IM BEREICH LANDNUTZUNG – EIN ÜBERBLICK	6
2.2 GRÜNLANDERHALTUNG UND KLIMAFREUNDLICHE BEWIRTSCHAFTUNGSMETHODEN	8
2.2.1 <i>Klimawirksamkeit der Grünlanderhaltung</i>	9
2.2.2 <i>Klimawirksamkeit ausgewählter Bewirtschaftungsmethoden zur C-Sequestrierung</i>	12
2.3 SCHUTZ UND WIEDERHERSTELLUNG VON MOOREN	15
2.3.1 <i>Klimawirksamkeit des Moorschutzes</i>	16
2.3.2 <i>Stand und Tragweite des Moorschutzes in Deutschland und Bayern</i>	20
2.4 ANBAU UND NUTZUNG NACHWACHSENDER ROHSTOFFE ZUR ENERGIEERZEUGUNG	22
2.4.1 <i>Klimawirksamkeit des Anbaus nachwachsender Rohstoffe</i>	22
2.4.2 <i>Stand und Tragweite der energetischen Biomassenutzung</i>	25
2.5 VOLKSWIRTSCHAFTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN	32
2.5.1 <i>Einfluss der Rohöl- und Brennstoffpreise</i>	32
2.5.2 <i>Einfluss der Nahrungsmittelpreise</i>	34
2.5.3 <i>Entwicklung der Kosten und des Einsatzes der Betriebsmittel</i>	35
2.6 INSTRUMENTARIEN UND EINFLUSS DER POLITIK	36
2.6.1 <i>Überblick und Strukturierung politischer Instrumente</i>	36
2.6.2 <i>Nicht-fiskalische Instrumente</i>	37
2.6.3 <i>Fiskalische Instrumente</i>	42
2.6.4 <i>Förderpolitik in Bayern</i>	50

3	METHODISCHES VORGEHEN UND DATENGRUNDLAGE	53
3.1	METHODIKTEIL A: UMSETZUNG DES KLIMASCHUTZES IN DER LANDWIRTSCHAFT	53
3.1.1	<i>Vorgehensweise Teil A.....</i>	<i>54</i>
3.1.2	<i>Methodik und Datenerhebung Teil A.....</i>	<i>56</i>
3.1.3	<i>Charakterisierung der Untersuchungsregionen Teil A.....</i>	<i>59</i>
3.2	METHODIKTEIL B: AUSWIRKUNGEN DER BIOENERGIEERZEUGUNG AUF FLÄCHENNUTZUNG, NATUR UND LANDSCHAFT.....	63
3.2.1	<i>Vorgehensweise Teil B.....</i>	<i>63</i>
3.2.2	<i>Methodik und Datenerhebung Teil B.....</i>	<i>64</i>
3.2.3	<i>Charakterisierung der Untersuchungsregionen Teil B.....</i>	<i>66</i>
3.3	METHODIKTEIL C: EINFLUSS VON NETZWERKSTRUKTUREN BEI DER ETABLIERUNG KLIMASCHONENDER LANDNUTZUNG	69
3.3.1	<i>Vorgehensweise Teil C.....</i>	<i>70</i>
3.3.2	<i>Methodik und Datenerhebung Teil C.....</i>	<i>72</i>
3.3.3	<i>Charakterisierung der Untersuchungsregionen Teil C.....</i>	<i>87</i>
4	ERGEBNISSTEIL A: UMSETZUNG DES KLIMASCHUTZES IN DER LANDWIRTSCHAFT – EINSTELLUNG UND HANDELN DER LANDWIRTE	93
4.1	EINSTELLUNGEN ZUM KLIMASCHUTZ UND ZU ERNEUERBAREN ENERGIEN	93
4.1.1	<i>Wahrnehmungen des Klimawandels durch die Landwirte.....</i>	<i>93</i>
4.1.2	<i>Anpassung und Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen auf den Betrieben.....</i>	<i>96</i>
4.1.3	<i>Grundsatzdiskussion „Tank oder Teller“.....</i>	<i>103</i>
4.2	UMSETZUNG, WIRTSCHAFTLICHE BEWERTUNG UND AUSWIRKUNGEN ERNEUERBARER ENERGIEN	105
4.2.1	<i>Nutzung erneuerbarer Energien.....</i>	<i>105</i>
4.2.2	<i>Einschätzung zum Anbau nachwachsender Rohstoffe.....</i>	<i>107</i>
4.2.3	<i>Stimmungsbild zum EEG.....</i>	<i>108</i>
4.2.4	<i>Bewertung der Pachtpreisentwicklung.....</i>	<i>112</i>
4.3	ERWARTUNGEN AN DIE AGRARPOLITIK IM BEREICH KLIMASCHUTZ.....	113
4.3.1	<i>Ist der Klimaschutz als agrarpolitischer Schwerpunkt geeignet?.....</i>	<i>113</i>
4.3.2	<i>Erwartungen an die zukünftige Entwicklung der Agrarpolitik.....</i>	<i>117</i>

5	ERGEBNISSTEIL B: AUSWIRKUNGEN DER BIOENERGIEERZEUGUNG AUF FLÄCHENNUTZUNG, NATUR UND LANDSCHAFT	122
5.1	FLÄCHENENTWICKLUNG DES ANBAUS NACHWACHSENDER ROHSTOFFE ZUR ENERGIEGEWINNUNG IN BAYERN	122
5.1.1	<i>Flächentrends der landwirtschaftlichen Nutzung allgemein</i>	<i>122</i>
5.1.2	<i>Flächentrends nachwachsender Rohstoffe und Umweltwirkungen des Anbaus</i>	<i>125</i>
5.2	GRÜNLANDGEFÄHRDUNG UND EXTENSIVE GRÜNLANDNUTZUNG	142
5.2.1	<i>Problematik des Grünlandverlustes.....</i>	<i>143</i>
5.2.2	<i>Auswirkungen auf wiesenbrütende Vogelarten.....</i>	<i>145</i>
5.2.3	<i>Teilnahme an Fördermaßnahmen zur Extensivierung auf Dauergrünland</i>	<i>146</i>
5.3	BIOGAS – BEWERTUNG DER UMWELTPROBLEME, DES SUBSTRATBEDARFES UND DER ANLAGENGRÖßEN	146
5.3.1	<i>Problematik der regionalen Konzentration von Biogasanlagen.....</i>	<i>146</i>
5.3.2	<i>Der Biogassektor in der Untersuchungsregion.....</i>	<i>147</i>
5.4	STOFFEINTRÄGE IN DIE OBERFLÄCHENGEWÄSSER UND INANSPRUCHNAHME VON EROSIONSMINDERNDEN AGRARUMWELTMAßNAHMEN	156
5.4.1	<i>Problematik der Stoffeinträge in Oberflächengewässer.....</i>	<i>156</i>
5.4.2	<i>Inanspruchnahme von AUM im Bereich Erosionsschutz auf Ackerstandorten</i>	<i>158</i>
5.4.3	<i>Gründe einer Nichtteilnahme an AUM.....</i>	<i>161</i>
6	ERGEBNISSTEIL C: EINFLUSS VON NETZWERKSTRUKTUREN BEI DER ETABLIERUNG EINER KLIMASCHONENDEN LANDNUTZUNG.....	163
6.1	STIMMUNGSBILD DER LANDNUTZER UND ENTSCHEIDUNGSTRÄGER.....	163
6.1.1	<i>Zielgruppe der Befragung und Entwicklung von Akteurstypen und -gruppen.....</i>	<i>163</i>
6.1.2	<i>Politische und fachliche Einflussnahme</i>	<i>166</i>
6.1.3	<i>Informationslage und die Rolle der Akteure als Meinungsbildner</i>	<i>167</i>
6.1.4	<i>Bedeutung des Moorschutzes – Status quo und Einschätzung der zukünftigen Situation.....</i>	<i>169</i>
6.1.5	<i>Schutzverständnis der Akteure.....</i>	<i>170</i>
6.1.6	<i>Zielvorstellungen der Akteure.....</i>	<i>171</i>
6.2	NETZWERKSTRUKTUREN IN DEN UNTERSUCHUNGSREGIONEN.....	174
6.2.1	<i>Hinweise zur Interpretation von Netzwerkdiagrammen</i>	<i>174</i>
6.2.2	<i>Visualisierung nach der Betweenness Centrality der Akteure</i>	<i>176</i>
6.2.3	<i>Visualisierung nach dem Status der Akteure.....</i>	<i>181</i>
6.3	BEDEUTUNG DES KLIMAWANDELS UND DES MOORSCHUTZES BEI NETZWERKAKTEUREN MIT HOHEN ZENTRALITÄTSWERTEN	184

7	DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN.....	187
7.1	VORBEMERKUNG	187
7.2	STRATEGISCHE ÜBERLEGUNGEN	187
7.2.1	<i>Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen in der Landnutzung – Freiwillig, gegen Entlohnung oder doch Zwang?</i> 187	
7.2.2	<i>Netzwerkstrukturen zur Umsetzung von Klimaschutz in der Landwirtschaft</i>	189
7.3	MÖGLICHKEITEN DER UMSETZUNG UND BEWERTUNG	191
7.3.1	<i>Keine Anpassung – „business as usual“</i>	193
7.3.2	<i>Reaktive Anpassung durch eine umweltschonende Landnutzung</i>	196
7.3.3	<i>Aktive Anpassung durch Landnutzungsänderungen</i>	199
7.3.4	<i>Pro-aktive Anpassung durch Aufgabe der Landwirtschaft?</i>	208
7.4	ABSCHLIEBENDE ÜBERLEGUNGEN	210
	ZUSAMMENFASSUNG	211
	SUMMARY	219
	QUELLEN	226
	ANHANG	I
	I. ANHANGSVERZEICHNISSE	I
	II. ABBILDUNGSANHANG	II
	III. TABELLENANHANG	V
	IV. INDEX DER TIER- UND PFLANZENARTEN	XVI
	DANKSAGUNG	XVIII

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

aaRdT	—	allgemein anerkannte Regeln der Technik	CAP	—	<i>Common Agricultural Policy</i>
ABSP	—	Arten- und Biotopschutzprogramm Bayern	C _B	—	<i>Betweenness Centrality</i>
AELF	—	Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten	C _C	—	<i>Closeness Centrality</i>
AEM	—	<i>Agri-environmental Measures</i>	CC	—	<i>Cross Compliance</i>
AF	—	Ackerfläche	CCM	—	<i>Corn-Cob-Mix</i> , eine Form Maiskolbenschrot
AGEE-Stat	—	Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik beim BMU	CH ₄	—	Methan
AGNA	—	<i>Applied Graph & Network Analysis</i> Projekt	CO ₂ / CO _{2äq}	—	Kohlendioxid / Kohlendioxid-Äquivalent
AHP	—	Artenhilfsprogramm	Ct	—	Cent
atro	—	absolut trocken (Berechnungsgrundlage z.B. für Gewichtsholz)	d _i	—	<i>Degree</i>
AUM	—	Agrarumweltmaßnahmen	DM	—	Deutsche Mark
BauGB	—	Deutsches Baugesetzbuch	Drs.	—	Drucksache
BayBO	—	Bayerische Bauordnung	DüV	—	Düngeverordnung
BayBodSchG	—	Bayerisches Bodenschutzgesetz	E-86	—	85%iges Ethanol
BayNatSchG	—	Bayerisches Naturschutzgesetz	EA	—	Erschwerenausgleich
BayWaldG	—	Waldgesetz für Bayern	EAGFL	—	Europäische Ausrichtungs- und Garantiefonds für die Landwirtschaft
BayWG	—	Bayerisches Wassergesetz	EE	—	Erneuerbare Energien
BayZAL	—	Bayerischen Zukunftsprogramm Agrarwirtschaft und Ländlicher Raum	EEA	—	<i>European Environment Agency</i> (Europäische Umweltagentur)
BBodSchG	—	Bundesbodenschutzgesetz	EEG	—	Erneuerbare-Energien-Gesetz
BBV	—	Bayerischer Bauernverband	EEV	—	Endenergieverbrauch
BDEW	—	Bundesverband der Energie und Wasserwirtschaft	EEWärmeG	—	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
BEV	—	Bruttoenergieverbrauch	EFRE	—	Europäische Fonds für regionale Entwicklung
BImSchV	—	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes	EG-St	—	Energiesteuer
BioKraftQuG	—	Biokraftstoffquotengesetz	EG-WRRL	—	EG-Wasserrahmenrichtlinie
BiomasseV	—	Biomasseverordnung	ELER	—	Europäische Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
BioSt-NachV	—	Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung	EnergieStG	—	Energiesteuergesetz
BLE	—	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung	EPLR	—	Maßnahmen- und Entwicklungsplan Ländlicher Raum
BMELV	—	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz	ESF	—	Europäische Sozialfonds
BMU	—	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit	EU	—	Europäische Union
BMW _i	—	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie	EU27	—	Europäische Union mit 27 Mitgliedsstaaten
BNatSchG	—	Bundesnaturschutzgesetz	EVU	—	Energieversorgungsunternehmen
BStMWiVT	—	Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie	FAO	—	<i>Food and Agriculture Organization</i> der Vereinten Nationen
BTL	—	<i>Biomass-to-Liquid</i>	FM	—	Frischmasse
Bt-Mais	—	Gentechnisch veränderte Maisvarian- te (mit Gen von <i>Bacillus thuringiensis</i>)	FNR	—	Fachagentur Wachsender Rohstoffe
BÜK 200	—	Bodenübersichtskarte 1:200.000	FOB	—	<i>Free On Board</i>
BVL	—	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit	FoVG	—	Forstvermehrungsgutgesetz
BWaldG	—	Bundeswaldgesetz	GAP	—	Gemeinsame Agrarpolitik der EU
BWI ²	—	zweite Bundeswaldinventur	GbR	—	Gesellschaft bürgerlichen Rechts
C	—	Kohlenstoff	GenTPflEV	—	Gentechnik-Pflanzen- Erzeugungsverordnung
			GHG	—	<i>Greenhouse Gas</i>
			GIS	—	Geografisches-Informations-System
			GmbH	—	Gesellschaft mit beschränkter Haf- tung
			GPS	—	Ganzpflanzensilage
			GVE	—	Großvieh-Einheit
			GVO	—	Gentechnisch Veränderter Organis- mus

GWh	—	Gigawattstunde	N	—	Stickstoff
GWK	—	Grundwasserkörper	N ₂ O	—	Distickstoffoxid (Lachgas)
GWP	—	<i>global warming potential</i>	NaWaRos	—	Nachwachsende Rohstoffe
GzG	—	Flächengleichstellungsgesetz	NIÖ	—	<i>Neue Institutionenökonomik</i>
ha	—	Hektar	NIR	—	Nationaler Inventarbericht
HQ ₅ / HQ ₁₀₀	—	5 bzw. 100-jährliches Hochwasserereignis	NSG	—	Naturschutzgebiet
i.N.	—	im Normzustand	NWL	—	Nennwärmeleistung
IACS	—	<i>Integrated Administration and Control System</i>	od _i	—	<i>Outdegree</i>
id _i	—	<i>Indegree</i>	ONA	—	<i>Organisational Network Analysis</i>
IEA	—	Internationale Energie Agentur	OPEC	—	<i>Organisation of Petrol Exporting Countries</i>
IEE	—	Programm Intelligente Energie – Europa	PEV	—	Primärenergieverbrauch
IEKP	—	Integrierter Energie- und Klimapakt	PJ / GJ	—	Petajoule / Gigajoule
INSNA	—	<i>International Network for Social Network Analysis</i>	PME	—	Pflanzenölmethylester (Bio-Diesel)
InVeKoS	—	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem	PSM	—	Pflanzenschutzmittel
IPCC	—	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>	RL	—	Richtlinie
IUCN	—	<i>International Union for Conservation of Nature</i>	RME	—	Raps-Methyl-Ester
JGS-Anlagen	—	Anlagen zum Lagern und Abfüllen von Jauche, Gülle und Silagesickersäften	ROG	—	Raumordnungsgesetzes
juv.	—	juvenil, Jungtiere aus dem aktuellen Jahr	SaatVerkG	—	Saatgutverkehrsgesetz
KdöR	—	Körperschaft des öffentlichen Rechts	SD	—	<i>Standard Deviation</i>
kg _{oTM}	—	Kilogramm organische Trockenmasse	SNA	—	<i>Social Network Analysis</i>
KLIP	—	Klimaprogramm Bayern 2020	SOC-Stocks	—	<i>soil organic carbon stocks</i>
KM	—	Körnermais	SPA	—	<i>Special Protected Areas</i>
KULAP-A	—	Bayerisches Kulturlandschaftsprogramm (Teil A)	St.d.ö.R.	—	Stiftung des öffentlichen Rechts
kW / kW _d / kWh	—	Kilowatt / Kilowatt elektrische Leistung / Kilowattstunde	StMELF	—	Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
KWK / KWK-Bonus	—	Kraft-Wärme-Kopplung / EEG Bonuszahlung für die Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung	T / dt	—	Tonne / Dezitonne
KWKG	—	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz	TA	—	Technische Anleitung
LBV	—	Landesbund für Vogelschutz in Bayern e.V.	TFZ	—	Technologie- und Förderzentrum Straubing
LEP	—	Landesentwicklungsprogramm	THG	—	Treibhausgas
LF	—	landwirtschaftlich genutzte Fläche	TLL	—	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
LfL	—	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft	TM	—	Trockenmasse
LFU	—	Bayerisches Landesamt für Umwelt	UFOP	—	Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.
Lkr	—	Landkreis	UGB	—	Umweltgesetzbuch
LPG	—	Landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaft	UNB	—	Untere Naturschutzbehörde
LPV	—	Landschaftspflegeverband	UVP	—	Umweltverträglichkeitsprüfung
LSG	—	Landschaftsschutzgebiet	v. u. Z.	—	vor unserer Zeitrechnung
LULUCF	—	<i>Land Use, Land-Use Change and Forestry</i>	VAS	—	Anlagenverordnung
LWF	—	Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft	VDN	—	Verband der Netzbetreiber
Ma	—	Megannum (1 Million Jahre)	VNP	—	Vertragsnaturschutzprogramm
MAP	—	Marktanreizprogramm zur Förderung Erneuerbarer Technologien	VO	—	Verordnung
MEK	—	Moorschutzentwicklungskonzept	VSG	—	Vogelschutzgebiet
MR	—	Maschinenring	vTI	—	Johann Heinrich von Thünen-Institut - Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
MW / MW _d / MWh	—	Megawatt / Megawatt elektrische Leistung / Megawattstunde	VvVwS	—	Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe
MwSt	—	Mehrwertsteuer	WHG	—	Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts
			WHO	—	Welthandelsorganisation
			WSG	—	Wasserschutzgebiet
			WZW	—	Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt
			ZMO	—	Zuckermarktordnung
			ZMP	—	Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle für Erzeugnisse der Land- Forst- und Ernährungswirtschaft GmbH

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<i>Abbildung 1:</i>	<i>Verknüpfung zwischen den Untersuchungsschwerpunkten.....</i>	<i>3</i>
<i>Abbildung 2:</i>	<i>Gliederung und thematische Schwerpunktsetzung.....</i>	<i>4</i>
<i>Abbildung 3:</i>	<i>Einteilung unterschiedlicher Landnutzungsstrategien für den Klimaschutz nach Aktivitätsniveaus.....</i>	<i>6</i>
<i>Abbildung 4:</i>	<i>CO₂-Vermeidungsleistung der Nutzung nachwachsender Rohstoffe.....</i>	<i>23</i>
<i>Abbildung 5:</i>	<i>Die Primärenergieversorgung in Deutschland 2010 und Anteile der erneuerbaren Energien.....</i>	<i>26</i>
<i>Abbildung 6:</i>	<i>Aufteilung der Stromversorgung in Deutschland 2010 im Bereich Biomasse.....</i>	<i>27</i>
<i>Abbildung 7:</i>	<i>Entwicklung der Biogaserzeugung in Deutschland und Anteil in Bayern.....</i>	<i>29</i>
<i>Abbildung 8:</i>	<i>Preisentwicklung verschiedener Brennstoffe für den häuslichen Gebrauch 2004 – 2013.....</i>	<i>33</i>
<i>Abbildung 9:</i>	<i>Volatilität der Weltmarktpreise dargestellt anhand ausgewählter Produktgruppen und des FAO Food Price Index 2003 – 2013.....</i>	<i>34</i>
<i>Abbildung 10:</i>	<i>Strukturierung der politischen Instrumente im Bereich erneuerbare Energien.....</i>	<i>37</i>
<i>Abbildung 11:</i>	<i>Lage der Untersuchungsregionen und Zuordnung zu den Teilbereichen A, B und C.....</i>	<i>53</i>
<i>Abbildung 12:</i>	<i>Vorgehensweise im Teilbereich A – Umsetzung des Klimaschutzes in der Landwirtschaft.....</i>	<i>55</i>
<i>Abbildung 13:</i>	<i>Typische Darstellungsmöglichkeiten von Netzwerkdiagrammen.....</i>	<i>71</i>
<i>Abbildung 14:</i>	<i>Ausschnitt einer Soziomatrix, ohne Eigenwahlmöglichkeit.....</i>	<i>75</i>
<i>Abbildung 15:</i>	<i>Verbindungstypen in VISIONE.....</i>	<i>81</i>
<i>Abbildung 16:</i>	<i>Visualisierung von Knotenattributen.....</i>	<i>83</i>
<i>Abbildung 17:</i>	<i>Gewählte Visualisierung und Akteursgruppen in Netzwerkdiagrammen.....</i>	<i>85</i>
<i>Abbildung 18:</i>	<i>Umfrageergebnis zu einzelbetrieblichen Möglichkeiten zum Klimaschutz durch Abbau von Stickstoffüberschüssen.....</i>	<i>98</i>
<i>Abbildung 19:</i>	<i>Umfrageergebnis zu einzelbetrieblichen Möglichkeiten zum Klimaschutz durch bodenschonende Bearbeitung und Schutz der Kohlenstoffspeicher.....</i>	<i>100</i>
<i>Abbildung 20:</i>	<i>Umfrageergebnis zu einzelbetrieblichen Möglichkeiten zum Klimaschutz in der Tierhaltung.....</i>	<i>101</i>
<i>Abbildung 21:</i>	<i>Umfrageergebnis zur Umsetzungsform eines Beitrags der Landwirtschaft zum Klimaschutz.....</i>	<i>103</i>
<i>Abbildung 22:</i>	<i>Umfrageergebnis zur Diskussion „Tank oder Teller“.....</i>	<i>104</i>
<i>Abbildung 23:</i>	<i>Bewertung des Health Check seitens der Landwirte, ausgewertet nach Motivationstyp.....</i>	<i>114</i>
<i>Abbildung 24:</i>	<i>Umfrageergebnis zur Rolle der erneuerbaren Energien im Health Check.....</i>	<i>115</i>

Abbildung 25:	Umfrageergebnis zur Selbsteinschätzung des Informationsstands bezüglich der Agrarpolitik ausgewertet nach Motivationstyp.	116
Abbildung 26:	Unterschiedliche Wertigkeiten der Ziele der GAP seitens der Landwirte.	117
Abbildung 27:	Umfrageergebnis zur Rolle des Klimaschutzges in der GAP.	118
Abbildung 28:	Umfrageergebnis zu Umsetzungsstrategien für Natur- und Umweltschutz in der Agrarpolitik.	119
Abbildung 29:	Von den Landwirten favorisierte Umsetzungsstrategien für Natur- und Umweltschutz in der Agrarpolitik, ausgewertet nach Motivationstyp.	120
Abbildung 30:	Langfristige Entwicklung der landwirtschaftlichen Flächennutzung in Bayern.	122
Abbildung 31:	Entwicklung der Anbauflächen und Verwertungsrichtung von Mais in Deutschland und Bayern 2003 – 2012.	131
Abbildung 32:	Grünlandanteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche 2002 und 2007.	144
Abbildung 33:	Jährliche Neuerrichtung von Biogasanlagen im Landkreis Donau-Ries und kumulierte elektrische Leistung 1997 – 2009.	149
Abbildung 34:	Standorte der Biogasanlagen in der Untersuchungsregion „Donau-Ries“.	150
Abbildung 35:	Zielerreichung Trophie der Gewässer im Landkreis Rottal-Inn gemäß der EG-WRRL.	158
Abbildung 36:	Flächenanteil der KULAP-Maßnahme „5-gliedrige Fruchtfolge“ an der Ackerfläche 2006 im Landkreis Rottal-Inn.	159
Abbildung 37:	Bodenerosion im Einzugsgebiet des Tattenbachs ohne und mit Mulchsaat.	160
Abbildung 38:	Herkunft der Teilnehmer an Umfrage C nach Organisationstyp.	165
Abbildung 39:	Selbsteinschätzung des fachlich-beruflichen und politischen Einflusses.	166
Abbildung 40:	Informationslage und die Rolle der Akteure als Meinungsbildner.	168
Abbildung 41:	Relevanz des Moorschutzes derzeit und in Zukunft.	170
Abbildung 42:	Bedeutungsgehalt des Moorschutzes abgestuft nach Prioritäten.	171
Abbildung 43:	Entwicklungsziele nach Priorität im „Ablenmoor“.	172
Abbildung 44:	Entwicklungsziele nach Priorität im „Rhin-Havel-Luch“.	173
Abbildung 45:	Entwicklungsziele nach Priorität im „Freisinger Moos“.	174
Abbildung 46:	Visualisierung nach der Betweenness-Zentralität für das „Ablenmoor“.	177
Abbildung 47:	Visualisierung nach der Betweenness-Zentralität für das „Rhin-Havel-Luch“.	179
Abbildung 48:	Visualisierung nach der Betweenness-Zentralität für das „Freisinger Moos“.	181
Abbildung 49:	Status-Visualisierung gemäß der „Intensität des Kontaktes“.	182

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	<i>Kurzzusammenfassung zu CO₂-Bilanzwerten klimarelevanter Landnutzungsoptionen im Bereich Grünland vs. Ackernutzung.....</i>	12
Tabelle 2:	<i>Kurzzusammenfassung zu CO₂-Bilanzwerten klimarelevanter Landnutzungsoptionen verschiedener Ackerbauverfahren.....</i>	15
Tabelle 3:	<i>Kurzzusammenfassung zu CO₂-Bilanzwerten klimarelevanter Landnutzungsoptionen im Bereich Moor und Waldschutz.....</i>	19
Tabelle 4:	<i>Flächenangaben zu Mooren in Bayern.....</i>	21
Tabelle 5:	<i>Kurzzusammenfassung zu CO₂-Bilanzwerten klimarelevanter Landnutzungsoptionen im Bereich des Anbaus nachwachsender Rohstoffe.....</i>	24
Tabelle 6:	<i>Übersicht der Untersuchungsregionen und Auswahlkriterien Teil A.....</i>	55
Tabelle 7:	<i>Übersicht der Untersuchungsregionen und Auswahlkriterien Teil B.....</i>	64
Tabelle 8:	<i>Terminologie und Definitionen im Forschungsgebiet der Netzwerkanalyse.....</i>	73
Tabelle 9:	<i>Übersicht der Fragestellungen, Messniveaus und Datenformate der Umfrage Teil C.....</i>	84
Tabelle 10:	<i>Übersicht der Untersuchungsregionen und Auswahlkriterien Teil C.....</i>	87
Tabelle 11:	<i>Berichtete Klimaauswirkungen in der Landwirtschaft.....</i>	95
Tabelle 12:	<i>Flächensituation der Dauergrünlandflächen 2010 und Entwicklung seit 2003 in den Bundesländern und in Deutschland.....</i>	124
Tabelle 13:	<i>Übersicht der flächenmäßigen Ausdehnung ausgewählter nachwachsender Rohstoffe 2007, 2010 und 2012 und deren anteilige Änderungen in % zum Referenzjahr 2003.....</i>	126
Tabelle 14:	<i>Flächenbedarf der Tierproduktion und Verfügbarkeit für Biogasanlagen in der Untersuchungsregion „Donau-Ries“.....</i>	152
Tabelle 15:	<i>Energieabschätzung für drei Biogas-Szenarien in der Untersuchungsregion „Donau-Ries“.....</i>	153
Tabelle 16:	<i>Zusammenfassung der potenziellen Eigenversorgung der Biogasanlagen mit Substrat für drei Biogas-Szenarien in der Untersuchungsregion „Donau-Ries“.....</i>	154
Tabelle 17:	<i>Rücklaufquote der Umfrage C in den Untersuchungsgebieten.....</i>	163
Tabelle 18:	<i>Überblick zur Bewertung unterschiedlicher Landnutzungsstrategien für den Klimaschutz.....</i>	191

1 EINLEITUNG

1.1 PROBLEMSTELLUNG

Deutschland macht kontinuierlich Fortschritte in der Reduktion anthropogener Treibhausgase (THG). Wurde im Rahmen der Verpflichtungen unter dem Kyoto Protokoll eine Reduktion um 21 % zwischen dem Basisjahr 1990 und 2012 beschlossen, so konnte schon bis 2009 eine Reduktion um 25,4 % realisiert werden (EEA, 2011). Damit hat sich Deutschland zu einem Vorreiter innerhalb Europas entwickelt. Insbesondere wird die stetig steigende Relevanz erneuerbarer Energien in der Verminderung anthropogener THG hervorgehoben¹.

Bayern nimmt hierbei mit einer starken energiepolitischen Programmatik und ambitionierten Ausbauzielen für erneuerbare Energien – gemessen am Durchschnitt von Deutschland – eine überdurchschnittliche Rolle ein. Insgesamt erreichen die erneuerbaren Energien bis 2010 einen Anteil von rd. 11 % am Primärenergieverbrauch (PEV) und rd. 25 % an der Stromerzeugung Bayerns. Die BAYERISCHE STAATSREGIERUNG (2010; 2011) verfolgt das Ziel, bis 2020 diese Anteile auf 16 % respektive 30 % zu steigern. Die wichtigsten Komponenten sind die Fotovoltaik und die Biogasnutzung, aber auch Biomasseheizanlagen wie beispielsweise Holzhackschnitzel- und Pelletheizungen.

Am auffälligsten ist die Zunahme von Fotovoltaikanlagen, die insbesondere auf landwirtschaftlichen Gebäuden errichtet wurden. Allein im Jahr 2010 wurde die Fotovoltaik in Bayern um zusätzlich 62 % ausgebaut (Bundesnetzagentur, 2011). Mit 504 W installierter Leistung pro Einwohner hält Bayern nahezu die doppelte Kapazität wie das ebenfalls strahlungsbegünstigte Baden-Württemberg vor bzw. erreicht der produzierte Solarstrom die dreifache Menge wie der Anlagenbestand in allen Neuen Bundesländern zusammen (Photon Europe GmbH, 2011).

Hervorzuheben sind die überdurchschnittlichen Bestrebungen in Bayern zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe im Wärme- und Strombereich. Das Potenzial wird auf 10 % des derzeitigen PEV geschätzt, wobei bereits ein Anteil von 7 % genutzt wird. Bis zum Jahr 2021 soll nach den Vorstellungen der BAYERISCHEN STAATSREGIERUNG (2011) dieser Anteil auf 9 % des PEV ausgedehnt werden. Im Bereich Biogasnutzung besitzt Bayern, mit einem Drittel aller Biogasanlagen Deutschlands, eine führende Position. Annähernd 2.400 Biogasanlagen werden nach Schätzungen des FACHVERBAND BIOGAS E.V. (2012) zum Jahresende 2011 gemeldet. Biogas stellt mittlerweile einen wichtigen Betriebszweig in der Landwirtschaft dar. Auch bei Pelletheizungen ist Bayern mit über 60.000 installierten Heizungen im August 2011, d.h. 40 % aller Anlagen Deutschlands, richtungsweisend (DEPI, 2012).

¹ „The sustained strong growth in the use of renewables was the other key factor explaining the strong decrease in greenhouse gas emissions in 2009.“ (EEA, 2011)

Die Produktion nachwachsender Rohstoffe ist aus Sicht des Klimaschutzes jedoch nicht unumstritten, stellt doch die Landwirtschaft an sich einen relevanten Emittenten von THG dar. Insbesondere zeigt sich der vorgelagerte Bereich sowie die Landnutzung bzw. Landnutzungsänderung für THG-Emissionen verantwortlich, die derzeit jedoch nicht der Quellgruppe 4 „Landwirtschaft“ zugeschrieben werden. Unterschiedlich weit gefasste Systemgrenzen führen zu stark variierenden Ergebnissen, welchen Beitrag die Landwirtschaft in Deutschland an der Emission von THG leistet. Das UMWELTBUNDESAMT (2011c) geht nach Schätzungen für das Jahr 2010 im Nationalen Inventarbericht (NIR) von 72,5 Mio. t CO_{2äq} aus dem Bereich der Landwirtschaft aus. Bei Emissionen von rd. 960 Mio. t CO_{2äq} im Jahr 2010 liegt der Anteil der Landwirtschaft somit bei rd. 7,6 %. Wird der vorgelagerte Bereich gemäß den Betrachtungen von OSTERBURG *et al.* (2009) hinzugezählt, so steigen die Emissionen auf geschätzte 118 Mio. t CO_{2äq}. Der Anteil der Landwirtschaft würde somit auf 12,3 % ansteigen. Die FAO (o.J. in BMELV, 2011) schätzt den Beitrag der Landwirtschaft zum deutschen THG-Effekt auf 13 %. Je nach Betrachtungsweise ist also der Beitrag der Landwirtschaft zur Freisetzung von THG unterschiedlich zu interpretieren.

Die Nutzung nachwachsender Rohstoffe geht darüber hinaus einher mit direkten und indirekten Auswirkungen auf Natur und Landschaft. Die gestiegene Nachfrage nach nachwachsenden Rohstoffen wie beispielsweise Bio-Diesel und Strom aus Biogas führten in den vergangenen Jahren zu einem vermehrten Anbau beispielsweise von Raps und Silomais sowie zu einer Intensivierung der Flächennutzung. So wurden bayernweit vermehrt Dauergrünlandflächen umgebrochen. Ein Verlust an Grünland beeinträchtigt allerdings die Umwelt in mehrfacher Weise, z.B. durch potentielle Auswirkungen auf das Grundwasser, auf das Klima oder auch auf die Biodiversität. Zwar werden die Landnutzung bzw. Landnutzungsänderungen derzeit in der Inventarisierung der THG-Emissionen nicht dem Bereich Landwirtschaft zugeordnet, dennoch spielen diese eine wichtige Rolle in der Planung und Politik im Sinne des Klimaschutzes. Insbesondere die Moore und Niedermoore als ursprünglich natürliche Kohlestoffsinken sind dabei ins Interesse der Wissenschaftler gerückt. Schließlich resultiert die Flächenbewirtschaftung auf Moorstandorten durch Mineralisierung in einer massiven Freisetzung des Bodenkohlenstoffs. Das Zusammenspiel der Nutzung nachwachsender Rohstoffe und der Reduktion von klimaschädlichen Emissionen durch Flächenschutz von Moorstandorten kann durchaus Konflikte, aber auch Synergieeffekte hervorrufen. Die Erfahrungen der vergangenen Jahre haben gezeigt, dass hierbei die Auswirkungen auf Natur und Landschaft sehr genau betrachtet werden müssen.

1.2 ZIELSETZUNG DER ARBEIT

Im Fokus der Arbeit stehen drei systemische Integrationsebenen des Klimaschutzes in der Landnutzung bzw. im landwirtschaftlichen Bereich.

- 1) Auf Bundes- und Landesebene werden die Rahmenbedingungen (Umwelt-, Klima- und Agrarpolitik) vorgegeben.

- 2) Auf regionaler Ebene zeigen sich zum einen positive wie negative Auswirkungen auf die Landnutzung und den Naturraum. Darüber hinaus werden eine Vielzahl von Entscheidungen und Meinungen durch das regionale Umfeld, die Beziehungen zu Experten und Kollegen sowie der regionalen Aufstellung des landwirtschaftlichen Sektors geprägt. Diese beeinflussen maßgeblich die Intention zum Klimaschutz in der Landnutzung.
- 3) Auf der Ebene des Individuums, bzw. auf Ebene des Einzelbetriebes findet die tatsächliche Umsetzung von Maßnahmen statt.

Damit wäre das Ziel der Arbeit identifiziert: Es soll eine Wissensbasis geschaffen werden, die die Problemsichten, Risikowahrnehmungen (Klimaveränderung), Handlungsoptionen und bisherigen Aktivitäten der Akteure im ländlichen Raum erfasst und schwerpunktmäßig ausarbeitet. Hierbei sollen impulsgebende Faktoren, wie der Stand des Wissens, volkswirtschaftliche Rahmenbedingungen, Instrumentarien und Einfluss der Politik, erfasst, erörtert und bezüglich ihrer Wirkung dargestellt werden.

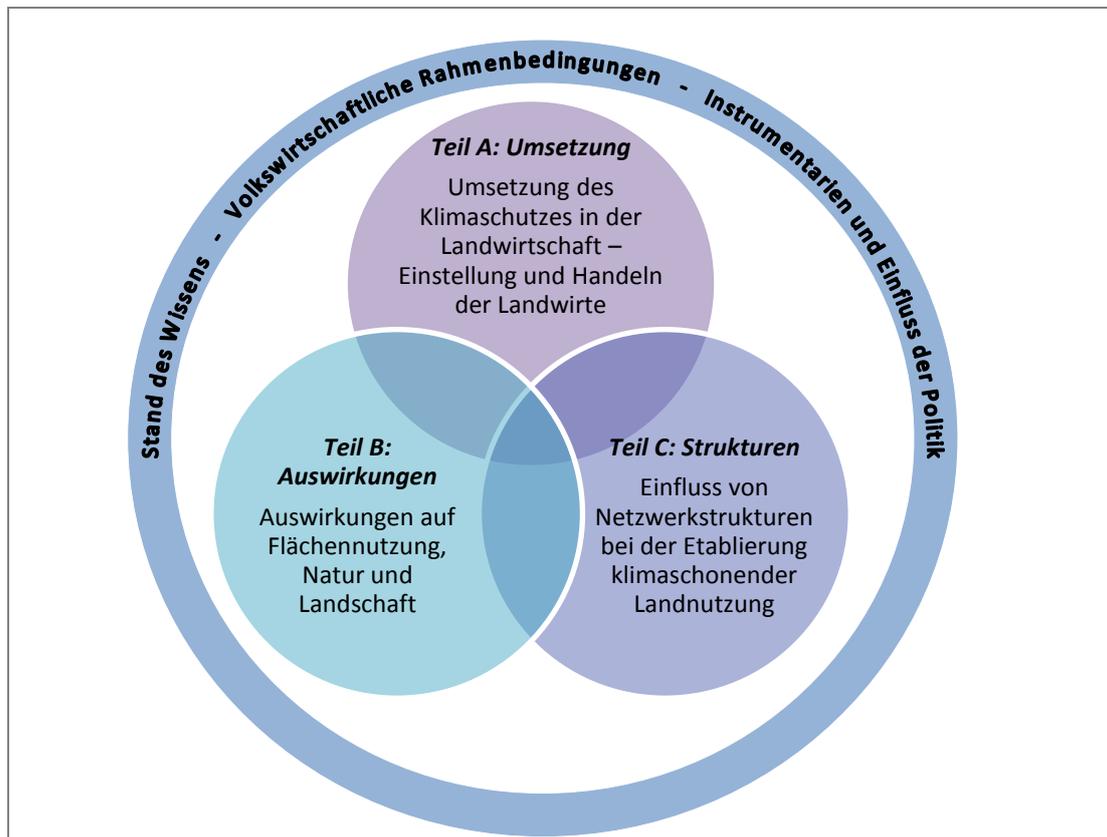


Abbildung 1: Verknüpfung zwischen den Untersuchungsschwerpunkten.

Zur Analyse werden drei thematische Teilbereiche A, B und C mit jeweils eigener Schwerpunktsetzung gewählt (vgl. *Abbildung 1*). In der Summe ergibt sich ein Überblick über die Situation des Klimaschutzes und der nachwachsenden Rohstoffe im ländlichen Raum am Beispiel Bayerns. Dabei werden insgesamt neun Untersuchungsregionen – überwiegend in Form von Fallbeispielen – betrachtet.

1.3 AUFBAU DER ARBEIT

Im Anschluss an die Einleitung werden in Kapitel 2 die konzeptionellen Grundlagen und Strategien des landnutzungsrelevanten Klimaschutzes herausgearbeitet. Eingangs wird auf das Spannungsfeld zwischen Klimaschutz, Landnutzung und Umwelt eingegangen. Die wichtigsten Antriebskräfte für die Nutzung nachwachsender Rohstoffe in den Bereichen Markt, Klima- und Agrarpolitik werden erläutert. Dazu wird der aktuelle Stand der Energieversorgung aus nachwachsenden Rohstoffen dargestellt. In Kapitel 3 werden das methodische Vorgehen und die Datengrundlage für die Teilbereiche A, B und C dargelegt. Die Ergebnisse der drei Untersuchungsschwerpunkte werden jeweils in den Kapiteln 4, 5 und 6 herausgearbeitet. Inhaltlich orientieren sich diese Teilbereiche an *Abbildung 2*.



Abbildung 2: Gliederung und thematische Schwerpunktsetzung.

Teilbereich A (Kapitel 4) zeigt die Einstellung der Landwirte gegenüber dem Klimaschutz allgemein auf und stellt seitens der Landwirte wahrgenommene Veränderungen, die im Zusammenhang mit dem Klimawandel stehen, zusammen. Im Speziellen werden die Einschätzungen zum Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) und die Möglichkeiten der Landwirte, von Klimaschutzmaßnahmen zu profitieren, erörtert. Die zukünftigen Erwartungen im Zusammenspiel Landwirtschaft – Klimaschutz sowie die Erwartungen bezüglich der agrarpolitischen Entwicklungen schließen Teilbereich A ab.

Im Teilbereich B (Kapitel 5) werden die Entwicklung bei der Flächennutzung in Bayern, die konkrete Anbauausdehnung einzelner nachwachsender Rohstoffe und die allgemein assoziierten Umweltauswirkungen für die wichtigsten Kulturpflanzen dargestellt. Der Zustand und die Qualitätsbeeinflussung der Umwelt wird anhand von Fallbeispielen aus drei Untersuchungsregionen vorgestellt. Hierbei werden Auswirkungen auf unterschiedliche Schutzgüter untersucht, wie z.B. die Auswirkungen auf die Fauna am Beispiel der wiesenbrütenden Vogelarten. Weitere Auswir-

kungen auf die Schutzgüter Boden und Gewässer, sowie das Landschaftsbild werden durch weitere Fallbeispiele illustriert. Auf generalisierender Ebene wird aufbauend auf den Erkenntnissen aus den Fallbeispielen auf potenzielle Chancen und Risiken sowie auf Konflikte zwischen Energiebereitstellung aus nachwachsenden Rohstoffen, der Nahrungsversorgung und Naturschutzfunktionen der Landschaft in Anbetracht zunehmender Flächenverknappung eingegangen.

Teilbereich C (Kapitel 6) widmet sich speziell dem Einfluss von sozialen Netzwerkstrukturen bei der Etablierung einer klimaschonenderen Landnutzung in drei unterschiedlichen Untersuchungsregionen. Es soll festgestellt werden, inwiefern kooperative Instrumente eine geeignete Lösung für eine relevante Klimaschutzpolitik darstellen. Dafür werden die Ergebnisse einer qualitativen Befragung in Beziehung zu den Netzwerkstrukturen gesetzt. Unterschiedliche Erklärungsansätze aus dem Bereich der Netzwerkanalyse werden auf ihre Plausibilität für die drei Untersuchungsgebiete analysiert.

Im abschließenden und übergreifenden Kapitel 7 „Diskussion und Schlussfolgerungen“ werden die Ergebnisse aus den drei Untersuchungsschwerpunkten zusammengeführt und daraus Erfolgsfaktoren für die Etablierung einer klimaschonenden Landnutzung herausgearbeitet, wobei unterschiedliche Instrumente der Umsetzung angesprochen werden. Diese werden mit Handlungsempfehlungen zum Umgang mit problematischen Effekten der Nutzung nachwachsender Rohstoffe unterlegt.

1.4 HINTERGRUND DER UNTERSUCHUNGEN

Drei Forschungsprojekte dienten maßgeblich der Erhebung der Daten und Bearbeitung für die vorliegende monografische Untersuchung²:

- 1) Die „Netzwerkanalyse in verschiedenen Moorgebieten Deutschlands“ wurde als zusätzliches Element im Rahmen des BMBF-Verbundprojektes „Klimaschutz – Moornutzungsstrategien“ in den Jahren 2008 und 2009 durchgeführt.
- 2) Das Projekt „Auswirkungen nachwachsender Rohstoffe zur Energiegewinnung auf Natur und Landschaft in Bayern“ wurde von 2009 bis 2010 bearbeitet. Auftraggeber war das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU), Augsburg.
- 3) Das dritte Projekt mit dem Titel „Untersuchung der Umwelt- u. Naturschutzwirkungen der Agrarpolitik“ wurde 2011 abgeschlossen. Auftraggeber war das Bundesamt für Naturschutz (BfN), Bonn.

² *Anhangstabelle 1* fasst die im Bearbeitungszeitraum unter maßgeblicher Mitarbeit des Autors entstandenen Publikationen (Artikel, Berichte, Vorträge) zusammen.

2 KONZEPTIONELLE GRUNDLAGEN, STRATEGIEN UND INSTRUMENTE DES LANDNUTZUNGSRELEVANTEN KLIMASCHUTZES

2.1 KLIMASCHUTZSTRATEGIEN IM BEREICH LANDNUTZUNG – EIN ÜBERBLICK

Die Landnutzung und Landnutzungsänderungen werden als die zweitgrößte anthropogene CO₂-Quelle weltweit gesehen (Höll *et al.*, 2009). Daher sind vielfältige Klimaschutzstrategien im Bereich Landnutzung denkbar. Allerdings sind die Beziehungen zwischen dem Klimaschutz, der Landnutzung und der uns umgebenden Natur zweifellos komplex und bergen eine Reihe positiver wie negativer Rückkopplungen untereinander. Darüber hinaus erfordern landnutzungsrelevante Klimaschutzmaßnahmen unterschiedlich starke Veränderungen bewährter bzw. etablierter Systeme. Sie sind daher, unter Umständen, mit Einschränkungen verbunden, sodass sich der Umsetzungsaufwand der jeweiligen Aktivität stark unterscheiden kann. In *Abbildung 3* ist ein Schema dargestellt, wie Klimaschutzmaßnahmen in sog. passive, reaktive, aktive und pro-aktive Maßnahmen untergliedert werden können, je nach Umsetzbarkeit und Aufwand der notwendigen Veränderungen.

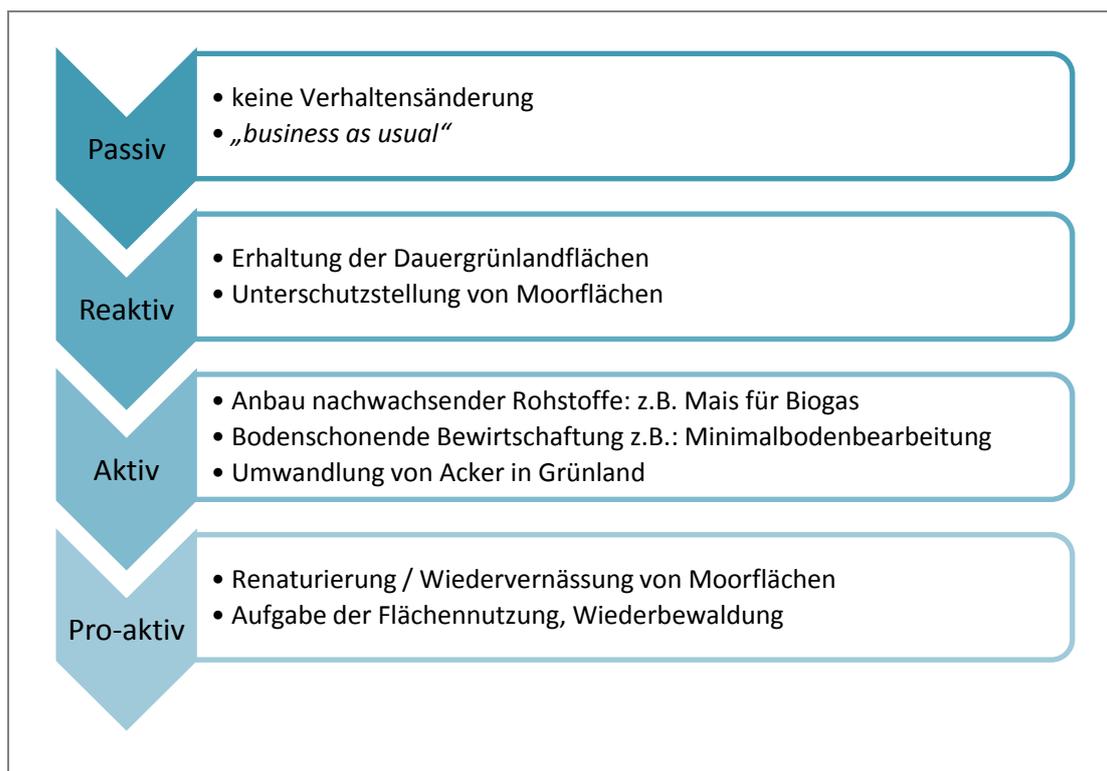


Abbildung 3: Einteilung unterschiedlicher Landnutzungsstrategien für den Klimaschutz nach Aktivitätsniveaus.

Passive Maßnahme: Werden überhaupt keine Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung des Klimawandels ergriffen, so ist der Aufwand erfahrungsgemäß gering und beschränkt sich maximal auf eine entsprechende Anpassung an den Klimawandel bzw. an dessen Folgen. Unter derzeitigen Erkenntnissen, wird der Klimawandel beschleunigt fortschreiten (vgl. z.B. IPCC,

2011; UNFCCC, 2012). Kurzfristig sind keine größeren Auswirkungen für die Bereiche Natur und Landwirtschaft zu erwarten.

Reaktive Maßnahmen: CO₂ in der Atmosphäre, dessen Anstieg als Hauptverursacher des anthropogenen Treibhauseffektes gesehen wird, stammt überwiegend aus der Verbrennung fossiler Kohlenstoffvorräte. Zwar gilt die Veränderung von Landökosystemen insgesamt ebenfalls als Netto-Emittent für CO₂, allerdings wird ein Großteil des CO₂ in eben diesen Ökosystemen wieder gebunden (ibid.; Richter u. Houghton, 2011; Houghton u. Goodale, 2004). Neben den Ozeanen sind bestimmte Teilausschnitte der Landschaft, wie (alte) Naturwälder sowie Hoch- und Niedermoore, signifikante CO₂-Senken im globalen Kohlenstoffkreislauf. Auch Grünland ist gekennzeichnet von hohem Bodenkohlenstoffgehalt. Bei einer Umwandlung von Grünland zu Ackerland erfolgt der CO₂-Eintrag in die Atmosphäre vergleichsweise schnell (Poeplau *et al.*, 2011). Die Strategie sog. „reaktiver Maßnahmen“ zum Klimaschutz im Landnutzungsbereich verfolgt daher das Ziel, kohlenstoffreiche Ökosysteme durch Schutzbemühungen vor Degradation bzw. Zerstörung zu bewahren.

Aktive Maßnahmen: Durch angepasstes Landnutzungsmanagement kann durchaus „aktiv“ ein Beitrag zum Klimaschutz erzielt werden. Beispielsweise würde eine Verringerung der Wiederkäuer zu einem geringeren Methanausstoß führen, gesetzt den Fall, dass die menschlichen Bedürfnisse durch entsprechend klimafreundlichere Substitute befriedigt werden können. Auch bodenschonende Bewirtschaftungsverfahren auf Ackerstandorten, wie Mulchsaat oder Winterbegrünung, oder die Umwandlung von Acker in Grünland, können durch eine Erhöhung des Bodenkohlenstoffgehaltes gewisse Beiträge zum Klimaschutz leisten.

Durch den Anbau nachwachsender Rohstoffe sollen fossile Rohstoffe substituiert werden, beispielsweise kann durch den Anbau von Mais zur Biogasproduktion Erdgas ersetzt werden. Die Nutzung von Waldholz oder eigens angebauten Kurzumtriebskulturen zur Wärmeenergieerzeugung kann den Heizölverbrauch reduzieren. Allerdings gehen mit den Bemühungen zum Klimaschutz auch Auswirkungen auf Natur und Landschaft sowie auf den landwirtschaftlichen Sektor einher. Diese sind zum Teil positiver Art, zum Teil können auch einschneidende negative Effekte auftreten. So ist beispielsweise bei einer regionalen Konzentration von Biogasanlagen eine starke Intensivierung des Maisanbaus festzustellen, mit negativen Effekten für die Umwelt, wie Intensivierung, Erosion, Fruchtfolgeverengung, aber auch mit Effekten für das Landschaftsbild, wie beispielsweise eine „Monotonisierung“ des Landschaftsbildes. Für die Landwirtschaft können teils positive Effekte auftreten, wie die Schaffung von neuem Einkommen oder die Diversifizierung der Betriebszweige, es können sich aber auch negative Effekte bilden, wie ein Anstieg der Flächenkonkurrenz.

Pro-aktive Maßnahmen: Gezielte Landnutzungsänderungen als Klimaschutzmaßnahme, beispielsweise durch gezielte Aufforstung oder die Aufgabe der Flächennutzung, um eine natürliche

Sukzession zu fördern, gehören zu den „pro-aktiven“ Maßnahmen. Besonders intensiv diskutiert und erforscht wird die Wiedervernässung und Renaturierung degradierter Nieder- und Hochmoorstandorte. Die CO₂-Speicherpotenziale je Flächeneinheit erscheinen hier besonders vielversprechend, die Umweltauswirkungen sind überwiegend positiv. Die auftretenden Verluste für die Landwirtschaft erfordern jedoch umfangreiche Ausgleichszahlungen.

2.2 GRÜNLANDERHALTUNG UND KLIMAFREUNDLICHE BEWIRTSCHAFTUNGSMETHODEN

Die Erhaltung von Dauergrünlandflächen (DG) beinhaltet neben positiven Effekten für die Natur und das Landschaftsbild auch den Schutz von Bodenkohlenstoffvorräten. Studien kommen überwiegend überein, dass Böden unter Grünland, ähnlich zu Wäldern, zur Kohlenstoff-Sequestrierung beitragen, im Gegensatz zu Ackerflächen (Janssens *et al.*, 2005; Vleeshouwers u. Verhagen, 2002; Freibauer *et al.*, 2004). Bei einer Nutzungsänderung von DG zu Acker würde sich der im Boden gespeicherte Kohlenstoff teilweise abbauen und in Form von CO₂ zum anthropogenen Treibhauseffekt beitragen. Negative Auswirkungen auf die Umwelt und die Natur sind beispielsweise Stoffeinträge in das Grundwasser und Probleme für Oberflächengewässer durch Erosion, besonders in hängigen Lagen, in Auen und bei hochanstehendem Grundwasser.

Bundesweit ist eine Abnahme der Grünlandflächen festzustellen. Insbesondere 2007 wurde ein starker Rückgang verzeichnet. In Bayern gehen die Grünlandflächen ebenfalls kontinuierlich zurück. In den letzten 25 Jahren verminderte sich das DG um rd. 230.000 ha (BayLfStaD, versch. Jahre). Dies entspricht einem faktischen Verlust von 17 % der Grünlandfläche Bayerns. Im gleichen Zeitraum ist die landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) Bayerns um 7 % zurückgegangen. Dabei findet der Grünlandumbruch verstärkt in den Gebieten Bayerns statt, in denen der Grünlandanteil bereits stark vermindert ist (Hübner *et al.*, 2010e). Hier bedeutet ein Grünlandumbruch einen stärkeren Verlust für die biologische Vielfalt, als beispielsweise in typischen Grünlandgebieten.

Die Bewertung der unterschiedlichen Managementoptionen zur Verbesserung der Klimabilanz konzentriert sich primär auf die Erhöhung des Bodenkohlenstoffs (engl. SOC – *soil organic carbon*). Dabei wird zur Bilanzierung der Inputs, Outputs und Vorräte im Kohlenstoffhaushalt verschiedener Landnutzungstypen grundsätzlich zwischen Bestandsgrößen (engl. SOC-*Stocks*), und Flussgrößen (engl.: *C-Flux*) unterschieden³. Neben Kohlenstoff sind andere THG wie Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) relevant, die allerdings deutlich schwieriger zu bestimmen sind. FREIBAUER *et al.* (2004) weisen darauf hin, dass mögliche Änderungen im CH₄- und N₂O-Verhalten der Flächen besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden muss, um den gesamten Beitrag der Landnutzung zum Treibhauseffekt adäquat bewerten zu können.

³ Darüber hinaus können nur Ergebnisse miteinander verglichen werden, die die gleichen Bodentiefen heranziehen (30 cm, 100 cm oder 200 cm Tiefe).

Kohlenstoffcharakteristik landwirtschaftlich genutzter Flächen: Vergleich Grünland mit Acker

Zum Kohlenstoffkreislauf landwirtschaftlich genutzter Flächen existieren teils sehr unterschiedliche Angaben, wobei die Unterschiede vielfach methodisch zu begründen sind.

SOC-Stocks: Zunächst folgen die Angaben aus der Literatur zu den Kohlenstoff Bestandsgrößen. Hohe Werte für landwirtschaftlich genutzte Böden wurden ursprünglich vom UBA angenommen (2003 in Neufeldt, 2005). Mit 309 t C ha^{-1} durchschnittlichem Kohlenstoffgehalt für landwirtschaftlich genutzte Böden bis 2 m Tiefe liegen die Werte jedoch weit über den Ergebnissen aus aktuelleren Erhebungen. Für Süddeutschland existieren zwei richtungweisende Studien zu *SOC-Stocks* auf Nichtwaldflächen. Für Baden-Württemberg hat NEUFELDT (2005) auf Datengrundlage der Bodenübersichtskarte 1:200.000 (BÜK 200) den gespeicherten Bodenkohlenstoff nach Landnutzungstyp errechnet. Für Bayern haben WIESMEIER *et al.* (2011) 1.460 Bodenprofile bezüglich der Bodenkohlenstoffgehalte ausgewertet.

Im Oberboden bis 30 cm Tiefe erreicht Grünland bei NEUFELDT (2005) mit 95 t C ha^{-1} (± 61) deutlich über ein Drittel mehr Bodenkohlenstoff, verglichen zu Ackerland mit 60 t C ha^{-1} (± 26)⁴. Wird die Bodensäule bis in einen Meter Tiefe betrachtet, so schwächt sich der relative Unterschied zwischen einem durchschnittlichen Grünland-Boden mit 150 t C ha^{-1} (± 101) und einem Acker-Boden mit 106 t C ha^{-1} (± 63) etwas ab, da sich die Bodenzusammensetzungen annähern bzw. der Einfluss der Vegetation und der Landnutzung in tieferen Bodenschichten abnimmt (*ibid.*). WIESMEIER *et al.* (2011) haben für Grünland im Durchschnitt deutlich niedrigere Kohlenstoffvorräte von 118 t ha^{-1} SOC bis in einen Meter Tiefe gemessen⁵. Für Ackerland werden dagegen durchschnittlich 90 t ha^{-1} , d.h. nur etwas niedrigere Werte, angegeben. Darüber hinaus wird das Kohlenstoffspeicherungspotenzial von Grünlandböden sogar höher als das von Waldböden eingeschätzt, jedoch lässt diese Betrachtung außer Acht, dass im Wald zumindest temporär Kohlenstoff in Form von stehender Biomasse (Holz) gespeichert wird. Da in der bayernweiten Studie Bodenprofile ausgewertet wurden, zeigt sich auch die wichtige Rolle der Verdichtung des Bodens im A-Horizont durch die Bewirtschaftung ($1,39 \text{ g cm}^{-3}$, verglichen mit $1,20 \text{ g cm}^{-3}$ unter Grünland und $0,91 \text{ g cm}^{-3}$ unter Wald). Die Auswirkungen waren auch im B-Horizont noch signifikant (*ibid.*). Dies wirkt sich entsprechend auf gemessene Kohlenstoffkonzentrationen aus, insbesondere wenn die gesamte Bodensäule (bis in 1 m Tiefe) betrachtet wird. Während im A-Horizont noch ähnliche Werte von 58 t C ha^{-1} unter Acker und 63 t C ha^{-1} unter Grünland erreicht werden, verschiebt sich das Verhältnis sehr stark im B-Horizont. Hier erreicht Grünland nahezu den doppelten Wert, verglichen zu Acker (43 t C ha^{-1} gegenüber 22 t C ha^{-1}).

⁴ Eine ältere Studie von DAVIDSON & ACKERMAN (1993 in Neufeldt, 2005) geht von einem Unterschied im SOC-Gehalt von etwa 30 % zwischen DG und AF in den oberen 30 cm aus.

⁵ Werte, die sich nicht signifikant von den *SOC-Stocks* unter Wald und „Sonstiger Landnutzung“ unterscheiden (Wiesmeier *et al.*, 2011).

Auf großmaßstäblicher Ebene, wie auf Ebene eines Bundeslandes, richtet sich die regionale Verteilung der Bodenkohlenstoffkonzentration stark nach der geographischen Höhe und bodenhydrologischen Verhältnissen z.B. mit verminderten Kohlenstoff-Mineralisationsraten bei hoher Bodenfeuchte und niedrigen Temperaturen (Neufeldt, 2005). Daher wird in der Literatur empfohlen, die Studien stärker zu regionalisieren. Darüber hinaus wird es als problematisch angesehen, dass viele bisher durchgeführte Studien nur die oberen 30 cm berücksichtigen, die gesamte Bodenschicht jedoch ausschlaggebend für die Klimabilanz ist⁶ (Janssens *et al.*, 2005; Vleeshouwers u. Verhagen, 2002).

C-Flux Grünland: Es folgen die Angaben zu den Kohlenstoffflüssen (*C-Flux*) aus der Literatur. Ein europäischer Durchschnittswert einer jährlichen Speicherung von $0,52 \text{ t C ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ unter Grünland wird beispielsweise im Modellansatz CESAR von VLEESHOUWERS & VERHAGEN (2002) angegeben⁷. Allerdings ist die Variabilität sehr groß; die Werte reichen von $2,31$ bis $-1,81 \text{ t C ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ (SD $0,64$), (Freibauer *et al.*, 2004).

Werden die jährlichen Verluste des Bodenkohlenstoffs auf Ackerflächen betrachtet, so errechnen JANSSENS *et al.* (2005) einen durchschnittlichen Wert von $0,7 \text{ t C ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ in Europa.⁸ VLEESHOUWERS & VERHAGEN (2002) zufolge trägt die ackerbauliche Flächennutzung zu einer Kohlenstofffreisetzung von durchschnittlich $0,84 \text{ t C ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ bei.⁹ Die Werte reichen von $0,31$ bis $-0,83 \text{ t C ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ (SD $0,40$), (Freibauer *et al.*, 2004), d.h. unter günstigen Bedingungen sind auch Ackerflächen zur Kohlenstoffbindung fähig.

Kohlenstoffverluste durch Umwandlung von Grünland zu Acker

Unter Bezugnahme der SOC-Stocks liegen die Literaturangaben für landnutzungsinduzierte Unterschiede zwischen 30 und 80 % des relativen Bodenkohlenstoffgehaltes bei der Umwandlung von Grünland zu Ackerland (Wiesmeier *et al.*, 2011)¹⁰. Allgemein ist anerkannt, dass der

⁶ Dies entspricht beispielsweise in Bayern auf Ackerflächen lediglich dem A-Horizont mit 30 cm durchschnittlicher Tiefe, während sich dieser auf Grünland im Schnitt auf die obersten 20 cm und im Wald auf die obersten 6 cm erstreckt (Wiesmeier *et al.*, 2011).

⁷ Dies entspricht rechnerisch einer CO₂-Rückbindung von rd. 1,9 t CO₂ pro Hektar und Jahr. Die Umrechnung von t C in t CO₂ erfolgt mit dem Faktor 3,66.

⁸ entspr. $2,6 \text{ t CO}_2 \text{ ha}^{-1}\text{a}^{-1}$

⁹ entspr. $3,1 \text{ t CO}_2 \text{ ha}^{-1}\text{a}^{-1}$

¹⁰ Die Schwierigkeit in der Angabe der *C-Flux* besteht darin, dass daraus Abbau- bzw. Sequestrierungsraten aus SOC-Stocks abgeleitet werden. Hierbei müsste jedoch die Landnutzungsgeschichte der jeweiligen Flächen berücksichtigt werden, da ein temporärer „snapshot“ aufgenommen wurde und hierbei die zeitliche Dimension vernachlässigt ist. Vor dem Hintergrund, dass beispielsweise die Veränderungen bei einer Umwandlung von Grünland zu Acker bis zu 20, von Ackerland zu Grünland sogar mehr als 120 Jahre dauern, stellt dies eine Herausforderung dar. Landnutzungsänderungen aus der Vergangenheit zeigen sich noch immer in sich ändernden Kohlenstoffflüssen. Eine weitere Schwierigkeit in der Modellierung von Flächenpotenzialen, speziell für Deutschland, zeigt sich außerdem in der Nutzung der Agrarstatistik. Die Agrarstatistik möge für die Modellierung zwar Summenwerte bereitstellen, dahinter verbergen sich jedoch

Prozess der Veränderung des SOC-Gehaltes kontinuierlich in Form einer positiv verzögerten Wachstumskurve über mehrere Jahre verläuft, bis sich ein neues SOC-Gleichgewicht der neuen Landnutzungsform einstellt.

GUO & GIFFORD (2002) ermitteln in ihrer Meta-Studie der Literatur einen durchschnittlichen Kohlenstoffverlust von 59 %. Der stärkste SOC-Verlust trat im Zeitraum 30 bis 50 Jahre nach der Umwandlung zu Acker auf (- 85 %). Liegt der Grünlandumbruch länger als 50 Jahre zurück, konnten sich SOC-Gehalte etwas rehabilitieren, verbleiben aber nach wie vor deutlich unter dem ursprünglichen Kohlenstoffgehalt der Böden (- 50 %).

POEPLAU *et al.* (2011) berechnen in ihrem Modellierungsansatz für die ersten 20 Jahre nach der Landnutzungsänderung eine Umwandlungsverlustrate des relativen SOC-Gehaltes von $36,1 \pm 4,6$ %¹¹. Der modellierte Gesamtbetrachtungszeitraum von 100 Jahren spielte keine Rolle, da bereits nach 17 Jahren ein Zustand des Gleichgewichtes erreicht wird (Poeplau *et al.*, 2011). Ausgehend von einem ursprünglichen Gehalt von 115 t C ha^{-1} ($\pm 66,3$ SD) werden umgerechnet rd. $3,5 \text{ t C ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ durch den Grünlandumbruch freigesetzt¹².

Eine dritte Studie von WIESMEIER *et al.* (2011) unterstützt, wie bereits angeführt, langfristig niedrigere Verluste von 24 % und die Ergebnisse liegen somit im unteren Bereich bisheriger Werte für den Kohlenstoffverlust bei der Umwandlung von Grünland zu Acker.

Kohlenstoffverluste durch Umwandlung von Wald zu Acker

POEPLAU *et al.* (2011) weisen eine Umwandlungsverlustrate des relativen SOC-Gehaltes von 32 ± 20 % bei der Umwandlung von Wald zu AF aus¹³, wobei sich ein neues SOC-Gleichgewicht nach 23 Jahren einstellt. WIESMEIER *et al.* (2011) errechnen einen Rückgang um 8 %.

Zusammenfassend werden die CO₂-Bilanzwerte der Landnutzung auf Grünland- und Ackerflächen in *Tabelle 1* dargestellt und mit einer vereinfachten Bewertung versehen wobei „+“ einem positiven, „-“ einem negativen und „+/-“ einem teils positiven / teils negativen Beitrag zum Klimaschutz entspricht.

mitunter reine Verschiebungen der Landnutzung, z.B. zwischen Acker und Grünland oder auch Änderungen in der Fruchtfolge mit entsprechend Einflüssen im Kohlenstoffkreislauf (Janssens *et al.*, 2005).

¹¹ Angaben ± 95 % Konfidenzintervall

¹² entspr. $12,8 \text{ t CO}_2 \text{ ha}^{-1}\text{a}^{-1}$

¹³ Angaben ± 95 % Konfidenzintervall

Tabelle 1: Kurzzusammenfassung zu CO₂-Bilanzwerten klimarelevanter Landnutzungsoptionen im Bereich Grünland vs. Ackernutzung.

Aktivitätsniveau	Landnutzungsoptionen	Emissionsfaktor ^a CO ₂ [t CO ₂ ha ⁻¹ a ⁻¹] o. [%]		Emissionsfaktor ^b CO ₂ aq [t CO ₂ aq ha ⁻¹ a ⁻¹]		Bewertung ^c
Passiv	Umnutzung DG zu AF					
	- ∅ bis Gleichgewicht	-12,8	(1)			
	- nach 20 J. (modelliert)	-36 % ± 5	(1)			
	- ∅	-59 %	(2)			--
	- nach 30 bis 50 Jahren	-85 %	(2)			
	- nach > 50 Jahren	-50 %	(2)			
	- bis -1 m gemessen	-24 %	(3)			
	AF-Nutzung - mineralischer Boden	-2,6	(4)			
		-3,1	(5)			-
		-3,04 bis 1,13	(6)			
	DG-Beweidung					
	- drainierter Moorboden	-2,2 bis -10,3	(4)			---
Reaktiv	DG-Erhaltung					
	- mineralischer Boden	1,9	(5)			
	- europäischer ∅	0,52	(5)			++
	- Metastudie	2,31 bis -1,81	(6)			

^a Positive Werte entsprechen CO₂-Sequestrierung, negative Werte CO₂-Freisetzung, teilweise errechnet aus C-Angaben; ^b Es werden alle THG berücksichtigt, teilweise errechnet aus C_{aq}-Angaben; ^c + positiver, - negativer, +/- teils positiver / teils negativer Beitrag zum Klimaschutz; ^d Vermeidungsleistung, AF – Ackerfläche, DG - Dauergrünlandfläche.

Quelle: eigene Berechnung und Zusammenstellung nach: ((1) Poeplau *et al.*, 2011; (2) Guo u. Gifford, 2002; (3) Wiesmeier *et al.*, 2011; (4) Janssens *et al.*, 2005; (5) Vleeshouwers u. Verhagen, 2002; (6) Freibauer *et al.*, 2004)

2.2.2 KLIMAWIRKSAMKEIT AUSGEWÄHLTER BEWIRTSCHAFTUNGSMETHODEN ZUR C-SEQUESTRIERUNG

Gemäß Artikel 3.4 des Kyoto-Protokolls können im Bereich LULUCF (Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft) aktive Klimaschutzmaßnahmen in den Sektoren Waldbewirtschaftung, Ackerbau, Weidenutzung und Rekultivierung als THG-Senken anerkannt werden¹⁴ (UNFCCC, 2012). Die dafür notwendigen THG-Inventare für den Bereich Landnutzung werden für Deutschland vom JOHANN HEINRICH VON THÜNEN INSTITUT (vTI) erstellt¹⁵.

Laut UMWELTBUNDESAMT (2011a) kann „eine schonende (nicht-wendende) Bodenbearbeitung [...] einen großen Beitrag zur Minderung des Ausstoßes von Treibhausgasen leisten“. Im folgenden Abschnitt werden einige ausgewählte Bewirtschaftungsmethoden im landwirtschaftlichen Bereich bezüglich ihrer Eignung zur C-Sequestrierung dargestellt. Diese verfolgen zum einen die Strategie, den

¹⁴ “Under Article 3.4 of the Kyoto Protocol, Parties may elect additional human-induced activities related to LULUCF specifically, forest management, cropland management, grazing land management and revegetation, to be included in their accounting of anthropogenic GHG emissions and removals for the first commitment period.” (UNFCCC, 2012)

¹⁵ Das vTI entwickelte eine detaillierte wenngleich komplexe Herangehensweise, um Änderungen der Kohlenstoffvorräte bzw. möglicher Kohlenstoffsequestrierungspotenziale durch LULUCF für Deutschland zu berechnen. Diese fand jedoch nicht Eingang in die Standards des *International Panel for Climate Change* (IPCC), (Freibauer, 2012). Stattdessen werden für Verluste (*C-Flux*) durch Grünlandumbruch Kohlenstoffvorratsunterschiede, d.h. Differenzen zwischen den sog. initialen und finalen Kohlenstoffvorrat (*SOC-Stocks*) ausgewiesen. Ein weiterer grundlegender Kritikpunkt seitens der Wissenschaft bezüglich der Bilanzen für das IPCC ist die Berücksichtigung des Bodenkohlenstoffes lediglich bis in eine Tiefe von 30 cm. Die Treffsicherheit verringert sich darüber hinaus zusätzlich, da die Lagerungsdichten nicht konstant sind.

Kohlenstoffverlust auf der Output-Seite zu minimieren. Die Störung der Bodengesehe soll durch eine pfluglose Bearbeitung bzw. eine Minimalbodenbearbeitung verringert werden. Zum anderen kann der Input an organischem Material, beispielsweise durch Mulchsaat oder eine organische Düngung erhöht werden.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Literaturübersicht zur Klimawirksamkeit ausgewählter Bewirtschaftungsmethoden zur C-Sequestrierung ist in *Anhangstabelle 4* beigefügt.

Pfluglose Bearbeitung / Minimalbodenbearbeitung

VLEESHOUWERS & VERHAGEN (2002) weisen für die Anwendung der pfluglosen Bodenbearbeitung (engl. *zero tillage*) einen Durchschnittswert für die Sequestrierung von $0,25 \text{ t C ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ für Europa aus. SMITH *et al.* (2000 in Freibauer *et al.*, 2004) stellen etwas höhere Werte von durchschnittlich $0,4 \text{ t C ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ für Europa fest¹⁶. Bei Rückkehr zu konventionellen Bodenbearbeitungsverfahren können die aufgebauten C-Vorräte allerdings (wieder) mineralisiert werden, wobei hierzu Langzeiterfahrungen fehlen bzw. noch große Unsicherheiten bestehen.

Mulchsaat

NEUFELDT (2005) nahm für seine Abschätzung jährliche Zunahmen der Mulchsaat um 2 % für die nächsten 20 Jahre an, sodass nach diesem Zeitraum in der Summe 40 % der Ackerfläche entsprechend bewirtschaftet werden. Je nach angewandter Allokationsmethode (IPCC oder UBA) konnten in der Potenzialabschätzung eine Kohlenstoff-Anreicherung zwischen $0,28$ und $0,6 \text{ t C ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ (resp.) erreicht werden¹⁷.

Belassen von Ernte- und Wurzelrückständen

Eine Möglichkeit Einfluss auf den Bodenkohlenstoffgehalt zu nehmen, ist das Belassen von Ernteresten (z.B.: Stroh im Getreideanbau). VLEESHOUWERS & VERHAGEN (2002) messen dieser Methode lediglich einen geringen Beitrag bei und weisen Durchschnittswerte von $0,15 \text{ t C ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ aus. Etwas höher wird der Beitrag von SMITH *et al.* (2000 in Freibauer *et al.*, 2004) eingeschätzt, wonach die potentielle Sequestrierungsleistung $0,7 \text{ t C ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ beträgt¹⁸.

Ausbringen von Gülle

Bekannt ist, dass unterschiedliche Bodenarten stark bezüglich ihres Speichervermögens von SOC variieren. Tonhaltige Böden können Kohlenstoff relativ gut stabilisieren, während sandige

¹⁶ Vereinfacht umgerechnet ergäbe sich eine Rückbindung von rund $0,9 \text{ t CO}_2$ bzw. $1,5 \text{ t CO}_2$ pro Hektar und Jahr. Die Umrechnung von t C in t CO_2 erfolgt mit dem Faktor $3,66$.

¹⁷ Laut Hochrechnung von NEUFELDT (2005) könnten durch die Mulchsaat zusammen mit den anderen Einflüssen 5 bis 14 % der landwirtschaftlichen THG-Emissionen Baden-Württembergs vermieden werden. Dies entspräche einer Rückbindung von $1,0$ bzw. $2,2 \text{ t CO}_2 \text{ ha}^{-1}\text{a}^{-1}$.

¹⁸ Die hieraus berechnete potentielle CO_2 -Rückbindung läge somit im Bereich von $0,5 \text{ t CO}_2 \text{ ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ bzw. $2,6 \text{ t CO}_2 \text{ ha}^{-1}\text{a}^{-1}$.

Böden selbst „nach 100 Jahren“ wenig Bodenkohlenstoff enthalten (Christensen 1996 in Freibauer *et al.*, 2004). Im CESAR-Modell von VLEESHOUWERS & VERHAGEN (2002) werden die Effekte des Ausbringens von Gülle ($10 \text{ t}_{\text{FM}} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$) mit einem Anteil organischer Substanz von 14 %, modelliert. Weiter wurde angenommen, dass davon 50 % im Boden als organische Substanz gebunden werden. Das Ergebnis ergab einen hohen (theoretischen) Massenfluss von $1,5 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$.¹⁹ Deutlich niedrigere Werte werden von SMITH *et al.* (2000; 2001 in Freibauer *et al.*, 2004) angegeben, trotz gleicher Gülleausbringung von 10 t Frischmasse und ähnlich angesetzten Vererdungsraten. Demnach werden jährlich nur $0,4 \text{ t C ha}^{-1}$ gebunden²⁰. Die teilweise systematischen Überschätzungen im CESAR-Modell werden umfangreich in der Literatur diskutiert (Vleeshouwers u. Verhagen, 2002; *ibid.*; Janssens *et al.*, 2005)²¹.

Umwandlung von Acker in Grünland

Bei der Umwandlung von Acker in Grünland kommt es zu einem relativ langsamen aber kontinuierlich verlaufenden Anstieg des SOC über einen Zeitraum von mehr als 120 Jahren (Poeplau *et al.*, 2011). Unter allen von VLEESHOUWERS & VERHAGEN (2002) untersuchten aktiven Managementansätzen zum Klimaschutz in der Fläche zeichnet sich die Umwandlung von Acker zu Grünland als am effektivsten ab. Es wird eine Kohlenstoffspeicherung von durchschnittlich $1,44 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ errechnet.²² Da sich der Verlauf des SOC-Anstiegs jedoch exponentiell entwickelt ist es sinnvoll, zeitlich differenzierte Angaben zum Verlauf heranzuziehen. POEPLAU *et al.* (2011) bestimmen für die ersten 20 Jahre nach der Konversion von Acker zu Dauergrünland einen relativen Anstieg des SOC-Gehaltes um $40 \pm 11 \%$.²³ Dabei gehen sie von einem ursprünglichen SOC-Gehalt von $46,2 \text{ t C ha}^{-1}$ ($\pm 20,7 \text{ SD}$) aus. Nach einhundert Jahren summiert sich der Anstieg auf $128 \pm 23 \%$.²⁴ POEPLAU *et al.* (*ibid.*) kommen aufgrund ihrer Untersuchungen zusammenfassend zu dem gleichen Schluss wie VLEESHOUWERS & VERHAGEN (2002), dass die Einsaat von Dauergrünland die besten Resultate bezüglich der Erhöhung des Bodenkohlenstoffgehaltes erzielt.

Tabelle 2 zeigt eine zusammenfassende Übersicht und eine Bewertung der jeweiligen Landnutzungsoption im Bereich des Ackerbaues.

¹⁹ Somit könnten nach den Berechnungen des CESAR Modells $5,5 \text{ t CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ gebunden werden.

²⁰ entspr. $1,5 \text{ t CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$

²¹ Einer der Gründe dafür, dass CESAR den Kohlenstoffverlust systematisch überschätzt, kommt u.a. daher, dass der Einfluss der Düngung separat betrachtet wird, in der Praxis aber fast alle landwirtschaftlich genutzten Flächen mehr oder weniger stark gedüngt werden (Janssens *et al.*, 2005).

²² Dies entspricht rd. $5,3 \text{ t CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

²³ Angaben $\pm 95 \%$ Konfidenzintervall

²⁴ Angaben $\pm 95 \%$ Konfidenzintervall. Aus den Angaben lassen sich wiederum, stark vereinfacht, jährliche Raten berechnen. In den ersten 20 Jahren steigt der SOC-Gehalt um $5,5 \text{ t CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, im Gesamtzeitraum von 100 Jahren werden durchschnittlich $2,4 \text{ t CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ erreicht.

Tabelle 2: Kurzzusammenfassung zu CO₂-Bilanzwerten klimarelevanter Landnutzungsoptionen verschiedener Ackerbauverfahren.

Aktivitätsniveau	Landnutzungsoptionen	Emissionsfaktor ^a CO ₂ [t CO ₂ ha ⁻¹ a ⁻¹] o. [%]		Emissionsfaktor ^b CO _{2aq} [t CO _{2aq} ha ⁻¹ a ⁻¹]		Bewertung ^c
Passiv	AF-Nutzung	- mineralischer Boden	-2,6 -3,1 -3,04 bis 1,13	(1) (2) (3)		-
		- drainierter Moorboden	-7,7 bis -41,4 -8,1 bis -19,8 -8 bis -60 -38,9 bis -60,5	(1) (3) (4) (5)		---
		- drainierter Moorboden m. Kartoffeln o. Zuckerrüben		-	-23,8 (-13,9 bis -34,8)	(3)
	Aktiv	AF-Nutzung	pfluglose Bodenbearbeitung	0,9 1,5	(2) (3)	
Mulchsaatverfahren			1,0 bzw. 2,2	(6)		++
Belassen von Ernterückständen			0,5 2,6	(2) (3)		++
			Ausbringen von Gülle	1,5 5,5	(3) (2)	
Pro-Aktiv				Umwandlung AF zu DF - Ø - erste 20 bzw. 100 Jahre	5,3 5,5 bzw. 2,4	(2) (7)

^a Positive Werte entsprechen CO₂-Sequestrierung, negative Werte CO₂-Freisetzung, teilweise errechnet aus C-Angaben; ^b Es werden alle THG berücksichtigt, teilweise errechnet aus C_{aq}-Angaben; ^c + positiver, - negativer, +/- teils positiver / teils negativer Beitrag zum Klimaschutz, ^d Vermeidungsleistung, AF – Ackerfläche, DG - Dauergrünlandfläche.

Quelle: eigene Berechnung und Zusammenstellung nach: (1)Janssens *et al.*, 2005; (2)Vleeshouwers u. Verhagen, 2002; (3)Freibauer *et al.*, 2004; (4)UBA, 2011a; (5)UBA, 2012; (6)Neufeldt, 2005; (7) Poelplau *et al.*, 2011)

2.3 SCHUTZ UND WIEDERHERSTELLUNG VON MOOREN

Bei Mooren handelt es sich um Ökosysteme, die unter idealen Bedingungen in der Lage sind, CO₂ dauerhaft zu speichern (Schaller *et al.*, 2010). Moore sind „*kleinräumige Flächen bis hin zu Landschaften, in denen Torf gebildet wird oder Torf oberflächlich ansteht. Es werden damit auch Lebensräume eingeschlossen, in denen noch keine deutlichen Torfschichten vorhanden sind, in denen jedoch eine Torfakkumulation möglich ist. In der Regel ist zumindest die oberste Schicht dieser Naturräume aus Torf aufgebaut.*“ (Succow & Joosten 2001 in Keßler *et al.*, 2011). Moore repräsentieren weltweit betrachtet den größten terrestrischen Kohlenstoffspeicher (Höll *et al.*, 2009). Die erweiterte Definition nach SUCCOW & JOOSTEN (2001 in Keßler *et al.*, 2011) bezieht sich, neben „definierten“ Mooren mit einer organischen Auflage >30 cm, auch auf organische Nässtandorte mit einer organischen Auflage von weniger als 30 cm. Gerade diese Flächen mit geringer Torfmächtigkeit resultieren vielfach aus der langjährigen landwirtschaftlichen Bewirtschaftung.

Ein Großteil der Moore wurde zur Torfgewinnung abgebaut („abgetorft“). Dies geschah in der Vergangenheit überwiegend zur Gewinnung von Brennstoff; heutzutage wird Torf in großen Mengen als Pflanzsubstrat im Erwerbsgartenbau und im häuslichen Bereich, z.B. als Blumenerde, eingesetzt. Moore in Deutschland, insbesondere die Niedermoore, werden nach ihrer Trockenlegung im Zuge der Landnahme überwiegend landwirtschaftlich genutzt, sodass zum einen ihre Natürlichkeit weitestgehend verloren ging, zum anderen der positive Beitrag zum Klimaschutz gestört ist. DRÖSLER (2008) schätzt, dass derzeit zwischen 2,3 und 4,4 % der deutschen Gesamtemissionen anthropogen verursachter THG in den Hoch- und Niedermooren entstehen.

Die Stoffflüsse von Kohlenstoff und verschiedener Treibhausgase (THG) von Moorstandorten, und demzufolge ihre Klimawirksamkeit, wird in Mooren vornehmlich durch den Grad ihrer Natürlichkeit und der Höhe des anstehenden Grundwassers determiniert. Zum einen wird durch das Wachstum von Torfmoosen (*Sphagnen*) atmosphärisches CO₂ aufgenommen und in Form von Biomasse unter anaeroben Bedingungen teilweise als Torf im Moorkörper langfristig gespeichert. Zum anderen wird unter aeroben Bedingungen Torf mineralisiert und CO₂ freigesetzt²⁵. Darüber hinaus emittieren Moore die treibhausrelevanten Spurengase CH₄ und N₂O in erheblichem Umfang. Die C-Mineralisation erfolgt zumeist in Folge der Nutzung. Die Entstehung von N₂O wird ebenfalls durch die Bewirtschaftung und die Düngeintensität beeinflusst. Erfolgt eine Überstauung, kommt es wiederum zu starken CH₄-Ausgasungsprozessen (Drösler, 2008). Dies ist besonders problematisch für die Klimabilanz von Moorstandorten, da CH₄ die 23-fache Klimawirksamkeit (GWP, engl.: *global warming potential*) von CO₂ besitzt. Der Grundwasserstand ist somit ausschlaggebend für einen Torfauf- bzw. abbau und letztlich maßgebend für eine potentielle Kohlenstoffspeicherungsfunktion. Niedermoorflächen zeigen dabei enorme Schwankungen, sodass es für eine fundierte Bewertung noch zu früh erscheint (ibid.).

SOC-Stocks: Die Auswertung von 68 Bodenprofilen bis 1 m Tiefe in Nieder- und Hochmooren durch WIESMEIER *et al.* (2011) ergab durchschnittlich 511 t C ha⁻¹ SOC.

C-Flux: Bedeutungsvoller sind Veränderungen im SOC-Gehalt der Moore. Bewirtschaftete Moorstandorte sind überwiegend Nettoemittenten von THG und dies in relevanten Mengen. So bescheinigt das UMWELTBUNDESAMT (2011a) der Nutzung organischer Niedermoorböden einen signifikanten Beitrag an Emission, beschränkt sich jedoch in der Einschätzung auf CO₂: *“Die Bewirtschaftung von entwässerten organischen (Niedermoor-)Böden führt zu einem raschen Abbau der Kohlenstoffvorräte (8 bis 60 t CO₂ pro Hektar und Jahr) und stellt 32 % der landwirtschaftlichen CO₂-Emissionen in Deutschland dar.“* JANSSENS *et al.* (2005) differenzieren für ihre Abschätzungen in natürliche Mooregebiete, drainierte Mooregebiete und in solche, in denen Torf abgebaut und verwertet wird. Je nach Nutzungsintensität werden dann unterschiedliche Sequestrierungsraten bzw. Verluste zugrunde gelegt. Im natürlichen Zustand liegen diese zwischen 0,2 und 0,5 t C ha⁻¹a⁻¹ (Janssens *et al.*, 2005).²⁶ Etwas niedrigere Werte im Bereich von 0,1 und 0,3 t C ha⁻¹a⁻¹ wurden von CANNELL & MILNE (1995 in Freibauer *et al.*, 2004) angegeben.²⁷ Insgesamt, d.h. unter Berücksichtigung aller THG, wird der Beitrag natürlicher Moore als weitestgehend klimaneutral eingeschätzt (Joosten u. Augustin, 2006).

²⁵ Ein weiterer Effekt der Trockenlegung und fortschreitenden Mineralisation des Torfkörpers ist, dass sich Kohlenstoff in gelöster Form als sog. DOC (engl. *dissolved organic carbon*) erhöht, insbesondere in den Sommermonaten (Höll *et al.*, 2009).

²⁶ entspr. 0,7 bis 1,8 t CO₂ ha⁻¹a⁻¹

²⁷ entspr. 0,4 bis 1,1 t CO₂ ha⁻¹a⁻¹

Die Situation ändert sich dramatisch bei Nutzung von Moorstandorten. Weideflächen auf drainierten Moorböden werden mit einem C-Verlust von 0,6 bis 2,8 t C ha⁻¹a⁻¹ angegeben (Janssens *et al.*, 2005).²⁸ Für Flächen die als Ackerland genutzt werden, liegt dieser Wert generell vielfach höher, zwischen 2,1 und 11,3 t C ha⁻¹a⁻¹ (*ibid.*).²⁹ FREIBAUER *et al.* (2004) berichten von 2,2 bis 5,4 t C ha⁻¹a⁻¹ bei AF.³⁰ Im „Donauried“ wurde zwischen 1951 und 1990 ein Rückgang der Torfmächtigkeit um jährlich 7 mm festgestellt. Dies entspricht einem Kohlenstoffverlust von 5,7 t C ha⁻¹a⁻¹ (Höll *et al.*, 2009).³¹ Das UBA (2012) veranschlagt in den Berechnungen des NIR für das IPCC für die Umwandlung von Niedermoor zu Grünland Faustzahlen von 5,0 t C ha⁻¹a⁻¹³² und für die Umwandlung von Niedermoor zu Acker 11,0 t C ha⁻¹a⁻¹.³³ Die Effekte anderer THG sind noch hinzuzurechnen.

THG-Flux insgesamt: Problematisch bei Angaben zu durchschnittlichen jährlichen Verlusten ist stets, dass diese direkt im Anschluss an eine Landnutzungsänderung zwar sehr gravierend ausfallen, sich im Zeitverlauf jedoch abschwächen. CH₄-Emissionen gehen bei einer Trockenlegung sukzessive zurück, N₂O-Emissionen steigen an und erreichen die zwei- bis zehnfache Menge mineralischer Böden. In der Summe aller THG gehen FREIBAUER *et al.* (2004) von 3,5 (2,2 bis 5,2) t C_{aq} ha⁻¹a⁻¹ bei Grünland, 4,9 (3,3 bis 6,5) t C_{aq} ha⁻¹a⁻¹ bei Ackerland und sogar von 6,5 (3,8 bis 9,5) t C_{aq} ha⁻¹a⁻¹ beim Anbau von Kartoffeln oder Zuckerrüben aus.

Klimaschutz durch Moorrenaturierung bzw. Wiedervernässung

Die Wiedervernässung degradierter Moorstandorte ist gekennzeichnet von einer hohen THG-Dynamik die in drei Phasen abläuft. Zunächst steigen CO₂-Emissionen durch das Verrotten von Pflanzenmaterial während der Anstauphase an. Zwar wird nach „relativ kurzer“ Zeit die CO₂-Senkenfunktion wieder aktiv, jedoch steigen gleichzeitig die CH₄-Emissionen stark an, so dass der Klimaeffekt zunächst negativ ist (Joosten u. Augustin, 2006). In der Zweiten Phase reduzieren sich die Methanemissionen und die CO₂-Speicherung erreicht ihr Maximum. In dieser Phase ist der Klimaeffekt am größten. In der dritten Phase werden die Standorte als weitestgehend klimaneutral bewertet (*ibid.*). Die möglichen THG-Minderungspotenziale sowie die Möglichkeiten einer aktiven THG-Sequestrierung durch Moorrenaturierung sind substanziell, sowohl bezüglich der Möglichkeiten als auch bezüglich der ausgewiesenen Quantitäten in unterschiedlichen Studien.

Das THG-Speicherungspotenzial aus der Renaturierung von Mooren für Baden-Württemberg wurde von NEUFELDT (2005) abgeschätzt. Unter Annahme einer 50%-igen Rena-

²⁸ entspr. 2,2 bis 10,3 t CO₂ ha⁻¹a⁻¹

²⁹ entspr. 7,7 bis 41,4 t CO₂ ha⁻¹a⁻¹

³⁰ entspr. 8,1 bis 19,8 t CO₂ ha⁻¹a⁻¹

³¹ entspr. 20,8 t CO₂ ha⁻¹a⁻¹

³² entspr. 18,3 t CO₂ ha⁻¹a⁻¹

³³ entspr. 40,3 t CO₂ ha⁻¹a⁻¹

turierung in 20 Jahren und einer Fläche von 15.336 ha in Baden-Württemberg könnte sich eine durchschnittliche Reduktion um 1,13 t CO_{2äq} ha⁻¹a⁻¹ nach der Allokationsmethode des IPPC (1997 in *ibid.*) bzw. 12,2 t CO_{2äq} ha⁻¹a⁻¹ nach der Methode des UMWELTMINISTERIUMS MECKLENBURG-VORPOMMERN (2003 in *ibid.*) ergeben. Je nach gewähltem Ansatz unterscheiden sich die Angaben demnach um den Faktor 10. Dabei wirken sich besonders die antagonistischen THG-Emissionen einer CO₂-Speicherung bei gleichzeitig ansteigender CH₄- und N₂O-Ausgasung aus. NEUFELDT (*ibid.*) kommt insgesamt zu der Einschätzung, dass das flächenbezogene Minderungspotenzial für THG aus der Landwirtschaft insgesamt für Baden-Württemberg relativ gering ausfällt – zwischen 0,2 und 2,7 % – da die Gesamtfläche bewirtschafteter Moore mit 15.336 ha relativ gering ist. Das Umsetzungspotenzial dürfte sich somit gravierend von der Situation in Bayern unterscheiden. Die Moorflächen in Bayern werden insgesamt mit rd. 200.000 ha angegeben (StMELF, 2011), wobei davon etwa 10 % als „natürlich“ angesehen werden (BUND, 2010).

Über Erfolg oder Misserfolg bezüglich der Klimawirksamkeit einer Wiedervernässung entscheidet der Grundwasserstand im Jahresverlauf (Drösler, 2008). Im „Donauried“ wurden ehemalige Torfabbauf Flächen, die 1984 wiedervernässt wurden, mit permanent dränierten Flächen verglichen (Höll *et al.*, 2009). Die Untersuchungen der DOC-Konzentrationen kommen zu dem Ergebnis, dass die Moorrenaturierung nur dann erfolgreich verläuft, wenn über die Sommermonate ein Grundwasserstand nahe der Oberfläche gehalten werden kann, da sonst die DOC-Konzentration sogar die Werte von moderat drainierten Moorböden übersteigen können (*ibid.*).

Klimaschutz durch Paludikultur

In den Anbau von Sumpf- und Röhrichtpflanzen in Feuchtgebieten – eine sog. Paludikultur vom lateinischen *palus* „Morast, Sumpf“ – werden große Hoffnungen gesetzt, eine Wiedervernässung und die landwirtschaftlichen Nutzung miteinander zu verbinden. Hierbei sollen positive oder zumindest neutrale Effekte hinsichtlich der THG-Bilanz erzielt werden. Neben der Nutzung von Biomasse aus Sukzessionsbeständen oder der Etablierung von Niederwaldbeständen, beispielsweise durch Anpflanzungen der Schwarz-Erle, kommen insbesondere massenwüchsige Uferpflanzen wie Gemeines Schilf, Breitblättriger Rohrkolben, Rohrglanzgras, Wasserschwaden, oder Ufer-Segge für den Anbau in Frage. Diese können zu ökologischen Baumaterialien verarbeitet (Schilf, Rohrkolben) oder energetisch genutzt werden (im frischen Zustand im Sommer in Biogasanlagen, in getrocknetem Zustand im Winter zur thermischen Verwertung), (Wichtmann u. Schäfer, 2007; Wichtmann, 2007; Wichtmann u. Wichmann, 2010).

Gleichzeitig werden die CO₂-Vermeidungskosten als vergleichsweise niedrig angegeben. Beispielsweise errechnen SCHÄFER & JOOSTEN (2005 in Joosten u. Augustin, 2006) für Schwarz-Erlen-Bestände auf wiedervernässten Moorstandorten Vermeidungskosten von lediglich 1 – 2 € pro Tonne CO₂.

Die sog. „Moorschonende Grünlandbewirtschaftung“ in Form der extensiven Beweidung, wird von einigen Autoren kritisch gesehen. Zum einen ist der Aufwuchs in den Niedermooren gering, zum anderen ist die Futterqualität niedrig. Hierbei wurden Versuche mit Heck-Rindern (einer Rückzüchtung des Hausrindes) und Schafen berücksichtigt (Wichtmann u. Schäfer, 2007). Insbesondere haben sich auf den Flächen Weiden unerwünscht ausgebreitet. In Zukunft sollen auch Wasserbüffel hinsichtlich ihrer Eignung für die Beweidung von Niedermooren untersucht werden.

Table 3 zeigt eine zusammenfassende Übersicht und eine Bewertung der jeweiligen Landnutzungsoption im Bereich der Unterschutzstellung und der angepassten Bewirtschaftung von Moorstandorten.

Table 3: Kurzzusammenfassung zu CO₂-Bilanzwerten klimarelevanter Landnutzungsoptionen im Bereich Moor und Waldschutz.

Aktivitätsniveau	Landnutzungsoptionen	Emissionsfaktor ^a CO ₂ [t CO ₂ ha ⁻¹ a ⁻¹] o. [%]		Emissionsfaktor ^b CO ₂ _{28q} [t CO ₂ _{28q} ha ⁻¹ a ⁻¹]		Bewertung ^c	
Passiv	Umnutzung	Niedermoor zu AF	-40,3 t	(1)	-18,0 (-12,1 bis -23,8)	(2)	---
		Niedermoor zu DG	-18,3 t	(1)	-12,8 (-8,1 bis -19,1)	(2)	---
		Niedermoor zu AF/DG	-20,8 t	(3)			
		Wald zu AF	-32 % ± 20 -8 %	(4) (5)			--
		- drainierter Moorboden	-7,7 bis -41,4	(6)			---
			-8,1 bis -19,8	(2)			
			-8 bis -60	(7)			
	- drainierter Moorboden m. Kartoffeln o. Zuckerrüben	-38,9 bis -60,5	(1)				
	DG-Nutzung	Beweidung - drainierter Moorboden	-2,2 bis -10,3	(6)			---
	Erhaltung	Mooren im natürlichen Zustand	0,7 bis 1,8 0,4 bis 1,1	(6) (2)			++
KUP – vorher AF, vorher DG						?	
Pro-aktiv	Renaturierung von Mooren / Wiedervernässung	bis zu 50	(8)	1,13 (IPPC) 12,2 (UBA Meck.V.)	(9)	+	
	Paludikultur					?	
	Aufgabe der Flächennutzung, Sukzession - vorher AF	1,1 bis 2,2	(2; 10)			++	
	Aufforstung - vorher AF	1,8 bis 5,1	(2)			++	

^a Positive Werte entsprechen CO₂-Sequestrierung, negative Werte CO₂-Freisetzung, teilweise errechnet aus C-Angaben; ^b Es werden alle THG berücksichtigt, teilweise errechnet aus C_{28q}-Angaben; ^c + positiver, – negativer, +/- teils positiver / teils negativer Beitrag zum Klimaschutz, ^d Vermeidungsleistung, AF – Ackerfläche, DG - Dauergrünlandfläche.

Quelle: eigene Berechnung und Zusammenstellung nach: ((1) UBA, 2012; (2) Freibauer *et al.*, 2004; (3) Höll *et al.*, 2009; (4) Poeplau *et al.*, 2011; (5) Wiesmeier *et al.*, 2011; (6) Janssens *et al.*, 2005; (7) UBA, 2011a; (8) StMELF, 2011; (9) Neufeldt, 2005; (10) Guo u. Gifford, 2002)

Von der Moornutzung zum Moorschutz

Ein kurzer naturschutzgeschichtlicher Rückblick zeigt, dass der Moorschutz in den vergangenen 100 Jahren in Deutschland nahezu keine Bedeutung hatte (Succow u. Jeschke, 2008).³⁴ Die Nutzbarmachung und Kultivierung stand im Vordergrund. Mit Beginn des Zweiten Weltkrieges bis in die 50er Jahre hinein, als Heizöl eine weitere Verbreitung fand, stellte der Abbau von „Brenntorf“ eine wichtige Nutzungsform von Mooren dar.

Der Rückgang der Moorflächen war dramatisch. Im Norddeutschen Tiefland und im Alpenvorland – den moorreichen Landschaften in Deutschland – waren laut SUCCOW (2001) ursprünglich 21 % der Landflächen mit Mooren bedeckt. Heute wird der Anteil torfspeichernder Moore in Deutschland auf weniger als 2 % der Landesfläche geschätzt (Jeschke u. Joosten, 2003; Succow u. Jeschke, 2008). In den Mittelgebirgen und im Alpenraum sind einige Regenmoore erhalten geblieben. Die großen Durchströmungsmoore, zu denen beispielsweise auch das „Freisinger Moos“ gehört, wurden nahezu gänzlich melioriert und sind heute überwiegend landwirtschaftlich genutzt.

Seit etwa 30 Jahren hat sich der Schutz von Mooren als wertvolle Ökosysteme stärker innerhalb des Naturschutzes etabliert. Im Rahmen des seit 1979 bestehenden Bundesförderprogramms für Naturschutzgroßprojekte zur „Errichtung und Sicherung schutzwürdiger Teile von Natur und Landschaft mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung“ wurden erst im Laufe der Zeit Projekte in Mooregebieten durchgeführt (Blanke, 2003; BfN, 2012).

In den vergangenen 10 Jahren entwickelt sich der Klimaschutz als neues Leitthema des Moorschutzes. Der BUND FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ (2010), als größte Naturschutz-NGO in Deutschland, widmet sich verstärkt dem Moorschutz als Teilbereich im Naturschutz, jedoch mit klarem Klimabezug. Einige Initiativen, wie die in Deutschland und vorwiegend in den östlichen Transformationsländern tätige MICHAEL-SUCCOW-STIFTUNG (2011), widmen sich ganz ausschließlich dem Moorschutz. Auch die politischen Vertreter der Bundespolitik sind sich dem Risiko der THG-Emission aus Moorböden zunehmend bewusst und es wird an Möglichkeiten der Erfassung und Minderung gearbeitet.

Situation in Bayern

Die Gesamtfläche für Moore in Bayern wird – je nach Quelle – sehr unterschiedlich zwischen 160.000 ha und 220.000 ha angegeben (*Tabelle 4*). Ebenso variiert die anteilmäßige Typisierung

³⁴ Beispielsweise waren im moorreichsten Bundesland Niedersachsen zum Ende des 2. Weltkrieges lediglich zwei Moore als Naturschutzgebiete (NSG) ausgewiesen. 1959 wurde der Naturschutzstatus einer dieser Gebiete aufgehoben und „der Torfindustrie zur Abtorfung zur Verfügung gestellt“ (Schmatzler & Bauerochse 2002 in Succow u. Jeschke, 2008).

der Moore. So schwankt der Anteil der Hochmoorflächen zwischen 12 % und 29 % der landesweiten Moorfläche; die Niedermoorfläche liegt zwischen 68 % und 73 % Flächenanteil (BUND, 2010; StMELF, 2011; Zollner u. Cronauer, 2003).

Tabelle 4: Flächenangaben zu Mooren in Bayern.

	A	B	C
gesamte Moorfläche	220.000 ha	200.000 ha	165.000 ha
Anteil an der Landesfläche	3,1 %	2,8 %	2,3 %
Hochmoore (Verteilung)	64.000 ha (29 %)	23.000 ha (12 %)	45.000 ha (27 %)
Übergangsmoore (Verteilung)	3.000 ha (1 %)	–	–
Niedermoore (Verteilung)	150.000 ha (68 %)	92.000 ha (46 %)	120.000 ha (73 %)
Anmoore	–	84.000 ha (42 %)	-

Quelle: eigene Zusammenstellung nach ([A] BUND, 2010; [B] StMELF, 2011; [C] Zollner u. Cronauer, 2003)

Erstmals wurden die Moore in Bayern in der Moorkartierung durch die Königlich Bayerische Moorkulturanstalt in den 1920er und 30er Jahren flächendeckend erfasst (Keßler *et al.*, 2011). Hierbei standen die landwirtschaftliche Nutzbarmachung und die Möglichkeiten des Torfabbaus im Vordergrund. Im Bayerischen Gesetz zur Torfwirtschaft („Torfwirtschaftsgesetz“) vom 25.02.1920 und im Bayerischen Ödlandgesetz vom 06.03.1923 wurden die Flächeneigentümer, teilweise unter Androhung einer Enteignung, zur Moorkultivierung verpflichtet (Zollner u. Cronauer, 2003).

Ab dem Jahr 1982 wurden Moore in Bayern durch das Bayerischen Naturschutzgesetz unter Schutz gestellt (*ibid.*). Allerdings bedeuteten erst die Beschlüsse des Landtags vom Dezember 1988, den Torfabbau auf Staatsgrund einzustellen und die Moore zu schützen, das Ende des industriellen Torfabbaus in Bayern (Keßler *et al.*, 2011). 1990 wurde im Waldbereich ein Renaturierungskonzept für gestörte Moore durch die Bayerische Forstverwaltung entwickelt³⁵ (Zollner u. Cronauer, 2003).

Seit den 90er Jahren bis heute wurden und werden in Bayern mehrere Naturschutzgroßprojekte unter fachlicher Federführung des BfN durchgeführt. Im Förderzeitraum 1992 bis 2003 wurde beispielsweise das „Murnauer Moos“ mit einem Finanzvolumen von 17,8 Mio. € durch das BMU, den Freistaat Bayern und den Landkreis Garmisch-Partenkirchen gefördert (BfN, 2012). Im Jahr 2000 wurde mit der naturschutzfachlichen Moorzustandserfassung in Bayern begonnen (LfU, 2011b). Diese beinhalten auch Angaben zur Moornutzung, möglichen Gefährdung und Leistungen in der Moornaturierung. Das LfU (2011b) hat darauf aufbauend im Jahr 2003 das Moorentwicklungskonzept Bayern (MEK) geschaffen. *„Die praktische Umsetzung des Moorschutzes erfolgt durch die Naturschutz- und Forstbehörden sowie die Naturschutz- und Landschaftspflegeverbände mit unterschiedlichen Förderungen angelehnt an das Arten- und Biotopschutzprogramm (ABSP).“* Ziel des MEK

³⁵ Laut ZOLLNER & CRONAUER (2003) befinden sich knapp 14.3000 ha der bayerischen Moorfläche im Zuständigkeitsbereich der Bayerischen Forstverwaltung.

ist „insbesondere auch eine Reduktion an Treibhausgasen zu bewirken.“ (ibid.) In einem aktuellen Naturschutzgroßprojekt werden in den Landkreisen Ostallgäu und Oberallgäu im Projekt „Allgäuer Moorallianz“ eine Vielzahl weitestgehend naturnaher Moore im Alpenvorland unterstützt. Für den Projektzeitraum von 2009 bis 2020 sind hierfür insgesamt Fördermittel in Höhe von 7,2 Mio. € vorgesehen (BfN, 2012).

Die derzeitigen politischen Ziele in Bayern beziehen den Moorschutz und insbesondere die Moorrenaturierung in die Bemühungen zum Klimaschutz mit ein. Dabei beruft sich die Bayerische Staatsregierung auf ein Sequestrierungspotenzial von bis zu 50 t CO₂ ha⁻¹ a⁻¹ (StMELF, 2011). Seit 2008 wurden nach eigenen Angaben etwa 8 Mio. € in die Renaturierung von über 30 Mooren investiert³⁶. Bis 2020 sollen insgesamt mindestens 50 Moore renaturiert werden. Die Mittel stammen aus dem „Klimaprogramm Bayern 2020“ (KLIP) und die fachliche Betreuung im Rahmen des „Bayerischen Moorschutzprogramms“ liegt beim LfU.

Zwischenfazit zum Moorschutz

Da Moore unter günstigen Umständen eine natürliche Kohlenstoffsенке darstellen können, folgt der Schluss, dass deren Schutz und (Re-)Aktivierung positiv zum Klimaschutz beitragen würden. FREIBAUER *et al.* (2004) kommen zu dem Fazit, bezüglich der Kohlenstoffsequestrierung eher die Unterschützstellung von bestehenden Mooregebieten zu forcieren, statt den Bodenkohlenstoff durch Managementmaßnahmen möglicherweise kurzfristig erhöhen zu wollen. So empfiehlt das UMWELTBUNDESAMT (2011a): „Der Verzicht der Bewirtschaftung bzw. eine extensive Nutzung (einschließlich angepasster Wiedervernässung) solcher Standorte [...] können dort einen großen Beitrag zur Minderung des Ausstoßes von Treibhausgasen leisten“. Allerdings wären eine großflächige Unterschützstellung bzw. notwendige Rekultivierungen mit teils massiven Auswirkungen auf die heutigen Bewirtschafter verbunden. Es stellt sich daher die Frage, inwiefern durch den Schutz weitestgehend natürlich erhaltener Moore oder die Wiederherstellung der CO₂-Speicherfähigkeit anthropogen überprägter Moore, ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden kann. Die Umsetzung hängt von den ökonomischen und politischen Möglichkeiten und insbesondere von den Einstellungen der Flächennutzer zur Sache ab. Für die Themenstellung zu Klimaschutzaspekten bzw. -möglichkeiten in der Landnutzung werden daher die Einstellungen der Landnutzer und der regionalen Stakeholder zum Moorschutz im Teil C der vorliegenden Arbeit dokumentiert und bewertet.

2.4 ANBAU UND NUTZUNG NACHWACHSENDER ROHSTOFFE ZUR ENERGIEERZEUGUNG

2.4.1 KLIMAWIRKSAMKEIT DES ANBAUS NACHWACHSENDER ROHSTOFFE

CO₂-Emissionen, die bei der Verbrennung von Biomasse oder Biogas aus nachwachsenden Rohstoffen entstehen, werden nicht in die CO₂-Bilanz eingerechnet, da der freiwerdende Koh-

³⁶ Insgesamt wurden im Rahmen des „Klimaprogramm Bayern 2020“ (KLIP) zwischen 2008 und 2011 rd. 350 Mio. € für Klimaschutzmaßnahmen bereitgestellt (StMELF, 2011).

lenstoff zuvor durch das Pflanzenwachstum aus der Atmosphäre gebunden werden konnte. Allerdings spielen die Anbauform, die Flächenintensität und der Standort nachwachsender Rohstoffe eine bedeutende Rolle in der Freisetzung von THG. Neben CO_2 sind hierbei CH_4 und N_2O für die Einschätzung zur Klimabilanz einzubeziehen.

Der WISSENSCHAFTLICHE BEIRAT AGRARPOLITIK (WBA u. BMELV, 2008) hat in einem Gutachten zu erneuerbaren Energien verschiedene energetische Verwertungsoptionen nachwachsender Rohstoffe und deren Bereitstellung untersucht und verglichen. In *Abbildung 4* sind die Vermeidungsleistungen verschiedener Bioenergie-Linien in $\text{CO}_{2\text{äq}} \text{ ha}^{-1}$ dargestellt.

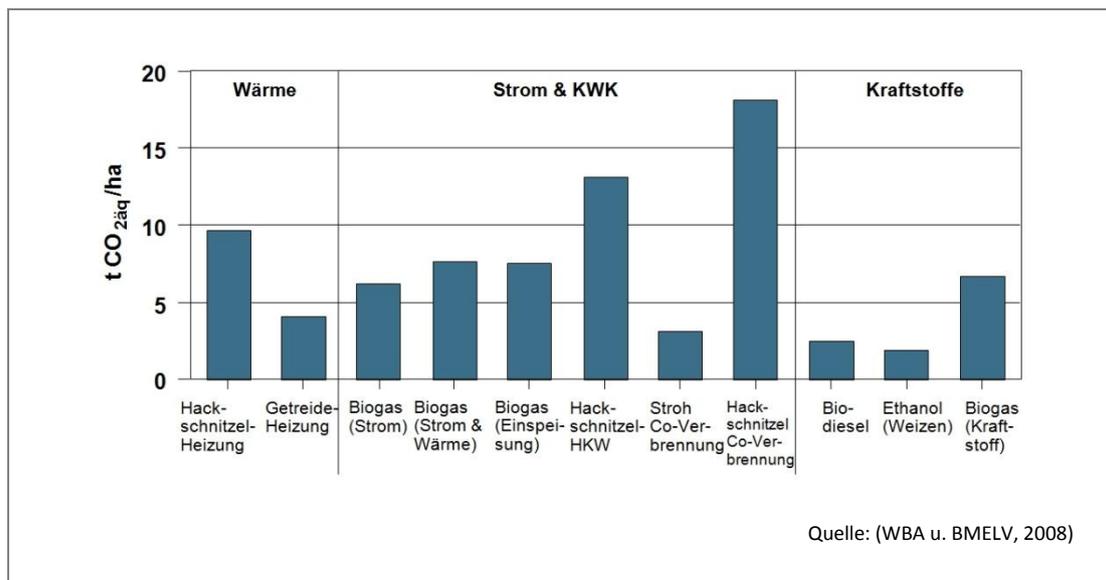


Abbildung 4: CO_2 -Vermeidungsleistung der Nutzung nachwachsender Rohstoffe.

Wird die flächenbezogene Vermeidungsleistung je Tonne $\text{CO}_{2\text{äq}}$ betrachtet, so schneidet die Co-Verbrennung von Holz hackschnitzeln mit $18,2 \text{ t CO}_{2\text{äq}} \text{ ha}^{-1}$ und die Verbrennung von Hackschnitzeln mit $13,1 \text{ t CO}_{2\text{äq}} \text{ ha}^{-1}$ am besten ab (ibid.). Im Mittelfeld liegen Hackschnitzelheizungen zur Wärmeherzeugung ($9,7 \text{ t CO}_{2\text{äq}} \text{ ha}^{-1}$), Biogasproduktion für eine kombinierte Strom- und Wärmeerzeugung ($7,6 \text{ t CO}_{2\text{äq}} \text{ ha}^{-1}$), Biogas zur Einspeisung ($7,5 \text{ t CO}_{2\text{äq}} \text{ ha}^{-1}$), BTL aus Biogas ($6,7 \text{ t CO}_{2\text{äq}} \text{ ha}^{-1}$), und Biogas zur reinen Stromproduktion mit $6,2 \text{ t CO}_{2\text{äq}} \text{ ha}^{-1}$ (ibid.). Relativ niedrige flächenbezogene $\text{CO}_{2\text{äq}}$ -Einsparungen werden durch die Bioenergie-Verwertungslinien Getreideheizung zur Wärmeherzeugung ($4,0 \text{ t CO}_{2\text{äq}} \text{ ha}^{-1}$), Co-Verbrennung von Stroh ($3,0 \text{ t CO}_{2\text{äq}} \text{ ha}^{-1}$), Biodieselproduktion auf der Basis von Raps ($2,5 \text{ t CO}_{2\text{äq}} \text{ ha}^{-1}$) und der Kraftstoffproduktion aus Ethanol auf der Basis von Weizen $1,8 \text{ t CO}_{2\text{äq}} \text{ ha}^{-1}$ erreicht (*Abbildung 4*), (ibid.).

Auch für den Anbau nachwachsender Rohstoffe werden die Werte der emittierten THG zusammenfassend in *Tabelle 5* dargestellt. Die Bewertung zeigt, dass lediglich der Nutzung von Holz in Form von Hackschnitzeln ein uneingeschränkt positiver Beitrag zum Klimaschutz zugeschrieben werden kann. Allen anderen Anbauformen hängt der Beitrag zum Klimaschutz von

den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten, insbesondere der Vornutzung, sowie den angewandten Verfahren ab.

Tabelle 5: Kurzzusammenfassung zu CO₂-Bilanzwerten klimarelevanter Landnutzungsoptionen im Bereich des Anbaus nachwachsender Rohstoffe.

Aktivitätsniveau	Landnutzungsoptionen	Emissionsfaktor ^a CO ₂ [t CO ₂ ha ⁻¹ a ⁻¹] o. [%]		Emissionsfaktor ^b CO _{2äq} [t CO _{2äq} ha ⁻¹ a ⁻¹]		Bewertung ^c
Aktiv	NaWaRo-Anbau	Mais f. Biogas ^d - KWK		7,6	(1)	+/-
		- Einspeisung		7,5		
		- BTL		6,7		
		- Strom		6,2		
		Raps ^d - Biodiesel		2,5	(1)	+/-
		Getreide ^d - Wärme		4,0	(1)	+/-
- Co-Verbrennung Stroh		3,0	(1)			
- Ethanol zu Benzin		1,8	(1)			
Hackschnitzel ^d - pur f. Strom		13,1	(1)	++		
- Co-Verbrennung f. Strom		18,2	(1)			
- Wärme		9,7	(1)			
	KUP – vorher AF, vorher DG					?

^a Positive Werte entsprechen CO₂-Sequestrierung, negative Werte CO₂-Freisetzung, teilweise errechnet aus C-Angaben; ^b Es werden alle THG berücksichtigt, teilweise errechnet aus C_{äq}-Angaben; ^c + positiver, – negativer, +/- teils positiver / teils negativer Beitrag zum Klimaschutz, ^d Vermeidungsleistung, AF – Ackerfläche, DG - Dauergrünlandfläche.

Quelle: eigene Berechnung und Zusammenstellung nach: ((1) WBA u. BMELV, 2008)

Werden die Vermeidungskosten der unterschiedlichen Nutzungsformen nachwachsender Rohstoffe je Tonne CO_{2äq} betrachtet, so variieren diese stark. Bei Biokraftstoffen waren die größten Varianzen festzustellen (ibid.). Verhältnismäßig günstig fallen die Kosten für Heizungen auf Holzhackschnitzelbasis zur reinen Wärmeproduktion aus. Im Bereich der kombinierten Strom- und Wärmeproduktion treten Holzhackschnitzel-Kraftwerke, Biogasanlagen auf Basis von Gülle und die Co-Verbrennung von Stroh oder Holzhackschnitzeln mit Kosten zwischen - 11 und 68 € je t CO_{2äq} hervor. Ungünstig bezüglich der CO₂-Vermeidungskosten sind Biogasanlagen auf Basis von Mais einzuschätzen, wobei hier Anlagen zur reinen Stromproduktion teurer waren als Anlagen, wo Abwärme genutzt wird (zwischen 378 € für Strom, bis 267 € je t CO_{2äq} für Strom und Wärme). Ebenfalls sehr teuer bezüglich der THG-Vermeidung ist die Ethanolherstellung aus Weizen mit Kosten von 459 € je Tonne vermiedenes CO_{2äq} (ibid.).

Die teilweisen hohen Kosten werden durch staatliche Eingriffe über Transferzahlungen bzw. Subventionen aufgefangen. Diese liegen zum Teil auch über den Erzeugungskosten (ibid.).

Neben der erhofften Verringerung der Abhängigkeit vom Weltmarkt und der Schaffung neuer Einkommensmöglichkeiten im ländlichen Raum war der Beitrag zum Klimaschutz Grundgedanke in der Etablierung und Förderung nachwachsender Rohstoffe zur Energieerzeugung. *Abbildung 4* und der Überblick in *Tabelle 5* zeigen, dass der Beitrag zum Klimaschutz sehr differenziert ausfällt. Durch den Anbau nachwachsender Rohstoffe ergibt sich jedoch auch für den Naturschutz und die Wasserwirtschaft eine Reihe von Chancen und es lassen sich prinzipiell Synergieeffekte erzielen. Dies gilt generell, wenn über die Flächennutzung bzw. durch die Aufwuchsverwertung eine Verbesserung gegenüber dem Ausgangszustand erreicht wird bzw. naturschutz-

fachlich wertvolle Ausprägungen erhalten oder neu geschaffen werden. Im Einzelnen kann dies etwa der Fall sein, wenn:

- in Gebieten mit zurückgehender Milchviehhaltung die Grünlandnutzung aufrechterhalten wird und nicht umgebrochen wird (z.B. durch Aufwuchsverwertung von Grünlandflächen);
- Anbausysteme gewählt werden, die den Aufwuchs von naturschutzfachlich bedeutsamen Flächen, z.B. Ackerstreifen und Kleinstrukturen, durch Mitverwertungsmöglichkeiten einbeziehen;
- ein besserer Boden- und Erosionsschutz gewährleistet wird, u. a. durch längere Bodenbedeckung; dadurch kann auch hinsichtlich des Gewässerschutzes für Grund- und Oberflächengewässer eine Verbesserung erzielt werden;
- der Einsatz von Pestiziden und Düngemitteln gegenüber herkömmlicher Nutzung reduziert wird (z.B. bei der Erzeugung von GPS Verzicht auf die N-Spätdüngung zur Erhöhung des Eiweißgehalts bei Brotgetreide, Verzicht auf Düngung in Kurzumtriebskulturen, etc.);
- die Anbausysteme in die bestehende Charakteristik und Eigenart des jeweiligen Landschaftsraumes eingebunden werden, z.B. hinsichtlich Kulturformen, Schlaggrößen, Aufwuchshöhen;
- die Anbausysteme zu einer Strukturanreicherung in der Landschaft beitragen, z.B. durch Anpflanzen von Kurzumtriebskulturen mit standortgerechten Gehölzen in intensiv genutzten Ackerlandschaften, und dadurch die Biotopvernetzung gefördert wird;
- Mischkulturen (z.B. Sonnenblumen-Mais-Anbau) angebaut werden, Fruchtfolgen erweitert werden (z.B. mit Leguminosen) und Zwischenfrüchte verstärkt zum Einsatz kommen;
- heimische Arten, ggf. auch alte Kulturarten (z.B. Lein), verstärkt eingesetzt werden;
- bei der Landschaftspflege anfallendes Material einer sinnvollen Verwertung zugeführt wird (z.B. Heuwerbung und Mitvergärung in Biogasanlagen; Verarbeitung von Heckenchnitt zu Hackschnitzeln oder Pellets für die thermische Verwertung);

Diese genannten Chancen und potenziellen Synergien sollten noch stärker ausgeschöpft werden (vgl. SRU, 2007); es ist daher notwendig, diese durch entsprechende Handlungsanreize aktiv zu fördern.

2.4.2 STAND UND TRAGWEITE DER ENERGETISCHEN BIOMASSENUTZUNG

Die Rolle erneuerbarer Energien allgemein

In den vergangenen 15 Jahren haben die erneuerbaren Energien insgesamt in Deutschland stark an Bedeutung gewonnen, insbesondere auch für die Landwirtschaft, durch den Anbau nachwachsender Rohstoffe. Finanzielle Anreize auf nationaler Ebene im Rahmen der Umwelt-

und Klimaschutzpolitik übten einen besonders starken Einfluss auf die Landwirtschaft aus und führten zu einem maßgeblichen Anstieg des Anbaus von Energiepflanzen. An erster Stelle ist hierbei das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) zu nennen, das in seiner ersten Fassung im Jahr 2000 verabschiedet wurde. Daran schlossen sich weitere Novellierungen des EEGs 2004 (EEG-04), 2009 (EEG-09) und zuletzt 2012 (EEG-12) an. Insbesondere seit Inkrafttreten des EEG-04 konnte eine signifikante Zunahme des Energiepflanzenanbaus in Deutschland beobachtet werden.

Werden alle Energiebereiche betrachtet (Strom, Wärme, Kraftstoffe), so betrug der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Endenergieverbrauch (EEV) 2010 rd. 11,3 % (vgl. *Abbildung 5*), (BMU u. AGEE-Stat, 2012).

Mit Abstand den größten Beitrag – etwa 71 % im Erneuerbaren-Energie-Mix – leistet die Biomasse (im weiteren Sinne). Diese umfasst nach der Definition des BMU und der ARBEITSGRUPPE ERNEUERBARE ENERGIEN-STATISTIK (2012), feste, flüssige, gasförmige Biomasse, biogene Anteile des Abfalls sowie Deponie- und Klärgas.

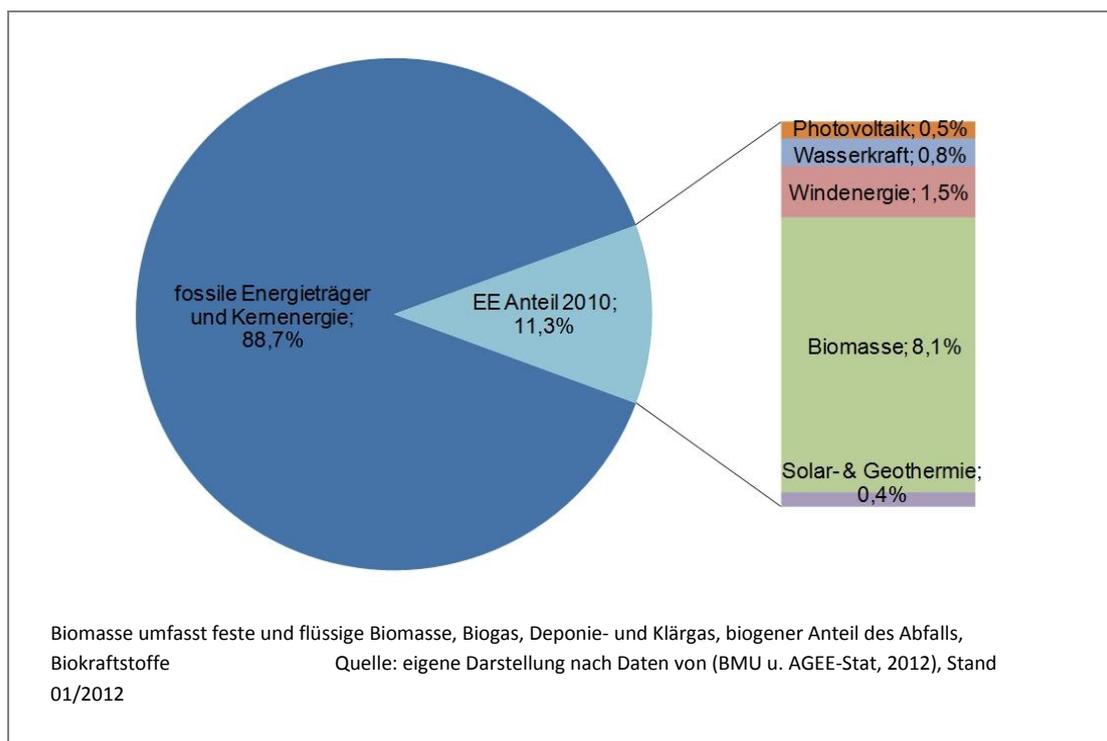


Abbildung 5: Die Primärenergieversorgung in Deutschland 2010 und Anteile der erneuerbaren Energien.

In Bayern spielen die erneuerbaren Energien generell – gemessen am Durchschnitt von Deutschland – eine ähnliche Rolle. Nach Angaben der BAYERISCHEN STAATSRREGIERUNG (2010) wurde bis 2010 ein Anteil von rd. 11 % am Primärenergieverbrauch (PEV) und rd. 25 % Anteil an der Stromerzeugung erreicht. Bis 2020 sollen diese Anteile auf 16 % bzw. 30 % ansteigen.

Biomasse hat für die Energieproduktion in Bayern ebenfalls einen vergleichsweise hohen Stellenwert. 7 % des EEV wird aus Biomasse erzeugt (ibid.). Bis 2021 soll der Biomasse-Anteil auf 9 % ausgedehnt werden. Ein signifikanter Anteil der Energieerzeugung im Bereich der erneuerbaren Energien ist daher aufgrund der Biomassennutzung in der Land- und Forstwirtschaft angesiedelt (StMELF, 2010). Darüber hinaus befinden sich auch andere Formen der erneuerbaren Energien, wie Fotovoltaik- und Solaranlagen, auf landwirtschaftlichen Gebäuden. Ein bedeutender Anteil der häuslichen Wärmeerzeugung auf dem Land erfolgt über den Rohstoff Holz und auch die Standorte von Windkraftanlagen liegen überwiegend auf landwirtschaftlichen Flächen.

Stromversorgung aus Biomasse

Wird die Stromerzeugung in Deutschland aus erneuerbaren Energien betrachtet (104,3 Mrd. kWh im Jahr 2010, entspricht 17,1 % des Bruttostromverbrauchs Deutschlands), so liegt die Biomasse (inkl. biogener Teil des Abfalls) mit einem Anteil von 32,5 % zwischen der Windkraft (36,2 %) und der Wasserkraft (20,1 %). An vierter Stelle – mit einem Anteil von 11,2 % – hat sich die Fotovoltaik etabliert (BMU u. AGEE-Stat, 2012).

Der Bereich Stromproduktion aus Biomasse kann in den Bereich Rest- und Abfallstoffe und nachwachsende Rohstoffe (NaWaRo) unterschieden werden. Über drei Viertel des Stromes kommt hierbei aus NaWaRo (vgl. *Abbildung 6*).

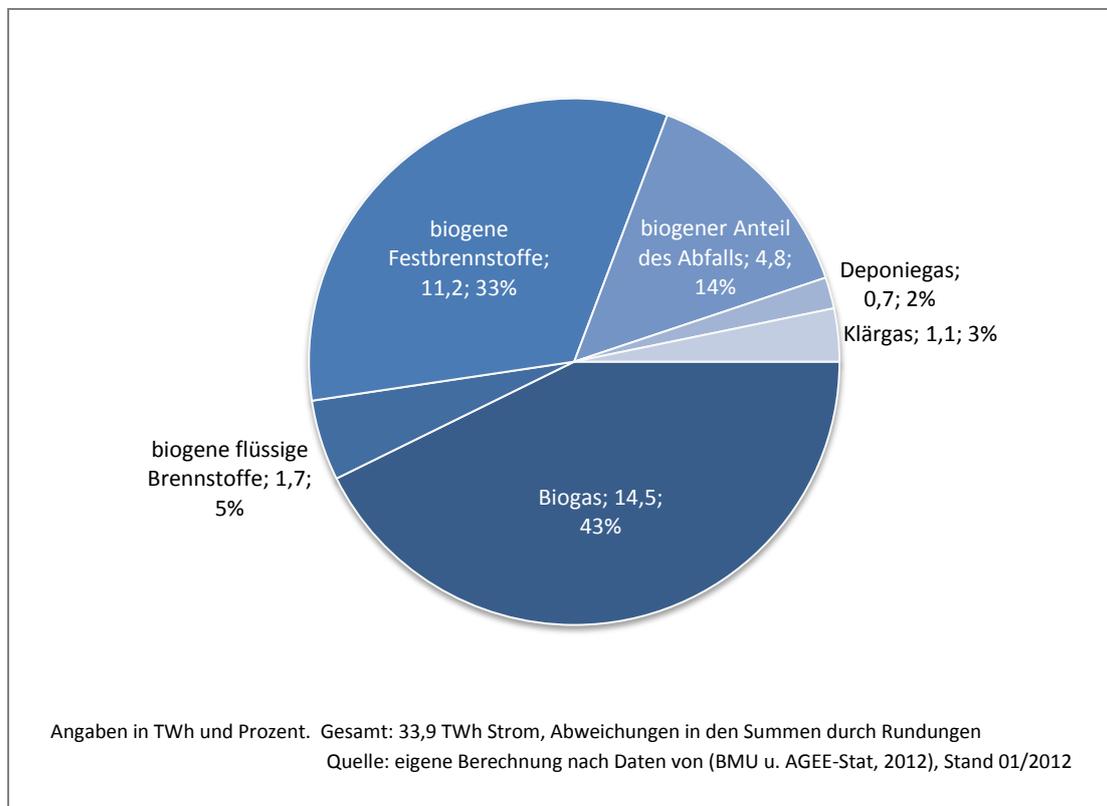


Abbildung 6: Aufteilung der Stromversorgung in Deutschland 2010 im Bereich Biomasse.

Eine besondere Bedeutung, mit 43 % des Stromes aus Biomasse, kommt den Biogasanlagen zu (ibid.). Zum einen aufgrund eines multiplen Beitrags zur Strom-, Wärme- und Gasversorgung, zum anderen aufgrund weitreichender strukturpolitischer Auswirkungen der Biogaserzeugung im Landwirtschaftsbereich bzw. im ländlichen Raum allgemein. Darüber hinaus sind eine Reihe von teils negativen Begleiterscheinungen für Umwelt und Landschaft im Zusammenhang mit der Biogasnutzung aufgetreten. Bereits mit den Anpassungen zum EEG-09 sollten daher vor allem kleinere Biogasanlagen, die Gülle einsetzen, gestärkt werden, sowie Betriebe, die nachweislich die Abwärme nutzen. Der 2009 eingeführte Gülle-Bonus und der angehobene NaWaRo-Bonus bei Anlagen kleiner 500 kW_{el} stellten allerdings zusätzliche Anreize zur Biogasproduktion dar. 2010 wurde eine Gesamtzahl von 5.900 Biogasanlagen erreicht (vgl. *Abbildung 7*). Im Laufe des Jahres 2011 sind nach Verbandsangaben über 1.400 Biogasanlagen neu ans Stromnetz gegangen (FvB, 2012). Somit hat sich zum Jahresende 2011 der Bestand in Deutschland auf rd. 7.320 Biogasanlagen erhöht (elektrische Gesamtleistung ~3 GW_{el}). In der Diskussion zur Gesetzesnovelle zum EEG-12 (seit 01.01.2012 in Kraft), war die Biogasproduktion wiederum Schwerpunktthema, da in diesem Bereich sowohl von der Öffentlichkeit als auch von Seiten der Politik „*Probleme und Schwachstellen wahrgenommen wurden*“ (Emmann *et al.*, 2012). Aufgrund der neuerlichen Rahmenbedingungen seitens des EEG wird für das Jahr 2012 ein Abflauen des Anlagenbaus mit rd. 270 und 2013 mit rd. 290 neuen Biogasanlagen prognostiziert, sodass Ende 2013 die Leistung auf insgesamt ~3,4 GW_{el} ansteigen würde (FvB, 2012).

An zweiter Stelle der biomassebasierten Stromproduktion stehen biogene Festbrennstoffe (~33 %). An dritter Stelle kommt der biogene Anteil des Abfalls (~14 %). Die Nutzung biogener flüssiger Brennstoffe liegt bezüglich des Umfangs in einem ähnlichen Bereich wie Deponie- und Klärgas zusammengefasst (vgl. *Abbildung 6*). Derzeit werden etwa 6 % des Stromverbrauchs in Bayern aus Biomasse gewonnen. Ziel der BAYERISCHEN STAATSRREGIERUNG (2011) ist es, bis zum Jahr 2021 den Stromanteil auf 10 % zu steigern.

Im Bereich Biogasnutzung besitzt Bayern eine führende Position (32,4 % in 2011). Seit dem EEG-04 hat sich der Anlagenbestand in Bayern auf etwa 2.372 Anlagen zum Jahresende 2011 mehr als verdreifacht (LfL, 2011; FvB, 2012). 2011 beträgt die installierte elektrische Gesamtleistung 674 MW_{el}. (entspr. ~22 % v. Dt.). Deutliche Sprünge sind jeweils mit Inkrafttreten von EEG-Novellen zu verzeichnen (2004 und 2009, vgl. *Abbildung 7*). So berichtet der FACHVERBAND BIOGAS E.V. (2010; 2012). von einer starken Zunahme der Neuinstallation in Bayern von etwa 300 Biogasanlagen im Jahr 2009 im Zuge des EEG-09 und im Jahr 2011, diesmal bereits vor Inkrafttreten der erneuten Novelle zum EEG-12.

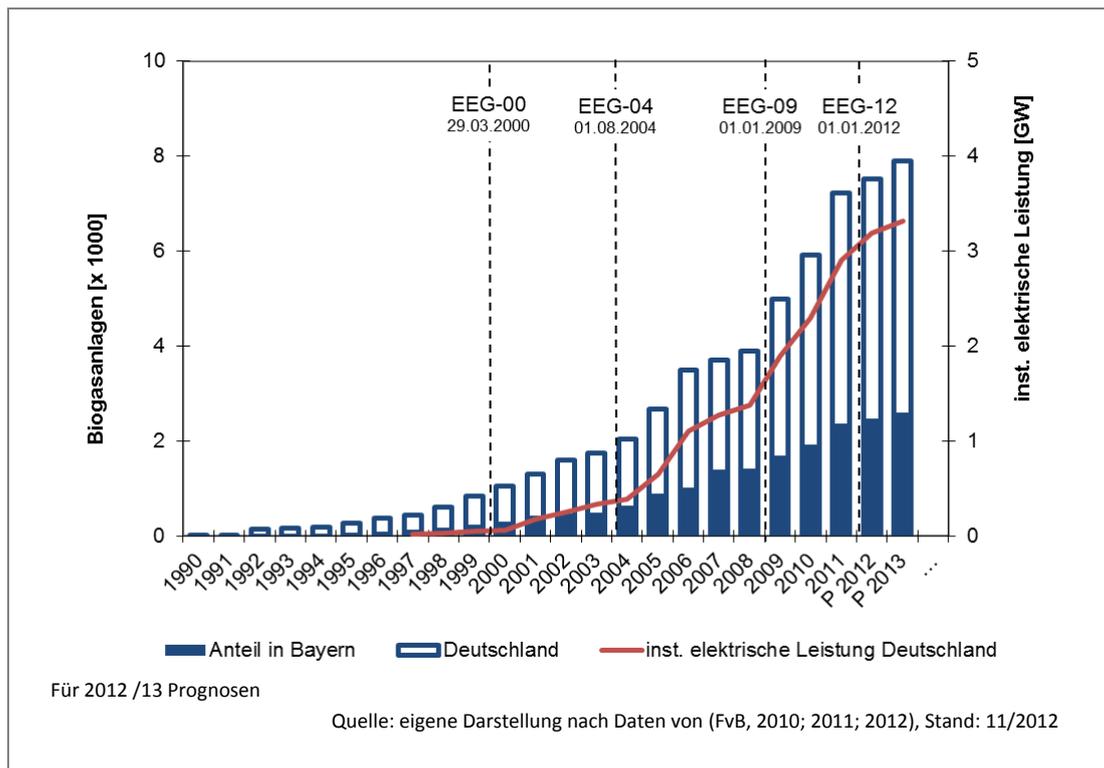


Abbildung 7: Entwicklung der Biogaserzeugung in Deutschland und Anteil in Bayern.

Gasversorgung aus Biomasse

Mit dem EEG-12 wird die Einspeisung von Biogas in das Gasversorgungsnetz weiter an Bedeutung gewinnen, wobei hier insbesondere Großanlagen bzw. Anlagenparks zum Zuge kommen werden. Derzeit liegt der Bestand an sog. Biogasanlagen zur Biomethanproduktion, verglichen mit der Gesamtzahl von 7.100 Biogasanlagen bundesweit, noch auf einem relativ niedrigen Niveau. 2010 wurden 52 Biomethananlagen gezählt, mit einer Aufbereitungskapazität von rd. $34.000 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ i.N. Biomethan in Erdgasqualität. Für das Jahr 2011 prognostizierte die FNR (2011b) insgesamt 107 Anlagen mit einer Kapazität von $68.100 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ i.N. Mit diesem Anlagenbestand könnten 570 Mio. m^3 i.N. fossiles Erdgas substituiert werden.

Wärmeversorgung aus Biomasse

Im Wärmebereich erzielt die Biomasse in Deutschland laut BMU & AGEE-STAT (2012) einen Anteil von über 87 % an der Versorgung aus erneuerbaren Energiequellen, wobei Holz mit Abstand der bedeutendste Bioenergieträger ist. Insbesondere Scheitholz, Holzhackschnitzel und Holzpellets sind hierbei ausschlaggebend. Auch die Wärmenutzung in Biogasanlagen hat eine gewisse Relevanz, die mit den Vorgaben im EEG-12 noch weiter steigen wird. Solar- und Geothermie spielen im Wärmemarkt mit einem Anteil von jeweils weniger als 4 % eine untergeordnete Rolle (ibid.).

Bayern nimmt im Bereich der Wärmenutzung ebenfalls eine Vorreiterrolle innerhalb Deutschlands ein. Mehr als 2.200 größere Biomassekessel ab 150 kW Nennwärmeleistung sind in

Bayern registriert (StMELF, 2010). Vor allem Holzhackschnitzelheizungen (Heizkraftwerke und kommunale Heizanlagen) auf der Basis von Durchforstungs- und Waldrestholz sind derzeit stark verbreitet.³⁷ Darüber hinaus werden auch vermehrt Scheitholz und Holzpellets aus diesen Holzsegmenten in Einzelfeuerstätten zur Wärmeerzeugung eingesetzt. Dagegen befinden sich Kurzumtriebskulturen zur Brennstoffproduktion noch größtenteils im Versuchsanbau.

Der Bestand an sog. Kleinfeuerungsanlagen (z.B. Kaminöfen, Scheitholz- und Pelletheizungen) ist in den vergangenen Jahren auf über 2 Mio. Anlagen in Bayern angestiegen, davon laufen rd. 400.000 Anlagen auf Stückholz- und Hackschnitzelbasis (StMELF, 2010). Besonders stark zugenommen hat die Anzahl der Pelletheizungen mit ca. 62.000 installierten Heizungen bis 2011. Dies entspricht rd. 40 % aller Pelletanlagen in Deutschland (DEPI, 2012). Da es mittlerweile zu Nutzungskonkurrenzen zwischen der Pelletherstellung und der stofflichen Nutzung (insb. Spanplattenindustrie) gekommen ist, ist langfristig die Nutzung anderer Holzquellen notwendig, um den steigenden Bedarf zu decken. 2009 stammte bereits etwa 30 % des eingesetzten Rohstoffs aus sog. Rohholzsortimenten und nicht mehr aus Rest- und Abfallholz der Holzindustrie (ibid.). Aus Sicht der Politik sollen hier Kurzumtriebskulturen mit schnellwachsenden Hölzern auf landwirtschaftlich genutzten Flächen³⁸ eine gewisse Entlastung bringen (Emmann *et al.*, 2012).

Kraftstoffversorgung aus Biomasse

Biokraftstoffe umfassen den sog. Biodiesel, der durch Veresterung pflanzlicher Öle und tierischer Fette hergestellt wird und Bio-Ethanol, das aus zuckerhaltigen Kulturen wie der Zuckerrübe bzw. aus stärkehaltigen Kulturen wie Getreide oder Kartoffeln hergestellt wird.

In den vergangenen Jahren war der Markt für Biokraftstoffe von großen Turbulenzen begleitet. Nach einem anfänglich rasanten Aufstieg, ist zwischenzeitlich Ernüchterung eingetreten. Auch die flächendeckende Steigerung der Ethanolbeimischung zum Ottokraftstoff auf 10 % wurde zu Jahresbeginn 2011 von großen Unsicherheiten bei den Verbrauchern und einem regelrechten Boykott begleitet.

Bio-Diesel wird in Deutschland zum Großteil aus Raps (sog. Raps-Methyl-Ester – RME), sowie aus importierten Pflanzenölen produziert. Im Bereich der Kraftstoffe dient Bio-Diesel (Pflanzenöl-Methyl-Ester) der Beimischung zu konventionellem Diesel. Darüber hinaus kann Bio-Diesel in dafür geeigneten Fahrzeugtypen auch als Reinkraftstoff verwendet werden (B100). Aufgrund der Besteuerung ist jedoch die Nachfrage für Bio-Diesel-Reinkraftstoff stark zurückgegangen. Trotz Zulassung einer 7%igen Beimischung zum konventionellen Diesel, als sog. B7, stagniert die Produktion seit 2007 (Emmann *et al.*, 2012). Die Produktionskapazitäten liegen bei

³⁷ Viele dieser Anlagen wurden finanziell gefördert: bis Ende 2009 wurden 350 Biomasseheizwerke und -heizkraftwerke gefördert, davon ca. 30 Anlagen in den Jahren 2008/09 (StMELF, 2010).

³⁸ Seit 2010 fallen Kurzumtriebskulturen nicht mehr unter den Waldbegriff im Sinne des BWaldG (Emmann *et al.*, 2012).

knapp 5 Mio. t im Jahr 2010. Die Auslastung betrug lediglich 56 % (ibid.). Bayern hat im Bereich Bio-Diesel nennenswerte Produktionskapazitäten, die allerdings wegen der angesprochenen schrittweisen Besteuerung von biogenen Treibstoffen und aufgrund gestiegener Rohstoffkosten zu großen Teilen ungenutzt sind. Die Kapazitäten liegen bei 340.000 t a⁻¹, die ebenfalls nur zu einem geringen Teil ausgelastet sind (6,9 % der Kapazitäten von Dt.). Darüber hinaus werden 240 kleinere Ölgewinnungsanlagen in Bayern betrieben, die jedoch nicht alle produzieren (StMELF, 2010). Ehemals weitreichende Ausbaupläne in Bayern, mit einer Gesamtkapazität von 0,9 Mio. t Pflanzenölmethylester auf der Basis von Rapssaat, hätten zu dauerhaft großen Importen geführt, da der Anbau von Ölsaaten aufgrund begrenzter Standorteignung und Fruchtfolgebeschränkung 15 % der Ackerfläche nicht übersteigen dürfte. Mit den verschärften Anforderungen gemäß der Biokraftstoff-Nachhaltigkeits-Verordnung (Biokraft-NachV), die am 02.11.2009 in Kraft getreten ist, werden ab Ernte 2010 nur noch flüssige und gasförmige Kraftstoffe aus Biomasse gefördert, die diese Anforderungen erfüllen. Ab dem 01.01.2011 müssen die Hersteller von Biokraftstoffen einen Zertifizierungsnachweis der Nachhaltigkeit erbringen. In der Konsequenz ist mit einer Ausweitung der heimischen Bio-Diesel-Produktion zu rechnen. Wenn beispielsweise nur noch zertifiziertes Palmöl als Grundlage zur Bio-Dieselherstellung zugelassen ist und sich damit die Rohstoffpreise erhöhen würden, könnte die heimische Produktion von agrarischen Rohstoffen zur Treibstoffproduktion an Konkurrenzkraft gewinnen. Raps als eine so genannte selbstunverträgliche Pflanze (Anbau alle vier Jahre) ist pflanzenbaulichen Beschränkungen unterlegen. Eine weitere Ausdehnung des Rapsanbaus ist jedoch in gewissem Umfang bei günstigen Marktbedingungen für die einheimische Bio-Diesel-Produktion bis an die Fruchtfolgegrenze möglich. Damit würde sich auf regionaler Ebene eine weitere Intensivierung der Flächennutzung ergeben (Zunahme von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, Verengung von Fruchtfolgen und stärkere Flächeninanspruchnahme).

Die Ethanolproduktion in Deutschland erfolgt zu zwei Dritteln aus Weizen, und zu einem Drittel aus Zuckerrüben. Ethanol, bzw. Agraralkohol, dient der Beimischung zu Ottokraftstoff (sog. E5, Beimischung von 5 % Ethanol, bzw. E10, Beimischung von 10 % Ethanol). Speziell ausgestattete Fahrzeuge können auch mit sehr hohen Ethanolanteilen im Kraftstoffgemisch (sog. E85, Beimischung von 85 % Ethanol) betrieben werden, allerdings ist der Marktanteil mit 1 % in 2010 sehr gering (Emmann *et al.*, 2012).

In den vergangenen Jahren sind die Ethanolherzeugungskapazitäten in Deutschland stark angestiegen – die tatsächliche Erzeugung hängt jedoch hinterher. So sind 2011 Kapazitäten von rd. 1,2 Mio. t Ethanol vorhanden – tatsächlich produziert wurden lediglich 583.000 t, sodass die Anlagenauslastung bei lediglich 50 % liegt (FNR, 2011c). In Bayern spielt die industrielle Erzeugung von Agraralkohol als Kraftstoff derzeit kaum eine Rolle. Mittelfristig ist mit einer ökonomischen Besserstellung von Agraralkohol zu rechnen, da zum einen Ethanol bis 2015 von der Kraftstoffsteuer befreit ist und zum anderen eine Anpassung der Besteuerung von Bio-Diesel an die Dieselsebesteuerung erfolgte. Die Nachfrageseite wird weiterhin durch verbindliche Beimischungs-

quoten unterstützt. Die Vergärung von Getreide zur Alkoholproduktion ist, insbesondere aufgrund hoher Rohstoffkosten, bisher wenig konkurrenzfähig. In Zukunft könnte dagegen die Vergärung von Dicksaft aus der Zuckerrübe an Bedeutung gewinnen. Aufgrund der Reform der EU Zuckermarktordnung (ZMO) ist mit einem deutlichen Rückgang der Zuckerproduktion zu rechnen. In ertragreichen und fabriknahen Anbaugebieten könnte sich der Anbau von Ethanolrüben zur Alkoholproduktion zukünftig etablieren.

Auch die Produktion so genannter „biogener Kraftstoffe der zweiten Generation“, zum Beispiel durch BTL-Verfahren (*Biomass-to-Liquid*), wird auf Grund der konkreten Zielvereinbarungen der EU verstärkt auf das Interesse der Industrie, Forschung und Politik stoßen. Für diese Verfahren kann auch Biomasse aus Kurzumtriebskulturen genutzt werden.

2.5 VOLKSWIRTSCHAFTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN

Die volkswirtschaftlichen Rahmenbedingungen für die Nutzung nachwachsender Rohstoffe als Energiequelle werden grob in die Bereiche Markt und Politik untergliedert. Starken Einfluss üben hierbei die Preise für fossile Energie sowie die Nahrungsmittelpreise aus. Den entscheidenden Einfluss auf die Rentabilität der Landbewirtschaftung üben die erzielbaren Erzeugerpreise und die Produktionskosten aus.

2.5.1 EINFLUSS DER ROHÖL- UND BRENNSTOFFPREISE

Als signifikante Änderung der Rahmenbedingung der Energieversorgung ist der kontinuierliche Preisanstieg bei Rohöl und anderen fossilen Heiz- und Kraftstoffen zu nennen. Eine weltweit steigende Energienachfrage, insbesondere in China sowie eine deutliche Verteuerung der Frachtkosten aufgrund von Transportengpässen sind Teil der Verteuerung. Nicht zu unterschätzen ist jedoch auch der spekulative Anteil im Preis. Der Rohölpreis übertraf Anfang des Jahres 2008 erstmalig in der jüngeren Geschichte die 100 U.S.-\$-Marke und stieg bis Mitte des Jahres 2008 kontinuierlich an. In den Monaten September bis Dezember 2008 hat sich der Ölpreis wiederum halbiert und in Folge der weltweiten Finanzkrise fast das Niveau von Anfang 2005 erreicht. Nahezu über das gesamte Jahr 2011 setzte sich der Rohölpreis pro Barrel deutlich über der 100 U.S.-\$ Marke fest (Williams, 2012).

Ebenfalls konnte eine Verteuerung von Energie für die Verbraucher beobachtet werden, wobei die internationale Preisentwicklung, neben der starken Marktstellung der Energieversorgungsunternehmen und der Anhebung der Energiesteuersätze im Rahmen der „ökologischen Steuerreform“ nur zum Teil die Ursache war. In der öffentlichen Debatte um steigende Kraftstoff- und Energiepreise wurde die Teuerungsrate zunehmend auch mit der Förderung der erneuerbaren Energien in Verbindung gebracht. In *Abbildung 8* sind die Brennstoffkosten nach Heizleistung von fossilen Brennstoffen (Heizöl und Erdgas) den Preisen von regenerativen Brennstoffen (Holzhackschnitzel, Pellets und Scheitholz) gegenübergestellt.

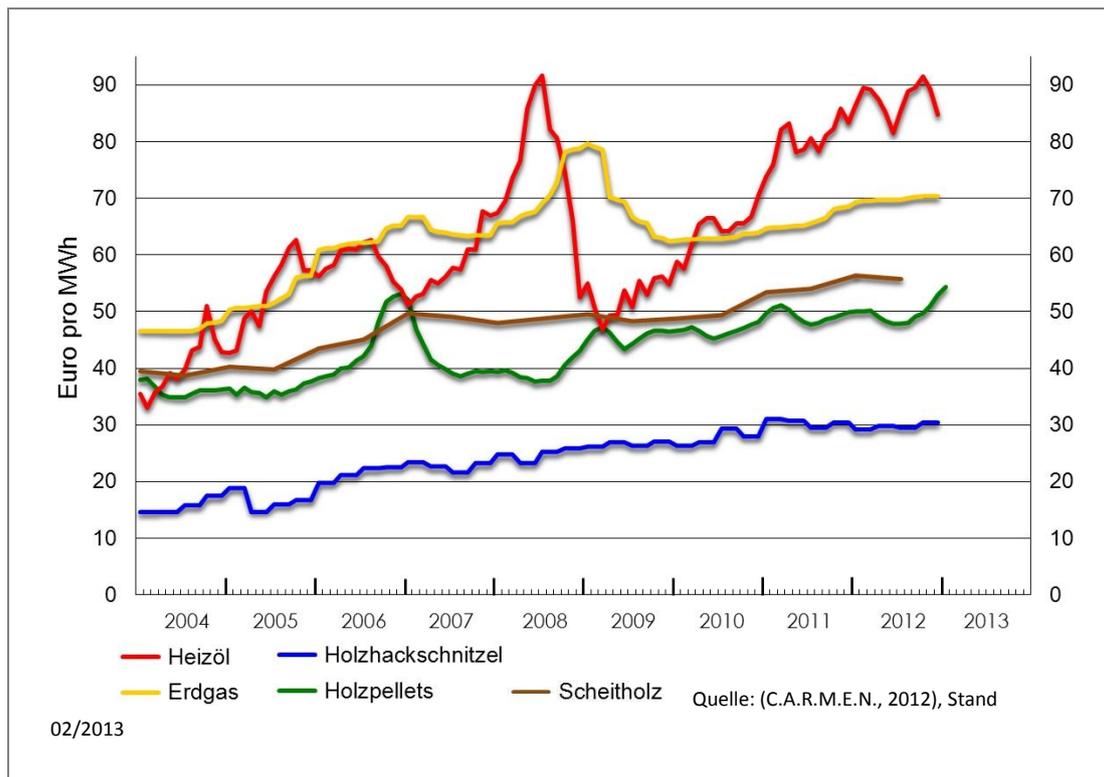


Abbildung 8: Preisentwicklung verschiedener Brennstoffe für den häuslichen Gebrauch 2004 – 2013.

Deutlich wird, dass die Preise für fossile Brennstoffe seit 2004 stärker angestiegen sind, als die Preise für regenerative Brennstoffe auf Holzbasis. Am günstigsten sind die Preise für Holzhackschnittel, die zwischen 14 und 31 Ct je 10 kWh lagen. Die Preise für Holzpellets bewegen sich zwischen 34 und 55 Ct je 10 kWh, mit einem Hochpunkt zum Jahresende 2006, wo Lieferengpässe den Preis auf rd. 54 Ct je 10 kWh etwa auf Höhe des damaligen Heizölpreises ansteigen ließen. Zwischen 2004 und 2008 vergrößerte sich der Abstand zwischen den regenerativen und fossilen Brennstoffen kontinuierlich, die darüber hinaus durch die Energiesteuer (EG-St) belastet werden.³⁹ Mitte des Jahres 2008 und im Frühjahr und Herbst 2012, als der Heizölpreis Rekordwerte erreichte, war dieser Unterschied am gravierendsten. Heizöl war dreimal, zeitweise fast viermal so teuer wie Holzhackschnittel mit entsprechendem Heizwert.

Die Brennstoffbeschaffungskosten im Bereich der Holzhackschnittel und Scheitholz sind zwar langfristig angestiegen, allerdings unterliegen diese nicht den starken Schwankungen der Weltmärkte, da hier insbesondere regionale Beschaffungsketten genutzt werden. Holzpellets dagegen unterliegen stärkeren Preisschwankungen da diese auch in größerem Umfang international gehandelt werden. Gegenwärtig (Jahresbeginn 2013) kommt dieser Zusammenhang durch steigende Heizölpreise und einen kontinuierlich hohen Erdgaspreis wieder deutlich zum Tragen.

³⁹ Am 14.11.2002 wurde die Erhöhung der Mineralölsteuer auf Erdgas durch den Bundestag beschlossen, was nahezu zu einer Verdopplung der Brennstoffsteuer geführt hat: ab dem 01.01.2003 betrug die Mineralölsteuer auf Erdgas statt 0,35 dann 0,55 Ct / kWh und auf Heizöl 6,14 Ct / l. Das Mineralölsteuergesetz wurde am 31.07.2006 durch das Energiesteuergesetz abgelöst.

Beim direkten Vergleich der Kosten nach Heizleistung ist jedoch zu beachten, dass bei den rel. „jungen“ Technologien wie Pellet- und Holzhackschnitzelheizungen deutlich höhere Kosten für die Heiztechnik veranschlagt werden müssen. Durch die im Vergleich zu anderen fossilen Brennstoffen günstigen Pelletpreise ist auch in Zukunft ein Wachstum dieser primär auf Rest- und Abfallstoffen aus der Holzindustrie basierenden Heiztechnik zu erwarten.

Es lässt sich zusammenfassen, dass nachwachsende Rohstoffe zu Heizzwecken in der Vergangenheit einen deutlichen Preisvorteil gegenüber fossilen Energieträgern, wie z.B. Heizöl aufweisen.

2.5.2 EINFLUSS DER NAHRUNGSMITTELPREISE

Ähnliche Verknappungen wie bei der Rohölversorgung gelten auch für die weltweite Versorgung mit Nahrungsmitteln, die in den vergangenen zehn Jahren immer höhere Preise erreicht haben. Die Weltnahrungsmittelpreise befanden sich bis Mitte des Jahres 2008 auf einem ersten Hochniveau (*Abbildung 9*). Die Jahre 2009 und 2010 waren von vergleichsweise moderaten Preisen gekennzeichnet, mit Ausnahme von Zucker, der deutlich höher gehandelt wird. Ab Jahresmitte 2010 steigen die Preise erneut stark an, sodass das gesamte Jahr 2011 eine zweite Hochpreisphase darstellt. 2012 verharren die Preise auf hohem Niveau. Die Preise für nachwachsende Rohstoffe zur Energieerzeugung wie Raps, Mais und Getreide haben sich damit ebenfalls verteuert.

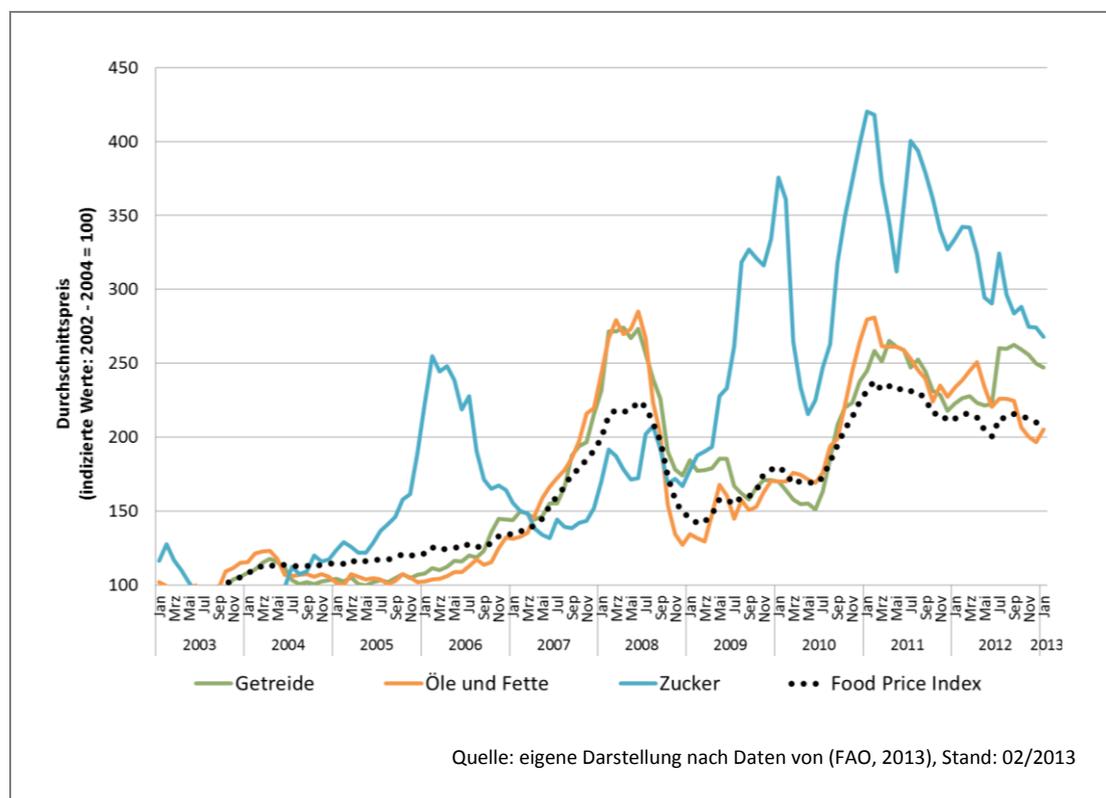


Abbildung 9: Volatilität der Weltmarktpreise dargestellt anhand ausgewählter Produktgruppen und des FAO Food Price Index 2003 – 2013.

Gründe sind neben der kontinuierlich ansteigenden Weltbevölkerung⁴⁰ auch eine Ausdifferenzierung der Nahrungsmittelnachfrage in vielen Ländern, im Zusammenhang mit wachsendem Wohlstand hin zu ressourcenintensiveren Gütern wie Fleisch und Milch. Der *Food Price Index* der FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (2013) der Vereinten Nationen lag 2007 noch bei einem Durchschnittswert von etwa 159 Punkten, stieg im Jahr 2008 auf nahezu 200 Punkte. Nachdem 2009 wieder durch sinkende Weltmarktpreise gekennzeichnet war, sind in der zweiten Jahreshälfte 2010 starke Anstiege zu verzeichnen. Seit 2011 werden durchschnittlich weit über 200 Punkte festgestellt. Dies bedeutet eine Verdoppelung im Vergleich zu den Index-Referenzjahren 2002 bis 2004 (ibid.).

Die stärksten Preisanstiege im Nahrungsmittelbereich waren ursprünglich bei Milch, Ölen und Fetten sowie Getreide festzustellen. Insbesondere Getreide ist gekennzeichnet durch eine stetig wachsende Nachfrage, vor allem bei Weizen und Mais. Zum Jahresbeginn 2013 ist bei allen Indices nahezu eine Verdoppelung der Durchschnittswerte 2002 – 2004 festzuhalten. Eine Ausnahme stellt der Zucker dar, der mit 268 Indexpunkten sich im Preis deutlich verteuert hat. Zwischenzeitlich lag der Zucker 2011 sogar bei fast 370 Punkten im Durchschnitt. Dies ist im Zusammenhang mit steigender Zuckerverwertung zur Ethanolproduktion in Brasilien zu sehen.

In allen Bereichen zeigen sich daher eine extrem hohe Volatilität und ein mittelfristig eingetretener signifikanter Anstieg der Weltnahrungsmittelpreise. In Zukunft wird mit dem Auftreten starker Schwankungen innerhalb kürzerer Zeiträume gerechnet werden müssen wobei das Gesamtniveau deutlich höher liegt als vor 2003.

2.5.3 ENTWICKLUNG DER KOSTEN UND DES EINSATZES DER BETRIEBSMITTEL

Die dynamische Entwicklung der Energiepreise bestimmt vermehrt die Preise für Agrarrohstoffe. Die Entwicklung der Kosten beeinflusst den Einsatz der Betriebsmittel und hat somit indirekt Einfluss auf potenzielle Umweltauswirkungen. Immens gestiegene Rohölkosten, z.B. Mitte des Jahres 2008, sorgten für höhere Strom-, Wärme- und Treibstoffkosten. Für die Landwirte wirkt sich zudem verstärkend aus, dass bei einem Anstieg der Treibstoffkosten die festen Steuervergünstigungen für landwirtschaftlich genutzte Treibstoffe anteilig immer geringer ausfallen.

Auch die Düngemittel sind in den vergangenen drei Jahren deutlich teurer geworden. Entscheidend für den Düngereinsatz ist das Preisniveau bei den Düngemitteln in Relation zu den

⁴⁰ Die weltweite Nahrungssicherheit steht in direkter Abhängigkeit vom Bevölkerungswachstum und den zur Verfügung stehenden Nahrungsmitteln. Laut der UN-Bevölkerungsprognose (03/2009) wächst die Weltbevölkerung nach dem mittleren Szenario bis 2050 um etwa 35 %, von derzeit 6,8 Mrd. auf 9,2 Mrd. Menschen an – und das ausschließlich in den Entwicklungsländern. In den 50 ärmsten Ländern der Welt wird sich die Bevölkerungszahl bis 2050 mehr als verdoppeln, in einigen Ländern wie Afghanistan oder Kongo mehr als verdreifachen (United Nations Department of Economic and Social Affairs - Population Division, 2009).

Produktpreisen. Unter Berücksichtigung der dynamischen Preis / Kosten-Entwicklung ist im Allgemeinen bei den jeweiligen Preisrelationen, von Einzelfällen abgesehen, keine höhere Intensität der Ackerflächennutzung sinnvoll. Wie in der Vergangenheit dürfte das gegebene Standortpotenzial voll ausgeschöpft werden. Gleichwohl rechtfertigt ein hohes Preisniveau nunmehr auch wieder auf eher ungünstigen Standorten einen etwas intensiveren Pflanzenschutzmitteleinsatz. Bezüglich der Intensität der mineralischen Düngung lag diese sowohl für Stickstoff-, Phosphat- als auch bezüglich der Kaliumgaben Ende der 80er und Anfang der 90er Jahre deutlich über dem derzeitigen Niveau. Auch in Zukunft ist in Anbetracht der aktuellen Preisentwicklung für mineralischen Dünger keine Steigerung auf frühere Niveaus zu erwarten. Ein Einflussfaktor ist die signifikante Verteuerung der Betriebsmittel, insbesondere bei energieintensiven Düngemitteln wie Stickstoff. Es lässt sich daher schlussfolgern, dass die Intensitäten bei Getreide⁴¹ und Ölsaaten⁴² durch die gestiegenen Verkaufs- und Betriebsmittelpreise der jüngeren Zeit und aufgrund der bereits bestehenden relativ hohen speziellen Intensität kaum bzw. nur wenig angepasst werden dürften. Intensivierungsmaßnahmen steigern nur bedingt die Wirtschaftlichkeit und führen zu einem höheren Belastungspotenzial für die Umwelt. Steigende Preise für Energie und Agrarrohstoffe führen zu einer weiteren Verknappung der Flächen, da eine Konkurrenzsituation zwischen der Biomasseproduktion zu Energiezwecken und sonstigen agrarischen Produkten auf der Fläche herrscht.

2.6 INSTRUMENTARIEN UND EINFLUSS DER POLITIK

2.6.1 ÜBERBLICK UND STRUKTURIERUNG POLITISCHER INSTRUMENTE

Unterschiedliche Einteilungen der politischen Instrumentarien sind in der Umweltpolitik gebräuchlich. SPRINGMANN (2004) untergliedert speziell die Förderinstrumente in die Kernbereiche „institutionelle Instrumente“ (i.e. ordnungspolitische und organisationale Instrumente) und „monetäre Instrumente“ (z.B. einnahmen-/ ausgabenwirksame Instrumente sowie nicht-fiskalische Instrumente). Für die Klassifizierung im Rahmen der vorliegenden Arbeit und den Bereich erneuerbarer Energien wird das Unterscheidungssystem in Anlehnung an MICHAELIS (1996) genutzt und entsprechend mit Beispielen ergänzt (vgl. *Abbildung 10*).

In der Darstellung der Rahmenbedingungen durch die Politik werden für die weitere Betrachtung nicht-fiskalische Instrumente, insbesondere der Bereich der Ordnungspolitik und fiskalische Instrumente, insbesondere (positive und negative) Anreizinstrumente herausgegriffen. Als zweite Linie in der Kategorisierung verschiedener politischer Instrumente wurden diese entlang der unterschiedlichen politisch-administrativen Ebenen aufgetrennt. Die wichtigsten Änderungen in

⁴¹ Intensivierung beim Weizen: mineralischer N-Düngereinsatz, Einsatz von Wachstumsreglern (z.B. CCC, Moddus) und Einsatz von Fungiziden, (z.B. Input, Twist, Bravo 500, Diamant, Champion, Gladio, Amistar Opti u. a.)

⁴² Intensivierung beim Rapsanbau: mineralischer N-Düngereinsatz, wachstumsregulierender Fungizideinsatz mit gleichzeitiger Wirkung gegen Rapskrebs (z.B. Einsatz von Folicur, Caramba), sowie der Einsatz von Insektiziden.

der europäischen, deutschen und insbesondere auch bayerischen Gesetzgebung inklusive der untergesetzlichen Regelungen und der laufenden Diskussionen zu Änderungen im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe sind in Tabellenform zusammengestellt. Im Anschluss werden ausgewählte Gesetzesänderungen näher erläutert.

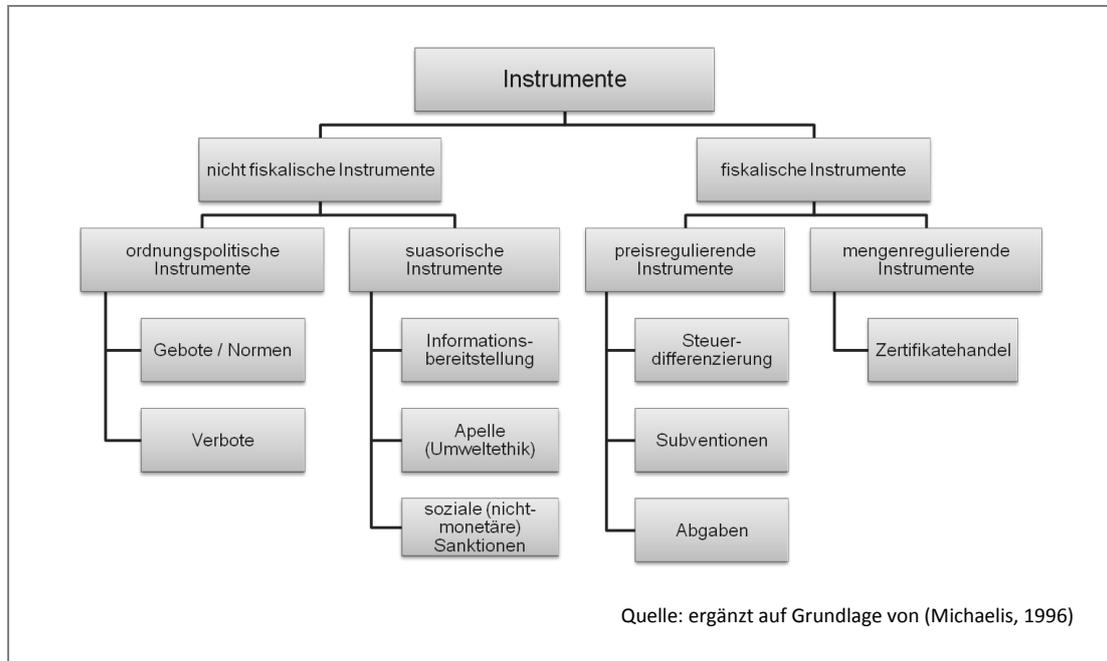


Abbildung 10: Strukturierung der politischen Instrumente im Bereich erneuerbare Energien.

2.6.2 NICHT-FISKALISCHE INSTRUMENTE

Die wichtigsten nicht-fiskalischen Steuerinstrumente liegen im Bereich des Ordnungsrechtes. Die entsprechenden Verordnungen, Richtlinien und Gesetze sind in *Anhangstabelle 5* bis *Anhangstabelle 7* chronologisch zusammengefasst und eine Auswahl wird in diesem Kapitel näher erläutert.

EU-Vorgaben im Bereich erneuerbarer Energien

Ende der 90er Jahre setzte sich international und auf Ebene der EU die Erkenntnis durch, dass der anthropogenen Klimaerwärmung durch Vermeidung der Verbrennung fossiler Rohstoffe gegenzusteuern sei. Die Europäische Kommission zeigte im Rahmen des Fünften Umweltprogramms vom 01.02.1993 einen deutlichen Richtungswechsel hin zu einer effizienteren Energienutzung und einer Verminderung des Verbrauchs von Brennstoffen mit hohem Kohlenstoffanteil (Kloepfer, 2008). Eine Schlüsselpublikation aus dem Jahr 1996 mit dem Titel „Energie für die Zukunft: erneuerbare Energiequellen – Grünbuch für eine Gemeinschaftsstrategie“ stellte erstmals den „bedeutenden Beitrag zum Gesamtenergieverbrauch“, der durch erneuerbare Energien geleistet werden kann, heraus und appelliert, dass das Potenzial der EU „ungleichmäßig und unzureichend“ genutzt wird (Europäische Kommission, 1996). In diesem ersten Grünbuch, das sich mit dem Thema auseinandersetzt, wird auch die Rolle nachwachsender Rohstoffe bzw. „Biomass-

se“ als Energieträger definiert und deren Bedeutung herausgehoben. Das Potenzial der Biomasse wird für das Jahr 2010 auf etwa 10 % und im Jahr 2025 auf ca. 20 % des Energiebedarfs der EU geschätzt (ibid.). Die Bemühungen auf EU-Ebene haben sich in Reaktion auf das Grünbuch ab 1996 durch eine Vielzahl von Gesetzen bzw. Richtlinien (RL) sowie einer Reihe von offiziellen Mitteilungen und Berichten der Europäischen Organe (Mitteilung der Kommission – KOM, Grün- und Weißbücher) weiter verdichtet. Einen Überblick über die vorrangig ordnungspolitischen Instrumente auf EU-Ebene gibt *Anhangstabelle 5*.

Erneuerbare-Energien-Richtlinie der EU

Die erste „Richtlinie zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt“ – RL 2001/77/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 27.09.2001 wurde 2009 aufgehoben. Die Novelle der Erneuerbare-Energien-Richtlinie – RL 2009/28/EG stellt die jüngste EU-Rahmengesetzgebung im Bereich nachwachsender Rohstoffe dar. Hierin wird für das Jahr 2020 ein Anteil von 20 % erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch der EU vorgegeben. Deutschland soll hierin in Form eines nationalen Zieles 18 % erreichen (Kloepfer, 2008; Europäische Union, 2011). Zukünftig muss von einer weiteren europaweiten Harmonisierung der Gesetzgebung im Bereich der erneuerbaren Energien ausgegangen werden. Entsprechende Vorschläge aus dem EU-Energiekommissariat werden bereits verlautbart.

EU-Regelung biogene Kraftstoffe betreffend

Im Jahr 2003 wurden auf europäischer Gesetzesebene ambitionierte Ziele für die Substitution fossilen Kraftstoffs durch nachwachsende Rohstoffe beschlossen. Die Ziele wurden in der „Richtlinie zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor“, kurz EU-Biokraftstoffrichtlinie⁴³ formuliert, die im Rahmen nationaler Quotenregelungen durch die Mitgliedsstaaten umgesetzt wurden. In der folgenden EU-Strategie für Biokraftstoffe KOM(2006) vom 08.02.2006 wurden sieben Schwerpunkte zur Förderung der Erzeugung und Verwendung von Biokraftstoffen ausgearbeitet (Europäische Union, 2011). Im Herbst des Jahres 2008, als die Weltnahrungs- und Energiepreise bis dato unbekannte Höhen erreichten, wurden die ursprünglichen EU-Beimischungsquoten reduziert, auf einen Anteil der „biogenen Treibstoffe der ersten Generation“ von 4 % bis 2015. Ein weiteres Prozent soll aus „biogenen Treibstoffen der zweiten Generation“ gestellt werden (vgl. *Anhangsabbildung 1*), da hier ein geringerer Konflikt mit der Nahrungsproduktion gesehen wurde. Langfristig soll bis zum Jahr 2020 insgesamt 10 % des Kraftstoffanteils aus erneuerbaren Energien stammen, wobei der Industrieausschuss des Europäischen Parlamentes darauf gedrängt hat, min-

⁴³ Die Richtlinie verpflichtete 2003 die EU-Mitgliedsstaaten ursprünglich, den Mengenanteil der Biokraftstoffe am Kraftstoffaufkommen (heizwertbereinigt) insgesamt ab dem Jahr 2005 von 2 % auf 5,75 % bis 2010 zu steigern.

destens 4 % des Bio-Sprit-Anteils durch „Kraftstoffe der zweiten Generation“ (inkl. Strom aus erneuerbaren Energien und Wasserstoff) zu stellen.

Direktzahlungsverpflichtungsverordnung – Cross-Compliance-Verpflichtungen

Eine große ordnungspolitische Rolle für der Landwirtschaft im Bereich erneuerbare Energien spielt die Gemeinsame Agrarpolitik der EU (GAP) mit den daran geknüpften Rechten und Pflichten der Landnutzer. Insbesondere die *Cross Compliance*-Verpflichtungen stellen hierbei die maßgeblichen Leitplanken für den Anbau nachwachsender Rohstoffe dar, um den „Guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand“ sicherzustellen.

Kernbestandteil dieses Anspruches ist das Grünlanderhaltungsgebot gemäß Art. 6 der VO (EG) Nr. 73/2009, wonach die „alten“ Mitgliedstaaten sicherstellen müssen, „dass Flächen, die zu dem für die Beihilfeanträge „Flächen“ für 2003 vorgesehenen Zeitpunkt als Dauergrünland genutzt wurden, als Dauergrünland erhalten bleiben.“⁴⁴ Zur Anwendung gemäß Art. 3 der VO (EG) Nr. 1122/2009 stellen die Mitgliedstaaten sicher, „dass der Anteil der als Dauergrünland genutzten Flächen [...] nicht um mehr als zehn Prozentpunkte abnimmt.“ Um den Konsequenzen frühzeitig zu begegnen, hat Deutschland gestaffelte „Sicherungsschranken“ geschaffen. Beispielsweise besagen die Regelungen bezüglich dem Grünlandumbruch in Bayern, dass dann, wenn sich der ermittelte Dauergrünlandanteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche um mindestens 5 %-Punkte verringert, der Freistaat Bayern verpflichtet ist, „eine Verordnung zu erlassen, nach der der Umbruch von Dauergrünland einer vorherigen Genehmigung bedarf“. Verringert sich der Dauergrünlandanteil gegenüber dem Basiswert um mehr als 8 %-Punkte kann, ab 10 %-Punkten muss „der Freistaat Bayern Direktzahlungsempfänger, die in den vorhergehenden 24 Monaten Dauergrünland umgebrochen haben oder Ackerflächen bewirtschaften, die im genannten Zeitraum aus dem Umbruch von Dauergrünland entstanden sind, verpflichten, diese Flächen wieder einzusäen oder auf anderen Flächen Dauergrünland neu anzulegen.“

Hieraus ergeben sich eine Reihe von Zielkonflikten und letztlich Grenzen in der Umsetzung. Es greifen Beschränkungen zum Grünlandumbruch, die beispielsweise dem Anbau nachwachsender Rohstoffe oder der Anlage von Kurzumtriebskulturen entgegen wirken, die gleichzeitig politisch gewollt und finanziell gefördert werden.

Die Vorgaben im Bereich erneuerbarer Energien auf Bundesebene

Im Rahmen der internationalen Bemühungen zum Klimaschutz nahm Deutschland innerhalb der EU stets eine wichtige Rolle ein. Einen bedeutenden Schub erlangte die Förderung erneuerbarer Energien mit der im Herbst 1998 gebildeten Rot-Grünen Koalition, verbunden mit den Diskussionen um den Atomausstieg. Auch in der Folgerregierung der Großen Koalition nahm der Klimaschutz einen hohen Stellenwert ein. Das Umweltministerium (BMU) unter Sigmar

⁴⁴ Als Referenzjahr gilt das Jahr 2003, da 2003 in der VO (EG) Nr. 1782/2003 die positiven Umweltauswirkungen von Dauergrünland anerkannt und festgeschrieben wurden.

Gabriel gliederte seine bisherigen Aktivitäten unter dem Leitgedanken des Klimaschutzes ein (Kloepfer, 2008). Nennenswert ist in diesem Zusammenhang der vom BMELV & BMU (2009) verfasste Nationale Biomasseaktionsplans mit dem Ziel: „*ein Gesamtkonzept für eine deutliche Steigerung des Bioenergieanteils an der Energieversorgung in Deutschland unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien.*“ zu schaffen. „*Bioenergie soll einen optimalen Beitrag zum Klimaschutz, zur Versorgungssicherheit und zur wirtschaftlichen Entwicklung leisten und dabei die inländische Wertschöpfung, insbesondere im ländlichen Raum unterstützen.*“ Auch im geltenden Koalitionsvertrag der Regierungsparteien der 17. Legislaturperiode wurde die weitere Steigerung der Nutzung regenerativer Energien formell bekräftigt (CDU *et al.*, 2009).

Der Umfang der Bundesgesetzgebung im Bereich der erneuerbaren Energien seit Ende der 90er Jahre ist beträchtlich (vgl. *Anhangstabelle 7* und *Anhangstabelle 9*). Zum einen, da der Themenbereich als Querschnittsaufgabe zu sehen ist, sodass eine Vielzahl von Gesetzen und Verordnungen tangiert wurden, zum anderen passen häufige Gesetzesnovellen und „Kurskorrekturen“ den Verlauf der tatsächlichen Entwicklung und die politischen Zielvorstellungen aufeinander an. Dennoch ist die Politik im Bereich der erneuerbaren Energien überwiegend durch Kontinuität geprägt. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU, 2011) konstatiert in seinem Sondergutachten 2011 zu erneuerbaren Energien: „*Die nationalen Klimaschutzziele der Bundesregierung wurden – trotz wechselnder Regierungskoalitionen, gelegentlicher Zielverfehlungen und mancher Rückschläge in den internationalen Klimaschutzverhandlungen – wiederholt bestätigt und dynamisiert.*“ Das gesamte Rechtsgebiet, die erneuerbaren Energien betreffend, hat sich als eines der am schnellsten alternden Rechtsgebiete herausgestellt, wie in den folgenden Passagen zur Geschichte der Biomassenutzung in Deutschland deutlich wird.

Verpflichtungen zur Verwendung von Biokraftstoffen in Deutschland

Die Nachfrageseite nach sog. Biokraftstoffen in Deutschland wird durch verbindliche Beimischungsquoten bereits seit dem 01.01.2007 durch das Biokraftstoffquotengesetz (BioKraftQuG) befördert. In Deutschland wird bei der Beimischung von Biokraftstoffen unterschieden in eine sog. Mischquote (Anteile der Biokraftstoffe in Prozent des Gesamtkraftstoffverbrauchs) und separaten Benzin- bzw. Dieselquoten. Ursprünglich sah das Gesetz vor, dass die Mischquote bis 2010 auf 6,75 % und bis 2015 auf 8 % ansteigen sollte. 2006 lag die tatsächliche Mischquote in Deutschland bereits bei 6,3 % und 2007 sogar bei 7,2 % (FNR, 2011c).

Es mehrte sich die Kritik am tatsächlichen THG-Einsparungspotenzial biogener Treibstoffe. Daraufhin wurde im Sommer 2009 durch die Politik erneut steuernd eingegriffen. Das „Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen“ (BioKraftFÄndG) vom 15.07.2009 sollte den Einsatz von Biokraftstoffen zwar weiter steigern, jedoch stärker auf eine Minderung von Treibhausgasemissionen hinwirken. Die geplante Steigerung in der Verwendung von „biogenen Treibstoffen der zweiten Generation“ wird mit deren besserer Klimawirksamkeit begründet. Da diese jedoch nicht in relevanten Mengen bereit stünden und um die wachsende Konkurrenz zwischen

der Nahrungsmittel- und Kraftstoffproduktion abzumildern, mussten die geplanten Quoten verringert bzw. zeitlich nach hinten verschoben werden. Die Höhe der Beimischungsquoten wurde im Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) verankert. Die Mischquote für das Jahr 2009 wurde von 6,25 % auf 5,25 % herabgesenkt sowie eine starre Quote von 6,25 % im Zeitraum ab 2010 bis 2014 veranschlagt (bezogen auf den Energiegehalt).⁴⁵ Gleichzeitig wird klar, dass die tatsächlich erreichte Mischquote 2010 (5,8 %, entspr. 3,8 Mio. t) nicht mehr zielkonform ist und ein gewisses Steigerungspotenzial vorhanden ist (ibid.).

Separat nach Kraftstoffart betrachtet, sollte die Bio-Diesel-Beimischungsquote ab Jahresbeginn 2007 einen Anteil von 4,4 % ausmachen. Langfristig wird eine Bio-Diesel-Beimischung von 7 % zum Diesel angestrebt. Der Absatz ging seit 2007 leicht zurück (2007: 3,3 Mio. t; 2011: 2,8 Mio. t). Die Folge ist, dass die Bio-Diesel Produktion seit 2007 auf relativ konstantem Niveau verharret, bei ca. 50 % unterhalb der Produktionskapazitäten Deutschlands (FNR, 2011a).

Die Beimischung von Ethanol zum Ottokraftstoff ist ebenfalls seit 2007 gemäß dem BioKraftQuG in Verbindung mit den verbindlichen Beimischungsquoten des Bundes-Immissionsschutzgesetzes auf eine Mindestquote von 1,2 % Ethanol im Jahr 2007 (bezogen auf den Energiegehalt), 2,0 % im Jahr 2008, 2,8 % im Jahr 2009 festgelegt. Das BioKraftFÄndG von 2008 korrigierte die ursprünglich für das Jahr 2010 anvisierte Ethanol-Mindestquote von 3,6 % auf jetzt 2,8 % und in den folgenden Jahren konstant bis 2014.⁴⁶ Im weiteren Zeitverlauf verlangt das BImSchG ab 2015 einen Mindestanteil von Biokraftstoff, der entsprechend eine Minderung der gesamten THG-Emissionen der Kraftstoffe von mindestens 3 % bis 2015, 4,5 % bis 2017 und 7 % bis zum Jahr 2020, erreicht.

Kleinfeuerungsanlagenverordnung – 1. BImSchV

Im Wärmemarkt ist das Bundesimmissionsschutzgesetz mit der dazugehörigen Verordnung ausschlaggebend für den Einsatz und die technische Umsetzung der Nutzung von Biomasse in Verbrennungsprozessen. Mit der Novellierung der 1. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (1. BImSchV) der sog. Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (Kleinfeuerungsanlagenverordnung) vom 26.01.2010, in Kraft seit dem 22.03.2010, gelten strengere Immissionsauflagen für Kaminöfen und Holzheizkessel <15 kW (BMU, 2010a; UBA, 2010). Im Zusammenhang mit der Feinstaubdebatte und der starken Zunahme der Emissionen von Holzheizungen im privaten Bereich sind entsprechende Änderungen in Kraft gesetzt worden. Die Auf-

⁴⁵ Ursprüngliches Ziel der Bundesregierung war es, eine Mischquote 6,75 % bis 2010 und 8 % bis 2015 zu erreichen.

⁴⁶ Ursprünglich war durch die Bundesregierung geplant, die „längerfristige“ Benzin-Quote von 10 % Ethanolbeimischung (entspricht Kraftstoffart E10) zu erreichen. Diese Zielquote für den Ottokraftstoff wurde aufgrund der aktuellen Entwicklungen an den Agrarmärkten und aufgrund technischer Restrisiken insbesondere für ältere Fahrzeuge auf 5 % (entspricht Kraftstoffart E5) herabgesenkt. Seit Jahresbeginn 2011 wird E10 an den Tankstellen angeboten.

nahme von Anlagen zur Verbrennung von Stroh, Getreide und ähnlicher pflanzlicher Brennstoffe in den Brennstoffkatalog⁴⁷ für Anlagen unter 0,1 MW Feuerungswärmeleistung ist hierbei von spezieller Relevanz für die Nutzung landwirtschaftlicher Erzeugnisse bzw. den Anbau nachwachsender Rohstoffe für die Energiegewinnung. Mit Ausnahme der Strohverbrennung ist die Verwendung von Getreide auf land- und forstwirtschaftliche Betriebe sowie getreideverarbeitende Betriebe beschränkt (BMU, 2010a).

Naturschutzgesetzgebung und Wasserrecht

Nachdem das Gesetzesvorhaben des BMU zum sog. Umweltgesetzbuch (UGB) vom 20.05.2008 gescheitert ist, traten stattdessen Teilbereiche zum 01.03.2010 in Kraft (Egner u. Fuchs, 2009). Konkrete Ausführungen, die Landwirtschaft bzw. nachwachsende Rohstoffe betreffend, finden sich hierbei im „Gesetz zur Neuregelung des Rechts des Naturschutzes und der Landschaftspflege“ (BNatSchG). Darüber hinaus sind Regelungen zu Gewässerrandstreifen im „Gesetz zur Neuregelung des Wasserrechts“ (WHG) relevant. Von besonderer Bedeutung im Sinne des Gewässerschutzes sind die Ausführungen zu Gewässerrandstreifen § 38 Abs. 3. Hierin bemisst sich deren Breite auf fünf Meter und Abs. 4 verbietet, innerhalb des Gewässerrandstreifens u. a. die Umwandlung von Grünland in Acker (ibid.).

Umsetzung auf Ebene des Bundeslandes Bayern

Für die Ebene des Freistaat Bayern sind die ordnungspolitischen Instrumente in *Anhangstabelle 6* cursorisch zusammengefasst. Auf eine Einzeldarstellung wird verzichtet.

2.6.3 FISKALISCHE INSTRUMENTE

Neben den Gesetzen des Marktes übt die finanzielle Anreizbildung (zumeist) auf nationaler Ebene einen starken Einfluss auf die Nutzung nachwachsender Rohstoffe zur Energieerzeugung aus. In *Anhangstabelle 8* sind die wichtigsten rechtlichen Grundlagen aus dem Bereich der Anreizpolitik für nachwachsende Rohstoffe auf EU-Ebene zusammengefasst. In *Anhangstabelle 9* und *Anhangstabelle 10* sind die entsprechenden Instrumente auf Bundes- und Landesebene in chronologischer Reihenfolge zusammengefasst. Im folgenden Abschnitt werden ausgewählte Instrumente näher vorgestellt, insbesondere dann, wenn sich Änderungen in der Durchführung ergeben haben.

Die neue Rolle der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU im Bereich Klimaschutz

Einen wichtigen Einfluss auf die landwirtschaftliche Flächennutzung und die Wahl der angebauten Kulturen nimmt die Gemeinsame Agrarpolitik der EU (GAP) mit ihren vielfältigen An-

⁴⁷ § 3 Abs. 8 BImSchV „Stroh und ähnliche pflanzliche Stoffe, nicht als Lebensmittel bestimmte Getreide wie Getreidekörner und Getreidebruchkörner, Getreideganzpflanzen, Getreideausputz, Getreidespelzen und Getreidehalmreste sowie Pellets aus vorgenannten Brennstoffen“ (BMU, 2010a).

reiz- und Steuermechanismen ein. Daher wird auch die Etablierung und Wettbewerbsfähigkeit nachwachsender Rohstoffe direkt und indirekt beeinflusst.

In der Vergangenheit dienten die Ausgaben im Rahmen der GAP der Stützung des Marktes und den Exporterstattungen. Erst im Laufe der Zeit erhielt die Förderung des Ländlichen Raumes einen höheren Stellenwert (vgl. *Anhangsabbildung 2*). Ab etwa dem Zeitpunkt der Einführung der Direktzahlungen im Jahr 1992 wuchsen die Mittel kontinuierlich an. Mittlerweile kommen im Durchschnitt ca. ein Viertel der EU Agrarzahlungen der sog. 2. Säule zu Gute. Die Finanzmittel innerhalb der 2. Säule verteilen sich wiederum auf vier sog. Schwerpunktsachsen. Diese sind:

1. Wettbewerbsfähigkeit von Land- und Forstwirtschaft;
2. Umweltschutz und Landschaftspflege durch nachhaltiges Landmanagement;
3. Wirtschaftliche Diversifizierung und Verbesserung der Lebensqualität;
4. LEADER.

Für die Erreichung von Umwelt- und Klimaschutzziele innerhalb der GAP wäre daher insbesondere die Ausstattung des Schwerpunktbereichs 2 „Umweltschutz und Landschaftspflege durch nachhaltiges Landmanagement“ innerhalb der 2. Säule von besonderer Relevanz. Da sich die Bezuschussungen durch die Bundesländer stark innerhalb Deutschlands unterscheiden, gibt es entsprechend deutliche Unterschiede in der Gesamthöhe der 2. Säule. Diese Unterschiede zeigen sich demzufolge auch in den Ausgaben in der Schwerpunktsachse 2, wo ein starkes Nord-Süd-Gefälle herrscht. Sachsen, Bayern und Baden-Württemberg stellen gemittelt nach der landwirtschaftlich genutzten Fläche das meiste Geld in diesem Bereich zur Verfügung. Besonders niedrig sind die Aufwendungen in den nordostdeutschen Bundesländern Brandenburg und Mecklenburg Vorpommern.

Die Förderung nachwachsender Rohstoffe im Fokus der EU Agrarpolitik – Flächenstilllegung und Energiepflanzenprämie

Als besonders attraktiv für die Landwirtschaft stellte sich die prinzipielle Möglichkeit des Anbaus nachwachsender Rohstoffe auf Stilllegungsflächen zu sog. Nichtnahrungszwecken heraus.

Für die Wirtschaftsjahre ab 2000/01 wurde aufgrund der Produktionsüberschüsse im Rahmen der Agenda-Beschlüsse des EU-Agrarministerrats ein Basisstilllegungssatz für die obligatorische Flächenstilllegung von 10 % festgelegt. Für das Erntejahr 2004 wurde der Flächenstilllegungssatz von 10 % auf 5 % herabgesetzt⁴⁸ und 2005 im Rahmen der EU-Agrarreform („Luxemburger Beschlüsse“) in Bayern insgesamt auf 8,7 % festgelegt. Der Höchstsatz der Stilllegung je Betrieb betrug 33 %. Am 26.09.2007 wurde durch die EU-Agrarminister die Stilllegungsver-

⁴⁸ VO (EG) 2322/2003 vom 17.12.2003

pflichtung wegen der hohen Agrarrohstoffpreise auf 0 % gesetzt⁴⁹ (Bystricky, 2008). Eine freiwillige Stilllegung kann nach wie vor angemeldet werden. Es besteht zudem weiterhin die Möglichkeit des Anbaus von vertragsfreien, mehrjährigen nachwachsenden Rohstoffen auf Stilllegungsflächen zur Aktivierung der Zahlungsansprüche bei Stilllegung, sofern die Kulturen bereits in den Vorjahren angelegt wurden. 2009 wurde die Stilllegungsverpflichtung abgeschafft.

In den Jahren 2003 bis 2008 wurde der Anbau nachwachsender Rohstoffe zur Energiegewinnung auf sog. Nichtstilllegungsflächen durch zusätzliche finanzielle Anreize gefördert. Im *Mid Term Review* wurde eine flächenbezogene „Sonderbeihilfe für Energiepflanzen“ eingeführt⁵⁰. Bis 2007 betrug diese sog. Energiepflanzenprämie 45 € ha⁻¹. Politisches Ziel dieser Sonderzahlung war es, bis 2007 2 Mio. ha Anbaufläche in der EU zu erreichen. Da 2007 aufgrund des europaweit stark zunehmenden Anbaus nachwachsender Rohstoffe schon 2,84 Mio. Hektar mit Energiepflanzen bestellt waren und daraufhin das durch die EU eingerichtete Budget von jährlich 90 Mio. € aufgebraucht war, wurden die Zahlungen zurückgefahren. 2008 lag die EU-Energiepflanzenprämie bei 31,65 € ha⁻¹. Für stillgelegte Flächen mit NaWaRo-Anbau wurde die Sonderzahlung generell nicht gewährt. Die Energiepflanzenprämie hatte, rückwirkend betrachtet, einen vergleichsweise geringen Einfluss auf die Ökonomie nachwachsender Rohstoffe verglichen mit sonstigen finanziellen Anreizen auf nationalstaatlicher und Landesebene. 2009 wurde die Energiepflanzenprämie wieder abgeschafft.

Situation in Deutschland

Seit Mitte der 80er Jahre zeigte sich eine zunehmende Ökonomisierung der umweltpolitischen Instrumente. Während in der Vergangenheit deutlich die ordnungsrechtliche Konzeption dominierte, geht die Entwicklung hin zu einer verstärkt anreizpolitischen Auslegung (Kloepfer, 2008). Aus diesem Trend heraus wuchs eine Reihe von marktbasierenden Instrumenten, die durch Schaffung von marktwirksamen Anreizen steuern sollen. *Anhangstabelle 9* zeigt die Vielfältigkeit der in Deutschland verabschiedeten Gesetze und Programme, von denen die wichtigsten im Anschluss näher vorgestellt werden.

Politischer Auftakt in Deutschland: das Stromeinspeisungsgesetz

Das „Gesetz über die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien in das öffentliche Netz“ – nichtamtlich als Stromeinspeisungsgesetz (StromEinsp-G) bezeichnet – ist auf Antrag der CSU am 07.12.1990 vom Bundestag verabschiedet worden und zu Jahresbeginn 1991 in Kraft getreten. Eine Kilowattstunde (kWh) Strom aus Wasserkraft wurde mit 13,84 Pfennig, Strom aus Wind- und Sonnenenergie mit 16,61 Pfennig vergütet. Zur damaligen Zeit sahen sich die Initiatoren mit ihrem Vorschlag noch dem Gespött der Parlamentarier ausgesetzt und die Debatte wurde als „*kleine Zeihenwackelei*“ bezeichnet (Zeit-Online Wirtschaftsredaktion, 2006). In

⁴⁹ VO (EG) 1107/2007 vom 26.09.2007

⁵⁰ Die Energiepflanzenprämie auf Nichtstilllegungsflächen wurde durch VO (EG) 1782/2003 geregelt.

Wahrheit entpuppte sich das StromEinsp-G als fördertechnischer Wegbereiter für die erneuerbaren Energien in Deutschland. Neun Jahre später – zum 01.04.2000 – sollte das Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) dieses ablösen.

Verbesserung der Rahmenbedingungen durch die Ökologische Steuerreform

Maßgebliche Grundlagen des Wachstums der erneuerbaren Energien in Deutschland wurden durch die Begünstigungen im Rahmen der sog. Ökologischen Steuerreform ab 1999 gelegt. Die Ökologische Steuerreform wurde sowohl als umweltpolitisches Lenkungsinstrument als auch als fiskalpolitisches Einnahmeargument konzipiert. Ziel des Gesetzespaketes im Bereich der Energieträger war es, durch eine Mengensteuer die Reduktion des Energieverbrauchs zu belohnen. In Form der sog. „Dritten Stufe“ der Ökologischen Steuerreform wurde das „Gesetz zur Fortentwicklung der ökologischen Steuerreform“ vom 23.12.2002 erlassen, in dem die gestaffelte Erhöhung der Mineralölsteuer festgelegt wurde. Dies hat letztendlich für die Konkurrenzfähigkeit und Markteinführung biogener Kraftstoffe gesorgt. Der direkten Förderung der erneuerbaren Energien kam gemäß dem Nonaffektationsprinzip anteilig nur ein relativ geringer Teil der Einnahmen zu Gute. Die Finanzmittel erreichten jedoch jährlich zwischen 100 und 200 Mio. € in den Jahren von 1999 bis 2004.

Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien – EEG

Das „Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien“ (EEG) ist der maßgebliche Grund für den kontinuierlichen Erfolgskurs der erneuerbaren Energien im Stromsektor. Es dient dem Zweck, den Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung hin zu festgelegten Zielquoten zu erhöhen (12,5 % Anteil EE bis 2010 und 20 % bis 2020). Dies geschieht in einer rechtlichen Form, die, gemäß der in dieser Arbeit genutzten Klassifikation der Instrumente politischen Handelns (vgl. *Abbildung 10*), nicht klar zuordenbar ist. Vielmehr zeigt das EEG Elemente aus dem Bereich des Ordnungsrechts und gleichzeitig die Anwendung marktrelevanter Aspekte. Durch eine antizipierte technologische Weiterentwicklung sollen die volkswirtschaftlichen Kosten des Klimaschutzes verringert werden. Hierfür werden die Netzbetreiber zum vorrangigen Anschluss, Abnahme und Durchleitung von EEG-Strom verpflichtet (ordnungsrechtliche Komponente). Für die Produzenten werden auf 20 Jahre staatlich garantierte Vergütungen festgelegt, die über den Stromgestehungskosten liegen, um einen entsprechenden ökonomischen Anreiz zu bieten. Erstmals beschlossen wurde dieses Gesetz im Jahre 2000 (ibid.). Es existiert mittlerweile in der vierten Fassung. Am 01.01.2012 ist das novellierte EEG-12 in Kraft getreten.

Unter der maßgeblichen Einflussnahme des EEGs wurde der Anteil der erneuerbaren Energien im deutschen Stromsektor kontinuierlich erhöht. Der Anteil am Energieverbrauch im Jahr 2010 beträgt 17,1 % (BMU u. AGEE-Stat, 2012). Im Jahr der Beschlussfassung zum EEG 2000 lag die sog. EEG-Quote noch bei 3 % (EEG-KWK-G, 2010). Der kontinuierliche Anstieg des Stromanteils erneuerbarer Energien in zehn Jahren führte dazu, dass das vereinbarte Ziel, bis

2010 einen Anteil der erneuerbaren Energien am Stromsektor von 12,5 % zu erreichen, bereits 2007 erfüllt wurde⁵¹ (BMU u. AGEE-Stat, 2012).

EEG-Novelle 2009

Das EEG-09 wurde am 06.06.2008 vom Bundestag beschlossen, am 25.10.2008 im Bundesgesetzblatt veröffentlicht und ist am 01.01.2009 in Kraft getreten⁵². Ziel des EEG-09 war es, die Stromproduktion bis 2020 auf insgesamt 180 TWh a⁻¹ zu steigern. Zum Jahr 2010 wird die EEG-vergütete Strommenge auf rd. 81 TWh a⁻¹ durch das BMU angegeben (entsprechend etwa 78 % des erneuerbaren Stromes), (ibid.). Laut der Intentionen zum EEG-09 sollte der Anteil der Biomasse etwa 23 % ausmachen (entspricht 42 TWh a⁻¹). Im Jahr 2010 erreicht der Anteil der Biomasse bereits knapp 31 % (entspricht 25 TWh a⁻¹), (ibid.). Die explizite Förderung von Biomasse, verglichen mit anderen Erzeugungsmethoden, dürfte etwas an politischer Unterstützung verlieren.

Im EEG-09 wurden im Grunde alle Vergütungen angehoben, mit Ausnahme der bisher schon hohen Vergütungssätze für Fotovoltaik und Windkraft an Land. Deutliche Änderungen wurden ab 01/2009 im Bereich Geothermie und Biogas spürbar. Im Bereich Biogas änderte sich die Vergütungshöhe durch das EEG-09 in Abhängigkeit der bestehenden vier Leistungsklassen⁵³. Zusätzlich kann durch eine gutachterliche Bestätigung der Vermeidung von Emissionen gemäß der TA-Luft (bzgl. Formaldehyd) ein Emissionsschutz-Bonus von einem Cent je kWh gewährt werden.

EEG-Novelle 2012: Neue Zielsetzungen

Das EEG-12 wurde am 08.07.2011 im Bundesrat beschlossen, und ist am 01.01.2012 – drei Jahre nach dem Vorgängergesetz – in Kraft getreten. Das EEG-12 verfolgt das Ziel, einen Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch von 35 % bis zum Jahr 2020 zu erreichen.

⁵¹ Grundlage war die „Richtlinie zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt“ – RL 2001/77/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 27.09.2001.

⁵² Das EEG-09 wird hier behandelt, da sich die Untersuchungen der Teile A, B und C maßgeblich auf das EEG-09 und die Neuerungen seit dem EEG-04 beziehen. Eine detaillierte Übersicht über die Änderungen gibt *Anhangstabelle 2*.

⁵³ Biogas wurde im kleineren und mittleren Anlagenbereich < 500 MW besser vergütet. Als wichtigste Änderung ist eine verminderte Degression in der Stromvergütung anzumerken. Statt nach dem EEG-04 mit 1,5 % weniger Boni je Inbetriebnahmejahr, liegen die Abschläge bei nunmehr nur noch 1 %, beginnend zum Jahr 2010. Die höchste Grundvergütung wird für kleine Anlagen bis zu 150 kW_{el} gewährt. Änderungen werden auch beim sog. NaWaRo-Bonus und dem KWK-Bonus wirksam. Für kleine und mittlere Anlagen (< 150 bzw. < 500 kW_{el}) wird der NaWaRo-Bonus um 1 Ct auf 7 Ct je kWh erhöht. Ebenfalls neu ist ein Bonus von 2 Ct für die Verwendung von „überwiegend“ Material aus der Landschaftspflege. Es ist jedoch unwahrscheinlich, dass zum einen ganzjährig genügend Material zu entsprechendem konkurrenzfähigen Preisen bereitgestellt werden kann, zum anderen ist die Prozessführung mit einem 50%-igen Anteil an Landschaftspflegematerial sehr schwierig.

Bis zum Jahr 2030 soll dieser Anteil auf mindestens 50 % ansteigen. Im Jahr 2040 soll mindestens 65 % und im Jahr 2050 sogar 80 % des Stromes aus erneuerbaren Quellen stammen.

Im Bereich Biogasanlagen gab es wiederum eine Reihe von grundlegenden Veränderungen und Anpassungen (siehe Übersicht in *Anhangstabelle 3*). Diese erstrecken sich auf technische Rahmenbedingungen, die Vergütungsabrechnung sowie die Höhe der Prämien (KTBL, 2012).

Im Zuge der angestrebten Vereinfachung des komplexen Boni-Systems im EEG-09 wurden bisher gewährte Aufschläge, wie der Formaldehydbonus, KWK-Bonus und der Technologiebonus abgeschafft bzw. zum technischen Mindeststandard erhoben. Auch die Gülleverwertung und der NaWaRo-Bonus wurden neu geregelt. Ausgleichend wurden die Grundvergütungen in allen Anlagenklassen bis zu einer Leistung von 20 MW_{el} angehoben. Erst ab einer höheren Anlagenleistung wurde die Grundvergütung gegenüber dem Vorläufergesetz reduziert.

Gänzlich neu ist die Einführung der Anlagenkategorie „Kleine Gülleanlage“, mit einer Leistung von maximal 75 kW. Politisches Ziel ist es, die landwirtschaftlichen Anlagenbetreiber mit Viehhaltung – die in der Lage sind min. 80 Massenprozent Gülle einzusetzen – gegenüber Großanlagen zu stärken. Diese erhalten eine deutlich höhere Grundvergütung von 25 Ct/kWh_{el}, verlieren allerdings Ansprüche auf andere Boni. Dabei ist allerdings festzuhalten, dass nur relativ große viehhaltende Betriebe mit mindestens 125 Milchkühen die Anlagengröße von 75 kW ausschöpfen können⁵⁴. 2011 halten etwa die Hälfte der bayerischen Milchviehbetriebe weniger als 30 Kühe bzw. haben nur 1,5 % der Betriebe mehr als 100 Milchkühe (StMELF, 2012). Daher müssen sich mehrere Betriebe zusammenschließen, um genügend Gülle für den wirtschaftlichen Betrieb einer sog. „Kleinen Biogasanlage“ bereit zu stellen. Die zeitnahe Etablierung solcher Anlagen ist derzeit nicht zu erwarten.

Auch der frühere NaWaRo-Bonus (EEG-09: 7 Ct bis Anlagengröße 500 kW_{el}, dann 4 Ct) wurde in seiner bisherigen Form gestrichen. Als Ersatz wurden zwei neue, substratabhängige Boni, nach der sog. Einsatzstoffklasse I und II in vergleichbarer Höhe geschaffen. Die nachwachsenden Rohstoffe Mais, Grasschnitt, Getreide oder Zuckerrüben fallen nun in die Einsatzstoffklasse I (Anlage 2 Biomasse-VO) und werden mit 6 Ct, bei größeren Anlagen mit 5 bzw. 4 Ct entgolten. Ab einer Anlagengröße größer 20 MW_{el} können keine Einsatzstoffklassenboni mehr bezogen werden.

Ebenfalls abgeschafft wurden der Landschaftspflegebonus sowie der Güllebonus. Die Stromgewinnung aus Reststoffen wie Stroh, Landschaftspflegematerial oder Wirtschaftsdünger

⁵⁴ Berechnung beruht auf der Gülleproduktion von Milchkühen inkl. Nachzucht und Maissilage, vgl. *Anhangstabelle 11*. Die Biogasanlage wird mit einem elektrischen Wirkungsgrad von 34 % und einer durchschnittlichen Auslastung von 7.000 Stunden pro Jahr betrieben.

wird nun nach dem Einsatzstoffklasse II-Bonus mit 8 Ct bzw. 6 Ct je kWh_{el} vergütet. Die in Frage kommenden Substrate sind in Anlage 3 der Biomasse-VO 2012 festgeschrieben.

Verpflichtend wird für alle neuen Biogasanlagen die externe Nutzung von min. 35 % der anfallenden Wärme, wobei Anlagen, die ihren Strom direkt vermarkten bzw. mehr als 60 Massenprozent Gülle einsetzen, von dieser Pflicht entbunden sind. Zeitgleich werden mit Einführung des EEG-12 für größere Anlagen mit mehr als 750 kW_{el}, die die nach dem 31.12.2013 in Betrieb gehen, die garantierten Einspeisevergütungen gestrichen. Stattdessen sollen diese Anlagen den erzeugten Strom über das neu eingeführte sog. Marktprämienmodell direkt vermarkten.

Für die Belange des Natur- und Landschaftsschutzes erscheint insbesondere der sog. „Maisdeckel“ relevant, der den Einsatz von Mais als Gärsubstrat bei 60 % begrenzt. Allerdings kann aufgrund der hohen Energiedichte von Maissilage dennoch die überwiegende Menge Energie gewonnen werden. Bereits in der Vergangenheit haben Biogasanlagen, die den Güllebonus für einen wirtschaftlichen Betrieb genutzt haben (Vergütungsmodell EEG-09) bei einem 30%-igen Massenanteil Gülle, in der Regel nicht mehr als 60 % Mais eingesetzt. Daher wird sich in der Praxis wenig in der Rationszusammensetzung der Biogasanlagen ändern. Lediglich Betriebe, die keine Gülle in der Biogasanlage einsetzen, sollten von der Neuregelung betroffen sein und müssten beispielsweise verstärkt auf Grassilage zurückgreifen.

Insgesamt diene die Neugestaltung des EEG-12 zwar der Entlastung sich mehrender Konflikte mit den Belangen des Natur- und Landschaftsschutzes sowie einer Entschärfung der gesellschaftlichen „Teller-Tank“-Debatte, die steuernden Auswirkungen auf die Landwirtschaft bzw. den Biogassektor sind jedoch als eher gering zu bewerten.

Gesetzes zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich – EEWärmeG

Lange Zeit wurde die effiziente Wärmenutzung bei der Stromproduktion seitens der Politik vernachlässigt. Dies sollte sich mit dem „Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich“ (EEWärmeG) vom 07.08.2008 ändern (BMU, 2008b). Als Teil des „Integrierten Energie- und Klimapakets“ (IEKP) verfolgt das EEWärmeG das Ziel, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmeversorgung bis 2020 auf 14 % zu steigern. 2010 beträgt der Anteil erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch im Bereich Wärme knapp 8 % (2007: 6,6 %). Die Ziele sollen u. a. durch eine Verpflichtung der Eigentümer neuer Gebäude, Heizenergie zumindest anteilig durch erneuerbare Energien zu decken, realisiert werden. Biomassenutzung wird explizit als eine solche Möglichkeit herausgestellt, neben der Wärmetauschertechnologie oder Solarthermie. Ebenfalls sollen Abwärmekonzepte, Kraft-Wärme-Kopplung und Wärmedämmung zur Erfüllung der Verpflichtungen herangezogen werden. Das EEWärmeG ist am 01.01.2009 in Kraft getreten.

Eine wichtige Rolle in der Frühphase der Nutzung von Biokraftstoffen spielte die Mineralölsteuerbefreiung im Energiesteuergesetz (EnergieStG). Bio-Diesel-Reinkraftstoff, der nicht innerhalb der Beimischungsquote durch die geltende Kraftstoffsteuer besteuert ist, wurde ab 08/2006 im Rahmen des EnergieStG mit 9 Ct je Liter steuerlich belastet. Für 2009 war die planmäßige Erhöhung des Steuersatzes auf 21 Ct vorgesehen, jedoch wurde dieser nach dem „Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen“⁵⁵ in Reaktion auf veränderte Rahmenbedingungen auf nunmehr 18 Ct für 2009 korrigiert. Die Besteuerung steigt nun in unregelmäßigem Turnus und ist für die Jahre 2010 bis 2012 auf 18,6 Ct je Liter festgelegt⁵⁶. Ab 2013 soll die Steuer dann 45,03 Ct / l betragen (FNR, 2011c).

Bei reinem Pflanzenöl setzte die Besteuerung ab 2008 etwas später mit zehn Cent je Liter ein. Für die Jahre 2009 bis 2012 ist ein Anstieg auf ebenfalls 18,5 Cent je Liter vorgesehen, um ab 2012 mit 45 Ct konstant zu bleiben. Damit unterliegt Pflanzenöl fast der identischen Besteuerung wie Bio-Diesel als Reinkraftstoff. Biokraftstoffe in der Land- und Forstwirtschaft bleiben von der Mineralölsteuer befreit.

Ethanol ist seit 2002 von der Mineralölsteuer befreit und die Fortsetzung dieser Vergünstigung ist bis 2012 vorgesehen.

Marktanreizprogramm zur Förderung Erneuerbarer Technologien – MAP

Das MAP des BMU fördert insbesondere Anlagen im Wärmebereich. Innerhalb der Zielvorstellungen eines 14%igen Anteils erneuerbarer Energien am Wärmemarkt in 2020 gemäß dem EEWärmeG, sollen etwa 3,6 bis 4,8 % durch das „Marktanreizprogramm zur Förderung Erneuerbarer Technologien“ (MAP) realisiert werden. Rückblickend wurden 2007 rund 164.000 Anlagen durch 142 Mio. € tatsächlich abgeflossener Mittel gefördert. Für 2008 sollte das zur Verfügung stehende Finanzierungsangebot auf 350 Mio. € deutlich aufgestockt werden, sodass 200.000 Maßnahmen in eine Förderung einbezogen werden könnten. Die Realität blieb hinter diesen Erwartungen deutlich zurück, so wurden Fördermittel in Höhe von 236 Mio. € für rd. 150.000 Projekte tatsächlich zur Verfügung gestellt. 2009 sollten laut Haushaltsantrag ursprünglich 500 Mio. € im MAP zur Verfügung stehen wovon nach Abschluss der Haushaltsverhandlungen noch 400 Mio. € in Aussicht gestellt wurden (BMU, 2009). Im Mai 2010 wurde durch den Haushaltsausschuss des Deutschen Bundestages der sofortige Programmstopp veranlasst. Weniger als drei Monate später wurde dieser Beschluss wiederum aufgehoben. Nunmehr standen für die Förderung im MAP 2010 insgesamt 380 Mio. € zur Verfügung. Zeitgleich ist ab Juli 2010 eine leicht veränderte Programmrichtlinie in Kraft getreten, sodass beispielsweise solarthermische

⁵⁵ Kabinettsentwurf zum Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen vom 24.10.2008.

⁵⁶ Im Rahmen der Umsetzung der EG-Energiesteuerrichtlinie 2003/96/EG vom 27.10.2003 wurde das EnergieStG vom 29.06.2006 beschlossen, welches das bisher geltende Mineralölsteuergesetz ablöste.

Anlagen in Neubauten nicht mehr gefördert werden. Laut Haushaltsvorlage des Bundeskabinetts für 2011 ist auch die längerfristige Förderung im Rahmen des MAP bis 2014 vorgesehen (BAFA, 2010). Am 15.03.2011 sind wiederum geänderte Richtlinien für das MAP in Kraft getreten.

Der Freistaat Bayern profitiert außerordentlich von diesem Programm. Insbesondere in der Anfangszeit des Förderprogrammes ging ein Großteil der Mittel nach Bayern. Bis Februar 2003 flossen 57 % der MAP-Förderung für Biomasseanlagen nach Bayern wodurch Bundeszuschüsse in Höhe von rund 20 Mio. € genutzt werden konnten, die, nach Angaben der Bayerischen Staatsregierung, Gesamtinvestitionen in Höhe von 175 Mio. € ausgelöst haben sollen (StMUGV, 2003). Im Laufe der Zeit haben andere Bundesländer vermehrt das MAP in Anspruch genommen, Bayern blieb jedoch eine Schwerpunktregion. 2008 sind rd. 42 % aller bis dato gewährten Bundesfördermittel im Rahmen des MAP nach Bayern geflossen (BStMWIVT, 2008).

Forschungsförderung

Neben den genannten anreizpolitischen Instrumenten am Markt existiert darüber hinaus noch die gezielte Forschungsförderung seitens der Bundesregierung zu erneuerbaren Energien allgemein. Nach Angaben des BMU wurden 2008 die Forschungsmittel gegenüber 2007 um 50 % angehoben, und summieren sich auf 150 Mio. € a⁻¹. 170 Forschungsprojekte wurden finanziert, wobei der Schwerpunkt auf Fotovoltaik und Windkraft lag. Die Energieerzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen stellte bis 2008 keinen expliziten Forschungsschwerpunkt dar (BMU, 2008a). 2009 ist die Forschungsförderung durch das BMU (2010b) im Bereich erneuerbare Energien allgemein auf 118,4 Mio. € leicht zurückgegangen. Thematisch besonders relevant ist das „Förderprogramm Klimaeffiziente Optimierung der energetischen Biomassennutzung“ in dem seit 2009 die ersten Forschungsvorhaben gefördert wurden. Für den Zeitraum von 2009 bis 2014 wurden Fördermittel in Höhe von rund 17,5 Mio. € für diesen Bereich bewilligt. Neben den öffentlichen Ausgaben für Forschung durch das BMU sind in ähnlichem finanziellen Umfang andere Institutionen bzw. Ministerien beteiligt, sodass die Ausgaben für Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbare Energien 2009 insgesamt 277,4 Mio. € betragen (ibid.).

2.6.4 FÖRDERPOLITIK IN BAYERN

In Bayern ist der Ausbau der Biomassennutzung Kernelement der Etablierung erneuerbarer Energien und wurde 2004 laut Beschluss der Bayerischen Staatsregierung vom 20.04.2004 zum Gesamtkonzept Bayern zur Energiepolitik erklärtes politisches Ziel: *„Ziel der Staatsregierung ist es, den Anteil der erneuerbaren Energien in Bayern auf 8 bis 9 % zu steigern [...]. Den Hauptbeitrag dazu soll der verstärkte Ausbau der Biomasse leisten, die in Bayern das größte mittelfristig zusätzlich erschließbare Potential bietet, und deren Nutzung energie-, klimaschutz- und auch landwirtschaftspolitisch von besonderem Interesse ist.“* (BStMWIVT, 2004). Auch in der 2008 geschlossenen Koalitionsvereinbarung zwischen den Regierungsparteien im Bayerischen Landtag wurde die weitere Steigerung der Nutzung regenerativer

Energien bekräftigt (CSU u. FDP, 2008). In *Anhangstabelle 10* wird ein Komplettüberblick über die wichtigsten anreizpolitischen Instrumente innerhalb von Bayern gegeben.

Durch die EU, den Bund und den Freistaat werden neben agrarpolitisch initiierten jährlichen staatlichen Transferleistungen an die bayerische Land- und Forstwirtschaft, u. a. für Agrarumweltmaßnahmen (AUM), auch in relativ bescheidenem Maße die Förderung nachwachsender Rohstoffe im Rahmen des sog. Gesamtkonzeptes Nachwachsende Rohstoffe gefördert⁵⁷. Im Gesamtzeitraum zwischen 1990 und 2009 hat die Bayerische Staatsregierung 232 Mio. € – davon rund 192 Mio. € aus Landesmitteln – in die Energieerzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen investiert (StMELF, 2010). Dies entspricht in etwa den jährlichen Ausgaben für AUM.

Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe in Bayern

Als wichtigstes bayerisches Förderinstrument zur Nutzbarmachung nachwachsender Rohstoffe wurde 1990 das erste Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe in Bayern geschaffen und seitdem kontinuierlich fortgeschrieben. Im nahezu zweijährigen Turnus wurden drei Gesamtkonzepte unter maßgeblicher Führung des StMELF (2005; 2007; 2009) erstellt⁵⁸. Hierin werden die politischen Eckpunkte der Regierung zum Thema zusammengefasst. Die Förderung umfasst dabei Forschungs-, Entwicklungs-, Demonstrations- und Investitionsvorhaben (StMELF, 2010). 2007 wurden Änderungen insbesondere in den Förderbereichen Biomassekraftwerke und Pelletheizungen wirksam (StMELF, 2007).

Biomasseheizwerke – Richtlinie BioKlima

Die Bayerische Förderrichtlinie für Biomasseheizwerke des StMELF; BioKlima, in Kraft seit 01.07.2009 in der aktualisierten Fassung vom 12.01.2010, widmete sich der Investitionsförderung zur CO₂-Vermeidung durch Biomasseheizanlagen (TFZ, 2011). Folgende Fördertatbestände müssen hierfür erfüllt werden:

- Anlagen ab einem Jahresenergiebedarf von 500 MWh;
- Demonstrationsanlagen von Pelletheizungen kleiner 500 MWh wurden separat mit bis zu 30 % der förderfähigen Kosten gefördert.

Pelletheizungen wurden aus dieser Förderung ausgeschlossen, da vorgeschrieben ist, dass mindestens 25 % der Biomasse (energetisch) aus Wäldern und Energieholzplantagen gemäß einer Positivliste stammen muss, was bei Anlagen mit ausschließlicher Verfeuerung von Holzpellets, die üblicherweise aus Reststoffen der Möbelindustrie hergestellt werden, nicht gewährleistet ist⁵⁹.

⁵⁷ Wird der Gesamtetat betrachtet, so fällt der nach wie vor sehr deutliche Vorrang der Agrarumweltprogramme (225 Mio. €) gegenüber dem Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe in Bayern (7 Mio. €) auf.

⁵⁸ Zum Stand Frühjahr 2012 gilt nach wie vor das Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe von 2009.

⁵⁹ Pelletheizungen können jedoch durch das Marktanzreizprogramm des Bundes zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien (MAP-Richtlinie v. 05.12.2007) gefördert werden.

Besonderen Schwerpunkt auf Nachwachsende Rohstoffe setzt das Klimaprogramm Bayern 2020 aus dem Jahr 2007 (Bayerische Staatsregierung u. BayStMUGV, 2007). So wird im Agrarbericht des StMELF (2010) auf den wesentlichen Beitrag nachwachsender Rohstoffe zum Erreichen der Klimaschutzziele hingewiesen. Im Jahr 2010 werden *„für die Markteinführung im Bereich der energetischen und stofflichen Verwertung nachwachsender Rohstoffe sowie für Maßnahmen bei Biomasse im Rahmen des Klimaprogramms 2020 [...] Haushaltsmittel in Höhe von 8,8 Mio. € veranschlagt“*. Folgende Maßnahmen werden verstärkt unterstützt (ibid.):

- *„Aufbau einer Musterregion im Umfeld des Kompetenzzentrums für Nachwachsende Rohstoffe in Straubing,*
- *Einrichtung eines Modellbetriebs mit Kurzumtriebskulturen,*
- *Einsatz von biogenen Treibstoffen und weiteren Bioenergieträgern am Flughafen München.“*

3 METHODISCHES VORGEHEN UND DATENGRUNDLAGE

In den thematischen Teilbereichen A, B und C kommen unterschiedliche methodische Vorgehensweisen zur Anwendung, die in diesem Kapitel zusammen mit den betrachteten Untersuchungsregionen eingeführt und dargestellt sind. Die Auswahl der insgesamt neun Untersuchungsregionen konzentriert sich dabei auf Bayern mit Ausnahme zweier Regionen der Netzwerkanalyse im Teilbereich C. Für diesen Teilbereich wurden zwei Gebiete in Nord- und Ostdeutschland einbezogen, vgl. *Abbildung 11*.

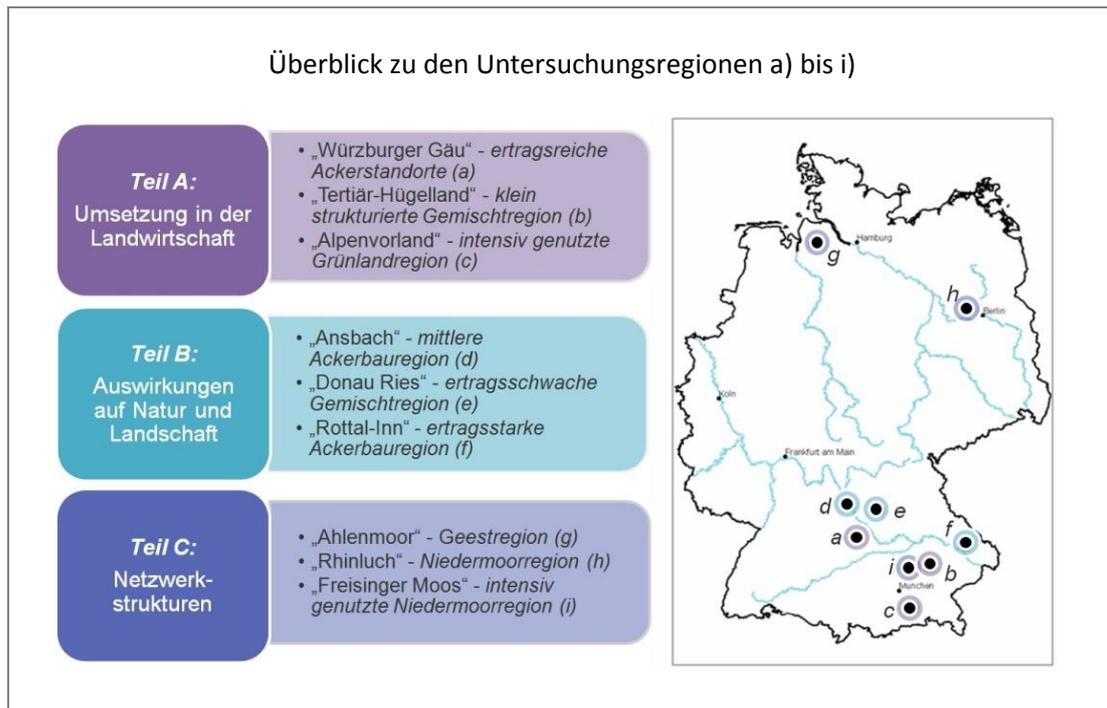


Abbildung 11: Lage der Untersuchungsregionen und Zuordnung zu den Teilbereichen A, B und C.

Es folgen die Methodikteile A, B und C, in denen die neun Untersuchungsregionen a) bis i) bezüglich ihrer Lage und Ausdehnung, Geo-/Hydrologie, Landnutzung und relevanter Naturschutzaspekte charakterisiert werden.

3.1 METHODIKTEIL A: UMSETZUNG DES KLIMASCHUTZES IN DER LANDWIRTSCHAFT

Leitfadengestützte Befragungen von Landwirten und regionalen Experten ermöglichen eine detaillierte Sicht auf den Grad der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen in den Regionen, auftretende Probleme und Einschätzungen durch die Zielgruppe Landwirte und regionaler Experten. Die Methode erlaubt es, die durch die Betriebsleiter und Experten direkt wahrgenommenen Auswirkungen der Energie-, Umwelt- und Agrarpolitik und anderer Rahmenbedingungen im jeweiligen regionalen Kontext zu erfassen, da davon auszugehen ist, dass das jeweilige regionale Umfeld sich stark auf Wahrnehmungs- und Entscheidungsprozesse auswirkt (Krämer *et al.*,

2010a). Es soll daher ein umfassendes Bild zur Einschätzung auf der Umsetzungsebene mit dem Schwerpunkt Landwirtschaft geschaffen werden.

3.1.1 VORGEHENSWEISE TEIL A

Hintergrund und zentrale Fragestellungen

Die Untersuchungen im Teilbereich A können zurückblicken auf mehrere Jahre politikbegleitende Forschung durch GANZERT *et al.* (2004; 2009; 2008). Mittels Befragungen von Landwirten und regionalen Experten aus der Landwirtschaft und dem Umweltbereich in fest etablierten Untersuchungsregionen konnten die Entwicklungen und Reaktionen aufgrund sich ändernder Rahmenbedingungen und Auswirkungen der Agrarpolitik kontinuierlich dargestellt werden. In Vorbereitung der vorliegenden Forschungsarbeit wurde vom Autor ein eigener Themenkomplex zum Stand der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen und zur Wahrnehmung des Klimawandels durch Landwirte und Experten im landwirtschaftlichen Bereich geschaffen und in die laufenden Untersuchungen des Gesamtforschungsvorhabens eingespeist. Auch wurde nach der möglichen Ausgestaltung der GAP ab 2013 gefragt, bzw. wie die GAP in Einklang mit den Zielen des Klimaschutzes und der Förderung erneuerbarer Energien zu bringen ist. Folgende thematische Kernbereiche wurden erfragt:

- Welche Wahrnehmungen werden bezüglich des Klimawandels gemacht?
- Welche Entwicklungen zeigen sich v.a. für die besonders naturschutz- und klimarelevanten Bewirtschaftungsverfahren (z.B. extensive Viehhaltungssysteme)?
- Welche Wirkungen haben die verschiedenen Einstellungsmuster auf das Anpassungsverhalten der Betriebsleiter und welche Konsequenzen ergeben sich daraus?
- Welche Risiken und Herausforderungen für ein natur- und umweltorientiertes Verhalten der Landwirte ergeben sich aus den wirtschaftlichen, ökologischen und politischen Rahmenbedingungen außerhalb der GAP (z.B. Energiepreise, Nahrungsmittelpreise, Bioenergiemärkte, Klimawandel etc.)?

Vorgehensweise

Die Vorgehensweise im Gesamtforschungsprojekt KRÄMER *et al.* (Krämer *et al.*, 2010a) gliedert sich für jede Untersuchungsregion im Wesentlichen gemäß *Abbildung 12*. In einer ersten Literaturanalyse wurden aktuelle Entwicklungen im Agrarsektor seit der Umsetzung der GAP-Reform recherchiert und auf ihre Auswirkungen in den neun Untersuchungsregionen hin nachvollzogen.

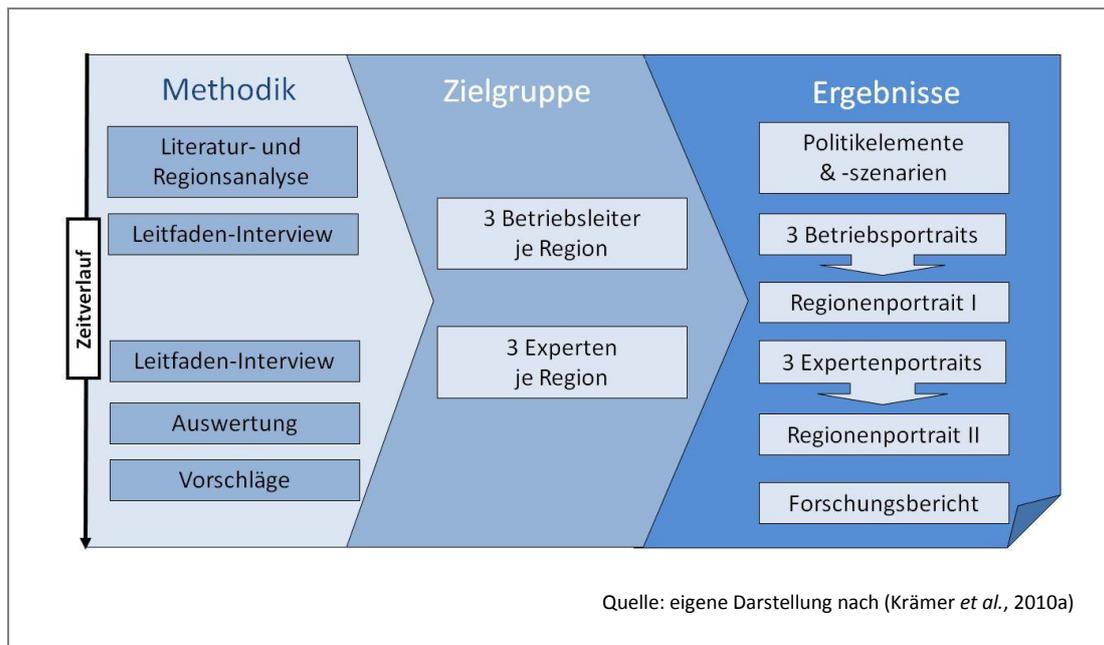


Abbildung 12: Vorgehensweise im Teilbereich A – Umsetzung des Klimaschutzes in der Landwirtschaft.

Die Auswahl der Untersuchungsregionen für das rahmengebende Forschungsvorhaben wurde 2003 – zu Beginn der ersten Erhebungen – unter Berücksichtigung der unterschiedlichen agrarwirtschaftlichen Erzeugungsregionen und landschaftsräumlichen Gliederung Deutschlands, festgelegt (vgl. Ganzert et al., 2004; 2009; 2008). Die in Bayern liegenden Untersuchungsregionen „Würzburger Gäu“, „Tertiär-Hügelland“ und „Alpenvorland“ werden hinsichtlich der Themenstellung der vorliegenden Monografie gezielt ausgewertet.

Tabelle 6: Übersicht der Untersuchungsregionen und Auswahlkriterien Teil A.

Untersuchungsregion	Auswahlkriterium
a) „Würzburger Gäu“	<ul style="list-style-type: none"> - steigende Bedeutung des EEG verbunden mit dem Maisanbau für Biogas - typisch sind Betriebe im Bereich Marktfruchtanbau (Zuckerrübe) u. Schweinemast - fehlende Strukturelemente erwecken den Eindruck einer „ausgeräumten Landschaft“ - Hauptbrutgebiet der Wiesenweihe
b) „Tertiär-Hügelland“	<ul style="list-style-type: none"> - Gemischtregion mit Grünland und Ackerstandorten - typisch sind Milchvieh- und Bullenmastbetriebe - Erosionsproblem - Eutrophierung der Oberflächengewässer
c) „Alpenvorland“	<ul style="list-style-type: none"> - traditionell geprägt, touristisch wichtige Rolle der bäuerlichen Landwirtschaft - typisch sind Milchviehbetriebe auf Grünlandbasis - Maisanbau nimmt zu

Quelle: eigene Zusammenstellung

In einem ersten Schritt der eigentlichen Erhebungsphase werden landwirtschaftliche Betriebsleiter in einem leitfadengestützten Interview vor Ort, d.h. auf dem Betriebsitz, befragt, um einen Einblick in die derzeitige Situation vor Ort und in die betrieblichen Entwicklungen zu erhalten.

Hierfür wurden in jeder der drei Untersuchungsregionen a), b) und c)⁶⁰ drei für die Region typische Landwirtschaftsbetriebe ausgewählt. Die Ergebnisse der Befragung der Betriebsleiter wurden in sog. Betriebsportraits zusammengefasst und mit vorhandenen Hintergrundinformationen aus vorangegangenen Befragungen ergänzt und auf Plausibilität hin geprüft. Die Betriebsportraits wurden anschließend zu sog. Regionenportraits I zusammengefasst (erste Stufe der Aggregation). Die Regionenportraits I bildeten die Ausgangsbasis für die Befragung der Experten. Im zweiten Schritt der Befragung wurden drei ausgewiesene regionale Experten aus den Bereichen Landwirtschaft und Naturschutz interviewt. Eine anfänglich anvisierte telefonische Beratung wurde aufgrund der Komplexität der Fragestellungen verworfen und stattdessen Termine in den jeweiligen Dienststellen bzw. Wohnsitzen vereinbart. Durch die Expertenbefragung sollten die Ergebnisse der Betriebsleiterbefragung stärker in einen regionalen Kontext gestellt und im Hinblick auf ihre Verallgemeinerung bezüglich einer feststellbaren regionalen Entwicklung betrachtet werden. Anschließend wurden die gewonnenen Informationen hinsichtlich betrieblicher und regionaler Anpassungsstrategien ausgewertet und zu einem Regionenportrait II zusammengefasst.

3.1.2 METHODIK UND DATENERHEBUNG TEIL A

Im Teil A zum Themenbereich „Umsetzung des Klimaschutzes in der Landwirtschaft“ kommen Methoden der qualitativen empirischen Sozialforschung zur Anwendung. Diese eignen sich insbesondere für explorative Studien und zur induktiven Hypothesengenerierung (Krämer *et al.*, 2010a). Hierbei kommt ein zweistufiges Befragungskonzept zum Tragen, indem zuerst Landwirte befragt werden, um einen sog. Primäreindruck zu gewinnen, der dann in einer zweiten Befragungsrunde durch Experten aus dem landwirtschaftlichen Bereich zu verifizieren und zu ergänzen ist. In Vorbereitung der Experteninterviews werden die Zwischenergebnisse in Form des Regionenportraits I den Experten zur Verfügung gestellt, um diese dann gemeinsam zu diskutieren und gegebenenfalls das Gespräch auf die besonders relevanten Aspekte zu fokussieren. Darüber hinaus bietet die Darreichung einen gewissen Zusatznutzen für die Experten und bietet für sie einen Einblick in die einzelbetriebliche Sichtweise.

Befragung von Landwirten

Im Rahmen der leitfadengestützten Befragung soll die Perspektive der Zielgruppe Landwirte auf der Ebene der Umsetzung im ländlichen Raum erschlossen werden unter Berücksichtigung der zukünftigen Entwicklung in den Untersuchungsregionen (Krämer *et al.*, 2010a). Es werden die geplanten und realisierten einzelbetrieblichen Anpassungsreaktionen festgestellt, aber auch die Gründe für das jeweilige Verhalten in Erfahrung gebracht. Daneben werden die subjektive Wahrnehmung und Betroffenheit der Landwirte an die Interviewer weitergegeben (Primäreindruck). Es soll die emotionale Qualität der Wahrnehmungen erfasst werden (z.B. Ärger, Unsi-

⁶⁰ Für das rahmengebende Forschungsvorhaben GANZERT *et al.* (2009; 2008) und KRÄMER *et al.* (2010a) wurden insgesamt neun Untersuchungsregionen einbezogen. Gegenstand der vorliegenden Auswertung sind die drei bayerischen Untersuchungsregionen.

cherheit, Frustration, Optimismus), die unter dem Gesichtspunkt der Politikberatung von erheblicher Bedeutung ist, da sie zu einem gewissen Grad die Zukunftserwartungen der Betriebsleiter und damit ihr Entscheidungsverhalten beeinflusst. Die Befragung der Landwirte erscheint daher besonders relevant für das Verständnis von Verhaltensanpassungen, die nicht nur rein ökonomischen Prinzipien folgen.

Für die Auswertungen der Aussagen der Landwirte werden die von GANZERT *et al.* (2008, 60ff) definierten drei Motivationstypen aufgegriffen, um Unterschieden in den Persönlichkeitstypen und Motivationsstrukturen der Landwirte Rechnung zu tragen. Die Motivationstypen unterscheiden sich vor allem hinsichtlich der intrinsischen Motivation, Gemeinwohlleistungen wie beispielsweise Klimaschutz, zu erbringen. Folgende Motivationstypen werden hierbei unterschieden (Krämer *et al.*, 2010a):

- „Traditionalisten“, die Gemeinwohlleistungen aus traditionsbehafteten Antrieben ohne Wertschätzung der eigenen Leistungen erbringen.,
- „Landbauern“, erbringen Gemeinwohlleistungen aus eigenem Antrieb heraus,
- „Agrarmanager“, die Gemeinwohlleistungen erbringen, wenn diese mit wirtschaftlichen Vorteilen einhergehen.

Ein ähnlicher Ansatz zur Berücksichtigung der Motivation von Landwirten in Österreich wurde auch von WRBKA (2006 in Krämer *et al.*, 2010a) im Zusammenhang mit Einstellungen zur Biodiversität – die ebenfalls in den Bereich der Gemeinwohlleistungen fällt – vorgestellt.

Die Forschungen von GANZERT *et al.* (2009; 2008) haben gezeigt, dass Eigenmotivation eine wichtige Ressource der Agrar-Umwelt-Politik darstellen kann, da Eigenmotivation den eigenen Nutzen der Landwirte (z.B. Freude und Zufriedenheit) mit dem Gemeinwohl verbindet. Demnach führt die Förderung und Unterstützung der Eigenmotivation durch geeignete politische Maßnahmen tendenziell dazu, dass Landwirte sich freiwillig und dauerhaft zugunsten eines natur- und umweltschonenden Handelns entscheiden (Ganzert u. Scherhorn, 2007; Ganzert *et al.*, 2008). Dieser Bedeutungszusammenhang wird hier auf den Klimaschutz übertragen.

Hingegen scheinen laut GANZERT *et al.* (2008) extrinsische Triebkräfte die Erbringung von Gemeinwohlleistungen nicht langfristig zu sichern. So stellten ökonomisch rational handelnde Landwirte die Erbringung von Gemeinwohlleistungen ein, sobald deren Honorierung die entstehenden Kosten nicht mindestens ausgleichen. Die Erbringung von Gemeinwohlleistungen kann durch ökonomische Anreize und ordnungsstaatliche Auflagen besonders wirksam gestaltet werden, wenn die Eigenmotivation von Landwirten gefördert wird. Hierbei sind insbesondere zwei Faktoren bestimmend: die Eigenmotivation, sich für eine intakte Natur und Umwelt zu engagieren und den eigenen Handlungsmöglichkeiten, dies umzusetzen.

Untersuchungsregion a) „Würzburger Gäu“: In der Untersuchungsregion a) wurden die gleichen Betriebe befragt wie in den Befragungen 2005 und 2007. Die ausgewählten Betriebe können als typisch für die Region angesehen werden. Hierbei handelt es sich um zwei reine Ackerbaubetriebe, wobei einer im Haupt- und einer im Nebenerwerb wirtschaftet. Des Weiteren wurde ein Ackerbau-Veredlungsbetrieb im Haupterwerb befragt.

Untersuchungsregion b) „Tertiär-Hügelland“: Bei den drei befragten Betrieben handelt es sich um zwei Milchviehbetriebe im Nebenerwerb und einen Bullenmastbetrieb im Vollerwerb. Die Betriebe wurden ursprünglich 2005 in Zusammenarbeit mit den Landwirtschaftsämtern in Pfaffenhofen und Erding ausgewählt. Zwei der aktuell befragten Betriebe haben schon 2005 an der Befragung durch GANZERT *et al.* (2008) mitgewirkt.

Untersuchungsregion c) „Alpenvorland“: Bei den befragten Betrieben in der Region „Alpenvorland“ handelt es sich um drei unterschiedliche „Motivationsstypen“ der Betriebsleiter, dem sog. Agrarmanager mit einem Bio-Legehennenbetrieb mit Milchvieh und Direktvermarktung, einem sog. Landbauer mit Milchvieh, Schafen „als Hobby“ und Alpengang des Jungviehs sowie einem Traditionalisten, der wenige Stück Milchvieh hält und mit zwei Gästezimmern Urlaub auf dem Bauernhof anbietet. Diese drei Betriebe decken das typische Spektrum an Betrieben in der Region „Alpenvorland“ ab. Zwei der Betriebe wurden bereits in der vorangegangenen Untersuchung 2005 und 2007 von GANZERT *et al.* (2009) befragt. Der als Traditionalist bezeichnete Betrieb wurde neu ausgesucht⁶¹. Es folgte demzufolge eine erste umfangreichere Bestandsaufnahme des neu hinzugekommenen Betriebes.

Befragung von Experten

Die Befragung von landwirtschaftlichen Experten auf Basis der Ergebnisse der Betriebsleiterbefragung, ausformuliert im Regionenportraits I, ermöglicht die bessere Einordnung der Einzelmeinungen sowie Aussagen bzgl. der regionalen Repräsentativität. Zugleich sind die Experten stärker als die Mehrzahl der Betriebsleiter in die überregionalen Diskurse eingebunden (Krämer *et al.*, 2010a). Daneben erfasst die Befragung der Experten aus den Bereichen Landwirtschaft und Umwelt Sichtweisen auf die regionalen Wirkungen des Klimawandels, der erneuerbaren Energien und der Förder- und Agrarpolitik allgemein, die zumeist auf einer breiteren Informationsbasis beruhen und in denen häufig eine weniger emotionale, stärker ausgewogene und verallgemeinernde Haltung zum Ausdruck kommt. Auch erlaubt die Befragung der landwirtschaftlichen Berater eine bessere Einschätzung der Umsetzungsperspektive, d.h. der faktischen Handlungsebene der Betriebsleiter, nicht nur ihrer verbalen Reaktionen (*ibid.*).

⁶¹ Der ursprünglich befragte Betriebsleiter wollte aufgrund persönlicher und prinzipieller Gründe nicht mehr an der Betriebsbefragung teilnehmen. Diese Entwicklung zeichnete sich bereits in der Befragung vor drei Jahren ab. Somit wurde im näheren Umfeld nach einem geeigneten Ersatzbetrieb gesucht.

Untersuchungsregion a) „Würzburger Gäu“: Als Experten im Bereich der Landwirtschaft konnten ein Berater des Landwirtschaftsamtes Uffenheim (AELF Uffenheim) sowie ein Mitarbeiter der Unteren Naturschutzbehörde am Landratsamt Neustadt a.d. Aisch (UNB Neustadt/Aisch) erneut für die Durchführung der Befragung gewonnen werden. Zusätzlich wurde ein neuer Mitarbeiter des Landwirtschaftsamtes Würzburg befragt, da der Vertreter aus den vorangegangenen Jahren in die Regionalpolitik gewechselt ist (ibid.).

Untersuchungsregion b) „Tertiär-Hügelland“: Expertenmeinungen wurden vom Geschäftsführer des Maschinenrings Wolnzach (MR Wolnzach) und einem Abteilungsleiter aus dem Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Pfaffenhofen (AELF Pfaffenhofen) eingeholt. Beide Experten haben bereits in der vorangegangenen Befragungsrunde 2007 teilgenommen.

Untersuchungsregion c) „Alpenvorland“: Der befragte Experte der Unteren Naturschutzbehörde des Landratsamtes Miesbach (UNB Miesbach) hat bereits an der vorangegangenen Befragung teilgenommen. Eine Mitarbeiterin aus dem Amt für Landwirtschaft (AELF) hat bereits im Vorläuferprojekt teilgenommen. Befragt wurden zusätzlich ein Sachgebietsleiter und ein Experte aus dem Ressort Regionalvermarktung.

3.1.3 CHARAKTERISIERUNG DER UNTERSUCHUNGSREGIONEN TEIL A

Untersuchungsregion a) „Würzburger Gäu“

Begründung der Auswahl: Die Anbauverfahren im intensiven Ackerbau und Konflikte mit Anhang IV Tier- und Pflanzenarten der FFH-Richtlinie machen die Untersuchungsregion „Würzburger Gäu“ für diese Arbeit interessant. Zu den faunistischen Besonderheiten zählen größere Vorkommen des Feldhamsters sowie landesweit bedeutende Vorkommen der Wiesenweihe.

Lage und Ausdehnung: Die Untersuchungsregion „Würzburger Gäu“ liegt im Landkreis Würzburg in Mainfranken. Sie umfasste die naturräumlichen Haupteinheiten „Ochsenfurter und Gollachgau“ südlich der Stadt Würzburg und die „Gäuplatten im Maindreieck“ im Nord-Osten des Landkreises Würzburg.

Geo- und Hydrologie: Die Morphologie der Landschaft und das Landschaftsbild im Landkreis Würzburg ist primär durch Weiträumigkeit zu charakterisieren, durchzogen von flachen Rippen mit vereinzelt, niedrigen Hügeln. Das ebene, teilweise hügelige Relief im Bereich der Gäuflächen ist für die landwirtschaftliche Nutzung überwiegend gut geeignet. Die Böden im gesamten Gebiet der „Mainfränkischen Platte“ sind durch Lettenkeuper und Muschelkalk gebildet worden. Die Regionen „Ochsenfurter- und Gollachgau“ sind geprägt durch starke Deckschichten aus Löss. Die Böden dieser Bereiche bestehen aus Parabraunerden, die sehr tiefgründig, nährstoffreich jedoch erosionsgefährdet sind. Insbesondere im „Ochsenfurter Gau“ und „Uffenheimer Gau“ liegen beste Böden, deren Bodenzahlen im Bereich um 70 liegen, teilweise sogar bis 90 (Mengel *et al.*, 2008).

Landnutzung: Etwa 65 % der Landkreisfläche Würzburgs wird landwirtschaftlich genutzt und ca. 21 % sind Wald (BayLfStaD, versch. Jahre). Die offene Kulturlandschaft mit intensiver Ackernutzung ist fast waldfrei mit wenigen Landschaftselementen. Ackerbaubetriebe z.T. in Kombination mit Veredlung spielen die wichtigste Rolle im „Würzburger Gäu“, wobei sich die Tierhaltung auf den südlichen Bereich konzentriert. Es sind auch einige wenige Milchviehhaltende Betriebe in der Region angesiedelt. Des Weiteren haben verhältnismäßig kleine und Neben-erwerbsbetriebe eine große Bedeutung. Deren hohe Zahl lässt sich mit den guten Einkommensmöglichkeiten im außerlandwirtschaftlichen Bereich und dem arbeitsextensiven Marktfruchtbau erklären (Krämer *et al.*, 2010a). Besonders relevant ist der Anbau von Getreide (Weizen und Gerste). In der Vergangenheit war der Maisanbau auf rd. 7 % der Ackerfläche (Landkreis Würzburg) begrenzt und Biogasanlagen spielten im gesamten Landkreis eine verhältnismäßig geringe Rolle in der Landwirtschaft. Die Anzahl der Biogasanlagen im Landkreis Würzburg wird laut der Erhebung der LfL zum Stand 2006 auf weniger als 15 geschätzt (Keymer, 2007). Die Viehdichte im Landkreis Würzburg liegt generell auf einem sehr niedrigen Niveau. Mit nur 32 Rindern je 100 ha landwirtschaftlich genutzter Fläche wird einer der niedrigsten Werte in Bayern erreicht. Die Schweinedichte liegt dagegen im Vergleich zu den anderen Untersuchungslandkreisen relativ hoch (BayLfStaD, versch. Jahre).

Naturschutzaspekte: Streuobstflächen, Heckengebiete und Waldinseln haben in der strukturalmen Landschaft der Gäugebiete eine besondere Bedeutung. Die Flachlandbiotopkartierung des Landkreises Würzburg hat 1.711 Biotope gezählt, die in der Summe einen Anteil von 5,5 % der Landkreisfläche ausmachen (LfU, 2011a). Für die Untersuchungsregion „Würzburger Gäu“ sind zwei Natura 2000 Schutzgebiete relevant; die Gäulandschaft NÖ Würzburg und das SPA Ochsenfurter u. Uffenheimer Gau. Deutschlandweit ist die Region Mainfranken bedeutendstes Brutgebiet der Wiesenweihe und bedeutendes Vorkommen des Feldhamsters. Der Anteil der Gewässer mit „Güte II und besser“ liegt bei 78,1 % (LfU, 2012). Dennoch geht mit der intensiven ackerbaulichen Nutzung eine hohe Belastung durch Dünge- und Pflanzenschutzmittel einher. Der Tourismus spielt im Landkreis Würzburg eine eher untergeordnete Rolle (BayLfStaD, versch. Jahre).

Untersuchungsregion b) „Tertiär-Hügelland“

Begründung der Auswahl: Die Untersuchungsregion zeichnet sich durch eine hohe Viehdichte bei mittlerer Konzentration an Biogasanlagen aus. In den letzten Jahren hat der Grünlandumbruch für den Maisanbau stark zugenommen. Die hohe Reliefenergie begünstigt – insbesondere beim Anbau von Reihenkulturen – die Bodenerosion.

Lage und Ausdehnung: Das „Tertiär-Hügelland“ ist ein klimatisch gemäßigtes welliges Hügel-land südlich der Donau. Es lässt sich in das Ober- und Niederbayerische „Tertiär-Hügelland“ untergliedern, das sich bis in den österreichischen Raum zieht. Der Oberbayerische Teil, der

Schwerpunkt der Untersuchungen ist, erstreckt sich im Westen bis Augsburg, im Norden bis Ingolstadt, im Osten bis Moosburg und im Süden bis zur Linie Freising – Dachau (UBA, 2011b).

Geo- und Hydrologie: Im „Tertiär-Hügelland“ lagerte sich der Abtragungsschutt der Alpen, in Form von altpleistozänen Schottern und Ablagerungen der großen Alpenflüsse während und nach den Eiszeiten ab (UBA, 2011b). Die Bodenzahlen liegen im Kerngebiet der Untersuchungsregion im Bereich von 65 (Wendland *et al.*, 1993). Das „Tertiär-Hügelland“ ist ein eigener hydrogeologischer Teilraum (LfU, 2007). Dieser ist charakterisiert durch umfangreiche Ablagerungen der Molasse, wobei grundwasserleitende (Sande und Kiese) und gering leitende (Schluffe, Tone und Mergel) Schichten horizontal und lateral miteinander relativ kleinräumig verzahnt sind. Das Gebiet ist ein wichtiger Grundwasserspeicher. In den Hochlagen ist teilweise eine Bedeckung durch Löss und Lösslehm vorherrschend (LfU, 2007).

Landnutzung: Im südlichen Teil der Untersuchungsregion „Tertiär-Hügelland“ spielt die Milchviehhaltung und die Bullenmast sowie generell der Futterbau eine größere Rolle. Im nördlichen Teil der Untersuchungsregion sind Hopfenbaubetriebe charakteristisch (ca. 5.000 ha Hopfengärten in der Region). Ein typischer Hopfenbetrieb baut auf 2/3 der Fläche Hopfen an (10 ha mit steigender Tendenz). Auf der verbleibenden Fläche wird häufig Körnermais und Getreide angebaut. Die Tierhaltung spielt in diesen Betrieben eine untergeordnete Rolle. Ursprünglich war das „Tertiär-Hügelland“ mit Buchen bewaldet (Landratsamt Freising, 2007b). Die Landnahme verringerte den Waldanteil auf ca. 20 %, wobei der Wald kleinflächig und stark parzelliert ist. Im Verlauf der Geschichte führten die Holznutzung, eine intensive Waldweide, die Nutzung von Gras und Streu sowie Sammelrechte für Eicheln und Bucheckern zu einer starken Veränderung der natürlichen Waldgesellschaften, sodass heute Fichten/Kiefer Misch- und Reinbestände typisch sind (UBA, 2011b). Tourismus spielt eine untergeordnete Rolle und beschränkt sich hauptsächlich auf die umliegende großen Städte Ingolstadt, Augsburg und München (UBA, 2011b).

Naturschutzaspekte: Die Böden der Region „Tertiär-Hügelland“ sind stark erosionsgefährdet (UBA, 2011b). Dies hat unmittelbar negative Auswirkungen auf die Oberflächengewässer. Beispielsweise beeinträchtigen die Sedimentfracht und der Nährstoffeintrag die Fischfauna der Gewässer (Kohler *et al.*, 1997).

Untersuchungsregion c) „Alpenvorland“

Begründung der Auswahl: Die Untersuchungsregion als typischer Grünlandstandort verzeichnet auf den wenigen Ackerstandorten eine Dominanz des Maisanbaus. Dies wird von den zahlreichen Erholungssuchenden und Urlaubsgästen zumeist als negativ empfunden, sodass hier Konflikte mit dem Tourismus bestehen. Traditionell spielt die Holznutzung zu Wärmезwecken eine wichtige Rolle.

Lage und Ausdehnung: Als Naturräumliche Haupteinheit ist das „Voralpine Hügel- und Moorland“ zu nennen, eine gehölz- bzw. waldreiche, grünlandgeprägte Kulturlandschaft mit hohem Mooranteil.

Geo- und Hydrologie: Der Boden ist geprägt durch schluffig-kiesigen Geschiebelehm. Die Bodenzahlen liegen bei 50 (Wendland *et al.*, 1993). Die durchschnittlichen Jahresniederschläge reichen beispielsweise im Landkreis Traunstein von 950 mm im Norden bis zu 2.500 mm in den Bergen (Mengel *et al.*, 2008).

Landnutzung: Das „Alpenvorland“ ist überwiegend ein Grünlandstandort, mit mindestens dreischürigen, vielfach vier- bis fünfschürigen, intensiv genutzten Wiesen oder Mähweiden. Im nördlichen Bereich ist der Anbau von Getreide- und Mais möglich. Verbunden mit der Grünlandnutzung ist das „Alpenvorland“ ein typisches Milchviehgebiet. Beispielsweise erreicht der Landkreis Traunstein mit 181 Rindern je 100 ha landwirtschaftlich genutzter Fläche einen der höchsten Werte Bayerns. Die Schweinehaltung hat nur eine geringe Bedeutung (BayLfStaD, versch. Jahre). Die Forstwirtschaft nimmt eine tragende Rolle in der Landnutzung ein, zumeist werden Fichtenreinbestände bewirtschaftet. Weiterhin ist das „Alpenvorland“ eine stark von Touristen frequentierte Region. Die Naherholung und speziell Urlaub auf dem Bauernhof spielt eine große wirtschaftliche Rolle. Die Landwirtschaft in der Region ist stark bäuerlich geprägt und orientiert sich an der Fortführung von Traditionen. Dies verlangsamt den Strukturwandel deutlich und verhindert, dass Betriebe aufgegeben werden, obwohl attraktive außerlandwirtschaftliche Einkommensmöglichkeiten zur Verfügung stehen. Auch wird in den Gemeinden und Vereinen ein als nicht unerheblich einzuschätzender Konformitätsdruck in Richtung Beibehaltung der Landwirtschaft ausgeübt. An die Tiere – im speziellen Fall die Milchkühe – ist ein hohes Sozialprestige geknüpft. Zum einen wird in der Landwirtschaft noch ein spürbarer Einkommensbeitrag erreicht, zum anderen sprechen Gründe wie Tradition, Hobby etc. für die Aufrechterhaltung der Landwirtschaft, sodass rein betriebswirtschaftliche Argumente nicht in jedem Fall ausschlaggebend sind. Auch ist diese oft eine Voraussetzung für das Angebot von Urlaub auf dem Bauernhof.

Der Bestand an Biogasanlagen wird im Landkreis Traunstein im Jahr 2009 auf ca. 66 Anlagen geschätzt, mit einer durchschnittlichen installierten elektrischen Leistung von rd. 150 kW_{el} (Mengel *et al.*, 2008)⁶². Das „Alpenvorland“ hat als Milchstandort eine weit zurückreichende Tradition in der Biogastechnologie, jedoch in eher kleinen Einheiten, gemessen an der installierten Leistung je Anlage. Bereits 2005, also in der Frühphase der erneuerbaren Energien in Bayern, wurde die Anzahl der Biogasanlagen in Traunstein mit 46 – 60 Anlagen beziffert und eine durchschnittliche Leistung zwischen 101 und 200 kW_{el} angegeben (Keymer, 2007).

⁶² Daten zur Zahl und Größe der arbeitenden Biogasanlagen liegen der UNB im LRA Traunstein nicht vor [164]. Die Genehmigungsverfahren laufen über das Bauamt. Lediglich im Rahmen der Eingriffsregelung zum Bauen im Außenbereich werden Stellungnahmen des Naturschutzes eingeholt.

Naturschutzaspekte: Eine Besonderheit der Untersuchungsregion stellen die Haglandschaften dar, lokal Egartenlandschaft genannt (Egart = braches Land). Diese baumbestandenen Feldraine haben sich über mehrere Jahrhunderte landwirtschaftliche Nutzung als Form der Grenzmarkierung herausgebildet. Hage beheimaten in der Miesbacher Region verschiedene Gehölzarten, z.B. auch zehn Wildrosenarten. Typische Laubbaumarten sind Stieleiche, Sommer- und Winterlinde, Bergahorn, Esche, Wild- und Traubenkirsche und Eberesche. Darüber hinaus beheimaten Hage unzählige Arten in der Krautschicht und machen sie somit insgesamt zu Landschaftselementen mit landeskultureller Bedeutung (Herden u. Faas, 2007).

Die Gewässerqualität ist beispielsweise im Landkreis Traunstein, wo nur 36 % der Gewässer „Güte II und besser“ erreichen (LfU, 2012), vergleichsweise schlecht.

3.2 METHODIKTEIL B: AUSWIRKUNGEN DER BIOENERGIEERZEUGUNG AUF FLÄCHENNUTZUNG, NATUR UND LANDSCHAFT

Ziel des Teilbereiches B ist es, die Auswirkungen des Anbaus nachwachsender Rohstoffe zur Energiegewinnung auf die Flächeninanspruchnahme sowie Auswirkungen auf die Natur und die Landschaft zu identifizieren, abzugrenzen und zu bewerten. Anhand von näher ausgearbeiteten Fallbeispielen werden unterschiedliche Auswirkungen auf ausgewählte Schutzgüter des Naturschutzes herausgegriffen und exemplarisch dargestellt. Zu den Schutzgütern gehören die Umweltelemente Luft, Wasser, und Boden sowie komplexe Umweltbereiche wie Klima, Landschaftsbild und Biotope / Lebensräume. Als biotische Bestandteile des Naturhaushaltes sind Pflanzen und Tiere als Schutzgüter definiert.

3.2.1 VORGEHENSWEISE TEIL B

Hintergrund und zentrale Fragestellungen

Die Erhebungen im Teilbereich B entstanden im Rahmen eines Forschungsprojektes für das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) im Zeitraum von Januar bis Dezember 2009.

Die politischen und ökonomischen Rahmenbedingungen und Antriebskräfte im Bereich nachwachsender Rohstoffe sollen zur Anbauflächenentwicklung in Deutschland und Bayern in Bezug gebracht werden. Bei der Auswahl der Gebiete für Teilbereich B, wurde darauf geachtet, möglichst ein weites Spektrum der Schutzgüter des Naturschutzes abzudecken.

Ziel dieses Teilbereiches B ist es, Empfehlungen zu einer nachhaltigen Entwicklung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe im Sinne des Klimaschutzes an die Politik zu formulieren. Besonderes Augenmerk gilt daher der Darstellung umwelt- und landschaftsverträglicher Produktionsweisen. Folgende zentrale Fragestellungen wurden formuliert:

- Welche Auswirkungen von Biogasanlagen sind mit einer hohen Anlagendichte bzw. einer hohen installierten Leistung in konkreten Regionen spürbar?

- Wie wirkt sich der Anbau nachwachsender Rohstoffe auf bestimmte Zielarten des Naturschutzes aus?
- Wie stellt sich die Situation der Substratbereitstellung sowie die Seite der Gärrestverwertung von Biogasanlagen dar, insbesondere vor dem Hintergrund der erwünschten Verwertung von Gülle?
- Bestehen Umweltbelastungen im Zusammenhang mit einer intensiven Landwirtschaft z.B. durch eine Nitratbelastung der Grund- und Oberflächengewässer?

Vorgehensweise

Drei Untersuchungsregionen werden anhand von mindestens einem Fallbeispiel näher vorgestellt. Da für diesen Teil der Untersuchungen eine Reihe von statistischen Informationen abgefragt wird, beziehen sich diese zumeist auf die administrative Ebene der Landkreise. Folgende Untersuchungsregionen und deren Besonderheiten werden für die nähere Betrachtung und Darstellung der Fallbeispiele ausgewählt (Tabelle 7):

Tabelle 7: Übersicht der Untersuchungsregionen und Auswahlkriterien Teil B.

Untersuchungsregion	Auswahlkriterium
d) „Ansbach“	<ul style="list-style-type: none"> - höchste Anzahl an Biogasanlagen (150 Anlagen in 2010) beeinflusst die Entwicklung der landwirtschaftlichen Flächennutzung mit entsprechenden Auswirkungen auf die Schutzgüter Biotop, Boden und Vegetation - bedeutende Vorkommen von wiesenbrütenden Vogelarten (Schutzgut Fauna)
e) „Donau-Ries“	<ul style="list-style-type: none"> - bedeutende Vorkommen der Wiesenweihe und anderer geschützter wiesenbrütender Vogelarten; - landesweit größte Biogasanlagenkapazität (gemessen an der installierten elektrischen Leistung) mit spezifischen Auswirkungen hinsichtlich des Substratbedarfs, und - verstärkte Transportaufwendungen, die insbesondere die Schutzgüter Luft und Klima betreffen
f) „Rottal-Inn“	<ul style="list-style-type: none"> - 43,5 % Flächenanteil an der Ackerfläche wurde im Jahr 2010 mit Mais bestellt - Probleme mit Stoffeinträgen in die Oberflächengewässer (v. a. Vils und Rott) und intensive Bemühungen der Wasserwirtschaft zur Verbesserung der Gewässerqualität sowie - zunehmende Hochwasserprobleme (Schutzgüter Wasser / Gewässer)

Quelle: eigene Zusammenstellung

3.2.2 METHODIK UND DATENERHEBUNG TEIL B

Auswertung der Statistik und Literatur

Um die allgemeinen Auswirkungen nachwachsender Rohstoffe auf die Situation des Natur- und Umweltschutzes herauszuarbeiten, wurden zunächst umfangreiche Wirkketten der potenziellen Umweltbeeinflussung aus der Literatur herausgearbeitet.

Um die langfristige Entwicklung der Flächentrends der landwirtschaftlichen Nutzung in Bayern allgemein zu dokumentieren, werden die vergangenen sechs Erhebungszeiträume der vierjährlich stattfindenden Bodennutzungshaupterhebungen einbezogen. Diese sind in den Daten des Statistischen Informationssystems Bayern (GENESIS) des BAYERISCHEN LANDESAMTES FÜR

STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG (versch. Jahre) wiedergegeben. Weiterhin werden die Zahlen im Bayerischen Agrarbericht 2010 zu Analysen genutzt (StMELF, 2010). Aussagen zu angebauten Kulturen für Deutschland ermöglicht die Statistik des STATISTISCHEN BUNDESAMTES (versch. Jahre). Daten der FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE (2012) ermöglichen Aussagen zum Anteil explizit zur Energiegewinnung angebaute Kulturen.

Vorgehensweise in den Untersuchungsregionen

Untersuchungsregion d) „Ansbach“: Die Auswirkungen des zunehmenden Anbaus nachwachsender Rohstoffe auf wiesenbrütende Vogelarten wurden beispielhaft im Altmühltal, im Gebiet des BayernNetz Natur-Projektes „WIESMET“ untersucht. Daher waren der zuständige Projektbetreuer des WISMET-Projektes vom Landschaftspflegeverband Mittelfranken e.V. (LPV Mittelfranken) und die Geschäftsführerin des Verbandes die primären Ansprechpartner und konnten einen fachlichen Beitrag fernmündlich und durch Treffen vor Ort leisten. Seitens des behördlichen Naturschutzes wurde ein Experte der Höheren Naturschutzbehörde der Regierung von Mittelfranken, sowie eine Mitarbeiterin der Unteren Naturschutzbehörde am Landratsamt Lkr. Ansbach (UNB Ansbach) einbezogen. Aus dem Bereich der Landwirtschaft wurde die Arbeit von zwei Mitarbeitern des Amtes für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Ansbach (AELF Ansbach), insbesondere durch die Bereitstellung von Statistiken zu den Biogasanlagen im Landkreis unterstützt. Zur Darstellung der aktuellen Veränderungen der Anteile des Dauergrünlandes an der landwirtschaftlich genutzten Fläche in der Untersuchungsregion d) werden Daten des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystem (InVeKos) der Jahre 2002 und 2007 miteinander verglichen (StMELF, versch. Jahre).

Untersuchungsregion e) „Donau-Ries“: Der Landkreis Donau-Ries beherbergt die größte Biogasanlagenkapazität in Bayern (gemessen an der installierten elektrischen Leistung), die Auswirkungen hinsichtlich des Substratbedarfs und verstärkter Transportaufwendungen mit sich bringen. Somit werden in diesem Fallbeispiel insbesondere Auswirkungen auf die Schutzgüter Luft und Klima dargestellt. Für die Untersuchungsregion „Donau-Ries“ wird die notwendige Logistik sowohl für die Seite der Substratbereitstellung als auch für die Seite der Gärrestverwertung von Biogasanlagen beispielhaft erörtert. Dazu erfolgt zunächst eine Betrachtung der Entwicklungen in der Flächennutzung auf Ebene des Landkreises. Es folgt eine Bestandsaufnahme der im Landkreis etablierten Biogasanlagen inklusive der installierten Anlagenleistungen. Diese werden mit Aussagen zur räumlichen Verteilung und bestehenden Konzentrationsbereichen ergänzt. Im Anschluss wird die tatsächliche und potenzielle Substratbereitstellung im Landkreis berechnet, wobei insbesondere auf die Tierproduktion und die anfallende Gülle eingegangen wird. Zwei Experten aus dem landwirtschaftlichen Bereich wurden im Laufe der Untersuchungen wiederholt kontaktiert. Zum einen ein Berater vom Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Nördlingen (AELF Nördlingen), sowie ein Mitarbeiter der Technikerschule Triesdorf. Im behördlichen Naturschutz

wurde ein Mitarbeiter der Unteren Naturschutzbehörde am Landratsamt Donau-Ries (UNB Donau-Ries) insbesondere zum Themenbereich Genehmigungsverfahren befragt.

Untersuchungsregion f) „Rottal-Inn“: Probleme mit dem Stoffeintrag in die Oberflächengewässer (Vils und Rott) und intensive Bemühungen der Wasserwirtschaft zur Verbesserung der Gewässerqualität sowie zunehmende Hochwasserprobleme sind Thema des Fallbeispiels für die Untersuchungsregion f) „Rottal Inn“. Diesbezüglich wurde Kontakt mit einem ehemaligen Mitarbeiter des Wasserwirtschaftsamtes Landshut (WWA Landshut) aufgenommen. Aus den Gewässerkartierungen der Bayerischen Wasserwirtschaft erfolgt zunächst ein Überblick über den Zustand der Oberflächengewässer in der Untersuchungsregion „Rottal-Inn“. Diese wird mit der Nachfrage nach AUM, die im InVeKoS dokumentiert sind, in Beziehung gesetzt und grafisch mit Hilfe von GIS dargestellt. Als Experte im behördlichen Naturschutz war ein Mitarbeiter der UNB am Landratsamt Rottal-Inn in Pfarrkirchen eingebunden. Der Fachreferent für Naturschutz, ebenfalls am LRA Rottal-Inn konnte ergänzende Auskünfte erteilen.

3.2.3 CHARAKTERISIERUNG DER UNTERSUCHUNGSREGIONEN TEIL B

Untersuchungsregion d) „Ansbach“

Begründung der Auswahl: Der Landkreis Ansbach weist mit rund 150 Biogasanlagen bayernweit die höchste Anlagenzahl je Landkreis auf (AELF Ansbach, 2011). Gleichzeitig werden aus dem Landkreis Ansbach von den Experten deutliche Flächenverluste beim Dauergrünland berichtet. Im Landkreis sind bedeutende Vorkommen von wiesenbrütenden Vogelarten bekannt, sodass anhand dieser Untersuchungsregion die Auswirkungen auf das Schutzgut Fauna untersucht und dargestellt werden.

Lage und Ausdehnung: Der Landkreis Ansbach in Mittelfranken liegt im westlichen Bayern und grenzt an das Nachbarbundesland Baden-Württemberg. Der Landkreis Ansbach verfügt über eine Gebietsfläche von 1.972 km² und ist der flächenmäßig größte Landkreis Bayerns (BayLfStaD, versch. Jahre). Die Stadt Ansbach ist als Kreisfreie Stadt gänzlich vom Landkreis umschlossen.

Geo- und Hydrologie: Der Landkreis Ansbach liegt im westlichen Tonkeupergebiet. Die Böden bestehen überwiegend aus Pseudogley-Braunerde mit schluffig-sandiger Deckschicht. Die Acker- und Grünlandzahlen bewegen sich im Bereich um 35. Somit zeichnet sich der Landkreis durch ein geringes Ertragspotenzial aus.

Landnutzung: Die Untersuchungsregion „Ansbach“ befindet sich inmitten einer land- und forstwirtschaftlich strukturierten Region, deren Landschaft durch kleinräumige und vielfältige Nutzungen geprägt ist. Die landwirtschaftlich genutzte Fläche nimmt etwa 56 % der Landkreisfläche ein und wird mit 110.327 ha angegeben. Davon umfassen zum Stand 2007 die Ackerfläche 67,3 % (74.281 ha) und Grünland 32,7 % (35.959 ha), (BayLfStaD, versch. Jahre). In einigen

Gebieten erfolgt eine intensive landwirtschaftliche Nutzung, besonders in Teilen des „Mittelfränkischen Beckens“ und im „Vorland der Südlichen Frankenalb“. Der Waldanteil liegt bei etwa 28 % (BayLfStaD, versch. Jahre). Die Viehdichte ist mit 120 Rindern und 171 Schweinen je 100 ha landwirtschaftlich genutzter Fläche im mittleren Bereich der bayerischen Werte einzuordnen (BayLfStaD, versch. Jahre). Die Bestandszahlen sind gegenwärtig rückläufig. Die Anzahl der Biogasanlagen wird landkreisweit zum Jahr 2010 auf ca. 150 Anlagen geschätzt mit einer durchschnittlichen installierten elektrischen Leistung von ca. 220 kW_{el} (AELF Ansbach, 2011). Es herrscht eine Vielzahl kleinerer Biogasanlagen vor, jedoch gibt es rd. 10 Anlagen im Bereich um 1 MW_{el} (Krehn, 2008).

Naturschutzaspekte: Im Landkreis Ansbach ist eine sehr geringe Fläche als Naturschutzgebiet ausgewiesen (0,1 %), (BBSR, 2012). Zwar ist die zahlenmäßige Ausstattung mit Biotopen gut (3.107 Biotope), anteilig liegen die Biotopflächen bei 1,8 % der Landkreisfläche (LfU, 2011a). Zu den besonderen Umweltbelastungen im Zusammenhang mit der relativ intensiven Landwirtschaft gehört die Nitratbelastung der Grund- und Oberflächengewässer. Nur 7,6 % der Fließgewässer erreicht die „biologische Gewässergüte II und besser 2000“ (LfU, 2012).

Untersuchungsregion e) „Donau-Ries“

Begründung der Auswahl: Der Landkreis Donau-Ries weist mit rund 80 Biogasanlagen bayernweit die höchste Anlagendichte je Landkreis auf (Stand: 2011). Der dadurch bedingte hohe Bedarf an für die Vergärung in Biogasanlagen geeignetem pflanzlichen und tierischen Material (Substrat) führt zu einer Verknappung der Fläche, steigenden Pachtpreisen und Flächennutzungskonflikten. Weiterhin ist bei einer derartig hohen Anlagendichte von nachteiligen Auswirkungen auf Natur und Umwelt auszugehen. Beispielsweise sind häufigere Fahrten zur Beschickung der Biogasanlagen und bei der Ausbringung des Gärrestes die Folge. Auch die Flächennutzung ändert sich. Fruchtfolgen mit sehr hohen Maisanteilen prägen die Landschaft. Außerdem kommt es zu einem verstärkten Umbruch von Dauergrünland.

Lage und Ausdehnung: Die Gebietsfläche des Landkreises Donau-Ries im Regierungsbezirk Schwaben beträgt 1.274 km², davon wird 57 % der Fläche landwirtschaftlich genutzt und 26 % sind Waldfläche (BayLfStaD, versch. Jahre). Dabei sind die naturräumlichen Haupteinheiten „Fränkische Alb / Monheimer Alb“, „Donauried“ und „Nördlinger Ries“, umgangssprachlich „Ries“ abzugrenzen.

Geo- und Hydrologie: Eine besondere Landschaftsform stellt das „Ries“ dar, ein ehemaliger Meteoritenkrater, mit tiefgründigen Böden und Ackerzahlen von 60 – 80. Die sehr hohe Bodenfruchtbarkeit ist auf Löss- bzw. Lösslehmablagerungen zurückzuführen. Am Rand des „Rieses“ und im Jurabereich herrscht lehmiger Boden vor, während im Nord-Osten des Landkreises „Donau-Ries“ (zwischen Wemding und Monheim) eine Albüberdeckung durch Sand erfolgte, was zu leichteren Böden mit Ackerzahlen von 40 – 60 geführt hat. Das Donau-Lech-Gebiet im Süd-

Osten der Untersuchungsregion ist gekennzeichnet durch Ackerzahlen zwischen 50 und 75 und nährstoffreiche Böden infolge von Überschwemmungen der Auen.

Landnutzung: Auf den fruchtbaren Böden im „Ries“ dominiert die intensive landwirtschaftliche Nutzung. Die Hauptackerkulturen im Landkreis Donau-Ries sind Weizen und Gerste sowie Silomais. Innerhalb des „Ries“ sind Grünlandbereiche entlang des Flusses Wörnitz und in einigen Niedermoorgebieten verblieben. Der Anteil des Dauergrünlandes an den landwirtschaftlich genutzten Flächen beträgt rund 22 %. Die Rinderzahlen waren in den vergangenen Jahren stark rückläufig. Das Gebiet zeichnet sich insbesondere durch die große Verbreitung der Schweinemast aus, wobei in diesem Sektor die Tierbestände ebenfalls leicht rückläufig sind. Zum Stand 2011 werden aus dem Landkreis Donau-Ries rd. 80 Biogasanlagen gemeldet (Rauh, 2011). 2008 produzierten 66 Biogasanlagen mit sehr hohen Anlagenleistungen von durchschnittlich rd. 380 kW_{el} (Bschor, 2008).

Naturschutzaspekte: Etwa 3 % der Gesamtfläche des Landkreises Donau-Ries genießt naturschutzfachlichen Schutzstatus als NSG (BBSR, 2012). Teile der Naturparke „Altmühltal“ und „Augsburg Westliche Wälder“ gehören zum Landkreis (Ziche, 1991). Der Landkreis Donau-Ries hat einen verhältnismäßig hohen Flächenanteil an Biotopen (1.570 Biotope auf 3,1 % der Landkreisfläche), (LfU, 2011a), u. a. 1.500 ha Heideflächen und Trockenbiotope sowie mehrere Feuchtgebiete (Ziche, 1991). Als regionale Besonderheit sind größere Vorkommen der Wiesenweihe (*Circus pygargus*) und des Weißstorches zu nennen. 65,7 % der Fließgewässer erreichen die „biologische Gewässergüte II und besser 2000“ (LfU, 2012).

Untersuchungsregion f) „Rottal-Inn“

Begründung der Auswahl: Der Landkreis Rottal-Inn weist mit die höchsten Erosionswerte in Bayern auf, verbunden mit einem hohen Phosphateintrag in die Gewässer. Die Eutrophierung der Gewässer, insbesondere im Unterlauf der Rott, beschäftigt seit langem die Wasserwirtschaft. Bemühungen zur ökologischen Aufwertung der Oberflächengewässer stehen einerseits in den Zielen der Wasserrahmenrichtlinie der EG (WRRL), andererseits liegt sie auch im Interesse der Anlieger, da beispielsweise der Rottauensee als Bade- und Erholungsgewässer, deutlich an Qualität verloren hat.

Lage und Ausdehnung: Die Untersuchungsregion „Rottal-Inn“ liegt in Niederbayern. Die Gebietsfläche des Landkreises Rottal-Inn beträgt 128.140 ha, davon werden 59,1 % landwirtschaftlich genutzt (BayLfStaD, versch. Jahre).

Geo- und Hydrologie: Die Lößlehmauflagen im „Tertiär-Hügelland“ zeichnen sich durch ihre guten Erträge aus, sind jedoch in Bezug auf die Bodenerosion in Verbindung mit Spezialkulturen (Hopfen) und Reihenkulturen (Zuckerrüben, Mais) sehr erosionsanfällig. Die durchschnittlichen Bodenabtragungswerte liegen zum Teil bei über 10 t ha⁻¹ a⁻¹, und damit erheblich über der jährli-

chen Bodenneubildungsrate. Die aus der landwirtschaftlichen Bodennutzung emittierte Phosphatfracht weist in der Region bayernweit mit die höchsten Werte auf (Regionaler Planungsverband Region 13 Landshut, 2007).

Landnutzung: Die Böden der Region weisen ein überdurchschnittliches landwirtschaftliches Produktionspotenzial auf. Auffallend ist ein relativ starker Verlust von Dauergrünland zwischen 2003 und 2006 um 16 %. Der Rinderbestand liegt mit 1,7 Rindern je ha landwirtschaftlich genutzter Fläche hoch, wengleich rückläufig. Der Schweinebestand liegt mit 1,4 Tieren je ha etwa im Mittelfeld der Untersuchungslandkreise und leicht über dem bayerischen Durchschnitt von 1,2 Schweinen je ha LF (BayLfStaD, versch. Jahre). Laut Angaben des AELF PFARRKIRCHEN (2011b) sind zum Stand November 2011 im Landkreis Rottal-Inn 94 Biogasanlagen mit einer durchschnittlichen Leistung von ca. 282 kW_{el} in Betrieb bzw. befinden sich in konkreter Planung⁶³. Dafür wird eine Fläche zur Substratproduktion von rd. ca. 11.040 ha veranschlagt. Das entspricht einem Anteil von 14,6 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche. Die tatsächliche Maisanbaufläche im Landkreis Rottal-Inn beläuft sich im Jahr 2010 auf rd. 23.800 ha. Dies entspricht einem Flächenanteil von 43,5 % an der AF bzw. 31,4 % an der LF.

Naturschutzaspekte: Mit 0,6 % der Landkreisfläche nehmen Naturschutzgebiete nur einen geringen Anteil an der Fläche ein (BBSR, 2012). Die Zahl der erfassten Biotopie liegt mit über 3.050 jedoch sehr hoch. Ihr Flächenanteil erreicht 2,46 % der Landkreisfläche (LfU, 2011a). Insgesamt rd. 80 % der Fließgewässer erreichen eine „biologische Gewässergüte II und besser“ (LfU, 2012), jedoch gehören die Verschlammung und Eutrophierung der Rott zu den besonderen Umweltproblemen im Landkreis Rottal-Inn.

3.3 METHODIKTEIL C: EINFLUSS VON NETZWERKSTRUKTUREN BEI DER ETABLIERUNG KLIMASCHONENDER LANDNUTZUNG

Aktuelle Untersuchungen zum Gasaustausch klimarelevanter Spurengase von Nieder- und Hochmooren in Deutschland zeigen, dass durch die Nutzungsintensität der Flächen deren CO₂-Speichervermögen beeinflusst wird (Schaller, 2006). Moore können daher einen möglicherweise entscheidenden Beitrag zum Klimaschutz leisten. Eine Untersuchung von Moorstandorten auf regionaler Ebene erschien daher als ein vielversprechender Ansatzpunkt. Um die Berücksichtigung der vielschichtigen bzw. komplexen Prozesse in der Landnutzung auf regionaler Ebene zu erreichen, bedarf es integrativer Ansätze oder auch systemwissenschaftlicher Ansätze (vgl. Vester u. v. Hesler, 1980). Landwirtschaftliche, kommunalplanerische, wasserwirtschaftliche, naturschutzfachliche und private Interessen werden hier berührt. Diese Interessenslagen sollten im Regelfall durch eine entsprechende Zahl bzw. Grad der Einflussstärke von Akteuren vertreten

⁶³ Im Jahre 2005 lag die Zahl der Biogasanlagen laut LFL im Bereich zwischen 61 und 75 und die durchschnittliche installierte Leistung zwischen 101 und 200 kW_{el} (Röhling u. Keymer, 2007). Im Jahr 2008 lauten die Zahlen des AELF PFARRKIRCHEN (2011a): 56 Biogasanlagen mit einer durchschnittlichen Leistung von ca. 230 kW_{el}.

sein. Der Umgang mit Flächen wird durch die entsprechenden Akteure mittels einer Reihe von Steuermechanismen, Gesetzen und verschiedene politische Instrumente gesteuert. Im Bereich der Raumplanung gehören planungsrechtliche Instrumente, informatorische, kooperative und ökonomische Instrumente bzw. auch die finanzielle Förderung zu diesem Handwerkszeug (Jörissen u. Coenen, 2004). Involvierte Akteure können diese einsetzen, um ihre jeweiligen Ziele zu verwirklichen, oder eigene Ideen gegen die Interessen anderer durchzusetzen. Um solche Möglichkeiten der Einflussnahme zu ergründen gilt es, die Rollen, Verbindungen und Einflüsse der Akteure explizit zu erfassen, um deren Wirken nachzuvollziehen. Die Methode der Netzwerkanalyse soll die involvierten Akteure erfassen und deren Zusammenwirken in einer Region darstellen (Jansen, 2003).

3.3.1 VORGEHENSWEISE TEIL C

Hintergrund und zentrale Fragestellungen

Die Netzwerkanalyse ist eine Methode zur Erfassung und Analyse von Akteuren und deren gewählten Handlungsoptionen in einem bestimmten Betrachtungsrahmen. Die im Englischen als *Social Network Analysis* (Wasserman u. Faust, 1999) bezeichnete Methode ist international etabliert und weitestgehend standardisiert und im Bereich der Soziologie verankert. Dafür werden Daten zur Kommunikation und Kooperation visualisiert. Gegenstand der Untersuchung ist dabei nach JANSEN (2003) „*nicht das Individuum als solches, sondern seine Beziehungen zu anderen und seine Einbettung in eine Struktur*“. Die Netzwerkanalyse ist als wichtiger Teilbereich für die Betrachtung des Gesamtsystems nötig, zugleich aber integraler Bestandteil der Landnutzung in den Untersuchungsregionen aus systemwissenschaftlicher Sicht. Dabei werden weniger die dahinter liegenden theoretischen Konzepte als vielmehr die empirischen Erfahrungen reflektiert. Die Forschungsfrage ist, inwieweit die Vernetzung lokaler Akteure eine relevante Größe in der Möglichkeit der Etablierung klimaschonender Landnutzungsformen darstellt. Die konkreten Ziele der Akteure sollen identifiziert werden, um Anhaltspunkte für zukünftige Entwicklungen zu erhalten. Folgende zentralen Fragen sollen mit Hilfe der Datenerhebung und Analyse geklärt werden:

- In welchen Organisationsstrukturen finden raumplanerische Aktivitäten im Gebiet statt?
- Welche Akteure beteiligen sich mit welchen Interessen und Ressourcen am Prozess der politischen Ausgestaltung?
- Gibt es zentrale Akteure bzw. „Peripherie-Broker“?
- Gibt es Monopole (Wissen/Informationen, Geld/Ressourcen, institutionelle Monopole)?
- Gibt es evtl. kontroverse Ansichten oder verdeckte/offene Konflikte?

Vorgehensweise

Im ersten Schritt der Netzwerkanalyse gilt es über eine kleinere Zahl relevanter Schlüsselpersonen eine möglichst breite Identifikation relevanter Akteure zu erhalten. Im Schneeball-

Verfahren⁶⁴ werden anschließend in der zweiten Runde der Umfrage eine größere Zahl an Akteuren, sog. *Alteri*, angesprochen. Alle *Alteri* erhalten, nach vorheriger Kontaktaufnahme, einen siebenseitigen Fragebogen. Die Daten werden in das Computerprogramm VISIONE (Brandes u. Wagner, 2004a) eingegeben und ausgewertet. Ziel ist es, die Daten soweit grafisch aufzubereiten, dass diese nachvollziehbar und verständlich abgebildet sind. In der Diskussion werden die erzeugten Grafiken und netzwerkspezifischen Kennzahlen interpretiert, um abschließende Handlungsempfehlungen ableiten zu können. In *Abbildung 13* sind typische Darstellungsweisen so erzeugter Netzwerkdiagramme – auch als Soziogramme bezeichnet – beispielhaft wiedergegeben.

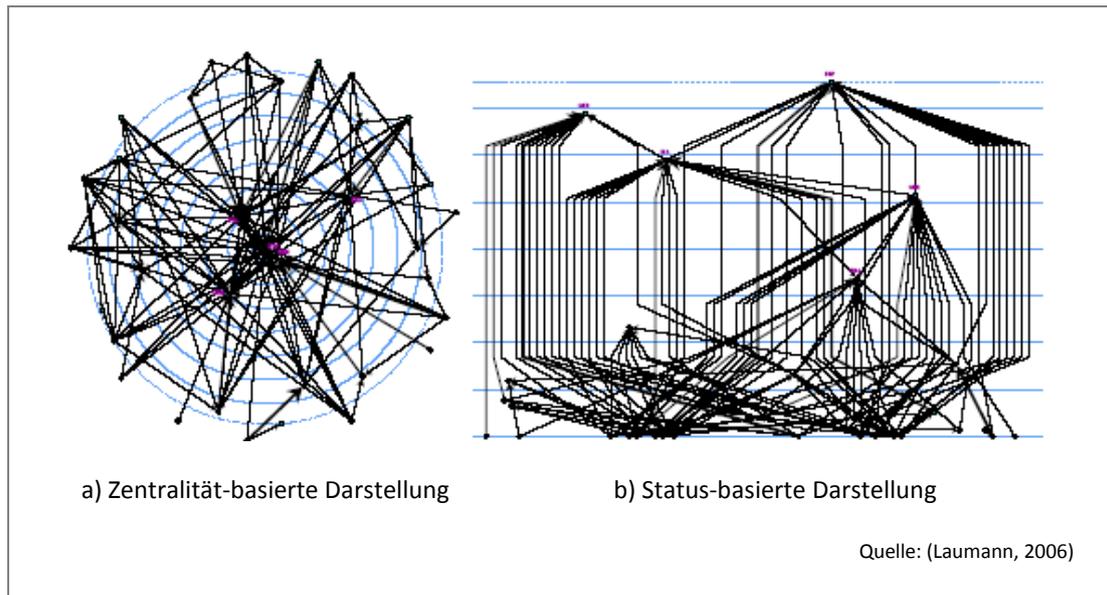


Abbildung 13: Typische Darstellungsmöglichkeiten von Netzwerkdiagrammen.

In *Abbildung 13 a)* wurde das Soziogramm hinsichtlich der erreichten Zentralitätswerte⁶⁵ der Akteure in einem radialen Layout optimiert. Die Linien zeigen die Verbindungen, sog. Kanten, zwischen den Akteuren. In *Abbildung 13 b)* wird ein Beispiel für ein geschichtetes Layout gegeben. Diese Darstellung ist für Feedback-Kennzahlen besonders geeignet, wenn beispielsweise dargestellt werden soll, wie oft ein gewisser Akteur von anderen gewählt wird. Entsprechend werden Akteure mit hohen Werten an der Spitze bzw. im oberen Bereich des Diagramms verankert. Als zusätzliches Resultat der Analyse mit VISIONE werden qualitative Informationen die Akteure bzw. deren Gruppenzugehörigkeit charakterisieren, zusammengefasst und grafisch dargestellt. Dabei stehen im Vordergrund:

- strukturelle Charakteristika der Akteursgruppen im Sinne des Organisationstyps und der Größe der Organisationen;
- die Ziele der Akteure zur Entwicklung und ihre spezifische Informationslage;
- sowie das Schutzverständnis in den Untersuchungsregionen.

⁶⁴ Dabei werden neue Akteure von den Teilnehmern benannt und weitere relevante Akteure generiert.

⁶⁵ Begriffe und Definitionen der Netzwerkanalyse werden im Methodikteil C ausführlich behandelt.

Was ist eine Netzwerkanalyse?

Die Netzwerkanalyse erlaubt die visuelle und mathematische Analyse der menschlichen Beziehungen. Diese Methode wird als „eine der vielversprechendsten Forschungsrichtungen in der Soziologie“ (nach Emirbayer & Goodwin 1994 in Jansen, 2003) angesehen. Die theoretischen Vorarbeiten zur Netzwerkanalyse im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit stützen sich primär auf Texte von WASSERMAN & FAUST (1999) sowie JANSEN (2003).

Im Englischen auch als *Social Network Analysis* (SNA) bezeichnet, liegt ihr Hauptanwendungsgebiet primär in Nordamerika. Dort ist auch das zentrale Organ der Netzwerkanalyse, das *International Network for Social Network Analysis* (INSNA) angesiedelt (INSNA, 2012). In Deutschland ist die Netzwerkanalyse wenig etabliert (Jansen, 2003). In den USA kann die Netzwerkanalyse jedoch eine über 45-jährige Anwendung verzeichnen. So wurden z.B. die Untersuchung zum Sexualverhalten der Amerikaner und AIDS in den 80er Jahren regelrecht von einer nationalen Aufruhr begleitet (Laumann, 2006).

Die Netzwerkforschung erlangt derzeit größere Bedeutung. Auf der Internetseite des *Applied Graph & Network Analysis* Projektes (AGNA) ist die Netzwerkanalyse (bzw. Soziale Netzwerkanalyse) vorerst allgemein als eine Zusammenstellung mathematischer Methoden der Sozialpsychologie, Soziologie, Ethologie und Anthropologie definiert⁶⁶ (Benta, 2003). Dabei wird eine untereinander kommunizierende Gruppe wiedergegeben, die als eine Gruppe von Knoten aufgebaut wird, wobei jeder Knoten ein Mitglied der Gruppe symbolisiert. Weiterhin gibt es eine Anzahl von Kanten, wobei jede für eine Kommunikationsverbindung zwischen den Akteuren steht⁶⁷. Es wird davon ausgegangen, dass die Form der Kommunikationsprozesse untereinander wichtige Eigenschaften der Gruppe beeinflusst, wie zum Beispiel deren Leistung, Führungsqualitäten, Befriedigung im Tun etc.⁶⁸ (ibid.). KREBS (2007) versteht unter der SNA das Aufzeichnen und Messen von Verhältnissen und Flüssen zwischen Personen, Gruppen, Organisationen, Tieren, Computern oder andere Informationen / Wissen besitzende Wesen⁶⁹. Der gelegentlich verwendete Terminus der *Organisational Network Analysis* (ONA) ist ein Begriff aus der Beratungsbranche, entspricht aber in den Grundzügen der SNA.

⁶⁶ „Network analysis (or social network analysis) is a set of mathematical methods used in social psychology, sociology, ethology, and anthropology.“ (Benta, 2003)

⁶⁷ „A network models generally a communication group. It consists of a number of nodes (each node corresponding to a member of the group) and a number of edges (each one being associated to a communication connection between two actors)“ (Benta, 2003)

⁶⁸ „This methodology assumes that the way the members of a group can communicate to each other affect some important properties of that group (such as performance, leadership, work satisfaction etc.)“ (Benta, 2003)

⁶⁹ „the mapping and measuring of relationships and flows between people, groups, organisations, animals, computers or other information/ knowledge processing entities“ (Krebs, 2007)

Daten über die Beziehungen zwischen den Akteuren können nach JANSEN (2003) in folgenden Bereichen erhoben werden:

- Informationsaustausch (Wer beeinflusst wen? Wer liefert wem Informationen?);
- Ressourcenaustausch (Geld, Personal, etc.);
- Mitgliedschaftsbeziehungen (Verbände, Parteien, etc.);
- Verwandtschafts-, Abstammungsbeziehungen;
- Konkrete Interaktionen (Teilnahme an Konferenzen, Besuche etc.).

Dabei ist von Interesse (ibid.):

- Wo sind die Akteure in einem Netzwerk lokalisiert? Wie ist deren Zentralität?⁷⁰
- Lassen sich ein „Innerer Kreis“ und ein „Äußerer Kreis“ der Akteure identifizieren? Wie ist die Vernetzung zwischen diesen?
- Wie viele Verbindungen von theoretisch möglichen Verbindungen existieren? Etc.

Terminologie und Definitionen

Um den Bedeutungsgehalt verschiedener Begriffe speziell für das Forschungsgebiet der Netzwerkanalyse zu verstehen, werden vorab die Wichtigsten definiert (Tabelle 8).

Tabelle 8: Terminologie und Definitionen im Forschungsgebiet der Netzwerkanalyse.

Begriff ⁷¹	Erklärung
Alteri	vom Ego direkt genannte Netzwerkpersonen
Attribute	Werte, die Knoten und Kanten zugeordnet werden (z.B. die „Mitgliederzahl einer Organisation“ als Knotenattribut, die „Intensität einer Beziehung“ als Kantenattribut). Die Richtung einer Beziehung ist ebenfalls ein Kantenattribut, wobei die Möglichkeiten „gerichtet“, „ungerichtet“ o. „gemischt“ bestehen. Nominale Attribute sind zulässig, meist werden Attributen durch binäre oder ordinale Daten ausgedrückt.
bestätigt / unbestätigt	Dieses Kantenattribut beinhaltet, inwiefern eine Angabe vom Gegenüber bestätigt wird (engl.: <i>confirmed</i>), bzw. unbestätigt bleibt (engl.: <i>unconfirmed</i>).
Ebenen der Analyse	Drei Ebenen der Analyse (engl.: <i>level of interest</i>) werden unterschieden: 1) die Element-Ebene ⁷² untersucht das Individuum, den einzelnen Akteur, der aber durchaus z.B. ein Verband etc. sein kann. 2) die Gruppen-Ebene beinhaltet mehrere Akteure die aufgrund ihrer Eigenschaften zusammengefasst werden, z.B. Sub-Netzwerke. 3) die Netzwerk-Ebene hat die Gesamtheit zum Gegenstand.
Ego-zentriertes Netzwerk	„das um eine fokale Person, das Ego, herum verankerte soziale Netzwerk“
Graph	Mathematisch definiert als ein Set von N Akteuren (von engl.: <i>nodes</i>) und einem zweiten Set definierter Beziehungen, d. h. Kanten oder Linien.
Digraph	Ein durch Attribute gerichteter Graph (von engl.: <i>directed graph</i>).
Kanten / Linien	Sind die Beziehungen zwischen den Knoten. Bei ungerichteten Linien L (von engl.: <i>line</i>), werden diese zumeist als Kanten, bei gerichteten Verbindungen als Pfeile bzw. <i>arcs</i> (Bögen) bezeichnet. In der englischsprachigen Literatur wird eine Verbindung als link bezeichnet und mit Z abgekürzt.
Knoten (engl.: <i>nodes</i>)	sind Akteure, Personen oder Akteursgruppen;

Quelle: eigene Zusammenstellung nach (Brandes u. Wagner, 2004b; Jansen, 2003)

⁷⁰ Beschreibt die Lokalisation in einem Netzwerk, bzw. wie gut ein Akteur mit allen anderen vernetzt ist.

⁷¹ Die englischen Entsprechungen finden auch in der deutschsprachigen Literatur häufige Verwendung.

⁷² teilw. auch als Akteurs-Ebene bezeichnet, beide Begriffe sind synonym

Abgrenzung des Netzwerkes

Damit eine spätere Misinterpretation aufgrund „vergessener“ relevanter Akteure verhindert wird, ist es besser, das Netzwerk eher zu groß als zu klein abzugrenzen (Jansen, 2003). Nicht-relevante Akteure können im Nachhinein noch herausgefiltert werden.

Grundsätzlich wird in nominalistische und realistische Erhebungsmethoden der Netzwerkabgrenzung unterschieden (Laumann et al. 1983, 1989 in Jansen, 2003). Im nominalistischen Ansatz werden die Akteure anhand des Forschungsinteresses nach der Erfüllung bestimmter Merkmale eingesetzt. Dazu gehören nach JANSEN (ibid.):

- Positionsmethode: Akteure die aufgrund ihrer formalen Position Anhörungs-, Mitsprache- und Entscheidungsrechte besitzen;
- Geografische Methode: Akteure die geografische Kriterien erfüllen, z.B. alle Einwohner eines Ortes, Anrainer eines Flusses etc.

Realistische Erhebungsmethoden erlauben eine Zugehörigkeit zum Netzwerk, wenn diese real dazugehören oder sich zugehörig betrachten. Hierbei werden zunächst die Mitglieder im Kern der Zugehörigkeit erfasst und davon ausgehend, weitere Akteure in die Analyse aufgenommen (ibid.). Dabei werden weiter unterschieden:

- Entscheidungsmethode: Akteure, die an konkreten Ereignissen und Entscheidungen teilnehmen;
- Reputationsmethode: Informanten und Experten des Untersuchungsfeldes;
- Relationale Methode: Zugehörigkeit anhand der erhobenen oder vorhandenen Netzwerkdaten, nachträgliche empirische Untersuchung;
- Schneeball-Verfahren: eine besondere Form der Stichprobenziehung, wo die Nennungen der Personen im ersten Kreis („Erste Zone“) zu weiteren Kontakten (in der „Zweiten Zone“) führen, die dann ebenfalls befragt werden. Auch die sog. „Dritte Zone“ kann erhoben werden.

Erhebungsmethoden

Netzwerkdaten sind relationale Daten, d. h. eine Skalierbarkeit sollte gegeben sein. Auf eine zu feine Skalierung sollte jedoch in den meisten Fällen verzichtet werden. Um Asymmetrien und Hierarchien in Netzwerken zu identifizieren, muss die Richtung einer Beziehung feststellbar sein (ibid.). Es sollen zu Beginn drei grundlegende Fragen zur Gestaltung der Datenerhebung beantwortet werden.

- *Akteursliste oder freie Abfrage von Beziehungspersonen:* Entweder wird eine umfangreiche Liste vorgegeben, aus der gewählt werden kann oder der Befragte kann Akteure frei nennen;

- *Fixed Choice oder Free Choice*: Es wird eine maximale Anzahl an Beziehungen vorgegeben („feste Anzahl“, engl.: *fixed choice*) oder es können beliebig viel Akteure genannt werden („freie Anzahl“, engl.: *free choice*);
- *Bewertung der Relationsintensität*: binär, ordinal oder metrisch skalierbares Datenniveau.

Bei der Befragung werden bestimmte Annahmen getätigt. So wird allgemein angenommen, dass die Befragten vollständig und wahrheitsgemäß antworten. Insbesondere bei ego-zentrierten Befragungen ist dies von großer Relevanz (ibid.). Es besteht nämlich die Gefahr, dass nicht nur tatsächliche reale Beziehungen erfasst werden, sondern auch so genannte „kognitive, subjektiv wahrgenommene oder „eingebildete“ Netzwerke“ (ibid.). Ein weiterer Punkt bei der Interpretation getätigter Aussagen sind diffuse verhaltenspsychologische Rationale. Nach HEILAND (2002) bilden insbesondere Vertreter eines Amtes, einer Gemeindeverwaltung und anderer Behörden Repräsentanten sogenannter kollektiver Akteure, deren Meinungen stark durch die Gruppe determiniert sind. Die Individualmeinung zu einem Sachverhalt steht möglicherweise der Gruppenmeinung hinten. Dieser Zusammenhang ist jedoch nicht zu verhindern, da in einer Netzwerkanalyse immer Individualpersonen befragt werden (müssen). Als Problem ist darüber hinaus das Auslassen eines relevanten Akteurs bei der Befragung bzw. seine Totalverweigerung der Mitarbeit zu sehen (Jansen, 2003). Selbst das Nicht-Ausfüllen bestimmter Fragen kann problematisch sein. Ein entsprechender Hinweis auf Vollständigkeit wird daher auf dem Fragebogen angestrebt.

Die Zusammenstellung von Daten zur Weiterverarbeitung und Berechnung von Kennzahlen wird in sog. Soziomatrizen vorgenommen (engl.: *adjacency matrix* bzw. auch *socio matrix*) mit den Elementen i und j , die das Kommunikationsverhalten des Akteurs „ i “ auf den Akteur „ j “ darstellen (Benta, 2005). Ein Beispiel ist in *Abbildung 14* dargestellt.

Relation von ↓ zu →		1	2	3	...	j
		Akteur 1	Akteur 2	Akteur 3	...	Akteur „ j “
1	Akteur 1		2	1	...	...
2	Akteur 2	2		3	...	...
3	Akteur 3	1	0		...	...
...		
j	Akteur „ j“	...	...	...	...

Quelle: eigene Darstellung nach (Benta, 2005)

Abbildung 14: Ausschnitt einer Soziomatrix, ohne Eigenwahlmöglichkeit.

Kennzahlen auf Elementebene

Es wird in drei Analyseebenen unterschieden: Element-, Gruppen- und Netzwerkebene. In allen drei Analyseebenen werden spezifische Kennzahlen erhoben bzw. berechnet. Diese bilden die Grundlage für die Visualisierung. Wichtige netzwerkanalytische Konzepte sind Zentralität und Prestige (Jansen, 2003).

Die Zentralität ist eine Maßzahl auf Ebene des einzelnen Elements, die ausdrückt, mit welchem Aufwand alle Netzwerkakteure von der Position des untersuchten Akteurs zu erreichen sind⁷³ und drückt eine gewissen Prominenz aus. Dabei wird angenommen, dass diejenigen Akteure prominent im Netzwerk sind, die an vielen Beziehungen im Netzwerk beteiligt sind und daher „sichtbar“ sind. Weiterhin wird angenommen, dass diese Akteure „Zugang zu Netzwerkressourcen, Kontrollmöglichkeiten und Informationen haben“ (ibid.).

Prestige besitzt derjenige Akteur, der von vielen Akteuren „gewählt“ wird. Eine gerichtete Beziehung ist Voraussetzung für die Berechnung von Prestige (ibid.). Somit kann ein Akteur, obwohl er kaum ausgehende Kontakte pflegt, trotzdem hohe Prestige-Werte erreichen, wenn beispielsweise die Zahl oder die Intensität der eingehenden Kontakte hoch ist. In der Visualisierung würde in VISIONE die Status Visualisierung genutzt, wobei der oder die Akteure mit hohen Prestige-Werten im oberen Bereich stehen würden. Zwischen der Zentralität und dem Prestige ein und demselben Akteurs können „erhebliche Unterschiede“ bestehen. Prestige bestimmt Ungleichheiten zwischen Akteuren, die sich aus der Wertschätzung durch die anderen Akteure ergibt (ibid.).

Lokale Zentralitätsmaße

Auf Elementebene werden die drei lokalen Zentralitätsmaße *Degree*, *Indegree* und *Outdegree* bestimmt (Brandes u. Wagner, 2004b). Dabei wird der *Degree* in ungerichteten, *In-* und *Outdegree* in gerichteten Netzwerken berechnet.

Degree: Ein Maß der lokalen Zentralität ist *Degree*. Diese Zentralitätsmaß hängt von der Zahl der Außenbeziehungen eines Akteurs ab. Hierbei werden die Werte in einer Zeile der Soziomatrix aufaddiert und als d_i abgekürzt. In symmetrischen Matrizen ergibt auch die Summe der Spalten den *Degree*-Wert.

Der *Degree* des i -ten Akteurs ist u. a. in Jansen (2003) gemäß *Formel 1* definiert.

⁷³ Die Sternform gilt als Extrem eines Netzwerkes. Der mittlere Akteur hat die maximale Zentralität und das sternförmige Netzwerk weist den höchsten Grad der Zentralisierung auf. Die Kreisform ist das andere Extrem, wobei jeder Akteur die gleiche Zentralität hat, „und das Netzwerk die geringstmögliche Zentralisierung aufweist“ (ibid.).

$$d_i = \sum_{j=1}^N x_{ij} = x_i \quad (1)$$

für $i \neq j$

Indegree: Als weiteres lokales Zentralitätsmaß, jedoch in gerichteten Netzwerken, wird die Summe der „eingehenden“ Nennungen bestimmt und als *Indegree* bezeichnet, was auch für *Indegree Centrality* steht. Dies ist vergleichbar mit der sog. „Passivsumme“ in der Einflussmatrix in Vesters Sensitivitätsmodell (Vester u. v. Hesler, 1980). Abgekürzt als id_j ist er definiert in *Formel 2* als (Jansen, 2003):

$$id_j = \sum_{i=1}^N x_{ij} = x_j \quad (2)$$

für $i \neq j$

Outdegree: Ebenfalls ein Maß der lokalen Zentralität ist der *Outdegree* (Brandes u. Wagner, 2004b). Hierbei werden alle „ausgehenden“ Nennungen aufaddiert, vergleichbar mit der „Aktivsumme“ in der Vester’schen Einflussmatrix (Vester u. v. Hesler, 1980). Abgekürzt als od_i ist er gemäß *Formel 3* definiert (Jansen, 2003).

$$od_i = \sum_{j=1}^N x_{ij} = x_i \quad (3)$$

für $i \neq j$

Abstands-Kennzahlen

Inwiefern sich zum Beispiel die Akteure in einen „Inneren Kreis“ oder „Äußeren Kreis“ einordnen lassen, lässt sich neben der Berechnung von *Indegree* auch durch die Berechnung der sog. *Closeness* erklären (Egner u. Terizakis, 2005).

Closeness: Oft wird die „Relevanz von Informationen“ durch das nähebasierte Zentralitätsmaß *Closeness Centrality* (C_C) quantifizierbar gemacht (Brandes u. Wagner, 2004a; Real u. Hasanagas, 2005), kurz auch als *Closeness* bezeichnet. Hierbei werden insbesondere die kurzen Pfaddistanzen zu den Akteuren in die Analyse einbezogen. Die Zentralität berechnet sich also nicht nur aus den direkten Beziehungen, sondern auch aus der Zahl und Nähe indirekter Beziehungen. Im Bereich der Informationsweiterleitung zeichnet sich dies durch eine effiziente und verlustfreie Übermittlung aus (Jansen, 2003). Durch die C_C kann bestimmt werden, wie direkte Informationen durch andere Akteure empfangen werden. C_C ist u. a. in JANSEN (ibid.) definiert gemäß *Formel 4*:

$$C_C(n_i) = \left(\sum_{j=1}^n d(n_i, n_j) \right)^{-1} \quad (4)$$

mit $d(n_i, n_j)$ als kürzester Abstand zwischen Akteur n_i und n_j

Betweenness: Kontrolle über Informationen kann mit der *Betweenness Centrality* (C_B) dargestellt werden (Real u. Hasanagas, 2005). C_B wird in der Literatur auch als *Betweenness* bezeichnet (Brandes u. Wagner, 2004a) und wird in Prozent angegeben. Berechnet wird dieser Index abhängig davon, ob ein Akteur als Bindeglied zwischen zwei anderen Akteuren des Netzwerkes fungiert (Jansen, 2003). Diese „Maklerposition“ können auch Verbindungspersonen zwischen unterschiedlichen Gruppen sein. Die C_B gibt an, wie viele Kommunikationsverläufe über einen bestimmten Akteur laufen und somit andere Akteure abgetrennt würden, wenn dieser das Netzwerk verlassen würde (Real u. Hasanagas, 2005). Somit ist C_B auch ein Anzeichen für eine Monopolisierung der Informations- und Ressourcenkontrolle (Jansen, 2003). C_B ist u. a. in JANSEN (ibid.) definiert gemäß *Formel 5* und *6*:

$$C_B(n_i) = \sum_{j < k} \sum_{j < k} b_{jk}(n_i) \quad (5)$$

für $i \neq j \neq k$ und mit $b_{jk}(n_i)$ als Wahrscheinlichkeit der Kommunikation zwischen den Akteuren j und k über Akteur i

$$b_{jk}(n_i) = \frac{1}{g_{jk}} \cdot g_{jk}(n_i) \quad (6)$$

Bedingung zur Berechnung von C_C und C_B ist das Erfassen skalierbarer Daten zur „Wichtigkeit“ und zur „Kontrolle“ eines bestimmten Themas (Real u. Hasanagas, 2005).

Feedback Kennzahlen

Status: Nach WASSERMAN & FAUST (1999) ist *Status* eine geeignete Maßzahl, Prestige in Netzwerken darzustellen. Die prinzipielle Vorgehensweise ist eine Kombination aus der Maßzahl für den Rang (engl. *rank*) multipliziert mit den direkten Wahlen, die ein Akteur erhält (wie z.B. *idj* und *odj*). Allerdings ist die Kalkulation von *Status* sehr komplex⁷⁴ (ibid.). Eine geeignete Visualisierung nach verschiedenen *Status*-Konzepten wurde von BRANDES & WAGER (2004a) entwickelt. Sie definieren *Status* allgemein gemäß *Formel 8*:

$$c_v = \alpha \cdot \sum_{(u,v) \in \text{instar}(v)} (1 + c_u) \quad (7)$$

mit $\alpha = \min \left\{ \max_{v \in V} \text{indeg}(v), \max_{v \in V} \text{outdeg}(v) \right\}^{-1}$

⁷⁴ „To quantify this idea requires some sophisticated mathematics.“ (Wasserman u. Faust, 1999)

Kennzahlen auf Netzwerkebene

Zahl der Akteure (N): Die Zahl der involvierten Akteure hat Einfluss auf die Stabilität eines Netzwerkes (Real u. Hasanagas, 2005). Das ist vergleichbar mit ansteigenden Transaktionskosten in großen Organisationen. Weiterhin sinkt in großen Netzwerken der Vertrauensstatus untereinander und die „Unersetzlichkeit“ der Einzelbeziehungen (ibid.). Es liegt daher nahe, die Anzahl der Akteure N in einem Netzwerk zu erheben⁷⁵.

Netzwerkdichte (Density): Zur Klärung, wie viele Verbindungen der theoretisch möglichen Verbindungen existieren, wird die Netzwerkdichte *Density* berechnet und in Prozent ausgedrückt⁷⁶ (Borgatti et al. 1992, S.71 in Egner u. Terizakis, 2005). Maßzahlen in Gesamtnetzwerken liegen zwischen 0 und 1 und sind entsprechend mathematisch umgeformt (Jansen, 2003). Ein hoher *Density*-Wert beeinflusst die Entwicklung von Vertrauensstatus und Unersetzlichkeit der Einzelbeziehungen (Real u. Hasanagas, 2005). *Density* für ein Gesamtnetzwerk ist mathematisch definiert gemäß *Formel 9* (Jansen, 2003):

$$DENSITY = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_{ijk}}{N(N-1)} \quad (8)$$

Da *DENSITY* für Gesamtnetzwerke relationsspezifisch erhoben wird, wird der Index k hinzugefügt mit x_{ij} als die von i nach j gesendete Information, N ist die Zahl der Akteure

Aufgrund der geringen Anzahl der untersuchten Netzwerke wird auf die Berechnung der *Density* als vergleichendes Kriterium verzichtet.

Annahmen zur Netzwerkanalyse

Bei der Interpretation von Netzwerkdaten gilt allgemein, dass Positionen einen multidimensionalen Charakter haben und nicht einfach als hoch, mittel oder niedrig skaliert werden können. Vielmehr muss eine Messtechnik angewandt werden, die differenzierter abbildet. Dabei gilt es zu beachten, dass der Abstand der Akteure zueinander im „sozialen Raum“ stetig ist (engl.: *continuous*), nicht diskret oder gar unstetig (engl.: *discontinuous*), (Laumann, 2006). Zweitens besagt das 1966 aufgestellte Abstands-Postulat, dass je größer die Übereinstimmung in Status, Ansichten, Glauben und Verhalten zwischen Akteuren ist, desto wahrscheinlicher ist die Formation eines konsensualen Verhältnisses. In der logischen Konsequenz bedeutet das, je geringer die Übereinstimmung desto „weiter auseinander“ liegen die Akteure im sozialen Raum (ibid.).⁷⁷ Weitere Pos-

⁷⁵ Bzw. die Zahl der *Alteri* in Egozentrierten Netzwerken.

⁷⁶ „the total number of ties divided by the total number of possible ties“ (Egner u. Terizakis, 2005)

⁷⁷ „Similarities in status, attitudes, beliefs, and behavior facilitate the formation of intimate (or consensual) relationships among incumbents of social positions. The more dissimilar two positions are in status, attitudes, beliefs, and behavior of their incumbents, the less likely the formation of intimate (or consensual) relationships and, consequently, the “farther away” they are from one another in the structure.“ (Laumann, 2006).

tulate Laumanns beziehen sich auf den starken Einfluss zugrundeliegender Sozialstrukturen (z.B. Familie, politische Einstellung etc.) auf andere Bereiche. Abweichungen und Widersprüche sind durchaus im komplexen System möglich (engl.: *structural contradiction postulate*),

Softwarelösungen

Die Dachorganisation für Forschungen im Bereich der Netzwerkanalyse *International Network for Social Network Analysis* (INSNA, 2012) pflegt eine ausführliche Übersicht zu erhältlichen Softwarelösungen zur Analyse und Darstellung von Netzwerken. Eine umfassende Zusammenstellung der erhältlichen Computerprogramme wurde außerdem von HUISMAN & VAN DUIJN (2005) erstellt.

Einige Programme scheiden im Rahmen dieser Untersuchung aufgrund zu hoher Kosten aus (z.B. InFlow 3.1, VisuaLyzTM, Tom Sawyer, UCINET 6). Andere sind zwar für nichtkommerzielle Zwecke kostenfrei erhältlich, laufen jedoch nur in einer DOS Umgebung (z.B. NEGOPY 4.30). Manche Programme ergeben Ausgabefiles, die der weiteren Bearbeitung bedürfen bzw. sind eher für die Analyse großer Datensätze geeignet (z.B. FATCAT). Einige Anwendungen sind rein zum Datenmanagement und deren Auswertung gedacht, ohne die Ergebnisse zu visualisieren (z.B. NETWORKS / PAJEK).

Für die beispielhafte Anwendung mit einem konkreten Datensatz wurde die Software VISIONE, ursprünglich in der Version 2.2.10, ausgewählt. Mit zunehmendem Fortschritt wurde die Software regelmäßig aktualisiert, zuletzt auf Version 2.4.1. VISIONE wurde im DFG Schwerpunkt Nr. 1126 „Algorithmik großer und komplexer Netzwerke“ an der Universität Karlsruhe, unter Leitung von Dorothea Wagner, und der Universität Konstanz, unter Leitung von Ulrik Brandes, entwickelt (VISIONE Internetseite, 2010). Seit 1996 wird daran gearbeitet und 2006 wurde eine erste stabile Version fertig gestellt. VISIONE ist frei im Internet erhältlich (Huisman u. van Duijn, 2005). Benutzerunterstützung ist weder als Handbuch noch als programminternes Hilfemenü vorgesehen (ibid.), da es sich um ein nichtkommerzielles Programm handelt, das ausdrücklich nicht für eine breite Anwendung konzipiert ist und sich in der Entwicklungsphase befindet (Brandes u. Wagner, 2004b). Ein Bericht der Entwickler zu den Funktionsprinzipien der Algorithmen steht zur Verfügung. Eine Kurzanleitung für die „ersten Schritte“ wird auf der Internetseite dargestellt (ibid.).

Nach Angaben der Entwickler BRANDES & WAGNER arbeitet VISIONE in der Darstellung eines sog. „*labeled di-graph*“, d.h. ein mit Beschriftungen versehenes, gerichtetes Knoten-Kanten Objekts. Es dient als:

- ein Werkzeug der interaktiven Analyse und Visualisierung von Netzwerken;
- in welchen Originalität wichtiger ist als der Umfang, und;
- dass es besonders den Sozialwissenschaften dient.

Angewandt wurde VISIONE beispielsweise von MOSCHITZ & STOLZE (2005) in einer vergleichenden Studie zur Etablierung des Ökologischen Landbaues in Europa.

Anwendung der Software VISIONE

Drei Benutzungsmodi erlauben unterschiedliche Operationen:

- Editiermodus (engl.: *Edit Mode*): Knoten, Kanten und deren Attribute werden erstellt;
- Analysemodus (engl.: *Analysis Mode*): Elemente können angewählt und verschoben werden. Berechnungen der netzwerkanalytischen Maßzahlen können durchgeführt werden;
- Zoommodus (engl.: *Zoom Mode*): es kann vergrößert und verkleinert werden;

Dateneingabe: Im Editiermodus werden Daten zu Knoten und Kanten in grafischer Form einzeln eingegeben. Es wird zwischen „gerichteten“ und „ungerichteten“ Verlinkungen durch die Auswahl der Attribute unterschieden. Die Richtung einer Beziehung muss feststellbar sein, um Asymmetrien und Hierarchien in Netzwerken zu identifizieren, dabei ist zu beachten, dass Attributdaten nicht-negativ sein dürfen. Weiterhin können die Attribute „bestätigt“ bzw. „unbestätigt“ eingegeben und sofort dargestellt werden. Somit wird eine Vielzahl an Kombinationen möglich (*Abbildung 15*). In die Berechnungen werden nur bestätigte Beziehungen einbezogen. Werte für unbestätigte Beziehungen können durch vorherige Auswahl berechnet werden.

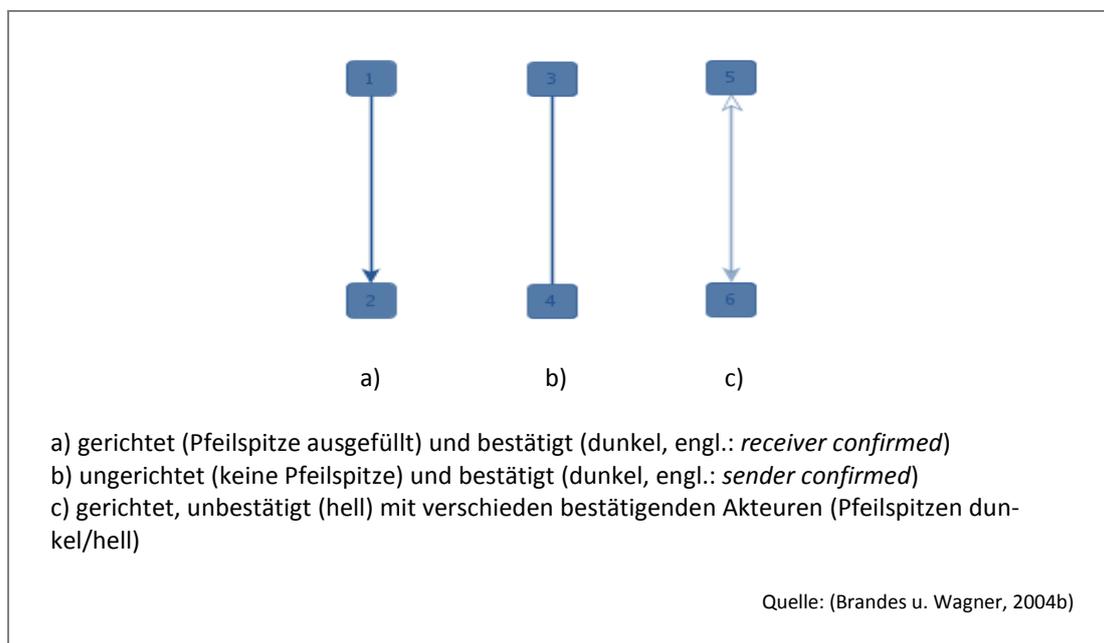


Abbildung 15: Verbindungstypen in VISIONE.

Berechnungsmöglichkeiten: VISIONE beschränkt sich fast ausschließlich auf die Element-Ebene mit dazugehörigen Statistiken auf Netzwerk-Ebene (Huisman u. van Duijn, 2005). Im Analysemodus werden Berechnungen durchgeführt und die Ergebnisse in den Attributen der Knoten

bzw. Kanten gespeichert. Folgende Zentralitätsmaße auf Element-Ebene sind mit VISIONE machbar (Brandes u. Wagner, 2004b):

- Lokale Zentralitätsmaße: *Degree* (d_i), *Indegree* (id_i) und *Outdegree* (od_i);
- Abstands-Kennzahlen: *Closeness* (C_C), *Betweenness* (C_B);
- Feedback-Kennzahlen: *Status*, Eigenvektor, Autorität;

Visualisierungsmöglichkeiten: Das Programm VISIONE bietet verschiedene Algorithmen zur visuellen Ergebnisdarstellung. Verwendet werden sog. *spring embedder*⁷⁸, d.h. Algorithmen, die einer mathematisch-grafischen Selbstoptimierung unterliegen (Huisman u. van Duijn, 2005), sowie spektrale Layouts, geschichtete Layouts, und radiale Layouts, um Netzwerke darzustellen.

Eine Möglichkeit der effektiven Informationsvermittlung ist die Verknüpfung verschiedener Darstellungsmöglichkeiten. Neben unterschiedlichen Farben, können Knoten durch Variation der Längen- zu Breitenausdehnung zusätzliche Bedeutungen beigemessen werden. In diesem Ansatz entspricht der vertikale Durchmesser $v(a)$ des elliptisch dargestellten Akteurs a der Anzahl der ausgehenden Verbindungen (*Outdegree*). Der horizontale Durchmesser $h(a)$ stellt die Zahl eingehender Beziehungen dar (*Indegree*), gemäß BRANDES & WAGNER (2004a) nach *Formel 10* (leicht verändert).

$$\frac{h(a)}{v(a)} = \frac{id_j(a)}{od_i(a)}, \tag{9}$$

$$h(a) \cdot v(a) = \frac{id_j(a) + od_i(a)}{\pi}.$$

In der Ergebnisdarstellung würden somit „hohe“ Akteure einen hohen od_i -Wert besitzen (vgl. Akteur A in *Abbildung 16*), „breite“ Akteure sind dagegen Empfänger von häufigen Bezügen (vgl. Akteur B in *Abbildung 16*). Rund dargestellte Akteure zeigen ein ausgewogenes Verhältnis. Die Summe der ein- und ausgehenden Nennungen wird durch den Flächeninhalt abgebildet.

⁷⁸ „The idea of the algorithm is the one of simulating a system of mass particles. The vertices simulate mass points repelling each other and the edges simulate springs with attracting forces. The algorithm tries to minimize the energy of this physical system.“ (Gutwenger, 2000)

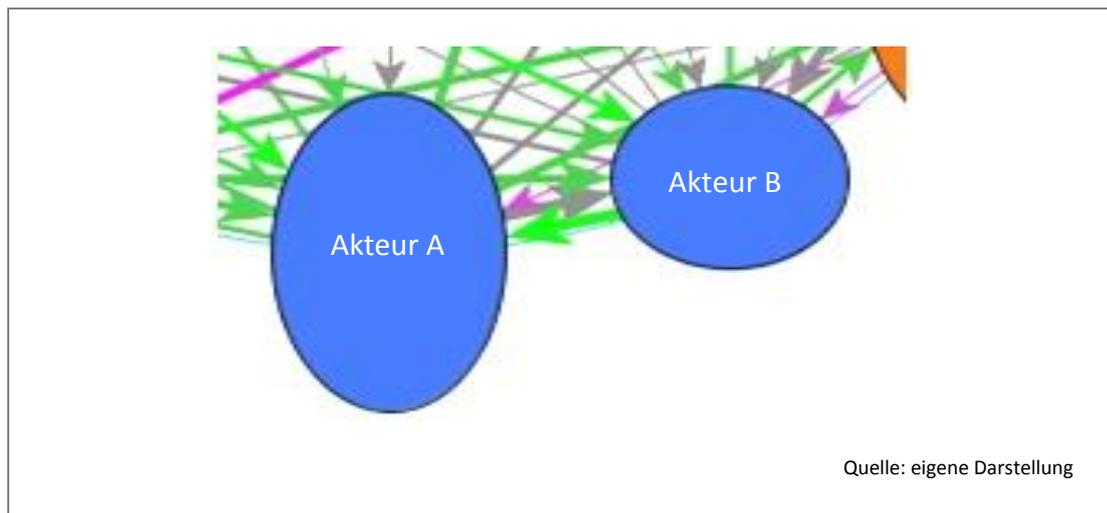


Abbildung 16: Visualisierung von Knotenattributen.

Zusätzlich können die Knoten nach verschiedenen geometrischen Formen gestaltet werden, z.B. Rhomboid, Trapez, Ellipse etc. Zur Illustration lassen sich außerdem berechnete oder eingegebene Attribute auf oder neben den Elementen darstellen (engl. *label*).

Datenverarbeitung

Gestaltung des Fragebogens: Für die Erhebung wurde ein siebenseitiger Umfragebogen entwickelt, der insgesamt acht Fragenkomplexe umfasst. Zur Unterscheidung zu anderen Teilen der Arbeit trägt der Fragebogen den Titel „Fragebogen Teil C“. In *Tabelle 9* ist die Zuordnung der Fragen zu den für eine Netzwerkanalyse geforderten Messniveaus sowie Angaben zur entsprechenden Richtungsbeziehung gegeben. Es wurde versucht, ein möglichst hohes Messniveau zu erreichen (metrisch > ordinal > nominal) sowie durch Vorabklassifizierung der Antwortmöglichkeiten in Klassen, die Auswertung zu erleichtern. Wurden mehrere Antworten ausgewählt, so wurde der Mittelwert aus den Antworten gebildet.

Tabelle 9: Übersicht der Fragestellungen, Messniveaus und Datenformate der Umfrage Teil C.

Fragenkomplex	Fragen / Kurzform	Datentyp / Messniveau / Richtung
C-I: Kontaktdaten	C-I-1 »Organisation«	Klasse o. Merkmal, nominal
	C-I-2 »Person«	Merkmal, nominal
	C-I-3 »Korrespondenz«	Merkmal, nominal
	C-I-4 »Funktion«	Merkmal, nominal
C-II: Metadaten	C-II-1 »Gründungsjahr«	Merkmal, metrisch
	C-II-2 »Mitgliederzahl«	Merkmal, metrisch
	C-II-3 »Typ der Organisation«	Klasse, nominal
	C-II-4 »fachlicher Einfluss«	Klasse, ordinal, nach außen gerichtet
	C-II-5 »politischer Einfluss«	Klasse, ordinal, nach außen gerichtet
C-III: Netzwerkdaten	C-III-1 »Nennen des Kontaktes«	Klasse (+ evtl. Merkmal), nominal
	C-III-2 »Intensität des Kontaktes«	Klasse, ordinal, nach außen gerichtet
	C-III-3 »Gemeinsamkeit der Ziele«	Klasse, ordinal
C-IV: Informationslage	C-IV-1 »Empfangsstärke Informationen«	Klasse, ordinal, nach innen gerichtet
	C-IV-2 »Sendestärke Informationen«	Klasse, ordinal, nach außen gerichtet
C-V: Entwicklungsziele	C-V-1 »Entwicklungsziele«	Klasse, ordinal
	C-V-2 »Sonstige Entwicklungsziele«	Merkmal, ordinal
VI: Schutzziele	C-VI-1 »Stellenwert Moorschutz«	Klasse, ordinal
	C-VI-2 »Stellenwert Moorschutz in Zukunft«	Klasse, relational
	C-VI-3 »Schutzziele«	Klasse, nominal
	C-VI-4 »sonstige Schutzziele«	Merkmal, nominal
VII: Aktivitäten	C-VII-1 »Projekte«	Merkmale, nominal, teilw. gerichtet
VIII: Anmerkungen	C-VIII-1 »Anmerkungen«	Merkmale, nominal

Quelle: eigene Zusammenstellung

Für die Netzwerkanalyse werden insbesondere Fragenkomplex C-III „Netzwerkdaten“ ausgewertet. Dafür sind die Daten auf hohem Messniveau mit der zusätzlichen Information zur Richtung der Beziehung bzw. der Informationsflüsse zielgerichtet erhoben worden. Die Richtungsangaben werden benötigt, um Asymmetrien und Hierarchien in Netzwerken zu identifizieren. Da Daten im metrischen Format zu den meisten Themen nicht erhebbar sind, erfüllt die Ordinalskala diesen Anspruch ausreichend. Es bestehen diverse Möglichkeiten, das Netzwerk mit Informationen aus Fragenkomplex C-II „Metadaten“, Fragenkomplex C-IV „Informationslage“ oder C-V „Entwicklungsziele“ zu unterfüttern und nach diesen Gesichtspunkten auszuwerten. Im Fragenkomplex C-III „Netzwerkdaten“ wurde die freie Abfrage von Beziehungspersonen gewählt, um auch solche Akteure einzubeziehen, die aus der universitären Betrachtung nur unzureichend erfasst werden. Diese Form der Abfrage, auch Namensgenerator genannt, ermöglicht es dem Befragten alle ihm bekannte Akteure zu nennen. Die *Free-Choice*-Methodik kam in der Untersuchung zur Anwendung.

Typisierung der Akteursgruppen: Erhobene Daten werden aus den Fragebögen in Microsoft EXCEL eingegeben. Für die qualitative Auswertung der Akteurscharakteristika werden die Angaben zur Organisation einem von neun Organisationstypen zugeordnet (Planungsbüro, Gemeindeverwaltung, Landwirtschaft, Jagd, Forschung/Universität, Behörde, Naturschutzverband,

Sonstiger Verein/Verband, Sonstige). Da mehrere Vertreter der Landwirtschaft, der Jagd und der Forschung / Universität usw. befragt wurden, werden die Antworten teilweise zusammengefasst. Alle sonstigen Einzelakteure gehen mit ihren Angaben individuell in die Auswertung ein. Diverse Kreis- und Balkendiagramme zu den einzelnen Fragenkomplexen werden ebenfalls in EXCEL generiert.

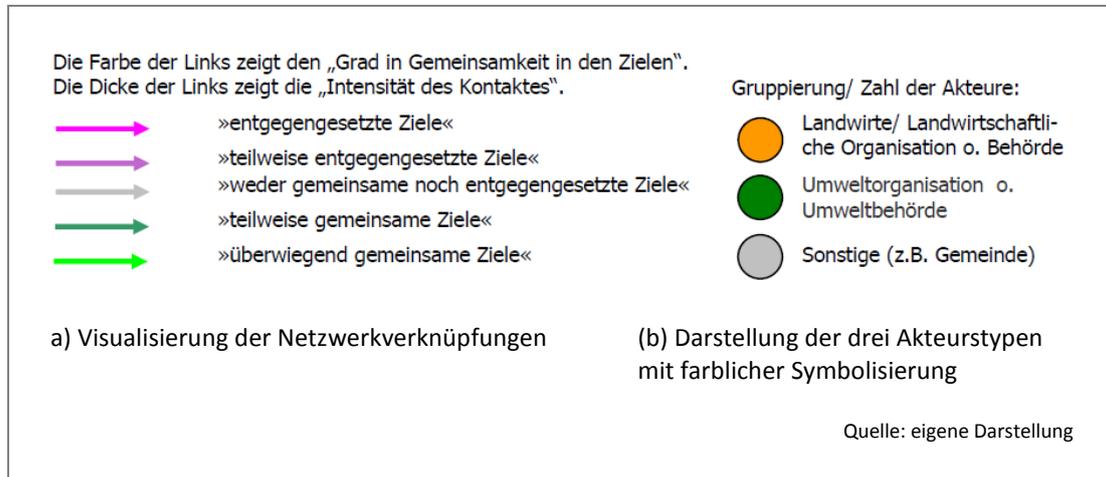


Abbildung 17: Gewählte Visualisierung und Akteursgruppen in Netzwerkdiagrammen.

Für die Darstellung der Soziogramme der Netzwerkanalyse werden auf Grundlage der festgestellten Organisationstypen eigene Gruppen gebildet und entsprechend in den Netzwerkdiagrammen grafisch unterschiedlich dargestellt. Zur besseren Vergleichbarkeit der Netzwerke untereinander werden drei Gruppen von Organisationstypen gebildet (vgl. *Abbildung 17 b*)⁷⁹:

- Landwirtschaftliche Organisation, Behörde im Bereich Landwirtschaft, und Gruppe der Landwirte (in den Soziogrammen benannt: „*Agricultural*“);
- Umweltorganisation, Behörde im Bereich Umweltschutz („*Environmental*“),
- Sonstige, u.a. Kommunen („*Others*“),

Für die Symbolisierung der Akteure im Rahmen dieser Untersuchung wird in den Soziogrammen einheitlich die Ellipsenform verwendet und diese mit entsprechenden Netzwerk Kennzahlen (d.h. *Indegree*, *Outdegree*) modifiziert (vgl. *Abbildung 16*).

Bewertung reflexiver Relationen: Eine reflexive Relation in Form einer Selbstnennung wurde nicht abgefragt (vgl. Aufbau der Soziomatrix, *Abbildung 14*). Daher wurden die Beziehungen zu anderen Angehörigen der gleichen Gruppe im Fragebogen nicht zur Auswahl gestellt. In der Datenaufbereitung wurden die Beziehungen zu anderen Akteuren der gleichen Gruppe daher als „intensiver Kontakt“ anhand „gemeinsamer Ziele“ angenommen. Hierbei handelt es sich um eine Repräsentation nach außen, d. h. interne Meinungsunterschiede sind oftmals separat vom äußeren Eindruck zu bewerten.

⁷⁹ Unabhängig von der Vereinfachung im Zuge der Netzwerkanalyse, sind die Daten von Umfrage C für eine differenzierte Auswertung der Organisationstypen geeignet.

Vorgehensweise in den Untersuchungsregionen

Untersuchungsregion g) „Ahlenmoor“: Im „Ahlenmoor“ sind eine Vielzahl unterschiedlicher Akteure tätig, was zu unterschiedlichen Zielsetzungen innerhalb des Gebietes führt. Eine besondere Bedeutung als Vermittler zwischen Naturschutz und Landnutzung kommt dem Moorinformationszentrum zu. Für den Schutz des Moores setzen sich der Verein der Freunde und Förderer des Natur- und Erlebnisraums „Ahlenmoor“, und der Regionalverband Unterweser ein. Verbände spezifischer Interessensgruppen sind im Gebiet durch die Landvolkverbände Hadeln und Wanna vertreten. Die Unterhaltung der Entwässerungsgräben wird von den Wasser- und Bodenverbänden Ahlen-Falkenberger Moor und Otterndorf, die Landschaftspflegemaßnahmen vom Wasser- und Landschaftspflegeverband Bederkesa durchgeführt. Verantwortlich auf kommunaler Ebene sind der Landkreis Cuxhaven, sowie die Gemeinden Bederkesa und Sietland, Wanna, Flögeln und die Stadt Langen.

Untersuchungsregion h) „Freisinger Moos“: Dem Schutz und der verträglichen Nutzung des „Freisinger Mooses“ haben sich zahlreiche Akteursgruppen im „Freisinger Moos“ verpflichtet, allerdings mit teils recht unterschiedlichen Zielen. Bereits oberflächlich betrachtet ergibt sich ein dichtes und komplexes Netz an Einzelakteuren und Gruppen, die alle bestimmte Ziele verfolgen. Folgende Akteure wurden kontaktiert: die LEADER-Geschäftsstelle, die Kreisgruppe des Bund Naturschutz Bayern (BN) und der Landesbund für Vogelschutz, Kreisgruppe Freising (LBV). Weitere Verbände vertreten die Interessen spezifischer Nutzungsgruppen: der Bayerische Bauernverband, Ortsgruppe Freising, der Maschinenring (MR), der Jagd- sowie der Fischereiverband. Für den Unterhalt der Entwässerungsgräben tritt der Boden- und Wasserverband Moosach I und Moosach II unter fachlicher Betreuung des Wasserwirtschaftsamtes (WWA) in Erscheinung. Landschaftspflegemaßnahmen werden vom Landschaftspflegeverband Freising e.V. organisiert (LPV). Auf Kommunalebene verantwortliche Behörden sind die Stadt Freising und die Gemeinde Neufahrn. Die Stadtwerke Freising sind zuständig für den Trinkwasserschutz und sichern die geregelte Trinkwasserversorgung. Eine wichtige Rolle nehmen die Landwirte als Flächeneigentümer ein. Sie treten teils als Einzelakteure auf, teils sind sie in verschiedenen Gruppen und Verbänden engagiert. Einige wirtschaften nach den Standards des Ökologischen Landbaues. Eine besondere Situation ergibt sich durch die Nähe zum Wissenschaftszentrum Weihenstephan der TUM sowie der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) und der Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) in Freising. Natur- und umweltbezogenes Lokalwissen und eine überproportionale Konzentration von Fachwissen in und um das „Freisinger Moos“ sind damit offensichtlich. Der Lehrstuhl für Vegetationsökologie und der Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues der TUM sind ebenfalls lokal involviert und nutzen das Gebiet für ihre Untersuchungen.

Untersuchungsregion i) „Rhin-Havel-Luch“: In der Untersuchungsregion „Rhin-Havel-Luch“ beteiligten sich die Naturparkverwaltung, das Landesumweltamt Brandenburg (Abteilung: Groß-

schutzgebiete und Raumentwicklung innerhalb des Referates für die Wasserrahmenrichtlinie, Hydrologie und Gewässergüte), das Landesministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz (Abteilung Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft) und das Brandenburgische Landesamt für Verbraucherschutz (Abteilung Grünland/ Futterwirtschaft) an der Befragung. Des Weiteren wurde das Amt Friesack als relevante Behörde identifiziert. Im Bereich Forschung/ Universität wurden folgende Institutionen kontaktiert: ZALF (Leibnizzentrum für Agrarlandschaftsforschung) hier das Institut für Landschaftsstoffdynamik (Müncheberg) bzw. die Forschungsstation Landwirtschaft (Paulinenaue), Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (Berlin), pik (Potsdam), FH Eberswalde. Oft werden landwirtschaftliche Betriebe in der Untersuchungsregion gemeinschaftlich geführt, z.B. als GbR, GmbH oder Landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaft (LPG). Im Bereich der Naturschutzverbände wurden befragt: Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND), Landesverband Brandenburg e.V., Stiftung NaturSchutzFonds Brandenburg (St.d.ö.R.), Planungsbüros, und die Deutsche Bahn AG⁸⁰.

3.3.3 CHARAKTERISIERUNG DER UNTERSUCHUNGSREGIONEN TEIL C

Zu Beginn der Untersuchungen für den Teilbereich C stand die Hypothese, dass sich regionale Netzwerkstrukturen aufgrund räumlicher Dichte, unterschiedlicher Interessenslagen und geschichtlicher Entwicklungen verschieden ausbilden können. Aus sechs Regionen, die als Standorte für THG-Spurengasmessungen im Rahmen des BMBF-Forschungsprojektes „Klimaschutz – Moorschutz“ bekannt waren, wurden Untersuchungsregionen gebildet, die die größten Unterschiede erwarten ließen. In *Tabelle 10* sind die Gründe für die Auswahl stichpunktartig zusammengefasst.

Tabelle 10: Übersicht der Untersuchungsregionen und Auswahlkriterien Teil C.

Untersuchungsregion	Auswahlkriterium
g) „Ahlenmoor“	<ul style="list-style-type: none"> - 80 % Grünlandnutzung, Ackernutzung nur auf wenigen Flächen - die Errichtung eines Moorinformationszentrums - Naturschutzbemühungen seit den 80er Jahren
h) „Rhin-Havel-Luch“	<ul style="list-style-type: none"> - schwierige Ausgangsbedingungen für eine Wiedervernässung aufgrund von Wasserknappheit im Zuge der Klimaerwärmung - Lage in den neuen Bundesländern - Beendigung der Melioration, teilweise Aufgabe der Grundwasserabsenkung
i) „Freisinger Moos“	<ul style="list-style-type: none"> - eines der größten Niedermoorgebiete in Bayern - hoher Siedlungs- und Flächennutzungsdruck durch die Lage im Münchner Norden und Nähe zu einem Großflughafen - aktive Grundwasserabsenkung bis in die heutige Zeit - eine seit vielen Jahren aktive LEADER-Gruppe

Quelle: eigene Zusammenstellung

⁸⁰ Die Deutsche Bahn AG, die durch den Ausbau der Strecke Hamburg – Berlin mit Flächenpools im Untersuchungsgebiet zu tun hatte, entschied sich gegen die Teilnahme an der Netzwerkstudie mit der Begründung, dass man sich bei dem Ausbau der Strecke vorwiegend um Erfordernisse der Verkehrsentwicklung gekümmert hatte.

Untersuchungsregion g) „Ahlenmoor“

Begründung der Auswahl: Im „Ahlenmoor“ erschienen unterschiedliche Zielsetzungen zwischen den Akteuren wahrscheinlich. Insbesondere wird eine wichtige Netzwerkrolle des Moorinformationszentrums als Vermittler zwischen Naturschutz, Landnutzung und Tourismus erwartet.

Lage und Ausdehnung: Die Untersuchungsregion g) liegt im Norden des Bundeslandes Niedersachsen. Das „Ahlenmoor“ ist das größte Hochmoor des Landkreises Cuxhaven und erstreckt sich auf einer Fläche von 4.000 ha im Zentrum des Elbe-Weser-Dreiecks, zwischen den Orten Wanna und Flögeln (Förderverein Ahlenmoor e.V., 2012). Landschaftlich betrachtet liegt es in der rd. 1.700 km² umfassenden Großlandschaft „Norddeutsches Tiefland, Küsten und Meere“. Auf Landschaftsebene wird die Untersuchungsregion der „Wesermünder Geest“ zugerechnet. Diese wird im Norden und Westen von Marschen und im Osten von der „Hammeniederung“ und dem „Teufelsmoor“ begrenzt (BfN, 2010a).

Geo- und Hydrologie: Charakteristisch für den Landschaftsraum der Geest sind die 50–500 m mächtigen eiszeitlichen Ablagerungen. Die darunter befindlichen Gesteinsschichten stammen im nördlichen Teil aus dem „Tertiär“⁸¹, im südlichen Teil aus dem Mesozoikum⁸². Zudem treten – vor allem in Küstennähe – Moore auf (Heunisch *et al.*, 2007).

Landnutzung: Die intensive Nutzung des „Ahlenmoors“ begann mit der industriellen Abtorfung ab 1957. In den 60er Jahren kam es zu einer Entwässerung des Gebiets der Gemeinde Flögeln. Derzeit wird das „Ahlenmoor“ hauptsächlich als Grünland genutzt, wobei der Anteil 80 % beträgt (Schaller, 2007).

Umwelt- und Naturschutzaspekte: Seit 1980 wurden von Naturschutzorganisationen und der öffentlichen Hand Flächen im „Ahlenmoor“ zu Naturschutzzwecken gekauft. Der Anteil an Naturschutzflächen beträgt derzeit 2.000 ha, davon sind 550 ha in staatlichem Besitz (ibid.). Eine Natur- und Umweltbildungseinrichtung im „Ahlenmoor“ stellt das Moorinformationszentrum (Moor-IZ) dar. Die Aufgaben sind insbesondere:

- Vernetzung regionaler Naturerlebnis-Attraktionen in Wattenmeer, Marsch, Moor und Geest
- Förderung erlebnisorientierter Naturangebote entsprechend moderner Bildungskriterien
- Förderung der Akzeptanz von Naturschutzaufgaben in der Bevölkerung.

⁸¹ Der Begriff „Tertiär“ wird informell häufig gebraucht, ist jedoch eine veraltete Bezeichnung in der chronostratigraphischen Einteilung der Erdgeschichte. Mit Tertiär ist der Zeitraum 65,5 – 1,8 Ma v. u. Z. gemeint. Diese Zeitspanne wird korrekterweise dem Paläogen und dem Neogen zugeordnet (IUGS, 2009).

⁸² Das so genannte Erdmittelalter (251 – 65,5 Ma v. u. Z.) beinhaltet die Systeme Kreide, Jura und Trias (IUGS, 2009).

Ziel ist es, eine nachhaltige Entwicklung der Beziehungen zwischen Fremdenverkehr, Landwirtschaft und Natur sowie die Förderung des ländlichen Tourismus im Landkreis Cuxhaven zu erreichen (Förderverein Ahlenmoor e.V., 2012).

Untersuchungsregion b: „Rhin-Havel-Luch“

Begründung der Auswahl: Das „Rhin-Havel-Luch“ repräsentiert die typischen Bedingungen eines norddeutschen Niedermoorstandortes und wurde daher bereits für THG-Messungen im Rahmen des BMBF-Forschungsvorhabens zu Spurengasen aus Moorböden (Schaller, 2006) herangezogen. Die Chancen für eine Wiedervernässung und damit einer Steigerung des Kohlenstoffspeicherungspotenzials wird jedoch von Experten des ZALF kritisch gesehen (Schaller, 2008).⁸³

Lage und Ausdehnung: Das „Rhin-Havel-Luch“ liegt im Landkreis Havelland, in Brandenburg. Die Untersuchungsregion befindet sich im gleichnamigen Naturraum Rhinluch bzw. Havelluch⁸⁴ wobei der Rhin ein Nebenfluss der Havel ist. Das havelländische Luchland bildet dabei den größten geschlossenen Niederungskomplex des Landes Brandenburg. Die Gesamtfläche „Rhin-Havel-Luchs“ umfasst 87.000 ha (Landkreis Oberhavel, 2011) und stellt mit seinen Gräben, Dämmen, Hecken, Alleen und seinen typischen Siedlungssplittern eine reiche Kulturlandschaft dar (ibid.). Nur als sog. „Rhinluch“ wird dagegen die vom Rhin durchflossene bzw. durch ihr Grabensystem zu ihm entwässernde Niederung verstanden (Schneider, 1966). Es erstreckt sich zwischen den Flüssen Rhin und oberer Havel im „Schleuener Luch“ und wird vom „Neukammer Luch“ im Osten und der unteren Havel im Westen begrenzt. Im Süden verläuft die Grenze des Rhinluchs entlang einer Reihe kleiner Grundmoräneninseln, den so genannten „Ländchen“: Glin mit Bellin, Friesack und Rhinow. Die Nordgrenze bildet der Südabfall des baltischen Landrückens (ibid.).

Geo- und Hydrologie: Die Landschaft des Rhinluchs wurde am Ende der letzten Eiszeit geformt, als Schmelzwasserströme im „Eberswalder Urstromtal“ breite Täler in die Gletscherablagerungen einschnitten (Landschaftsförderverein Oberes Rhinluch e.V., 2008). Nach dem Rückgang der Vergletscherung war der überwiegende Teil des Luchs von flachen Seen bedeckt, die im Laufe der Zeit verlandeten und Torflager bildeten. Bei den Mooren handelt es sich daher um einen flachgründigen, stark entwässerten Versumpfungsmoorkomplex (ibid.).

⁸³ Ein angespannter Wasserhaushalt und eher schlechte Chancen zur Wiedervernässung resultieren aus der derzeitigen und vergangenen landwirtschaftlichen Nutzung (Schaller, 2008). Wiedervernässung würden aufgrund ihres extrem hohen Zusatzwasserbedarfes und angesichts der sich vollziehenden Klimaänderungen auf sehr geringe Flächenanteile begrenzt bleiben müssen. Laut MÜLLER *et al.* (2005) vom Leibniz-Zentrums für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) ist der substanzielle Verlust der meisten Niedermoores unter hiesigen klimatischen Bedingungen prinzipiell unvermeidlich, jedoch berechenbar und reduzierbar.

⁸⁴ Als Luch werden ursprünglich die vermoorten oder versumpften Niederungen der Jungmoränengebiete bezeichnet. Diese entstanden insbesondere in den großen Urstromtälern und ihren Seitentälern Brandenburgs (BfN, 2007).

Landnutzung: Die Moorflächen der Untersuchungsregion „Rhin-Havel-Luch“ wurden bis 1989, bei zweiseitiger Wasserregulierung, nahezu vollständig intensiv genutzt. Seit dem letzten Drittel des 18. Jahrhunderts wurde zur landwirtschaftlichen Erschließung mit der planmäßigen Entwässerung großer Areale in einem Teilbereich des Rhinluchs begonnen. Bis nach dem 1. Weltkrieg wurde Torf abgebaut. Seit Beginn der 60er Jahre bis in die 70er Jahre hinein wurde die Intensivierung der Ackernutzung weiter vorangetrieben. Hierfür wurde für die fast flächendeckende Melioration des Rhinluchs ein vernetztes Ent- und Bewässerungssystem geschaffen (Schaller, 2008). Die Grundwasserabsenkung zur Sicherung der Befahrbarkeit, verbunden mit der intensiven Landwirtschaft (200 bis 300 kg N ha⁻¹, Einsatz schwerer Ernte- und Transporttechnik, intensive Grassorten mit enggefassten Standortansprüchen) wirkten sich in der Summe negativ auf die Ertragsfähigkeit aus. „So kam es zu teilweise irreversiblen Bodenentwicklungsprozessen wie Setzung, Schrumpfung, Vererdung und Vermulmung; zudem verschlechterte sich die Wasserregulierbarkeit auf einzelnen Flächen 10 Jahre nach Beginn der Komplexmelioration stark.“ (Schwärzel, 2000). Nach der deutschen Wiedervereinigung wurde die intensive Grünlandbewirtschaftung in der Untersuchungsregion „Rhin-Havel-Luchs“ aufgegeben und die systematische Grundwasserregulierung abgestellt (ibid.).

Heute findet landwirtschaftliche Nutzung vorrangig als extensives Grünland mit zeitweiligem Umbruch zum Ackerfutterbau – insbesondere Silomais – statt. An sich handelt es sich bei den Moor- und Niederungsböden zwar immer um Grünlandstandorte, Ackernutzung erfolgt aber überall dort, wo sie möglich erscheint. Die Bodenzahlen liegen bei 30 (Wendland *et al.*, 1993). Gemäß einem Beschluss von 1991 dürfen die zum damaligen Zeitpunkt als Grünland bewirtschafteten Flächen nicht mehr weiter umgebrochen werden. Die meisten Landwirte, die heute das Grünland als solches nutzen, nehmen unterstützende Förderprogramme in Anspruch.

Umwelt- und Naturschutzaspekte: Beispielhaft soll auf das Schutzgebiet „Paulinenuer Luch“ und angrenzende Gebiete eingegangen werden, welches geprägt ist durch Eichen-Hainbuchenwälder, Feuchtwiesenflächen und Hochstaudenfluren sowie Binnendünenkomplexe. Trockene, kalkreiche Sandrasen, aber auch Nass- und Feuchtstandorte, Pfeifengras- und Auenwiesen Pfeifengräser, Moore, Sümpfe und Binnensalzstellen beherbergen zahlreiche Tier- und Pflanzenarten. Besondere Bedeutung kommt dem Gebiet durch die alljährliche Rast tausender Kraniche im Frühjahr und Herbst zu (BfN, 2010b). Seit Anfang der 70er Jahre des letzten Jahrhunderts gibt es in Brandenburg ein staatliches Schutzkonzept zur Rettung der Großtrappe. So ist auch das Havelländische Luch seit 1976 Großtrappenschongebiet (BfN, 2007).

Untersuchungsregion i) „Freisinger Moos“

Begründung der Auswahl: Die Untersuchungsregion „Freisinger Moos“ eignete sich abgesehen von der guten Zugänglichkeit zu lokalen Akteuren aufgrund der nahen Lage zum Standort Weihenstephan auch insbesondere aufgrund der hohen Dichte an Raumnutzungsansprüchen. Der „Münchner Norden“ ist eine der am schnellsten wachsenden Regionen Deutschlands mit einer

Vielzahl von Nutzungsansprüchen. Die Landwirtschaft und der Naturschutz müssen sich gegenüber der Ausweisung von Bau- und Gewerbegebieten, Infrastrukturmaßnahmen wie z.B. der nahe Großflughafen sowie einem hohen Besucher- und Erholungsdruck behaupten. Hier sind eine Reihe von Konflikten und divergierende Landnutzungsansprüche zu erwarten. Darüber hinaus ist seit vielen Jahren eine LEADER-Geschäftsstelle zur nachhaltigen Raumplanung in Aktion.

Lage und Ausdehnung: Das Niedermoorgebiet „Freisinger Moos“ liegt in der Münchner Schotterebene und erstreckt sich über eine Fläche von ca. 3000 ha zwischen den Ortschaften Massenhäusern, Vötting, Pulling und grenzt im Nord-Osten an die Höhenkante des „Tertiär-Hügellandes“. Als ein großes Niedermoorgebiet in Bayern bildet es ein wichtiges naturräumliches Verbindungsglied zwischen dem „Erdinger Moos“ im Osten und dem „Dachauer Moos“ im Westen (Landratsamt Freising, 2007a).

Geo- und Hydrologie: Die Münchener Schotterebene, in der die Untersuchungsregion liegt, besteht aus Niederterrassenschottern der jüngsten alpinen Vergletscherung (Würm), abgelagert durch die Isar. Unter der Schotterebene finden sich geringmächtige Schichten des „Tertiär-Hügellandes“ wieder: Kiese, Mergel und Sande der oberen Süßwassermolasse, von denen der „Flinz“ die Wasser stauende Schicht darstellt, über der sich das Grundwasser bildet. Die Torfmächtigkeit am Nordrand des „Freisinger Mooses“ beträgt bis zu 4 m, nach Süden und Osten nimmt die Schichtdicke ab (Drösler, 2008).

Der wichtigste Fluss im „Freisinger Moos“ ist die Moosach (Gewässer 2. Ordnung); ein Zufluss der Isar. Der Grundwasserstand wurde schon seit der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts reguliert, um günstige Bedingungen für die Landwirtschaft zu schaffen (Kohler *et al.*, 1997). In den letzten Jahren wurde die Melioration fortgesetzt, um Infrastrukturmaßnahmen im Zusammenhang mit dem nahe gelegenen Großflughafen München zu ermöglichen. Ein Netzwerk an Gräben entwässert das Gebiet, die regelmäßig ausgemäht und geräumt werden.

Landnutzung: Die Kulturlandschaft des „Freisinger Mooses“ ist durch einen hohen Grünlandanteil und in weiten Bereichen geringer Verbuschung geprägt. Bis in die 60er Jahre wurde traditionell extensiv gewirtschaftet, insbesondere als einmahdige Streuwiese. Seit den 90er Jahren wurde die ackerbauliche Nutzung wesentlich intensiver und resultierte in einer Eutrophierung des Grundwassers und des Oberflächenwassers (Kohler *et al.*, 1997). Besonders in den letzten Jahren hat der Anbau nachwachsender Rohstoffe (Weiden, Pappeln, Mais) eine neue Dynamik erfahren.

Umwelt- und Naturschutzaspekte: Zahlreiche Flächen im „Freisinger Moos“ werden als schützenswert betrachtet, da einige teils vom Aussterben bedrohte Tier- und Pflanzenarten dort vorkommen. Dazu gehören beispielsweise seltene Orchideenarten wie der Sumpf-Stendelwurz, Vogelbrutstätten des Eisvogels und des Großen Brachvogels, eine geschützte Wiesenbrüterart (13 Brutpaare nachgewiesen), (Maino, 2006). Große Flächen des „Freisinger Mooses“ sind als Na-

tur- und Wasserschutzgebiete ausgewiesen. Zu den naturschutzfachlich hoch bewerteten Flächen gehören insbesondere artenreiche Streuwiesen und ehemalige Torfstiche. Teile des „Freisinger Moores“ dienen als ökologische Ausgleichsfläche für Baumaßnahmen andernorts im Stadtrandgebiet von Freising. Dort wurden und werden aktiv naturschutzfachliche Maßnahmen verwirklicht.

4 ERGEBNISSTEIL A: UMSETZUNG DES KLIMASCHUTZES IN DER LANDWIRTSCHAFT – EINSTELLUNG UND HANDELN DER LANDWIRTE

Ergebnisteil A stellt die Motivationen der Landwirte im Bereich Klimaschutz allgemein und im Bereich des Anbaus nachwachsende Rohstoffe im Speziellen dar. Hierfür werden entscheidungsrelevante Faktoren in Form einer Betriebs- und Expertenbefragung in drei Untersuchungsregionen – a) „Würzburger Gäu“, b) „Tertiär-Hügelland“, und c) „Alpenvorland“ – bestimmt und ausgewertet.

Dieser Ergebnisteil (Kapitel 4) gliedert sich analog zu den gesetzten Schwerpunkten in drei Teile, in denen 1. die Einstellungen, 2. die bestehenden Umsetzungsmöglichkeiten und 3. die Erwartungen der Landwirte herausgearbeitet werden.

Die Auswertung orientiert sich zumeist an den regional unterschiedlich gegebenen Standortbedingungen. Die Ansichten der Landwirte werden der Einschätzung regionaler Experten aus den Bereichen Landwirtschaft und Naturschutz gegenübergestellt. Innerhalb der Gruppe der Landwirte wird darüber hinaus überprüft, ob sich Unterschiede in den Einschätzungen zwischen den drei in Kapitel 3.1.2 definierten Motivationstypen – Agrarmanager, Landbauer und Traditionalist – zeigen. Ausgewählte Zitate aus den Interviews werden wiedergegeben, sofern diese für sich stehen und prägnant die Situation beschreiben können⁸⁵.

4.1 EINSTELLUNGEN ZUM KLIMASCHUTZ UND ZU ERNEUERBAREN ENERGIEN

Das Auftreten von klimabezogenen Auswirkungen und deren Wahrnehmung seitens der Landwirte und Experten stellt einen entscheidenden Impuls auf die Befürwortung oder Ablehnung politischer Klimaschutzmaßnahmen dar. Es wurde daher in Fragebogen A im Teilbereich A-II-11 zunächst nach Beobachtungen und selbst-erfahrenen Auswirkungen gefragt, die im Zusammenhang mit dem Klimawandel stehen oder stehen könnten. Anschließend wurde nach konkreten betrieblichen Möglichkeiten zum Klimaschutz, umgesetzten Anpassungsstrategien bzw. nach der Inanspruchnahme staatlicher Förderinstrumente gefragt. Zum Abschluss von Fragenkomplex A-II-11 sollte die Haltung der Landwirte und Experten zu verpflichtenden Beiträgen des Landwirtschaftssektors zum Klimaschutz ermittelt werden.

4.1.1 WAHRNEHMUNGEN DES KLIMAWANDELS DURCH DIE LANDWIRTE

Bezüglich der regionalen und betrieblichen Auswirkungen des Klimawandels, oder beobachteter unüblicher Wetterphänomene, wurden folgende drei Fragestellungen bearbeitet (Frage A-II-11 a-b):

⁸⁵ Zitate sind entsprechend markiert, werden jedoch aus Gründen des Datenschutzes nicht namentlich gekennzeichnet.

Hat der Klimawandel Auswirkungen in Ihrer Region?

ja; nein; k.A.

Welche Auswirkungen hat der Klimawandel in Ihrer Region?

Welche Konsequenzen hat der Klimawandel für Ihren Betrieb?

Frage A-II-11 a-b

Mit Ausnahme einzelner Landwirte bzw. Experten können die meisten Interviewteilnehmer Veränderungen im Jahresverlauf und extreme Wettererscheinungen beobachten. Allerdings sehen einige darin noch keine direkten Auswirkungen des Klimawandels.

Einige Regionen sind scheinbar weniger betroffen bzw. mögliche Wetterkapriolen werden nicht eindeutig dem Klimawandel zugeordnet. So treten in durch Wetterextreme gekennzeichneten Regionen wie dem „Alpenvorland“ die stärksten Effekte auf. Auch in dem eher von Trockenheit bedrohten Gebiet „Würzburger Gäu“ werden erste Auswirkungen zunehmender Sommertrockenheit sichtbar, wie beispielsweise ein Rückgang der Erträge beim Getreide (Notreife).

Beobachtete Wetterphänomene bzw. Auswirkungen auf die Landwirtschaft, die dem Klimawandel zugeschrieben werden, sind in *Tabelle 11* zusammengestellt.

Untersuchungsregion a) „Würzburger Gäu“: Von Seiten der Landwirte scheinen Veränderungen durch den Klimawandel bisher in der Untersuchungsregion a) nicht eindeutig sichtbar zu werden. Die folgenden Veränderungen, die evtl. mit dem Klimawandel in Zusammenhang stehen, werden beobachtet: Sommertrockenheit, extreme Niederschlagsereignisse, frühere Ernten (1-2 Wochen), schnelleres Wachstum und früherer Winterbeginn. Zwei der Berater geben an, dass sie bisher keine Veränderungen des Klimawandels beobachten können, bzw. die Wetterereignisse können dem Klimawandel nicht direkt zugeordnet werden. Ein Berater beobachtet jedoch den seit 20 Jahren zunehmenden Temperaturanstieg, die zunehmende Ausprägung der für die Untersuchungsregion a) typischen Vorsommertrockenheit und der daraus resultierende Schädlings- und Krankheitsdruck (Läuse, Nekrosen).

Untersuchungsregion b) „Tertiär-Hügelland“: Auswirkungen des Klimawandels im „Tertiär-Hügelland“ werden sehr unterschiedlich durch die Landwirte wahrgenommen. Ein Landwirt hat die gestiegene Sommertrockenheit bemerkt und beobachtet eine Zunahme von extremen Temperaturschwankungen. Ein weiterer Landwirt konnte keine Einschätzung zum Thema Klimawandel abgeben, abgesehen von der Wahrnehmung von Extremereignissen wie im Jahr 2003, als eine außergewöhnliche Sommertrockenheit herrschte. Der dritte Landwirt bezweifelt jegliche Auswirkung des Klimawandels in der Region. Die Wahrnehmungen gehen demzufolge nicht über das bereits bekannte Maß hinaus. Nach Ansicht eines Experten wäre es „reine Spekulation“, die Trockenheit 2003 verbunden mit teilweise gravierenden Ertragsverlusten sowie im Sommer 2009 im

nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes, als Auswirkungen des Klimawandels zu betrachten. Ein anderer Experte sieht in der Zunahme von Starkregenereignissen mit erheblicher Erosion durchaus eine Auswirkung des Klimawandels im „Tertiär-Hügelland“ (in seiner Gemeinde musste ein Rückhaltebecken für 100.000 € gebaut werden). Mittlerweile avanciert der Erosionsschutz zum obersten Beratungsziel seitens des zuständigen AELF.

Tabelle 11: Berichtete Klimaauswirkungen in der Landwirtschaft.

Phänomen	Untersuchungsregionen	Auswirkungen in der Landwirtschaft
Vorsommertrockenheit	a) „Würzburger Gäu“	- Schädlings- und Krankheitsdruck (Läuse, Nekrosen) - geringere Erträge und mindere Qualität des GL-Aufwuchses (Problem vor allem für Milchviehbetriebe)
Sommertrockenheit	b) „Tertiär-Hügelland“	- Ertragseinbußen (Getreide) haben seit 10 Jahren zugenommen - Grünlandaufwuchs sehr gering und Weidetiere müssen zugefüttert werden
Milderes Klima	c) „Alpenvorland“	- Sonne wirkt sich deutlich begünstigend aus, insbesondere für Maisanbau - Ausbreitung der Europäischen Stechpalme (<i>Ilex aquifolium</i>)
Regen mit verstärktem Nitrateintrag	a) „Würzburger Gäu“	- schnelleres Wachstum - 1-2 Wochen frühere Ernten - stärkerer Holzzuwachs im Wald
Frühjahr kommt früher / sehr kurzes Frühjahr	c) „Alpenvorland“	- frühere Obstblüte, phänologische Veränderungen - Almaftrieb seit Jahren etwa eine Woche früher
Verlängerung der Vegetationsperiode	c) „Alpenvorland“	- GL geht grün in den Winter, wollen im Nov. noch beweiden - Anstieg der Waldgrenze - frühere Maisaussaat zum 15. April
Starkregenereignisse	b) „Tertiär-Hügelland“	- erhebliche Erosion - Niederschläge eher als Gewitter denn als Dauerregen, „Sturmfluten“
Witterungsschwankungen	a) „Würzburger Gäu“ b) „Tertiär-Hügelland“ c) „Alpenvorland“	- (extreme) Stürme alle 10 Jahre - fehlende lange Schönwetterperioden
schneearme Winter	c) „Alpenvorland“	- verminderter Vegetationsschutz
früherer Winterbeginn	a) „Würzburger Gäu“ c) „Alpenvorland“	- Herbst bringt früh sehr viel Schnee - Almaftrieb ca. eine Woche früher

Quelle: eigene Zusammenstellung, Frage A-II-11 a-b

Untersuchungsregion c) „Alpenvorland“: Ein Betriebsleiter berichtet bereits von deutlichen Auswirkungen des Klimawandels in der Region. So ist in den vergangenen Jahren die Waldgrenze gestiegen. Der Herbst bringt früh sehr viel Schnee, sodass der Almaftrieb seit einigen Jahren etwa eine Woche früher stattfindet. Auch berichtete er davon, dass extreme Stürme zugenommen haben. Ähnliche Erfahrungen bezüglich wechselnder Wetterlagen machte auch der Agrarmanager. Zwar verneinte er, dass dies direkt mit dem Klimawandel zu tun hat, er beobachtet jedoch eine deutliche Zunahme von Extremwetterereignissen. Weiterhin wurde berichtet, dass der Mais bereits zum 15. April gesät werden konnte. Da die Untersuchungsregion c) generell

durch sehr hohe Niederschläge geprägt ist (1.300 mm a^{-1}), wirkt sich die Sonne deutlich begünstigend auf den Standort aus, insbesondere für den Maisanbau. Der Traditionalist kann keine Auswirkungen des Klimawandels feststellen und meint, das meiste sei „Geschäftemacherei“. Von Seiten der Berater werden unterschiedliche Beobachtungen zum Klimawandel gemacht. Während ein Experte keine Veränderungen ausmacht, sind durch den Naturschutzexperten eine Reihe von Veränderungen bemerkt worden. Beispielsweise breitet sich die Europäische Stechpalme (*Ilex aquifolium*) – ein südlich der Alpen beheimatetes immergrünes Gehölz – stärker aus. Ebenso müssen die Amphibien-Schutzzäune „innerhalb kürzester Zeit“ teilweise schon im Februar aufgestellt werden. Dies seien mögliche Anzeichen der Erwärmung. Allgemein wird das zunehmende Fernbleiben des Frühlings festgestellt. Im Herbst werden frühe Wintereinbrüche registriert, gefolgt von untypisch schneearmen Wintern.

4.1.2 ANPASSUNG UND UMSETZUNG VON KLIMASCHUTZMAßNAHMEN AUF DEN BETRIEBEN

Status quo und Engagement

Durchgeführte oder geplante betriebliche Klimaschutzmaßnahmen werden in Fragenkomplex A-II-11 c-f erörtert:

Welche Klimaschutzmaßnahmen können Sie sich für Ihren Betrieb vorstellen?

Setzen Sie Klimaschutzmaßnahmen in Ihrem Betrieb um?

Welche Klimaschutzmaßnahmen setzen Sie in Ihrem Betrieb um?

Welche Auswirkungen haben diese Maßnahmen für ihren Betrieb⁸⁶?

Frage A-II-11 c-f

Auf die gezielten Nachfragen, welche Klimaschutzmaßnahmen die Landwirte nutzen bzw. sich für ihren Betrieb vorstellen können, zeigt sich, dass sich die Landwirte im „Alpenvorland“ augenscheinlich bereits stärker mit dem Thema auseinandergesetzt haben bzw. eine offenerere Haltung einnehmen als in den beiden anderen Untersuchungsregionen.

Untersuchungsregion a) „Würzburger Gäu“: Ein Landwirt im „Würzburger Gäu“ hat „keine Idee, welche Klimaschutzmaßnahmen ein viehloser Betrieb umsetzen kann“. Die beiden anderen Landwirte in der Untersuchungsregion a) sehen ebenfalls keine Möglichkeiten auf ihren Betrieben, bzw. ist ihnen keine bekannt.

Untersuchungsregion b) „Tertiär-Hügelland“: Ein Milchviehalter aus dem „Tertiär-Hügelland“ war von der Graastrocknung sehr überzeugt, z.B. auch in Form einer Biogasabwärmenutzung, setzt es

⁸⁶ Hierbei sind z.B. ein höherer Investitionsbedarf, geringere Ausgaben für Energie oder Ertragseinbußen gemeint.

aber selbst nicht um. Seiner Meinung nach sollten so „Synergieeffekte zustande kommen und genutzt werden“.

Untersuchungsregion c) „Alpenvorland“: In der Region „Alpenvorland“ setzen alle befragten Landwirte bereits unterschiedliche Klimaschutzmaßnahmen auf ihren Betrieben um. Diese beziehen sich jedoch stark auf den Bereich der Nutzung erneuerbarer Energien. Auch wurden Sprintsparsysteme in den Schleppern installiert. Es gab aber auch negative Erfahrungen bzw. Probleme: so wurde beispielsweise die Gülleausbringung mit Hilfe der Schleppschlauchtechnik in Kooperation mit anderen Landwirten versucht, musste jedoch aufgrund technischer Probleme wieder eingestellt werden. Pflanzenöl als Treibstoff wurde ebenfalls getestet, allerdings stieg der Verbrauch an und es gab Schwierigkeiten in der Handhabung. Beipflichtungen zum Klima- und Ressourcenschutz wie: „man muss was tun, dass sich was ändert“, oder „höchste Zeit, dass mehr handeln“, wurden während der Interviews registriert.

Einschätzung zu möglichen Klimaschutzmaßnahmen in der Landwirtschaft

Nach den sehr unterschiedlichen Erfahrungen durch die Umfragen bei den Betriebsleitern im Bereich Klimaschutz und erneuerbare Energien, wurde der Fragebogen für die Experten noch einmal spezifiziert, insbesondere, da der Themenbereich ressourcen- und klimaschonende Bodenbearbeitung und Anbausysteme von Interesse war. Der Fragenkomplex A-II-14 i-j wurde demzufolge ausführlicher gestaltet; bestehend aus drei Teilen.

In der Diskussion sind u.a. folgende Vorschläge zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen (z.B. BMELV, Bioland):

- Abbau von Stickstoffüberschüssen,
- Bedarfsermittlung,
- Verlustarme Ausbringung,
- Reduzierung des Düngereinsatzes,
- Leguminosenanbau

Wie bewerten Sie diese Vorschläge in Bezug auf die einzelbetriebliche Umsetzung?

Folgende Klassifizierung kann vorgenommen werden:

- 1) *Umsetzung ist einzelbetrieblich gut umsetzbar;*
- 2) *Umsetzung ist einzelbetrieblich nur eingeschränkt umsetzbar;*
- 3) *Umsetzung ist nicht relevant in der Region*

Frage A-II-14 i-j

Eine verlustarme Stickstoffdüngerausbringung erscheint nach Ansicht der Experten von den vier Maßnahmen im Düngebereich hierbei als die geeignetste Maßnahme, die in den Betrieben umgesetzt werden kann (66 % „gut umsetzbar“, vgl. *Abbildung 18*).

Die Bedarfsermittlung zum Abbau von Stickstoffüberschüssen und die Reduktion des Düngereinsatzes sollten für die Mehrzahl der Betriebe mit vertretbarem Aufwand machbar sein (je-

weils 56 %). Werden die „neutralen“ Aussagen aus dem „Alpenvorland“ zum Düngereinsatz außen vor gelassen, ergibt sich ein noch günstigeres Verhältnis. Der Anbau von Leguminosen kann nur nach Ansicht von rd. 33 % der Experten gut in den Betriebsablauf integriert werden.

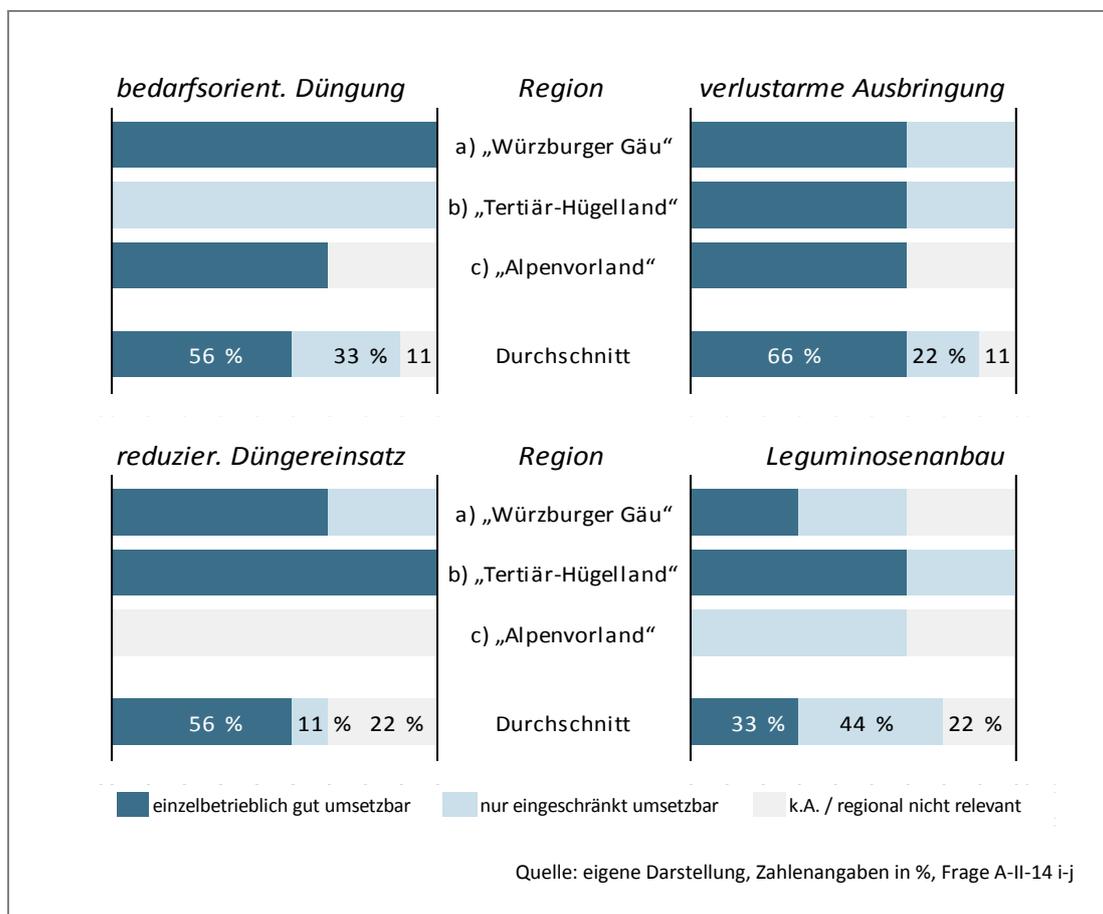


Abbildung 18: Umfrageergebnis zu einzelbetrieblichen Möglichkeiten zum Klimaschutz durch Abbau von Stickstoffüberschüssen.

Ein Experte aus dem „Tertiär-Hügelland“ weist darauf hin, dass bezüglich der Ausbringung nach Nährstoffgehalt noch Forschungsarbeit von Nöten ist und sich die anschließende Umsetzung in die Praxis aus seiner Erfahrung schwierig gestaltet. Weiterhin wird erwartet, dass mit Inkrafttreten der Agrarreform 2013 entsprechende Regelungen in den Anforderungskatalog aufgenommen werden. Das übliche Vorgehen des Nährstoffvergleichs ist im „Alpenvorland“ schon die GfP.

Aus dem Fragenkomplex Frage A-II-14 zum Bodenschutz und zum Schutz natürlicher Kohlenstoffspeicher in Böden stößt die Grünlanderhaltung auf überwältigende Zustimmung. 89 % der Experten befürworten diesen nicht nur, sondern sehen auch gute Chancen, diesen in den Betrieben umzusetzen (vgl. Abbildung 19). Auch die konservierende Bodenbearbeitung sollte kein Problem in der Umsetzung darstellen (77 %), (vgl. Abbildung 19). So wurde beispielsweise durch das zuständige AELF ein spezieller Arbeitskreis zur konservierenden Bodenbearbeitung initiiert. Der Anbau von Zwischenfrüchten stellt – unter Vernachlässigung des „Alpenvorlandes“ – die

geeignetste Maßnahme im Bereich des Bodenschutzes dar (gemessen an der Umsetzbarkeit). Die humusaufbauende Bewirtschaftung spielt im „Alpenvorland“ ebenfalls aufgrund der geringen AF-Anteile keine Rolle. Im „Würzburger Gäu“ sind die Vertreter eher davon überzeugt als im „Tertiär-Hügelland“.

Vorschläge: Klimaschutz durch schonende Bodenbearbeitung

- konservierende Bodenbearbeitung;
- Anbau mehrjähriger Kulturen (NAWARO);
- Anbau von Zwischenfrüchten;

Vorschläge: Schutz der Kohlenstoffspeicher in Böden

- Grünlanderhaltung;
- Wiedervernässung organischer Böden;
- humusaufbauende Bewirtschaftung.

Wie bewerten Sie diese Vorschläge in Bezug auf die einzelbetriebliche Umsetzung?

Folgende Klassifizierung kann vorgenommen werden:

- 1) *Umsetzung ist einzelbetrieblich gut umsetzbar;*
- 2) *Umsetzung ist einzelbetrieblich nur eingeschränkt umsetzbar;*
- 3) *Umsetzung ist nicht relevant in der Region*

Frage A-II-14 i-j

Der Anbau mehrjähriger Kulturen, beispielsweise auch nachwachsende Rohstoffe wie Miscanthus, Kurzumtriebskulturen mit Weide oder Pappel wird sehr kritisch gesehen und erfordert eine komplette betriebliche Neuausrichtung. Der Anbau neben anderen Marktfrüchten wiederum funktioniert nur, wenn entsprechender Eigenbedarf vorhanden ist. Lediglich ein Experte aus dem „Tertiär-Hügelland“ ist von guten Umsetzungsmöglichkeiten des Anbaus mehrjähriger Kulturen überzeugt. Auf noch größere Widerstände stößt das Thema Wiedervernässung organischer Böden. Ein Experte aus dem „Tertiär-Hügelland“ ist sich der Erkenntnisse aus der Forschung bewusst, stellt aber die Umsetzung in der landwirtschaftlichen Praxis in Frage. Für Vertreter aus dem „Alpenvorland“ ist Wiedervernässung sogar „unvorstellbar“.

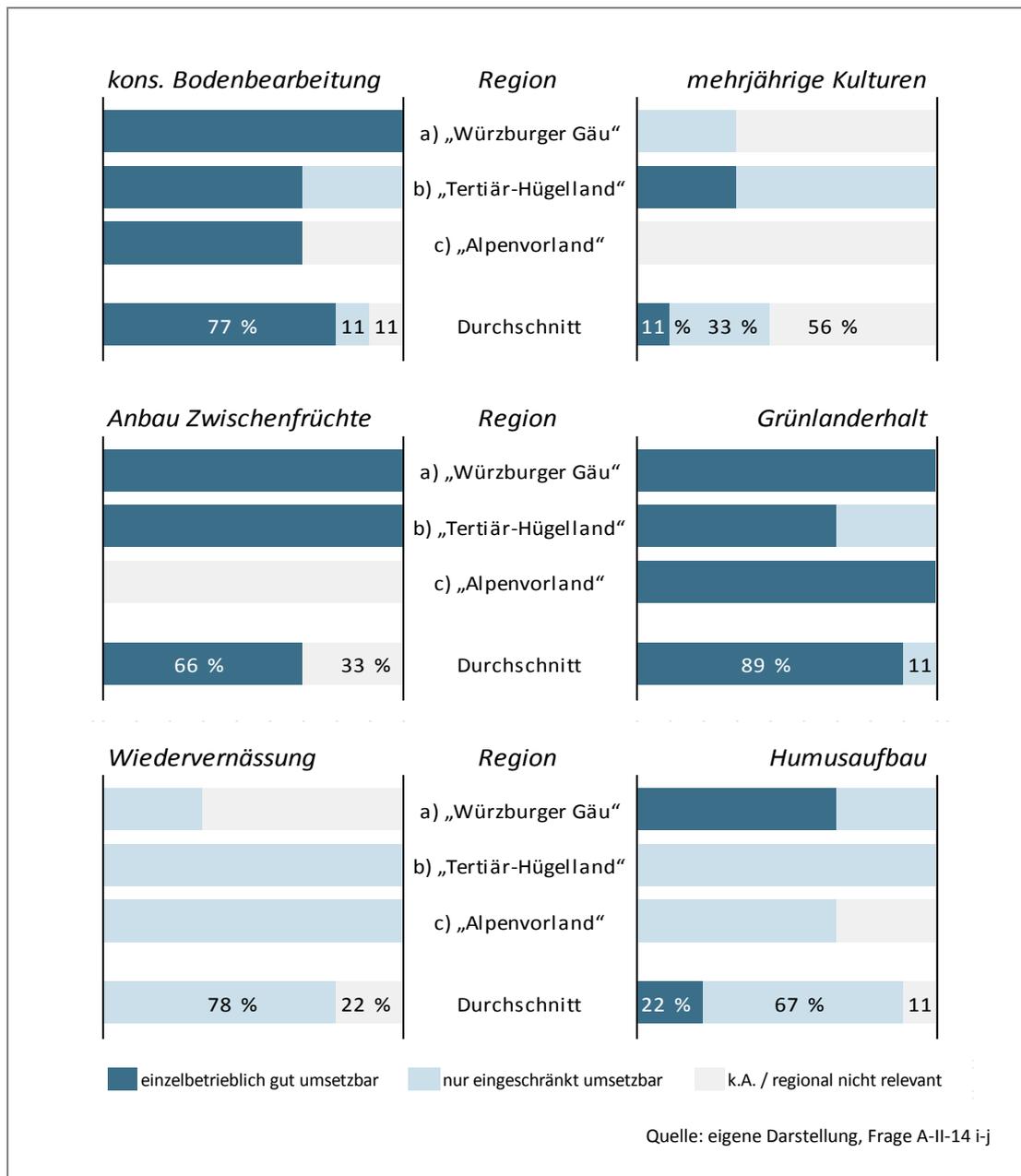


Abbildung 19: Umfrageergebnis zu einzelbetrieblichen Möglichkeiten zum Klimaschutz durch bodenschonende Bearbeitung und Schutz der Kohlenstoffspeicher.

Der dritte Teil von Frage A-II-14 widmet sich Klimaschutzmaßnahmen im Bereich der Tierhaltung. Die gemachten Vorschläge erstrecken sich auf die Bereiche: Reduktion der Tierzahlen (Wiederkäuer), eine Erhöhung der Lebensleistung, oder eine Reduzierung der Aufzuchtdauer. Darüber hinaus bestehen die Möglichkeiten, die Lagerkapazitäten für Gülle weiter zu erhöhen.

Vorschläge: Klimaschutz in der Tierhaltung

- Reduzierung der Anzahl Wiederkäuer;
- Erhöhung der Lebensleistung;
- Reduzierung der Aufzucht-dauer;
- Vorhaltung ausreichender Lagerkapazität für Wirtschaftsdünger.

Wie bewerten Sie diese Vorschläge in Bezug auf die einzelbetriebliche Umsetzung?

Folgende Klassifizierung kann vorgenommen werden:

- 1) Umsetzung ist einzelbetrieblich gut umsetzbar;
- 2) Umsetzung ist einzelbetrieblich nur eingeschränkt umsetzbar;
- 3) Umsetzung ist nicht relevant in der Region

Frage A-II-14 i-j

Die drei vorgeschlagenen Maßnahmen im Bereich Tierhaltung werden alle sehr kritisch bewertet (vgl. *Abbildung 20*).

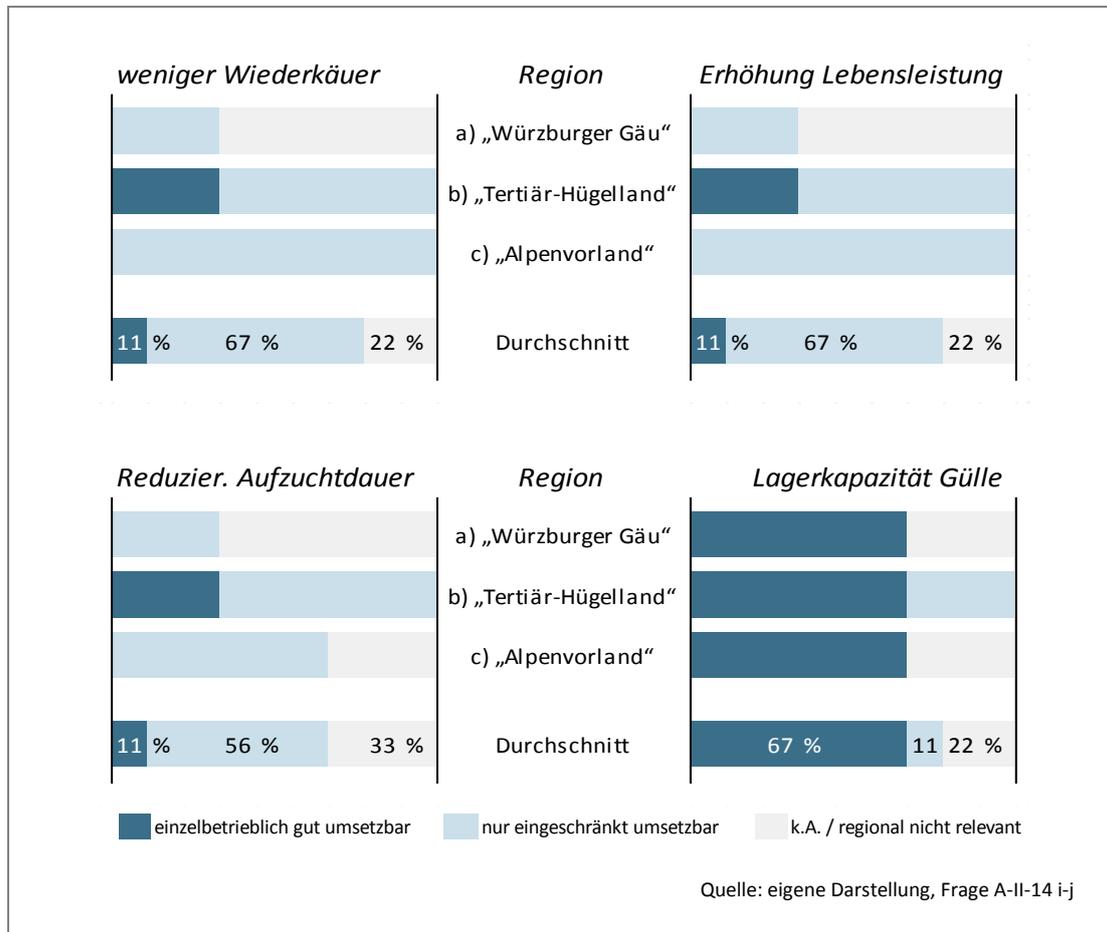


Abbildung 20: Umfrageergebnis zu einzelbetrieblichen Möglichkeiten zum Klimaschutz in der Tierhaltung.

Beispielsweise ist eine Reduktion des Tierbestandes im „Alpenvorland“ nicht möglich, da die Milchviehhaltung die primäre Ertragsquelle in der Region darstellt. Die Reduzierung der Auf-

zuchtdauer ist im „Alpenvorland“ ebenfalls sehr schwierig zu realisieren, da das Jungvieh idealerweise auf die Almen kommt und sich damit die Aufzuchtdauer verlängert. Auch werden Bedenken geäußert, dass eine weitere Reduktion der Aufzuchtdauer negative Effekte mit sich bringen, da dies eine weitere Intensivierung in der Haltung bzw. der Zucht hochleistender Kühe mit hohem Kraftfutterbedarf nach sich zieht. Dieses wird wiederum verstärkt importiert und würde sich negativ auf die Klimabilanz auswirken. Es wird weiterhin angemerkt, dass die Erhöhung der Lebensleistung züchterisch angestrebt wird, allerdings steht dieses Ziel oftmals im Gegensatz zur weit verbreiteten „*Philosophie*“ einer hohen Jahresleistung.

Die Erweiterung der Lagerkapazitäten für Wirtschaftsdünger stellt mit Abstand die Maßnahme mit dem höchsten Umsetzungspotenzial dar. 67 % aller Experten befürworten dies über alle Regionen hinweg (vgl. *Abbildung 20*, unten rechts).

Haltung zur Verpflichtung der Landwirte zum Klimaschutz

Verpflichtungen zum Klimaschutz werden sehr kontrovers diskutiert und überwiegend abgelehnt. Frage A-II-11 I-m ist daher insbesondere vor dem Hintergrund der Integration von Klimaschutz bzw. die Förderung klimafreundlicher Bewirtschaftungsmethoden im Rahmen der Diskussionen zum „*Greening*“ der GAP – die verstärkt seitens der Politik gefordert wird – interessant.

Sollten Landwirte dazu verpflichtet werden, zum Klimaschutz beizutragen?

ja; nein

Bitte begründen Sie ihre Meinung!

Frage A-II-11 I-m

Die Frage, ob die Landwirte zum Klimaschutz verpflichtet werden sollten, wird von der überwiegenden Mehrheit der Landwirte (56 %) und Experten (56 %) verneint (vgl. *Abbildung 21*). Oftmals herrscht die Überzeugung vor, dass der Landwirt mit seinem Betrieb bereits einiges in Sachen Klimaschutz unternimmt. Beispielsweise äußerte ein Landwirt aus dem „Alpenvorland“, dass er „z.B. mit der Holzwirtschaft, kaum Zukauf von Betriebsmitteln und Futter, sehr kurze Wege, Nutzung und Produktion heimischer Rohstoffe aus und für die Region“ bereits einen freiwilligen Beitrag leistet. Verpflichtungen wären daher verkehrt.

Darüber hinaus werden Umsetzungsmöglichkeiten teilweise bagatellisiert z.B. durch Aussagen wie „*man kann der Kuh keinen Filter vor den Mund halten*“. Klare Statements gegen eine Beteiligung der Landwirtschaft im Klimaschutz wurden abgegeben, wie: „*die Landwirtschaft kann nicht diesen Teil auch noch übernehmen*“ oder „*Die anderen 79 Mio. Menschen sollen sich bemühen! Was hat die Landwirtschaft mit dem Klimawandel zu tun, außer dem Methanausstoß der Rinder?*“ Lediglich zwei Landwirte und ein Experte – alle aus der Untersuchungsregion „Würzburger Gäu“ – würden Verständnis für eine Verpflichtung der Landwirte zum Klimaschutz aufbringen. Zitat: „*eigentlich sollte*

die Landwirtschaft verpflichtet werden, aber was gibt es z.B. für Möglichkeiten, den Methanausstoß zu verringern?“

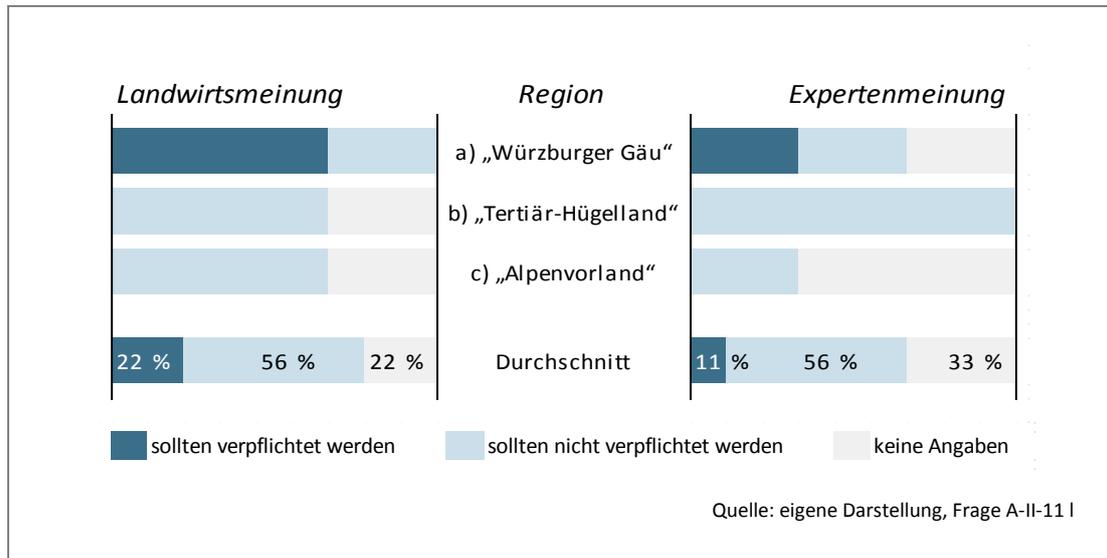


Abbildung 21: Umfrageergebnis zur Umsetzungsform eines Beitrags der Landwirtschaft zum Klimaschutz.

4.1.3 GRUNDSATZDISKUSSION „TANK ODER TELLER“

In den vergangenen Jahren hat sich das Stimmungsbild bezüglich des Anbaus nachwachsender Rohstoffe auf landwirtschaftlich genutzten Flächen von anfänglicher Euphorie zu einer gewissen Nüchternheit bis hin zu offener Kritik gewandelt. Der Slogan „Vom Landwirt zum Energiewirt“ wird kaum noch von Politikern gebraucht. Von den Medien werden neben Nahrungskrisen (z.B. die sog. „Tortilla-Krise“ 2007), die stark voranschreitende Abholzung des Urwalds in Südostasien (Palmöl-Plantagen) und insbesondere der tatsächlich allenfalls moderate Beitrag nachwachsender Rohstoffe im Mobilitätsbereich (sog. E10-Debatte, Bio-Diesel Nutzung), aufgegriffen. Dabei wird die Diskussion „Tank oder Teller“ zumeist von der interessierten Öffentlichkeit und weniger von Landwirten bzw. Experten aus dem Bereich der Landwirtschaft geführt. Es war daher ein besonderes Anliegen der Untersuchung, die Fragen „aus Erster Hand“ beantwortet zu wissen. Folgende Fragestellung A-IV-1 wurde bearbeitet:

Das EEG fördert den Ausbau der erneuerbaren Energien und eröffnete der Landwirtschaft neue Einkommensmöglichkeiten. Sollte die Landwirtschaft ihrer Ansicht nach an erster Stelle Lebensmittel produzieren oder ist die Energieproduktion eine gleichberechtigte Produktionsalternative?

- die Landwirtschaft sollte an erster Stelle Lebensmittel produzieren;
- die Energieproduktion ist der Lebensmittelproduktion gleichzustellen;
- keine Meinung

Bitte begründen Sie Ihre Antwort!

Frage A-IV-1

Nach Ansicht von vier Landwirten sollte die Landwirtschaft tendenziell der Lebensmittelproduktion dienen (44 %). Hier kommen zum Teil ethische Bedenken zum Ausdruck. „Es sei schließlich eine Gewissensfrage, wenn Milch und Fleisch weniger Wert ist als beispielsweise Biogas“, äußerte ein Landwirt aus dem „Tertiär-Hügelland“. Die Energieproduktion wird von fünf der befragten Landwirte als gleichrangig zur Nahrungsmittelproduktion betrachtet. Dies entspricht rd. 56 % der Landwirte (vgl. *Abbildung 22*, linke Seite).

Das Meinungsbild der Experten ist in etwa zweigeteilt hinsichtlich der Energieproduktion – bzw. kombinierten Nahrungs- und Energieproduktion (vgl. *Abbildung 22*, rechte Seite).

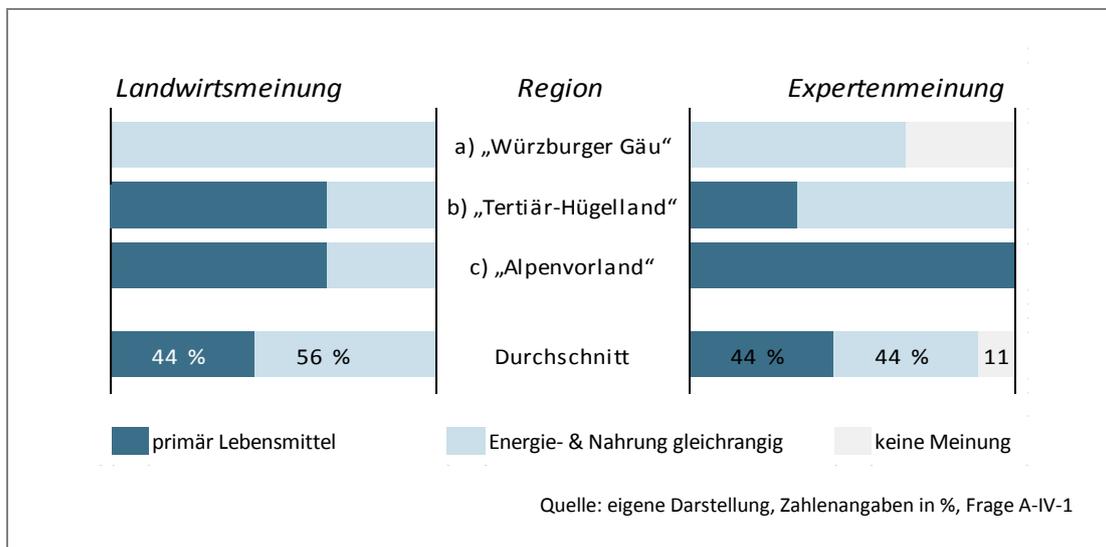


Abbildung 22: Umfrageergebnis zur Diskussion „Tank oder Teller“.

Je extensiver die Agrarregionen, desto stärker überwiegt die Bevorzugung der Nahrungsproduktion. Lediglich im intensiven Ackerbaugebiet (Untersuchungsregion „Würzburger Gäu“), wo der Anbau nachwachsender Rohstoffe bereits einen großen Stellenwert in der landwirtschaftlichen Produktion eingenommen hat, wird die Energieproduktion von allen Landwirten gleichrangig mit der Nahrungsproduktion gesehen.

Noch klarer wird diese Tendenz im regionalen Bezug bei den Einschätzungen durch die Experten. Im „Alpenvorland“ wird die Energieproduktion kritisch gesehen, da die knappen Ackerflächen traditionell zur Wirtschaftsfuttererzeugung (Silomais, Klee gras-Mischung) für die Milchviehhaltung genutzt wurden und hier eine starke Flächenkonkurrenz auftritt.

4.2 UMSETZUNG, WIRTSCHAFTLICHE BEWERTUNG UND AUSWIRKUNGEN ERNEUERBARER ENERGIEN

4.2.1 NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN

Es war zu erwarten, dass, abgesehen von regionalen Unterschieden, Biogas die am häufigsten genutzte erneuerbare Energieform darstellt. Grundvoraussetzung sind genügend vorhandene Ackerflächen zum Silomaisanbau. Daher ist diese Technologie in den Berggebieten weniger verbreitet, bzw. nur dort zu erwarten, wo Ackerbau möglich ist. In reinen Grünlandregionen spielt die Biogasnutzung kaum eine Rolle. Interessant für die vorliegende Arbeit ist, ob die eventuelle Zunahme von Biogasanlagen von den Landwirten und Beratern eher befürwortet oder eher kritisch gesehen wird (Fragestellung A-IV-2).

Welche erneuerbaren Energien wurden in ihrer Region in den letzten Jahren stark ausgebaut?

Biogasanlagen; Biodieselanlagen (Ölmühlen); Biomasseheizkraftwerke;
 Windkraftanlagen; Fotovoltaik; Sonstige: _____

Wie beurteilen sie diese Entwicklung?

positiv; negativ; weder/nach

Bitte begründen Sie ihre Antwort!

Frage A-IV-2

Untersuchungsregion a) „Würzburger Gäu“: Nach Auskunft der Berater spielen vor allem Biogasanlagen eine bedeutende Rolle in der Region. Im Bereich der Fotovoltaik würden zur Zeit der Durchführung der Interviews auch einige Freiflächenanlagen errichtet, da in den Planungen noch nicht von den Kürzungen zur Reduzierung der Einspeisevergütungen für Solaranlagen ausgegangen wurde. Windkraftanlagen wurden ebenfalls gebaut. Das EEG und der Anbau von nachwachsenden Rohstoffen spielen in der Region eine bedeutende Rolle.

Untersuchungsregion b) „Tertiär-Hügelland“: Alle Landwirte bestätigen die starke Zunahme der Biogaserzeugung in den letzten Jahren in der Region – insbesondere im Umkreis von Dorfen, Landkreis Erding. Im Landkreis Pfaffenhofen werden 20 bis 25 Anlagen geschätzt. Auch Fotovoltaik auf Dachflächen hat „ganz massiv“ zugenommen. In der Nachbargemeinde eines Landwirts ist eine Fotovoltaik-Freiflächenanlage geplant. Vereinzelt wurden auch Biomasse-Heizkraftwerke (Pfaffenhofen) und eine Bio-Dieselanlage (Schrobenhausen) errichtet.

Untersuchungsregion c) „Alpenvorland“: Bei der Etablierung von Biogasanlagen bestehen zwei unterschiedliche Trends. Im nördlichen Teil des Landkreises Miesbach findet eher ein Zubau statt,

im südlichen Landkreis kaum, da wenig Mais angebaut wird. Insgesamt gibt es vergleichsweise wenige, relativ kleine Biogasanlagen, die im Bereich zwischen 30 und 80 kW liegen. Der direkte Anbau nachwachsender Rohstoffe spielt kaum eine Rolle, da nur 4 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche Acker ist. Eine gänzlich andere Entwicklung ist im Nachbarlandkreis Rosenheim festzustellen. Gerade im nördlichen Teil dieses Landkreises gibt es in der Wahrnehmung eines Landwirtes „wöchentlich eine neue Anlage“. Biomasseheizkraftwerke befinden sich in Planung und Fotovoltaik hat stark zugenommen („kein Süddach ohne Fotovoltaik“).

Umsetzung der Nutzung erneuerbarer Energien in den Betrieben

Frage A-IV-4 soll den Stand der Nutzung erneuerbarer Energien auf den befragten landwirtschaftlichen Betrieben dokumentieren.

Welche Formen erneuerbarer Energien nutzen Sie auf Ihrem Hof (z.B. Holzheizung, Hackschnitzelheizung, Fotovoltaik, Warmwasserkollektoren, Erdwärme usw.)?

Frage A-IV-4

Untersuchungsregion a) „Würzburger Gäu“: Zwar werden von den befragten Landwirten selbst keine Biogasanlagen betrieben, es wird jedoch von starken Auswirkungen auf den landwirtschaftlichen Bereich durch den Ausbau der Biogasnutzung in der Untersuchungsregion a) berichtet. Es bestehen eine Reihe kleiner, bäuerlicher Biogasanlagen.

Untersuchungsregion b) „Tertiär-Hügelland“: Auf den befragten Betrieben selbst besteht noch keine Umsetzung der Produktion erneuerbarer Energien. Der Einstieg in die Nutzung von Biogas ist jedoch von einem Betriebsleiter geplant. Ein weiterer Betrieb konnte aufgrund baulicher Gegebenheiten eine Fotovoltaikanlage nicht realisieren (Eternit).

Untersuchungsregion c) „Alpenvorland“: Insgesamt nutzen zwei der drei Landwirte bereits Sonnenenergie (Fotovoltaik) und alle heizen mit Holz. Für die Zukunft möchte ein Landwirt seine Heizungsanlage von Scheitholz auf Hackschnitzel umrüsten. Ein Landwirt ist von einer anfänglichen Begeisterung für eine Hackschnitzelheizung im Privatbereich wieder abgekommen, nachdem er sich mit der Problematik der Lagerung und richtigen Feuchte vertraut machte. Einer der befragten Betriebsleiter würde gerne eine Biogasanlage bauen, allerdings fehlen ihm dafür ca. 10 bis 15 Hektar Fläche. Generell sind die Betriebe für Biogasanlagen in der Region zu klein. Nach Meinung der Experten werden die erneuerbaren Energien auch in Zukunft weiter in der Region ausgebaut werden. Insbesondere für Holzhackschnitzel werden in Zukunft gute Absatzmöglichkeiten gesehen.

Die Rolle staatlicher Förderung und deren Inanspruchnahme durch Landwirte

Die Befragung zur Förderung (Frage A-II-11 g-k) hat gezeigt, dass mögliche staatliche Förderungen von Energieeinspar- oder Klimaschutzmaßnahmen, mit Ausnahme der Förderung einer Solaranlage zur Warmwassererzeugung, nicht in Anspruch genommen wurden (Anmerkung: zwei Landwirte machten keine Angaben). Allerdings wurde eine fehlende Förderung auch nicht sonderlich bemängelt. Die Landwirte zeigten sich überwiegend mit der Höhe staatlicher Förderungen zufrieden (Zitat: „*Der Staat kann nicht alles zu 100 % fördern – der Anteil soll das Mitmachen anregen*“). Einer der Betriebsleiter würde gerne auf dem Stalldach eine Fotovoltaikanlage errichten, da die Süd-Ausrichtung optimal wäre. Sein Vorhaben scheiterte jedoch am schlechten baulichen Zustand des Daches (Eternit).

Werden Sie in der Umsetzung dieser Maßnahmen durch staatliche Programme gefördert? ja;
 nein

Durch welche Programme wird die Umsetzung der Maßnahmen gefördert?

Ist die Förderung durch staatliche Programme ausreichend? ja; nein

Bitte begründen Sie ihre Antwort!

Warum setzen sie Klimaschutzmaßnahmen um bzw. nicht um?

Frage A-II-11 g-k

Festzuhalten bleibt: Obwohl die persönliche Überzeugung bei einigen Landwirten zum Handeln anregt hat (Zitat: „*Man will ja nicht ewig Atomstrom*“), so überwiegen doch letztlich wirtschaftliche Gesichtspunkte für die Umsetzung.

4.2.2 EINSCHÄTZUNG ZUM ANBAU NACHWACHSENDER ROHSTOFFE

Bei Frage A-IV-3 sollte die Bewertung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe in den drei Untersuchungsregionen vorgenommen werden:

Wie hat sich der Anbau von nachwachsenden Rohstoffen in ihrer Region entwickelt?

gestiegen; gesunken; keine Veränderung

Welche Konsequenzen hat der verstärkte Anbau nachwachsender Rohstoffe in der Region?

gestiegene Pachtpreise; Intensivierung der ackerbaulichen Produktion; Intensivierung der Grünlandnutzung; Grünlandumbruch; Verengung der Fruchtfolge; Erweiterung der Fruchtfolge; Aussaat von gentechnisch verändertem Saatgut (wenn erlaubt); Sonstiges:

Frage A-IV-3

Untersuchungsregion a) „Würzburger Gäu“: Der überregionale Energieversorger plant die Errichtung einer Biogasanlage mit einem Flächenbedarf von 1.000 ha in der Region. Unter den Landwirten haben diese Pläne für „großen Wirbel“ gesorgt. So müssen die kleinen Anlagen mit höheren

Substratpreisen bzw. steigenden Pachtpreisen rechnen, aber auch einige potentielle Lieferanten befürchten Abhängigkeiten und Einflussnahme. Der Anbau von nachwachsenden Rohstoffen hat in der Region bereits zu steigenden Pachtpreisen, einer Intensivierung des Ackerbaus, einer Verengung der Fruchtfolge und dem Umbruch von Grünland geführt. Diese Entwicklungen werden von allen Beratern negativ bewertet.

Untersuchungsregion b) „Tertiär-Hügelland“: Nur einer der Landwirte beurteilt die Entwicklungen des verstärkten Anbaus nachwachsender Rohstoffe positiv. Beispielsweise wurde bemängelt, dass Gärreste aus Biogasanlagen nicht auf die Erzeugungsflächen zurückgeführt werden und es dadurch zu Nährstoffverlagerung mit entsprechenden Umweltproblemen kommt. Der Zuwachs der Bioenergieerzeugung in der Region führte zu einer Flächenausdehnung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe. Dies führte überwiegend zu steigenden Pachtpreisen, in geringem Maße wird Grünlandumbruch beobachtet, sowie teilweise eine Verengung als auch eine Erweiterung der Fruchtfolge (Hirseanbau). Lediglich in dem durch hohe Grünlandanteile geprägten Teil der Untersuchungsregion b) wurden keine Veränderungen im Anbau nachwachsender Rohstoffe festgestellt.

Untersuchungsregion c) „Alpenvorland“: Die bisherigen Entwicklungen der erneuerbaren Energien in der Region werden überwiegend neutral durch die Landwirte bewertet, ein Landwirt steht den Entwicklungen negativ gegenüber. Die befragten Experten sehen die bisherige Entwicklung geschlossen positiv.

4.2.3 STIMMUNGSBILD ZUM EEG

Das Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Kurztitel Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG) umfasst die Erzeugung elektrischen Stroms aus erneuerbaren Quellen. Neben der Förderung von Wasserkraft, Geothermie, Windenergie sowie der Gaserzeugung aus Rest- und Abfallstoffen (Deponie-, Klär- und Grubengas) spielt zunächst die Förderung der Biomassenutzung und die Fotovoltaik eine wichtige Rolle im Landwirtschaftsbereich.

Allgemeine Beurteilung durch Landwirte und Experten

In der Frage A-IV-5 wurden die Reaktionen und Einschätzungen der Landwirte und Experten bezüglich des EEGs allgemein erfragt:

Wie beurteilen Sie das Erneuerbare Energien Gesetzes (EEG) für sich und ihren Betrieb?

positiv; *negativ;* *weder/ noch*

Bitte begründen sie ihre Antwort!

Frage A-IV-5

Untersuchungsregion a) „Würzburger Gäu“: Das EEG hat eine ganz entscheidende Bedeutung für die landwirtschaftliche Entwicklung in der Region und zeigt große Auswirkungen in der Untersuchungsregion „Würzburger Gäu“. Die Entwicklungen im Bereich Biogas bieten einigen Landwirten Einkommensmöglichkeiten durch eigene Anlagen oder die Substratproduktion. Es wurde und wird weiterhin eine Vielzahl von Biogasanlagen gebaut, die auf die Produktion von Substrat angewiesen sind. Dies führt zu einer Intensivierung im Ackerbau und einer Konzentration in der Tierhaltung. Allerdings bewerten einige Landwirte den Bau einer großen Biogasanlage durch den Energieversorger sehr skeptisch. Der Installation von Windkraft- und Fotovoltaikanlagen stehen die Landwirte sehr positiv gegenüber. Hier spielen die Einkommensmöglichkeiten, aber auch die Produktion umweltfreundlicher Energie eine große Rolle. Seitens der Experten wird angemerkt, dass der Bau von Fotovoltaik-Freiflächenanlagen zukünftig den Druck auf die Flächen, Pachtpreise und Intensität der Bewirtschaftung weiter verstärken wird.

Untersuchungsregion b) „Tertiär-Hügelland“: Zur Beurteilung des EEG in seiner Wirkung auf die Betriebe ergibt sich ein stark divergierendes Bild. In der Untersuchungsregion b) reichen die Erfahrungen von „*positiv*“, über „*weder/noch*“, bis hin zu „*negativ*“. Insbesondere in den Bereichen Biogas und Fotovoltaik hat das EEG eine große Bedeutung für die Region erlangt. Bei den Biogasanlagen kam es zu einem moderaten Anstieg. Fotovoltaik wurde auf Dachflächen landwirtschaftlicher Gebäude stark ausgedehnt.

Untersuchungsregion c) „Alpenvorland“: Einer der Landwirte äußert sich lobend bezüglich des EEGs. „*Geld ist in der Landwirtschaft geblieben.*“ Bei dieser Gelegenheit wird der Vergleich mit Direktzahlungen bemüht. Diese werden im Gegensatz zum EEG negativer eingeschätzt, da die Direktzahlungen über höhere Pachtpreise eher dem Bodeneigentümer zu Gute kommen und teilweise an der praktizierenden Landwirtschaft vorbei gingen. Zwei der Landwirte sehen weder positive noch negative Auswirkungen durch das EEG auf die Landwirtschaft. In Berggebieten wie dem „Alpenvorland“ spielt die energetische Holznutzung traditionell eine sehr wichtige Rolle. Von den Experten werden hier zusätzliche Einkommensmöglichkeiten gesehen.

Notwendigkeit des NAWARO-Bonus

Der 2004 im EEG eingeführte und 2009 erhöhte NAWARO-Bonus bietet eine Zusatzvergütung für die energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe, d.h. Biomasse die in der Landwirtschaft, Forstwirtschaft oder der Landschaftspflege angefallen. Da der NAWARO-Bonus von verschiedenen Vertretern aus Politik und auch aus Landwirtschaft wiederholt kritisiert wurde (vgl. z.B. WBA u. BMELV, 2008), soll Fragestellung A-IV-6 den Sinn bzw. die Notwendigkeit dieses Bonus – zumindest ansatzweise – klären.

Ist der NAWARO-Bonus ein Anreiz NAWAROs für Biogasanlagen zu produzieren oder ist der NAWARO-Bonus zu gering?

Anreiz; kein Anreiz; keine Meinung

Frage A-IV-6

Untersuchungsregion a) „Würzburger Gäu“: Der NAWARO-Bonus wird von den Beratern uneinheitlich bewertet. Ein Berater bewertet ihn als notwendig, einer als nicht gerechtfertigt und einer hat keine Meinung dazu.

Untersuchungsregion b) „Tertiär-Hügelland“: Die Gewährung des NaWaRo-Bonus hat für keinen der befragten Betriebe einen Anreiz geschaffen, Substrat für Biogasanlagen zu produzieren.

Untersuchungsregion c) „Alpenvorland“: Nach Ansicht eines Ackerbauers stellt der NaWaRo-Bonus durchaus einen Anreiz für die Produktion nachwachsender Rohstoffe dar. Die beiden Landwirte, die bereits die positive wirtschaftliche Wirkung des EEGs in der Region angezweifelt haben, sehen auch den Effekt des NaWaRo-Bonus nicht positiv. Für sie stellt der NaWaRo-Bonus keinen Anreiz zum vermehrten Anbau nachwachsender Rohstoffe dar bzw. sie haben diesbezüglich keine Meinung. Der Naturschutzexperte sieht den NaWaRo-Bonus als nicht gerechtfertigt an.

Notwendigkeit des Güllebonus

Mit der Einführung des Güllebonus mit dem EEG-09 sollten positive Umweltwirkung wie z.B. eine verminderte Geruchsbelastung und eine bessere Nährstoffverfügbarkeit durch die Ausbringung von Gärsubstrat statt Gülle erzielt werden. Es war zu erwarten, dass der konkrete Einsatz von Gülle als Gärsubstrat regional unterschiedlich weit fortgeschritten ist. Fragestellung A-IV-7 a-f erörtert die bisherigen Erfahrungen und antizipierten Auswirkungen in den Untersuchungsregionen.

Mit dem neuen EEG-09 wird die Verwertung von Gülle insbesondere in kleinen Biogasanlagen besser honoriert. Wie beeinflusst diese aktuelle Änderung ihren Betrieb?

positiv; negativ; weder/ noch

Bitte begründen Sie ihre Antwort!

Beobachten Sie aufgrund dieser Regelung einen verstärkten Bau bzw. die Planung von Biogasanlagen in ihrer Region? ja; nein

Beobachten Sie aufgrund dieser Regelung einen verstärkten Einsatz von Gülle in Biogasanlagen? ja; nein; k.A.

Wenn ja, was haben Sie beobachtet?

Halten Sie diese Regelung aus Umweltsicht für sinnvoll⁸⁷? ja; nein; k.A.

Bitte begründen Sie ihre Meinung!

Frage A-IV-7 a-f

Untersuchungsregion a) „Würzburger Gäu“: Nach Auskunft der Landwirte und Berater kommt es durch den Güllebonus zu einem verstärkten Bau von Biogasanlagen und einem verstärkten Einsatz von Gülle. Genannt wurden hier z.B. Milchviehbetriebe, die durch den Bonus ihre Gülle „veredeln“ können. Diese Entwicklung wird von allen Beratern positiv bewertet, sowohl aus Sicht der Landwirtschaft als auch aus Sicht des Naturschutzes.

Untersuchungsregion b) „Tertiär-Hügelland“: Nur einer der Landwirte bewertete die mit der Novellierung des EEG-09 möglich gewordene bessere Verwertung von Gülle positiv. Die Mehrheit ist unentschieden. Keiner der viehhaltenden Betriebe liefert derzeit Gülle an Biogasanlagenbetreiber. Aufgrund der gestiegenen Verwertungsmöglichkeiten für Gülle wird seitens der Berater eine vermehrte Planung und der Bau von Biogasanlagen in der Region registriert. Insgesamt hat die Gülleverwertung in Biogasanlagen zugenommen. Diese Neuerung wird aus Umweltsicht durchweg als sinnvoll erachtet.

Untersuchungsregion c) „Alpenvorland“: Da Biogasanlagen in der Region eine untergeordnete Rolle spielen, konnte der vermehrte Einsatz von Gülle aufgrund des 2009 eingeführten Güllebonus in der Region nicht beobachtet werden. Auch bei den befragten Betrieben konnte aufgrund dieser Regelung keine vermehrte Abgabe von Gülle in bestehende Biogasanlagen bestätigt werden. Ebenso wenig hat die Einführung der Regelung zu einem verstärkten Bau bzw. der Planung von Biogasanlagen in der Region geführt. Die Betriebe, die schon eine Anlage haben, nutzen diese schon seit über zehn Jahren und bereits früher auf Grundlage von Gülle. Die bessere Ausnutzung von Gülle wird von einem Landwirt positiv beurteilt. Lediglich ein Experte sieht einen verstärkten Bau von Biogasanlagen in der Untersuchungsregion „Alpenvorland“ bevorstehen.

⁸⁷ Gemeint ist z.B. der Anreiz für intensive Tierhaltung, Verminderung der Emissionen, oder der Nährstoffverlust, da Substrat außerhalb der Region verwendet wird.

4.2.4 BEWERTUNG DER PACTHPREISENTWICKLUNG

Insgesamt ist von einer deutlichen Verteuerung der Flächenpachten in allen Untersuchungsregionen auszugehen, mit Ausnahme der Bergegebiete. Allerdings unterliegt der Pachtpreis zwischen und sogar innerhalb einzelner Untersuchungsregionen großen Schwankungen. Generell ist der Pachtpreis da am höchsten, wo eine ausgeprägte Flächenknappheit herrscht, sei es Acker oder Grünland. Dies kann bereits auf kleinräumiger Ebene der Fall sein. Trotz der sukzessiven Anhebung der Flächenzahlungen für Dauergrünland wird Ackerland nach wie vor deutlich teurer gehandelt. Seit 2007 sind insbesondere bei Ackerflächen deutlich stärkere Preisanstiege – bis hin zu einer Verdopplung des Pachtpreises – aufgetreten. Ergänzend sind in *Anhangsabbildung 3* die durchschnittlichen Pachtpreise zum Stand 2007, d.h. vor den maßgeblichen Preissteigerungen im Vorfeld des Sommers 2008 – graphisch dargestellt. Der in den Umfragen genutzte Fragenkomplex A-I-1-3 hatte folgende Struktur:

Hat sich die Höhe des Pachtzinses seit 2007 verändert? nein; ja

Wie hoch ist der durchschnittliche Pachtzins für die Flächen jetzt?
Acker _____ €/ha Grünland _____ €/ha

Aus welchen Gründen hat sich der Pachtzins verändert?

Welche Bedeutung haben Veränderungen auf dem Pachtmarkt für ihren Betrieb, d.h. wie reagieren Sie darauf⁸⁸?

Bitte beschreiben Sie die regionalen Veränderungen auf dem Pachtmarkt!
 Pachtpreise steigen; Pachtpreise sinken; unverändert

Welche Bedeutung haben diese Veränderungen für andere landwirtschaftliche Betriebe in der Region, d.h. wie reagieren diese darauf?

Frage A-I-1-3 a-e

Untersuchungsregion a) „Würzburger Gäu“: Aus der Untersuchungsregion a) werden stark steigende Pachtpreise gemeldet. Zu den möglichen Gründen wird u.a. der gestiegene Anbau nachwachsender Rohstoffe angeführt. Neben steigenden Pachtpreisen wird von einer Intensivierung des Ackerbaus, einer Verengung der Fruchtfolge und dem Umbruch von Grünland berichtet.

Untersuchungsregion b) „Tertiär-Hügelland“: Die Berater gehen von einem geringen Anstieg der Pachtpreise aus. Die Landwirte berichten dagegen von einem starken Preisanstieg bei den Pachten. Der Verkauf von Milchkontingent aus der Region wurde von den Experten bestätigt. In Teilen des „Tertiär-Hügellandes“, aus denen Milchkontingente weggewandert sind, besteht durch die freiwerdenden Futterflächen keine Flächenknappheit bei Grünland. In der Folge werden Grünlandflächen teilweise aufgegeben. Dies führt zu überdurchschnittlich niedrigen Pachtpreisen beim Grünland. Der berichtete Pachtzins für Grünland liegt in einem grünlandgeprägten

⁸⁸ Gemeint sind Veränderungen wie z.B. Intensivierung bei steigendem Pachtzins; Änderungen bei der Erbringung von Gemeinwohlleistungen etc.

Gebiet bei 70 € je Hektar. Hier sind die Pachtpreise seit 2005 um 30 % stark gefallen. Ein weiterer Betrieb berichtet dagegen von einem deutlich höher liegenden Pachtpreisniveau beim Grünland von 175 € bis 185 € je Hektar. In einem etwas flächenknapperen Bereich des „Tertiär-Hügellandes“ liegen die Pachten sogar bei rund 280 € je Hektar Grünland. Sie sind in der Vergangenheit um 7 % leicht zurückgegangen. Als problematisch bezüglich der Pachtpreise wird der Einfluss von Agrarumweltprogrammen auf Grünland gesehen. Hier schätzen sich Nebenerwerbslandwirte, die nicht am KULAP teilnehmen, als Verlierer ein, da die Verpächter in den Pachtpreisverhandlungen die KULAP-Prämien als mögliche Flächenentlohnung einbeziehen. Anders zeichnet sich die Situation auf dem Pachtmarkt für Acker ab. So wird regional von einem stark steigenden Pachtpreisniveau berichtet. Es werden Preise im Bereich von 370 bis 390 € je Hektar Ackerfläche genannt. Dies führt nach Einschätzung eines Landwirts zu einer Benachteiligung von Marktfruchtbetrieben gegenüber „*Biogassubstrat-Produzenten*.“

Insgesamt gehen die Berater von einem leichten Anstieg des Pachtpreisniveaus bei Acker- und Grünland im „Tertiär-Hügelland“ aus. Der Zuwachs der Bioenergieerzeugung in der Region führte zu einer Flächenausdehnung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe. In geringem Maße wird Grünlandumbruch beobachtet. Zusätzliche Agrarumweltmaßnahmen und Programme auf Grünland stellen vor allem für Milchviehhalter ein Problem bei der Flächenzupacht dar, da sich die Prämien in höheren Pachtpreisen niederschlagen. Dieser Effekt tritt insbesondere in den grünlandknappen Regionen auf.

Untersuchungsregion c) „Alpenvorland“: Die Landwirte und Berater berichten von einem geringen Preisanstieg bei den Pachten. Auch die Pachtpreise für Almen im „Alpenvorland“ wurden aufgrund der gestiegenen Förderung durch VNP leicht angehoben.

4.3 ERWARTUNGEN AN DIE AGRARPOLITIK IM BEREICH KLIMASCHUTZ

4.3.1 IST DER KLIMASCHUTZ ALS AGRARPOLITISCHER SCHWERPUNKT GEEIGNET?

Da bereits eine Reihe von politischen Bemühungen zu mehr Klimaschutz formal Eingang in die Agrarpolitik gefunden hat, wurde die Reaktion der Landwirte und Experten bezüglich Klimaschutz als Aufgabe der Agrarpolitik erfragt. Dafür wurden zum einen Fragen, die den *Health Check* betreffen (Frage A-V-3), zum anderen die zukünftige Agrarpolitik betreffend, gestellt (Frage A-V-2).

Unterschiedliche Themenschwerpunkte im Health Check

Im *Health Check* wurden 2008 fünf inhaltliche Schwerpunktbereiche herausgearbeitet: Klimawandel, Schutz der Biodiversität, Wassermanagement, erneuerbare Energien, und Milch. Diese sollten von den Landwirten hinsichtlich ihrer „Wichtigkeit“ eingeschätzt werden. Ziel der Befragung war es, herauszufinden, inwiefern die einzelnen Schwerpunktbereiche Sympathien bzw. Ablehnung innerhalb der Gruppen der Landwirte wecken. Folgende Frage A-V-3 wurde gestellt:

Der Gesundheitscheck der Agrarpolitik im Herbst 2008 nennt fünf Herausforderungen, denen die zukünftige Agrarpolitik gerecht werden muss. Teilen Sie die Ansicht, dass dies Schwerpunkte einer zukünftigen Agrarpolitik sein müssen?

soll Schwerpunkt sein; soll kein Schwerpunkt sein; keine Meinung

(Jeweils in den Kategorien: 1. Klimawandel, 2. Schutz der Biodiversität, 3. Wassermanagement, 4. Erneuerbare Energien, und 5. Milch)

Frage A-V-3

Die Wichtungen der Landwirte bezüglich Frage E-3 wurden entsprechend den zugeordneten Motivationstypen – Agrarmanager – Landbauer – Traditionalist – klassifiziert. Das Ergebnis in *Abbildung 23* zeigt, dass sowohl der Klimawandel als auch erneuerbare Energien neben den Aspekten Milch, Schutz der Biodiversität und das Wassermanagement – als in gewissem Maße neuartiges Betätigungsfeld der Europäischen Agrarpolitik – durchaus für die Landwirte Relevanz besitzen, allerdings unterschiedlich stark.

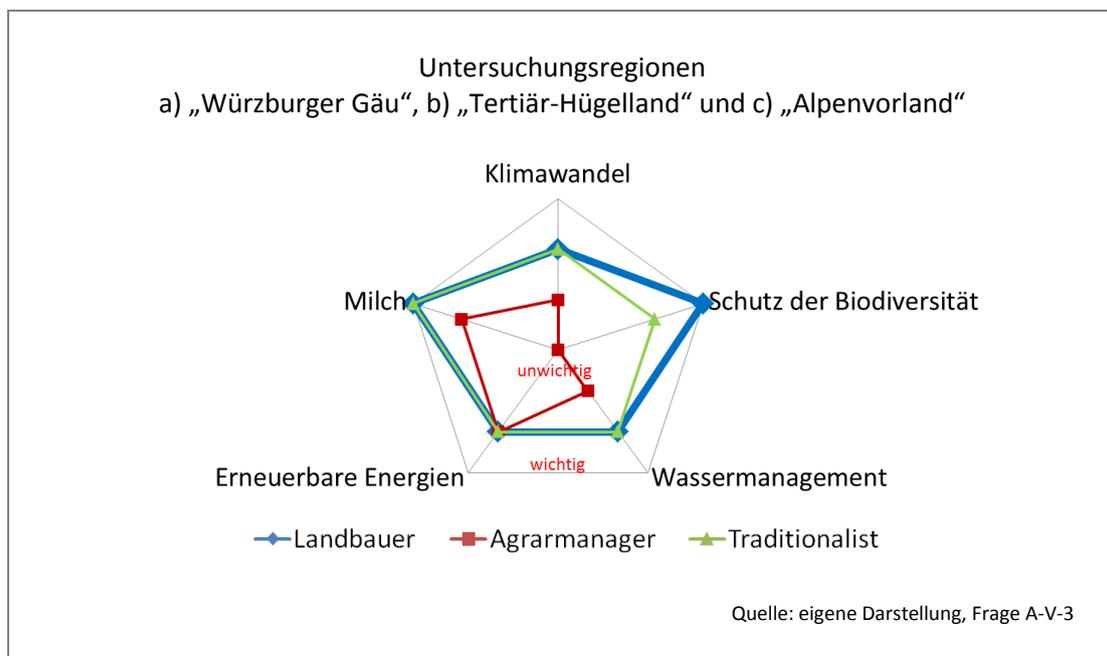


Abbildung 23: Bewertung des Health Check seitens der Landwirte, ausgewertet nach Motivationstyp.

Es zeigt sich, dass der Klimawandel besonders von den Gruppen der Landbauern und Traditionalisten als wichtig erachtet wird, wohingegen die Gruppe der sog. Agrarmanager den Klimawandel tendenziell als weniger wichtigen Schwerpunkt ansehen.

Erneuerbare Energien werden von allen drei Motivationstypen gleich wichtig eingestuft. Dass die Gruppe der Agrarmanager gegensätzlich zu ihrer Einstellung zum Klimaschutz den Anbau nachwachsender Rohstoffe bzw. die Integration erneuerbarer Energien stärker befürwortet, ist möglicherweise darin zu begründen, dass insbesondere diese Gruppe stark von der bestehenden Förderkulisse seitens des EEG im Bereich Biogas und Fotovoltaik profitieren.

Schwerpunktsetzung erneuerbare Energien

Die Aussagen der Experten, verglichen mit den Landwirten bezüglich der Schwerpunktsetzung erneuerbare Energien im *Health Check*, unterscheiden sich insofern, als die Landwirte der Nutzung erneuerbarer Energien bzw. deren agrarpolitischen Integration aufgeschlossener gegenüber stehen, als die befragten Experten (vgl. *Abbildung 24*).

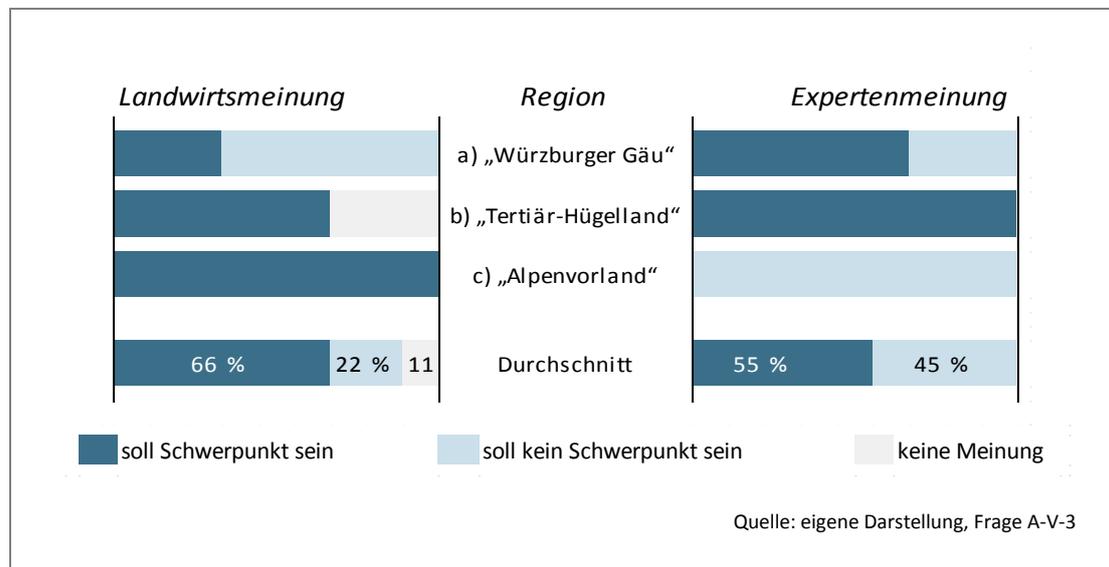


Abbildung 24: Umfrageergebnis zur Rolle der erneuerbaren Energien im Health Check.

Regional differenziert betrachtet, offenbaren sich durchaus größere Unterschiede zur Rolle erneuerbarer Energien im *Health Check*. Im „Tertiär-Hügelland“ werden sie als Schwerpunktthema einhellig begrüßt (Experten) bzw. zumindest akzeptiert (Landwirte, vgl. *Abbildung 24*). Dies lässt darauf schließen, dass eine weitere Ausdehnung der Nutzung erneuerbarer Energien positiv gesehen wird. In der intensiven Ackerbauregion „Würzburger Gäu“ tendieren die Landwirte zu einer negativen Einschätzung. Hier werden negative Effekte der Förderung, wie beispielsweise eine Erhöhung der Pachtpreise und steigende Flächenkonkurrenz wahrgenommen. Die überdurchschnittliche Standortdichte von Biogasanlagen in der Region führt zu einer ablehnenden Haltung in der Beantwortung von Frage A-V-3 seitens der Landwirte insofern, als dass dieser Bereich bereits ausreichend politische Abdeckung erfahren hat. Eine weitere Anreizsetzung durch die GAP wird als nicht zielführend bzw. notwendig gesehen. Die Experten im „Würzburger Gäu“ stehen den erneuerbaren Energien im Rahmen des *Health Check* etwas positiver gegenüber. Besonders ausgeprägt sind die Meinungsunterschiede zwischen der Einschätzung der Landwirte und den Einschätzungen der Experten im Berggebiet „Alpenvorland“. Hier sind die Landwirte vollkommen für das Thema erneuerbare Energien im *Health Check* zu begeistern, während dies bei den Experten geschlossen auf Ablehnung stößt.

Informationsstand zur Agrarpolitik

Es wurde die Wahrnehmung der erhältlichen Informationen zur Agrarpolitik seitens der Landwirte und Experten untersucht. Folgende Frage A-V-1 wurde gestellt:

Wie fühlen Sie sich bezüglich der aktuellen Entscheidungsprozesse und ergriffenen Maßnahmen in der Agrarpolitik informiert?

gut; schlecht; k.A.

Frage A-V-1

Die überwiegende Mehrheit aller Landwirte – so verdeutlicht *Abbildung 25* – fühlt sich „gut“ über die GAP informiert. Insbesondere die Gruppe der Traditionalisten ist durchweg gut informiert (100 % Zustimmung). Bei der Gruppe der Landbauern sind 67 % der Landwirte der Meinung, schlecht informiert zu sein.

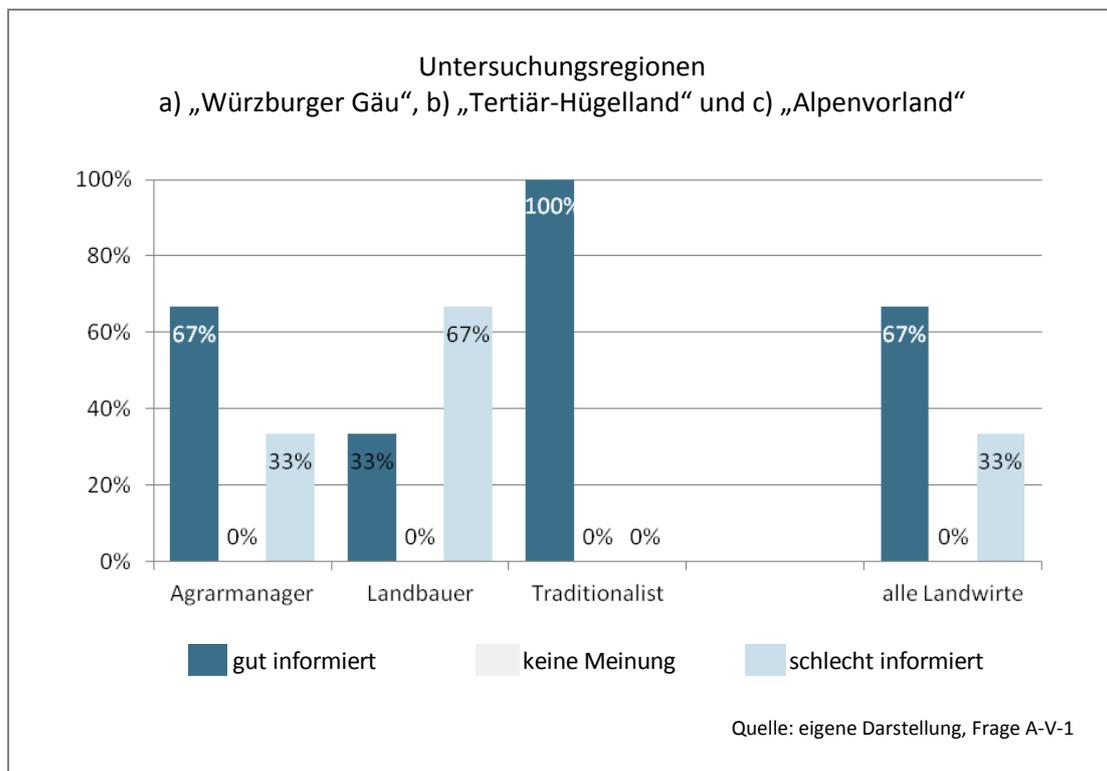


Abbildung 25: Umfrageergebnis zur Selbsteinschätzung des Informationsstands bezüglich der Agrarpolitik ausgewertet nach Motivationstyp.

Im Vergleich zu den Experten schätzen Landwirte ihren Informationsstand etwas besser ein. So gaben 67 % der befragten Landwirte an, gut über die aktuellen Entscheidungsprozesse und ergriffenen Maßnahmen in der Agrarpolitik informiert zu sein. Die Mehrheit aus der Gruppe der Experten fühlten sich dagegen schlecht informiert (45 %). Einige der befragten Experten machten allerdings keine Angaben zu ihrem Informationsstand.

4.3.2 ERWARTUNGEN AN DIE ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNG DER AGRARPOLITIK

Es ist anzunehmen, dass sich umweltpolitische Ziele, die im Rahmen der Agrarpolitik angesprochen werden bzw. angesprochen werden können, unterschiedlich stark erwünscht sind. Neun Themenbereiche konnten in Frage A-V-2 durch die Interviewteilnehmer klassifiziert bzw. gewichtet werden:

Für wie wichtig erachten Sie folgende umweltpolitische Ziele der Agrarpolitik?

sehr wichtig; *wichtig*; *unwichtig*; *keine Meinung*

(Jeweils in den Kategorien: 1) Wasserschutz, 2) Bodenschutz, 3) Schutz des Klimas, 4) Luftreinhaltung, 5) Erhalt wilder Pflanzen, 6) Erhalt wildlebender Tiere, 7) Erhalt von Lebensräumen, 8) Erhalt des Landschaftsbildes, 9) Artgerechte Tierhaltung.)

Frage A-V-2

Allgemeine Erwartungen an die GAP im Bereich Umwelt- und Naturschutz

Die Antworten zu Frage A-V-2 geben einen Hinweis darauf, welche umweltpolitischen Ziele im Rahmen der GAP seitens der Politik angesprochen werden sollten bzw. angesprochen werden können. Die Aussagen der Landwirte in den drei Untersuchungsregionen wurden dafür wiederum nach den Motivationstypen – Agrarmanager – Landbauer – Traditionalist – getrennt ausgewertet (vgl. *Abbildung 26*).

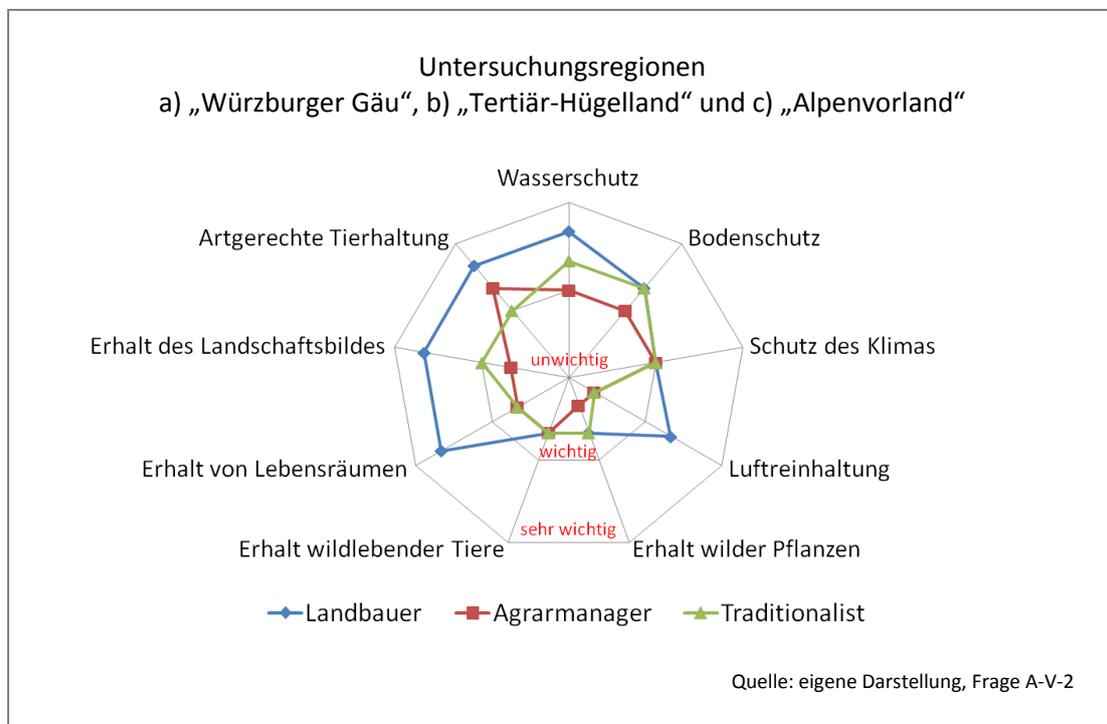


Abbildung 26: Unterschiedliche Wertigkeiten der Ziele der GAP seitens der Landwirte.

Nahezu alle umweltpolitischen Themenbereiche, mit Ausnahme der artgerechten Tierhaltung, stoßen beim Typus Agrarmanager auf eine gewisse Ablehnung. Am wenigsten wichtig scheinen die Luftreinhaltung und der Erhalt wilder Pflanzen zu sein. Für den typischen Landbauer gehören eine Reihe von umweltrelevanten Themenstellungen zum Aufgabenbereich der GAP. Diese sind der Wasserschutz, die Luftreinhaltung, der Erhalt von Lebensräumen, der Erhalt des Landschaftsbildes und eine artgerechte Tierhaltung. Der Traditionalist liegt in seiner Bewertung weitestgehend zwischen dem Agrarmanager und dem Landbauer. Der Erhalt wildlebender Tiere und der Erhalt von Lebensräumen finden bei keinem der Landwirte besonderen Anklang. Der Schutz des Klimas wird von allen Motivationstypen einheitlich als „wichtig“ klassifiziert.

Klimaschutz als neuer Schwerpunkt in der GAP?

Bezüglich der Meinung der Experten zur Relevanz der Klimapolitik in den langfristigen Zielen der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU überwiegt der Eindruck, dass Klimaschutz als „wichtig“ und „sehr wichtig“ betrachtet wird. In der Einschätzung der Landwirte zeigt sich eine leicht zurückhaltendere Einstellung zur Wichtigkeit des Klimaschutzes im Vergleich zu den Experten (vgl. *Abbildung 27*). Durchschnittlich 55 % der Experten bewerten den Klimaschutz als zukünftigen Bestandteil der GAP als wichtig und 33 % sogar als sehr wichtig. Nur in Einzelfällen wird der Klimaschutz seitens der Landwirte als „unwichtig“ im Rahmen der Agrarpolitik angesehen (einmalige Nennung in der Untersuchungsregion a), (vgl. *Abbildung 27*, linke Seite).

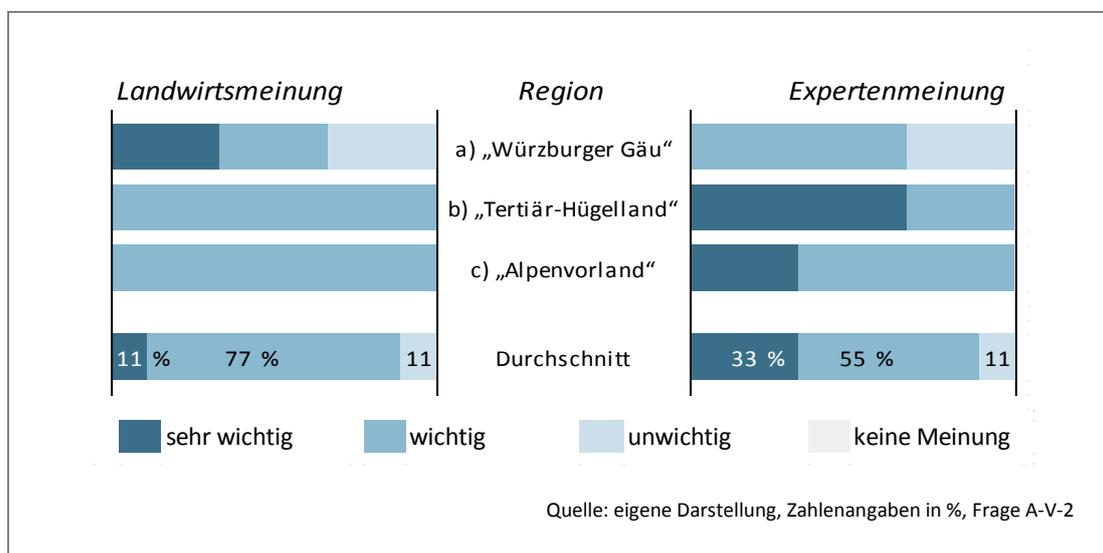


Abbildung 27: Umfrageergebnis zur Rolle des Klimaschutzes in der GAP.

Im „Tertiär-Hügelland“ und im „Alpenvorland“ sehen alle befragten Landwirte den Klimaschutz als wichtiges, aber nicht sehr wichtiges Ziel der GAP. Bei den befragten Experten fällt die Region b) „Alpenvorland“ dadurch auf, dass zwei Experten den Klimaschutz unbedingt in der GAP verankert sehen wollen, ein Weiterer hält diesen zumindest noch für ein wichtiges Ziel (vgl. *Abbildung 27*, rechte Seite). Lediglich ein Experte aus der Region a) hält den Klimaschutz für „unwichtig“.

Favorisierte Umsetzungsstrategien für Natur- und Umweltschutz in der Agrarpolitik

Entscheiden über Erfolg oder Misserfolg agrarpolitischer Instrumente ist vielfach die Ausgestaltung als verpflichtendes oder freiwilliges Instrument bzw. eine sinnvolle Kombination dieser. Die Meinungen dazu soll Frage A-V-9 einholen:

Umwelt- und Naturschutz wird gegenwärtig über zwei Wege organisiert. Einerseits gibt es verpflichtende Auflagen für alle Landwirte (gP, CC), andererseits werden freiwillige Maßnahmen angeboten (Agrarumweltprogramme). Welche Art und Weise der Umsetzung von Natur- und Umweltschutz halten Sie für sinnvoll?

Ich halte die Umsetzung über verpflichtende Auflagen für alle Landwirte für sinnvoll;
 Ich halte die Umsetzung über freiwillige Maßnahmen für sinnvoll;
 Ich halte eine Kombination aus beidem für sinnvoll.

Bitte begründen Sie ihre Meinung?

Frage A-V-9

Verpflichtende Vorgaben werden sowohl von den Landwirten als auch von den Experten nur sehr bedingt als geeigneter Ansatz eingeschätzt (vgl. *Abbildung 28*).

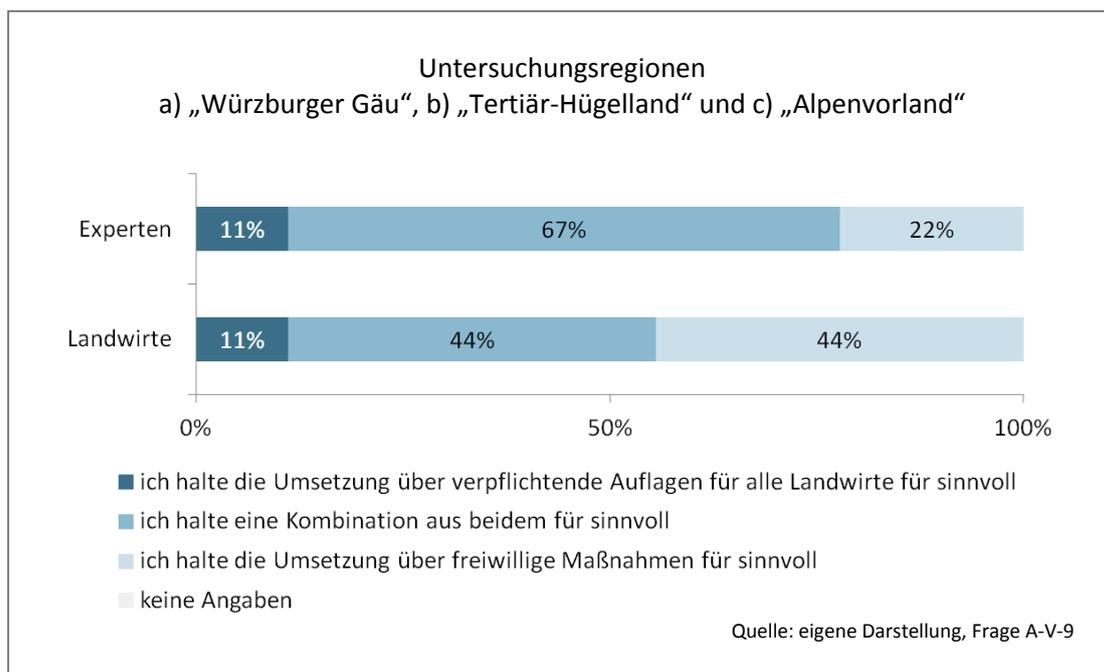


Abbildung 28: Umfrageergebnis zu Umsetzungsstrategien für Natur- und Umweltschutz in der Agrarpolitik.

67 % der Experten und 44 % der Landwirte sehen eine Kombination aus verpflichtenden und freiwilligen Instrumenten als die optimale Vorgehensweise. Dies begründet sich auf einer gewissen Skepsis, dass rein freiwillige Maßnahmen zielführend sind. So erscheinen Maßnahmen auf rein freiwilliger Basis einem Landwirt „*eben fraglich*“, alles zu verpflichten wäre jedoch wieder-

rum „grausam“. Von einigen Ausnahmen abgesehen, sind die Regeln gemäß der *Cross Compliance*-Verordnung akzeptiert bzw. werden durchaus für notwendig erachtet. Zitat: „alle CC Auflagen machen irgendwo Sinn, einige, wie z.B. die Getreideabdeckung weniger, insbesondere in der großen Massenproduktion und in den modernen Zeiten sind Regeln wichtig, um die Qualität zu sichern“.

Zwar stellen die Befürworter verpflichtender Maßnahmen eher die Minderheit dar, sie bringen aber durchaus plausible Argumente vor: So äußerte sich ein Landwirt bezüglich der Kosteneffizienz folgendermaßen: „Pflichten und Grenzen müssen klar gesetzt werden – freiwillige Maßnahmen kosten Steuergeld und werden nichts bewirken“. Ein Experte plädiert für eine stringenteren Durchführung bestehender Regelungen und insbesondere für eine „Zieldefinition“. Beispielsweise sollte das Wasserschutzgesetz „einfach mal durchgesetzt werden, zwar gäbe es einmalig mal einen Aufschrei, dann wär aber Ruhe“. „Viel wichtiger wäre eine richtige Zieldefinition, dann wären auch viele andere Probleme gelöst. So stünde das Verhältnis von Aufwand dem Nutzen besser gegenüber.“

Die drei Landwirts-Motivationstypen sind bezüglich Frage A-V-9 unterschiedlicher Meinung. Während die sog. Agrarmanager keine einheitliche Linie zeigen, stoßen bei den Landbauern eher Kombinationslösungen, bei Traditionalisten eher freiwillige Maßnahmen auf Zustimmung (vgl. *Abbildung 29*).

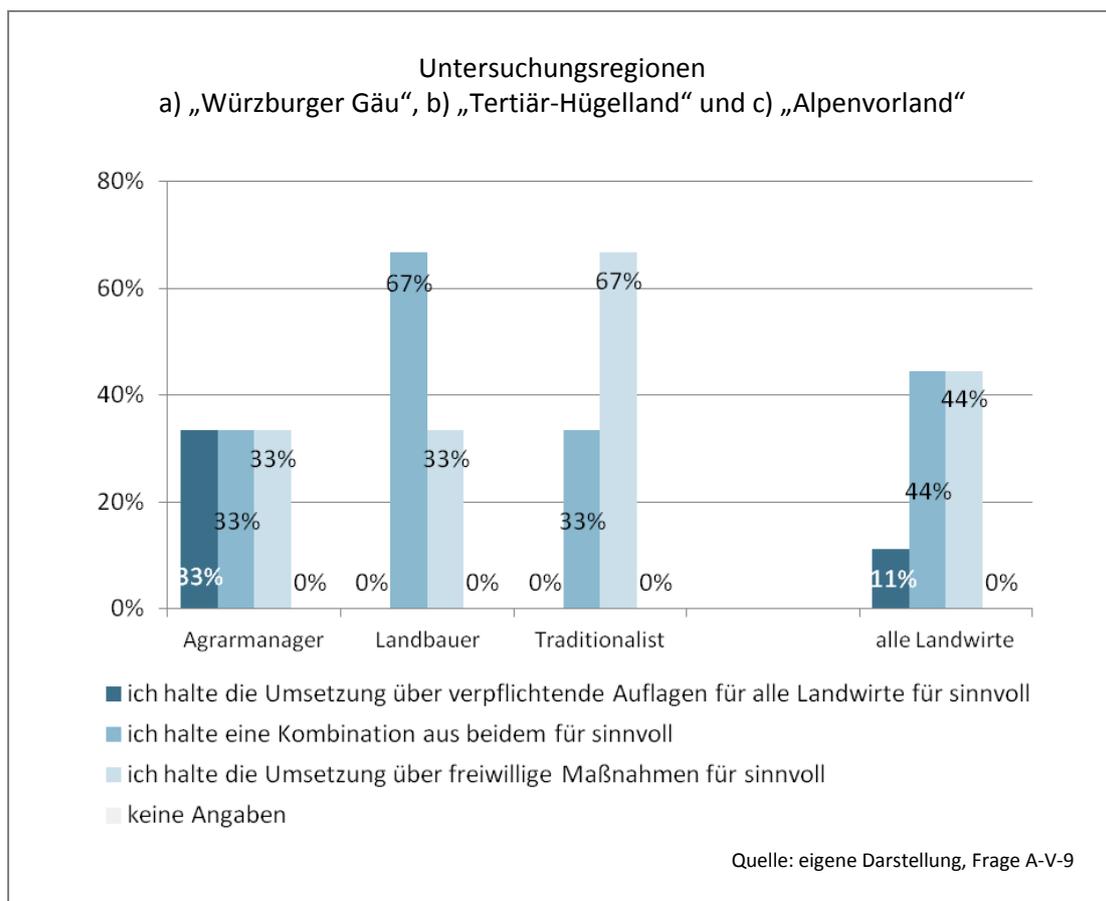


Abbildung 29: Von den Landwirten favorisierte Umsetzungsstrategien für Natur- und Umweltschutz in der Agrarpolitik, ausgewertet nach Motivationstyp.

Überwiegend ist bei den Landwirten also ein starker Trend in der Befürwortung freiwilliger Maßnahmen feststellbar. Typisch für die hohe Wertschätzung der individuellen Freiheit. Auch einer der Experten machte mit freiwilligen Maßnahmen bisher bessere Erfahrungen.

Zwischenfazit zum Ergebnisteil A

Insbesondere die Gruppe der Landbauern und Traditionalisten sehen den Klimawandel als zukünftiges Betätigungsfeld der GAP an, wogegen die Agrarmanager skeptischer eingestellt sind. Geht es jedoch um die Rolle erneuerbarer Energien, so sind sich alle Landwirte einig, dass diese in der zukünftigen Agrarpolitik Schwerpunkt sein sollte. Hier sind die Landwirte sogar offener als die befragten Experten. Regional zeigen sich teilweise konträre Ansichten, wobei die größten Meinungsunterschiede zwischen Landwirten und Experten bezüglich erneuerbaren Energien im „Alpenvorland“ festzustellen sind. Überraschend ist, dass der eigene Informationsstand zur GAP sehr unterschiedlich eingeschätzt wurde. Landwirte fühlen sich tendenziell besser informiert als die Experten.

Wird genauer gefragt, welche Themen im Rahmen der GAP angesprochen werden sollen, so erlangt der „Schutz des Klimas“ einheitlich bei allen Landwirtstypen eine wichtige Stellung. Von allen befragten Landwirten hat lediglich einer das Thema Klimaschutz als unwichtig erachtet. Noch ausgeprägter wird das Thema unter den Experten befürwortet, denn ein Drittel der Befragungsteilnehmer sieht den Klimaschutz als sehr wichtig an, wohingegen nur ein Landwirt die höchste Kategorie vergeben hat.

Es zeigt sich im Rahmen der Befragung, dass das Thema Klimaschutz von den Landwirten und Experten als wichtig bis sehr wichtig angesehen wird. Allerdings ist eine gewisse Ablehnung in den eher intensiv wirtschaftenden Regionen sowie in der Gruppe der sog. Agrarmanager festzustellen. Sowohl in der Gemischregion „Tertiär-Hügelland“ als auch im eher extensiv geprägten „Alpenvorland“ ist das Potenzial für die erfolgreiche Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen im Rahmen der GAP höher und damit unter Umständen erfolgsversprechender. Dabei erscheint die Kombination aus verpflichtenden und freiwilligen Maßnahmen in den Augen der Experten erfolgsversprechender, wogegen die Landwirte freiwillige Maßnahmen eher bevorzugen.

5 ERGEBNISSTEIL B: AUSWIRKUNGEN DER BIOENERGIEERZEUGUNG AUF FLÄCHENNUTZUNG, NATUR UND LANDSCHAFT

Der Anbau nachwachsender Rohstoffe wird als Kernbereich des Klimaschutzes durch die Landwirtschaft explizit untersucht. Dabei wird insgesamt von einer Verringerung der Freisetzung fossilen CO₂ und damit von einem Beitrag zur Verminderung des anthropogenen Treibhauseffektes ausgegangen. Als zweiter wichtiger Effekt ist die Verringerung der Abhängigkeit von endlichen Rohstoffen und Energiequellen zu nennen. In Kapitel 5 wird daher untersucht, wie sich der Anbau nachwachsender Rohstoffe zu energetischen Verwendung auf die Flächennutzung, sowie Natur und Landschaft in Bayern auswirkt.

5.1 FLÄCHENENTWICKLUNG DES ANBAUS NACHWACHSENDER ROHSTOFFE ZUR ENERGIEGEWINNUNG IN BAYERN

5.1.1 FLÄCHENTRENDS DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN NUTZUNG ALLGEMEIN

Im Verlauf der letzten 27 Jahre zwischen 1983 und 2010 hat die landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF)⁸⁹ in Bayern gemäß den Bodennutzungshaupterhebungen insgesamt um ca. 10 % abgenommen. Das entspricht einem Rückgang um etwa 340.000 ha (vgl. *Abbildung 30*).

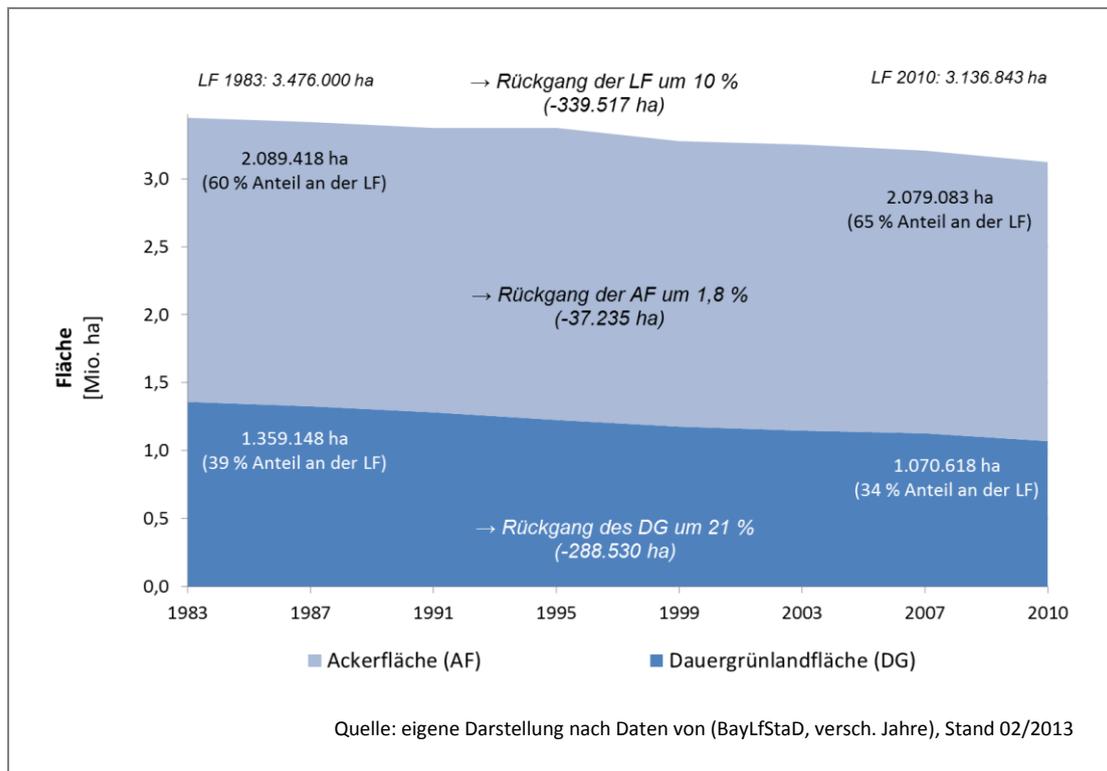


Abbildung 30: Langfristige Entwicklung der landwirtschaftlichen Flächennutzung in Bayern.

⁸⁹ Die Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) umfasst neben Ackerfläche (AF) und Dauergrünland (DG) auch Gartenland, Obstanlagen, Baumschulen, Rebland oder gärtnerische Kulturen.

Entwicklung der Ackerfläche

Die Ackerfläche (AF) in Bayern beträgt rd. 2,1 Mio. ha. Da die AF in den letzten 27 Jahren anteilig weitestgehend unverändert blieb, wird klar, dass die stetige Abnahme zu Lasten von Grünland ging. Näher betrachtet wurde die ackerbauliche Nutzfläche im Zeitraum der Entwicklung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe zur Energieerzeugung von 2003 auf 2010 um rd. 2,5 % reduziert, entsprechend einer Fläche von 52.312 ha. In einzelnen Gemeinden ist jedoch in einigen Jahren eine Zunahme zu verzeichnen. Das ist neben tatsächlichen Flächenveränderungen, z.B. durch Grünlandumbruch, auch durch Umwidmungen in der Statistik im Rahmen der EU-Agrarreform zu erklären. Prämienberechtigte Flächen, insb. Grünland, wurden neu erfasst, beispielsweise Flächen von Naturschutzverbänden, Brachen bzw. extensiv bewirtschaftete Flächen oder auch ehemalige Truppenübungsplätze.

Entwicklung der Grünlandfläche

Die Dauergrünlandfläche (DG) in Bayern verringerte sich langfristig betrachtet seit 1983 um insgesamt 21 % (ca. 290.000 ha) und umfasst 2010 rd. 1,1 Mio. ha, (BayLfStaD, versch. Jahre).

Nach Einschätzung der LfL (in StMELF, 2007) ist davon auszugehen, dass bei unveränderter jährlicher Milchproduktion und Ansteigen der Milchleistung pro Kuh in Bayern Futterflächen (Grünland, Ackerfutterflächen) in einer Größenordnung von 200.000 bis 300.000 ha nicht mehr benötigt werden. Damit stünden weitere Flächenpotenziale für eine Extensivierung im Sinne des Natur- und Landschaftsschutzes oder zum Anbau nachwachsender Rohstoffe zur Verfügung. Allerdings ist ab 2008 die Anhebung der Milchquote um zusammen 2 % vom EU-Ministerrat beschlossen worden. Längerfristig, vermutlich ab 2015, wird die Milchquote in der EU abgeschafft. Welche Auswirkungen dies auf die Nachfrage nach Grünlandflächen hat, bleibt abzuwarten.

Grünlandverlust zum Referenzjahr 2003 gemäß Cross Compliance

Der Grünlandumbruch hat in den vergangenen Jahren stark zugenommen, besonders im Jahr 2007. So verringerte sich bis zum Jahr 2010 in Deutschland der Grünlandanteil an der beihilfefähigen Agrarfläche im Vergleich zum Referenzjahr 2003 um insgesamt 3,8 %-Punkte, was einer Fläche von 240.000 ha entspricht (siehe *Tabelle 12*, unterer Teil). Bezogen auf die Grünlandfläche entspricht der Rückgang seit dem Stichtag 2003 sogar 4,8 % (Behm, 2011).

Im Vergleich der Bundesländer nimmt Bayern gemessen am flächenmäßigen Rückgang des Grünlandes zwar nach Niedersachsen mit Bremen den zweiten Platz ein, aufgrund des vergleichsweise hohen Grünlandanteils (Rang 1 in Deutschland), liegt der relative Verlust jedoch deutlich unter dem Durchschnittswert für Deutschland. So wurde in Bayern bis 2010 in Bezug zum Referenzjahr 2003, 2,9 %-Punkte des Grünlandanteils an der landwirtschaftlich genutzten Fläche umgebrochen bzw. in eine andere Nutzungsform (z.B. Siedlungs- und Verkehrsfläche)

überführt. Der Rückgang des Grünlandes entspricht einer Fläche von 46.000 ha und der absolute Flächenrückgang beträgt daher 4,0 %. Mit 2,9 %-Punkten wurde somit bis 2010 der 5 %-Grenzwert für den Grünlandumbruch laut *Cross-Compliance-VO*, ab dem Maßnahmen durch das Land Bayern erfolgen, nicht erreicht (ibid.).⁹⁰

Tabelle 12: Flächensituation der Dauergrünlandflächen 2010 und Entwicklung seit 2003 in den Bundesländern und in Deutschland.

	Grünlandfläche 2010 (in 1.000 ha)	
Schleswig-Holstein & HH		339
Rheinland-Pfalz		231
Mecklenburg-Vorpommern		261
Niedersachsen & Bremen		710
Nordrhein Westfalen		433
Brandenburg & Berlin		287
Saarland		41
Sachsen-Anhalt		171
Baden-Württemberg		547
Bayern		1.105
Sachsen		187
Hessen		299
Thüringen		172
Deutschland		4.784
	Grünlandverluste - absolut 2003-2010 (in 1.000 ha)	- relativ 2003-2010 (%-Punkte)
Schleswig-Holstein & HH		-6,5% ●●●●●
Rheinland-Pfalz		-4,5% ●●●●
Mecklenburg-Vorpommern		-5,1% ●●●●●
Niedersachsen & Bremen		-6,6% ●●●●●
Nordrhein-Westfalen		-5,2% ●●●●●
Brandenburg & Berlin		-1,9% ●
Saarland		● 1,6%
Sachsen-Anhalt		-3,7% ●●●
Baden-Württemberg		-1,8% ●
Bayern		-2,9% ●●
Sachsen		-1,9% ●
Hessen		● 0,9%
Thüringen		-3,9% ●●●
Deutschland		-3,8% ●●●

Quelle: eigene Darstellung nach Daten von (Behm, 2011)

⁹⁰ In der Regel liegt die Veränderung des Grünlandanteils an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) niedriger als die tatsächlich verloren gegangene Grünlandfläche. Die Unterschiede sind umso höher, je weniger sich die Ackerfläche (AF) verändert hat.

In den einzelnen Bundesländern ist die Lage unterschiedlich zu beurteilen (vgl. *Tabelle 12*). Vier Bundesländer müssen gemäß EU-Recht den Grünlandumbruch bereits genehmigungspflichtig machen, da die 5 %-Grenze überschritten wurde (Niedersachsen & Bremen 6,6 %, Schleswig-Holstein mit Hamburg 6,5 %, Nordrhein-Westfalen 5,2 % und Mecklenburg-Vorpommern 5,1 %). Rheinland Pfalz steht kurz davor, die Grenze zu überschreiten. Die von den Bundesländern ergriffenen Maßnahmen zur Verminderung des Grünlandumbruchs bei Überschreiten der 5 %-Grenze zeigen teilweise Wirkung, da sich die Umbruchrate dort vermindert hat, bzw. zwischen 2009 und 2010 kein weiterer Anstieg zu verzeichnen war (*ibid.*).

Bedeutung der Verwendung von Landschaftspflegematerial und Grünlandaufwuchs

Bei der Verwendung von Reststoffen, die im Rahmen der Landschaftspflege auf Grünlandflächen anfallen, gehen von der Bereitstellung des Landschaftspflegeschnitts zur energetischen Nutzung geringe Wirkfaktoren aus. Als landschaftspflegerische Reststoffe gelten z.B. Grasschnitt aus der extensiven Grünlandpflege, Strauchschnitt aus der Gehölz- und Offenlandpflege, Gehölzschnitt oder Landschaftspflegeschnitt. Das anfallende Landschaftspflegematerial wird unabhängig von seiner späteren Verwertung gemäß den Vorgaben von Naturschutz und Landschaftspflege behandelt.

Anders verhält es sich bei der Erzeugung und Nutzung von Grünlandaufwuchs als Substrat für Biogasanlagen. Positiv zu bewerten ist die Bodenschonung und der geringe Nährstoffaustrag im Vergleich zu Ackerland. Unter Grünland reichert sich der Boden grundsätzlich mit Humus an. Selbst bei intensiver Grünlandnutzung liegt die Nitratkonzentration im Sickerwasser immer noch um das Fünf- bis Zehnfache niedriger als bei Ackernutzung (LfL, 2006). Auswirkungen auf Natur und Landschaft können jedoch trotzdem durch eine Änderung der Nutzungsintensität eintreten. Für die direkte Nutzung von Grassilage als Kosubstrat in Biogasanlagen sowie zur Kompensation des fehlenden Grundfutters kann es zu einer Intensivierung auf vorher extensiv genutzten Grünlandstandorten kommen. Dadurch wird die Biodiversität dieser Standorte durch den Rückgang der Vielfalt an Pflanzenarten reduziert sowie bodenbrütende Vogelarten stärker gefährdet als bisher. Auch verringert sich die Artenvielfalt vieler wirbelloser Artengruppen. Problematisch ist also stets eine Produktionsintensivierung auf vorher extensiv genutzten Grünlandstandorten. Grünland, das zur Biomassegewinnung eingesetzt wird, wird tendenziell intensiv genutzt, was aus naturschutzfachlicher Sicht mit nachteiligen Auswirkungen verbunden sein kann (BfN, 2008).

5.1.2 FLÄCHENTRENDS NACHWACHSENDER ROHSTOFFE UND UMWELTWIRKUNGEN DES ANBAUS

Deutschlandweit haben die Anbauflächen für nachwachsende Rohstoffe zur Energiegewinnung seit Beginn der Erfassung 1997 kontinuierlich zugenommen. Da die Auswirkungen des Anbaus landwirtschaftlicher Kulturen auf die spezifischen Schutzgüter des Naturschutzes relativ unabhängig von der Verwendungsrichtung als Nahrungs-, Futter- oder Energielieferant sind,

werden in *Tabelle 13* die wichtigsten nachwachsenden Rohstoffe allgemein und die Veränderungen in neuester Zeit zusammenfassend dargestellt. Im Anschluss wird versucht, den spezifischen Anteil, der in die Energieversorgung fließt, herauszustellen.

Tabelle 13: Übersicht der flächenmäßigen Ausdehnung ausgewählter nachwachsender Rohstoffe 2007, 2010 und 2012 und deren anteilige Änderungen in % zum Referenzjahr 2003.

		Deutschland (in 1.000 ha)				Bayern (in ha)			
		Bezugs- jahr 2003	2007	2010	2012*	Bezugs- jahr 2003	2007	2010	2012*
Ölfrüchte	Winterraps	1.219	1.534 + 25,8 % 	1.457 + 19,5 % 	1.299 + 1,3 % 	163.468	172.797 + 5,7 % 	152.000 - 7,0 % 	124.700 - 23,7 %
	Sonnenblume	38	18 - 52,6 % 	25 - 34,2 % 	26 - 31,6 % 	4.659	2.650 - 43,1 % 	2.400 - 48,4 % 	k.A.
Getreide	Weizen	2.967	3.005 + 1,2 % 	3.298 + 11,2 % 	3.057 + 3,0 % 	442.047	481.193 + 8,9 % 	533.900 + 20,8 % 	508.800 + 15,1 %
	Grobgetreide (ohne Mais)	3.421	3.195 - 6,6 % 	2.846 - 16,8 % 	k.A.	642.160	590.091 - 8,1 % 	526.500 - 18,0 % 	k.A.
Mais	Silomais (Grünmais)	1.171	1.475 + 26,0 % 	1.828 + 56,1 % 	2.038 + 74,0 % 	287.945	325.920 + 13,2 % 	383.300 + 33,1 % 	404.000 + 40,3 %
	Körnermais & CCM	469	383 - 18,3 % 	467 - 0,4 % 	526 + 12,2 % 	127.015	99.658 - 21,5 % 	118.600 - 6,6 % 	130.600 + 2,8 %
Hackfrüchte	Zuckerrüben	445	406 - 8,8 % 	364 - 18,2 % 	402 - 9,7 % 	72.977	66.049 - 9,5 % 	59.400 - 18,6 % 	66.100 - 9,4 %
	Kartoffeln	284	276 - 2,8 % 	254 - 10,6 % 	238 + 16,2 % 	51.550	48.011 - 6,9 % 	43.800 - 15,0 % 	41.700 - 19,1 %

*vorläufige Angaben der Bodennutzungshaupterhebung 2012.

Quelle: eigene Zusammenstellung nach Daten von

(Statistisches Bundesamt, versch. Jahre; BayLfStad, versch. Jahre; 2012), Stand 12/2012.

Aussagen zum Anteil explizit zur Energiegewinnung angebaute Kulturen werden durch die FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE (2012) gemacht. Demnach werden in Deutsch-

land 2012 mehr als 2,52 Mio. ha zur Gewinnung nachwachsender Rohstoffe genutzt, teils zur stofflichen, zum überwiegenden Teil (81 %) jedoch zur energetischen Verwertung. Hierbei liegt der Anbau von diversen Kulturen zur Biogasnutzung (862.000 ha), vorrangig Silomais, an der Spitze. An zweiter Stelle steht der Raps zur Pflanzenölgewinnung bzw. primär zur RME-Herstellung mit 913.000 ha. An dritter Stelle folgt der Anbau von Zuckerrüben bzw. Kartoffeln oder Getreide zur Herstellung von Ethanol (243.000 ha). Bei der stofflichen Nutzung nimmt der Anbau stärke- und ölhaltiger Pflanzen die wichtigste Rolle ein, mit 245.000 und respektive 131.000 ha Anbaufläche.

Die folgenden Einzeldarstellungen der Anbauflächen nachwachsender Rohstoffe beschränken sich auf die wesentlichen Ackerkulturen. Diese sind bei den Ölsaaten Raps und in geringem Umfang Sonnenblumen, aus denen Agrartreibstoffe gewonnen werden. Getreide findet zu geringen Anteilen Verwendung in der Ethanolproduktion bzw. kann der energetischen Verwertung als Brennstoff (Stroh) oder zur Biogaserzeugung als Ganzpflanzensilage (GPS) zugeführt werden. Mais ist die wichtigste Kulturpflanze zur Herstellung von Biogas. Die Hackfrüchte Kartoffeln und Zuckerrüben werden als nachwachsende Rohstoffe stofflich, z.B. bei Verwendung der Stärke (insbesondere Amylopektin) in der Papier- oder Textilindustrie, oder energetisch, z.B. in Form von Agraralkohol als Biokraftstoff, verwendet. Die Zuckerrübe wird näher dargestellt, da im Rahmen der Reform der Zuckermarktordnung (ZMO) und dem sukzessiven Abbau von Schutzzöllen die Nachfrage nach einheimischem Zucker sinken dürfte und somit Anbaukapazitäten für die energetische Verwendung frei werden. Anschließend werden ausgewählte sonstige Energiepflanzen vorgestellt, die potenziell für die Erzeugung von Energie aus nachwachsenden Rohstoffen geeignet sind. Es folgen jeweils detaillierte Beschreibungen der potentiellen Umweltbeeinflussung sowie eine Einschätzung der Erheblichkeit ihrer Auswirkungen auf die Schutzgüter des Naturschutzes.

Ölsaaten: Raps und Sonnenblumen

In ganz Europa wurde die Anbaufläche für Ölsaaten angesichts des Bio-Diesel-Booms stark ausgedehnt. Auch Deutschland steht im Einflussbereich eines weltweiten Angebotsdefizits an Ölsaaten. Raps ist hierbei mit Abstand die wichtigste heimische Ölpflanze. Rapsöl wird in einem chemischen Prozess zu Raps-Methyl-Ester (RME), dem so genannten Bio-Diesel, verarbeitet. Bio-Diesel wird nach verbindlichen Zielwerten dem fossilen Diesel beigemischt. Die Verwendung als Reinkraftstoff hat fast gänzlich an Bedeutung verloren.

Nach Zahlen des STATISTISCHEN BUNDESAMTES (versch. Jahre) wurde 2012 bundesweit auf einer Fläche von rd. 1,3 Mio. ha Raps geerntet (vgl. *Tabelle 13*), davon rd. 1 Mio. ha als nachwachsender Rohstoff klassifiziert. Das entspricht in etwa dem Umfang der Anbauflächen im Jahr 2003. Die maximale Anbaufläche für Raps ist durch die mindestens zweijährige Anbaupause und die generelle Standorteignung eingeschränkt. Derzeit werden 1,8 Mio. ha Rapsanbaufläche in Deutschland als realistische Obergrenze angesehen, was etwa 15 % der Ackerfläche entspricht

(UFOP, 2007). Diese hypothetische Obergrenze wurde auch in den Jahren mit hohem Flächenumfang, wie 2007 oder 2010, noch nicht erreicht (vgl. *Tabelle 13*).

In Bayern lag die Rapsanbaufläche 2012 bei rd. 124.000 ha Ackerland (BayLfStaD, 2012), und damit im Vergleich zum Jahr 2003 um rd. 24 % niedriger, allerdings sind trotz jährlicher Schwankungen bei Raps tendenziell keine Zunahmen in der Anbaufläche in Bayern zu verzeichnen. Nach Planungen der Bio-Diesel-Industrie kann die bayerische Rapsanbaufläche unter Einhaltung der Fruchtfolgegrenze und der Standortansprüche auf ca. 250.000 ha und respektive 1 Mio. t Rapssaat ausgedehnt werden (~12 % der AF).

Raps weist aufgrund der dichten Bestände ein geringes Erosionsrisiko auf (Reinhardt u. Scheurlen, 2005). Der dichte Bestand bewirkt aber auch bei einer Umstellung auf Rapsanbau den Verlust von Brut- und Lebensräumen für ackerbrütende Vögel, die dort keine erfolgreiche Brut mehr durchführen können. Dies spielt besonders bei der Inanspruchnahme ehemaliger Stilllegungsflächen eine Rolle, da Rapsfelder nun eine deutlich geringere Lebensraumeignung für ackerbrütende Vögel aufweisen (Bernardy u. Dziewiaty, 2005). Der Herbizid-, Insektizid- und Fungizideinsatz bleibt beim Anbau nachwachsender Rohstoffe im Vergleich zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion zumeist gleich. Raps wird häufig in der Fruchtfolge nach Wintergerste angebaut. Der Winterrapsanbau findet typischerweise im Wechsel mit Winterweizen und Wintergerste statt⁹¹. Winterraps kann aus Fruchtfolgegründen nur zu max. 33 % auf der Ackerfläche angebaut werden und beansprucht i.d.R. den gleichen Flächenanteil an Wintergerste als frühräumende Vorfrucht. Der Winterrapsanbau kann im Herbst zu einer hohen Nitratauswaschung führen (Deutscher Rat für Landespflege, 2006), wenn keine Folgekultur oder Zwischenfrucht angebaut wird.

Positiv hervorzuheben sind die leuchtend gelben Blühaspekte von Raps im Frühsommer. Die positiven Auswirkungen auf das Landschaftsbild sind mit denen von Sonnenblumen vergleichbar (Reinhardt u. Scheurlen, 2005).

Sonnenblumen

Der Anbau von Sonnenblumen hat in Deutschland nur eine relativ geringe Bedeutung und ist weiter rückläufig. Die Anbaufläche für Sonnenblumen ging zwischen 2003 und dem Erntejahr 2012 in ganz Deutschland um 32 % zurück auf etwa 26.000 ha Fläche (Statistisches Bundesamt, versch. Jahre). In Bayern wurden 2010 noch 2.400 ha Sonnenblumen angebaut (BayLfStaD, versch. Jahre). Dies entspricht einem Rückgang um 48 % gegenüber dem Jahr 2003. Eine Fortsetzung des seit Jahren andauernden kontinuierlichen Abwärtstrends ist zu erwarten.

⁹¹ Hinsichtlich der Fruchtfolge wird zwischen einer klassischen Mais-betonten Fruchtfolge (mit Weizen bzw. Gerste – Mais – Mais) und einer Raps-betonten Fruchtfolge (Raps – Winterweizen – Wintergerste) unterschieden. Ist Mais zu sehr hohen Anteilen mit mehr als 50 % in der Fruchtfolge vertreten, ist das verstärkte Auftreten von Schädlingen zu befürchten (z.B. Maiswurzelbohrer).

Der Anbau von Sonnenblumen zeigt kein erhöhtes Risiko des Verlusts von Lebensräumen bzw. der Artenvielfalt. Im Gegenteil war laut DZIEWIATY & BERNARDY (2005) die Siedlungsdichte der Ackervögel von durchschnittlich 20 Revieren auf 10 ha „sehr hoch“, wobei insbesondere ökologisch bewirtschaftete Flächen als Brutlebensraum für Schafstelze, Ortolan (auch Gartenammer genannt) und Heiderleche geeignet sind (ibid.).

Bei Sonnenblumen in weiten Reihenabständen besteht ein erhöhtes Erosionsrisiko. Aus diesem Grund ist auch eine Auswaschung von Nährstoffen in Oberflächengewässer zu erwarten. Die Qualität des Landschaftsbilds wird durch kurzzeitige Blühaspekte zwar gesteigert, von einem Ausgleich des Verlusts von Landschaftselementen in der Agrarlandschaft kann durch den Anbau von einjährigen Kulturen jedoch nicht ausgegangen werden (Reinhardt u. Scheurlen, 2005).

Getreide (Roggen, Weizen und Triticale)

Getreidearten, die als Biomassesubstrat in der Energiegewinnung Verwendung finden können, sind Roggen, Weizen oder Triticale, die vor allem als GPS in Biogasanlagen genutzt werden. Darüber hinaus dient Getreide als Rohstoff für die Bio-Ethanolherzeugung.

Weizen wurde 2012 als anbaustärkste Getreideart in Deutschland um 3,0 % gegenüber dem Jahr 2003 ausgedehnt (vgl. *Tabelle 13*) und auf 26 % der Ackerfläche in Deutschland angebaut (Statistisches Bundesamt, versch. Jahre)⁹². In Bayern entfällt mit 508.800 ha Weizen und 526.500 ha Grobgetreide⁹³ (Stand 2010, keine aktuelleren Daten verfügbar) gut die Hälfte des Ackerlandes auf Getreide, ohne Mais. Zu verzeichnen ist eine Zunahme bei Wintergetreide und eine Abnahme bei Sommergetreide. So konnte der Weizen in Bayern 2012 gegenüber dem Erntejahr 2003 15,1 % Flächenzuwächse verzeichnen, was angesichts des flächenmäßig hohen Anteils von Weizen in etwa dem Rückgang beim gesamten Grobgetreide entspricht.

Beim verstärkten Anbau von Wintergetreide können sich ökologische Nachteile ergeben. Erfolgt beispielsweise eine Umstellung von Hackfrüchten und Sommergetreide hin zum Anbau von Wintergetreide, so kann sich dies aufgrund der rückläufigen Kulturenvielfalt negativ auf die Avifauna, beispielsweise den Ortolan, auswirken (Reinhardt u. Scheurlen, 2005; Dziewiaty u. Bernardy, 2007). Winterroggen ist als Brutlebensraum für Ackervögel durchaus geeignet, der speziell als NaWaRo angebaute Grünroggen stellt dagegen wegen der hohen Pflanzdichte und des frühen Erntetermins keinen optimalen Brutlebensraum dar (Dziewiaty u. Bernardy, 2007). Insbesondere für Zweit- und Drittbruten (z.B. für die Feldlerche) sind die Pflanzenbestände zu hoch und zu dicht (Bernardy u. Dziewiaty, 2005). Da die Ernte des Getreides als Ganzpflanzen bereits im Mai stattfindet und damit in der Brut- bzw. Nestlingszeit fast aller ackerbrütenden Vögel liegt, führt dies zum Verlust der Nester und Jungvögel auf diesen Flächen (ibid.). Die Intensi-

⁹² In der Bundesrepublik wurden laut der letzten Bodennutzungshaupterhebung 2007 rd. 11,89 Mio. ha Ackerland genutzt.

⁹³ Grobgetreide umfasst Mais, Gerste, Hafer, Sorghum, Hirse, Roggen, Triticale und Menggetreide.

tät des Fungizideinsatzes kann im Verhältnis zum konventionellen Anbau für die Lebensmittelerzeugung deutlich reduziert werden, da qualitative Aspekte des Erntegutes in den Hintergrund treten. Hier reicht meist eine einzige Blattbehandlung aus. Da Getreide für die Energieerzeugung in der Regel bereits in der Teigreife geerntet wird, kann sich eine spätere Ährenbehandlung erübrigen. Herbizide werden tendenziell nur in leicht geringeren Wirkstoffaufwendungen als bei der Nahrungsmittelproduktion ausgebracht.

Roggen, der nach Beendigung des Schossens bzw. Beginn des Ährenschiebens geerntet wird, wird als Grünroggen bezeichnet. Er wird als Winterfrucht auf leichten bis mittleren Böden angebaut und ebenfalls als GPS verwendet. Durch die sehr frühe Ernte in der Milchreife des Roggens ist dann der Anbau einer Folgefrucht als Hauptkultur im gleichen Jahr möglich (z.B. Silomais, Sonnenblumen oder Sudangras).

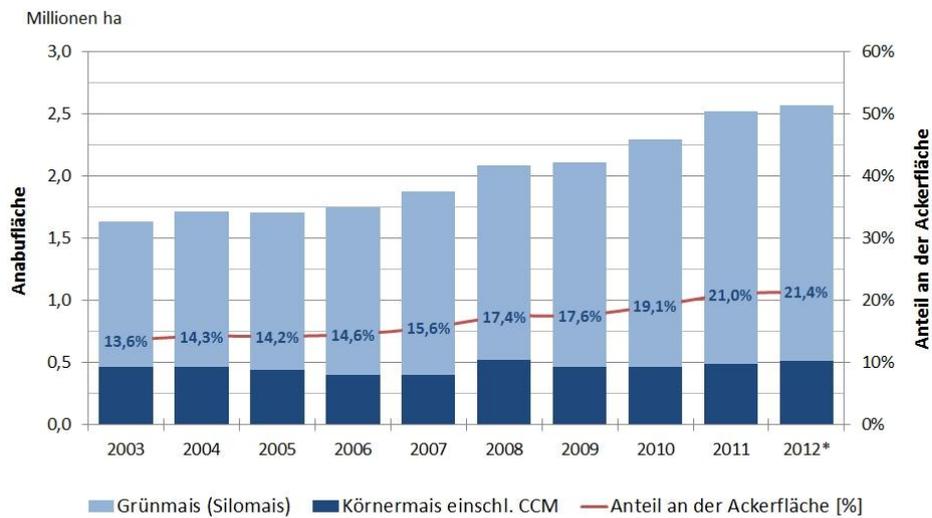
Mais

Deutlich zugenommen haben die Maisanbauflächen. In Deutschland wurde 2012 insgesamt über 2,5 Mio. ha Mais angebaut. Dies entspricht einem Anteil an der Ackerfläche von rd. 21,4 % im Vergleich zu 13,6 % im Jahr 2003 (*Abbildung 31*), (Statistisches Bundesamt, versch. Jahre). Dabei zeigen Silomais (Grünmais), Corn-Cob-Mix und Körnermais sehr unterschiedliche Entwicklungen (Deutsches Maiskomitee e.V., 2012). Als Rohstoff für die Energieerzeugung in Biogasanlagen spielt der Silomais die wichtigste Rolle. 2012 wurden bundesweit auf 2 Mio. ha Silomais angebaut (*Abbildung 31 a*), (*ibid.*). Dies zeigt den bisherigen Höchststand in einer seit 2003 beginnenden Abfolge von jährlichen Steigerungen. Zwischen 2003 und 2012 wurden die Maisanbauflächen um 75 % ausgedehnt.

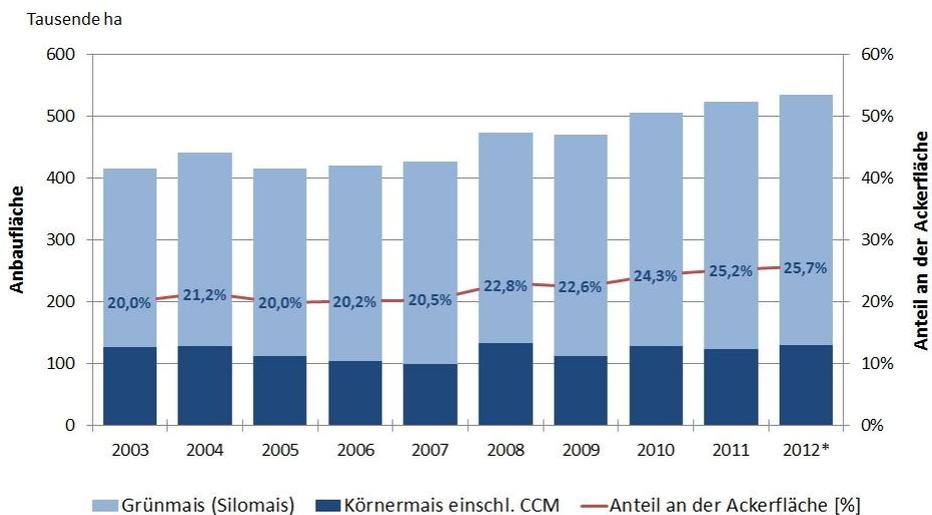
Auch in Bayern wurde 2012 im Maisanbau ein bisheriger Höchststand mit 25,7 % der Ackerfläche erreicht. Die Anbauflächenentwicklung für Silomais und Körnermais einschließlich Corn-Cob-Mix seit 2003 wird in *Abbildung 31 b*) veranschaulicht⁹⁴. Während beim Körnermais ein jährliches auf und ab festzustellen ist, gab es bei den Silomaisflächen eine kontinuierliche Steigerung. Die Silomaisanbaufläche in Bayern ist seit 2003 von 288.000 ha um 40 % auf 404.000 ha im Jahr 2012 ausgedehnt worden (*ibid.*). Zum Vergleich, in Deutschland dehnte sich der Silomaisanbau im gleichen Zeitraum um 74 % aus. Die Flächen mit Anbau von Corn-Cob-Mix (CCM) blieben in den letzten Jahren nahezu konstant auf sehr niedrigem Niveau. Der bayernweite Trend schließt jedoch nicht aus, dass es regional zu stärkeren Verschiebungen gekommen sein kann. Insbesondere im „Alpenvorland“, das sich generell durch mehr Grünland als Acker charakterisie-

⁹⁴ Als Problem bei der Abschätzung stärker regionalisierter Anteile des Anbaus nachwachsender Rohstoffe an der Landnutzung erweist es sich, dass die herkömmlichen Statistiken (etwa die vom Bayerischen Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung in vierjährigem Turnus erstellte Agrarstatistik) bislang die Flächen, auf denen Mais in zweiter Kultur angebaut wird (Zweikultursysteme) sowie den Anbau von Energiepflanzen wie Mais und Raps auf Stilllegungsflächen, nicht mit ausweisen. Die tatsächliche Fläche des Maisanbaus liegt daher höher als in den Statistiken ausgewiesen.

ren lässt, fällt der Silomaisanteil stärker ins Gewicht. Im Norden Bayerns liegt der Silomaisanteil in weiten Gebieten unter 10 % der Ackerfläche, was aber nicht ausschließt, dass in einer Reihe von Einzelunternehmen hohe Silomaisanteile auftreten können.



a) Flächenentwicklung in Deutschland



b) Flächenentwicklung in Bayern

* vorläufiges Ergebnis vom 15.08.2012

Quelle: eigene Darstellung nach (Deutsches Maiskomitee e.V.,

2012)

Abbildung 31: Entwicklung der Anbauflächen und Verwertungsrichtung von Mais in Deutschland und Bayern 2003 – 2012.

Beim Anbau von Mais muss im Hinblick auf die Beschreibung der Auswirkungen auf Natur und Landschaft die jeweilige Anbauform besonders berücksichtigt werden. Hierbei ist es in der Regel nicht von Belang, ob es sich um Silomais für die Tierproduktion oder für die Energieerzeugung handelt (Rode *et al.*, 2005; IPS, 2007).

Obwohl der Maisanbau in Monokultur derzeit noch die Ausnahme darstellt, zeigt sich, dass die schlagbezogene potenzielle Artenvielfalt sehr stark auf ein Drittel bis ein Viertel von vielfältigen Fruchtfolgen reduziert wird (Hufnagel *et al.*, 2007). Für den guten Energielieferanten Mais besteht zurzeit die Tendenz zum großflächigen Anbau. Die Wirkstoffaufwendungen an Pflanzenschutzmitteln sind bei Energiemais mit dem konventionellen Maisanbau zur Futtermittelerzeugung vergleichbar. Gerade Mais ist sehr empfindlich gegenüber Unkrautkonkurrenz, so dass hier nicht mit einer Verminderung des Herbizideinsatzes bei Energiemais gerechnet werden kann. Außerdem muss bei Mais, anders als z.B. bei dem relativ früh geernteten GPS, mit der Samenreife von Unkraut und damit Unkrautvermehrung gerechnet werden, was ebenfalls für einen unverminderten Herbizideinsatz spricht. Der Düngemiteleinsatz ist bei Mais immer hoch, da Mais zum Aufwuchs eine sehr gute Versorgung mit Stickstoff und anderen Nährstoffen benötigt. Dies kann dann zu einer Auswaschung dieser Stoffe ins Grundwasser führen. Maisanbau im Wechsel mit anderen Fruchtarten erreicht ähnlich hohe Artenzahlen wie der Anbau anderer Fruchtarten (Reinhardt u. Scheurlen, 2005). Bei ausreichender Bodenbedeckung zwischen der Vorfrucht und dem Reihenschließen bei Mais (Mulchsaat nach Zwischenfrucht) sinkt das Erosionsrisiko für Maisstandorte auf mit Getreideanbau vergleichbare Werte. Bei der Nutzung von Mais im Zweikultur-System kann es unter Umständen zu erheblichen Störungen durch den häufigeren Maschineneinsatz und die erhöhte Zahl der Bearbeitungsgänge kommen. Die Intensität des Herbizideinsatzes erhöht sich bei der gemeinsamen Betrachtung von Haupt- (z.B. Getreide-GPS) und Zweitfrucht. Außerdem liegen die vorgezogenen Erntetermine dann zur Hauptbrut- und Aufzuchtzeit vieler Tierarten im Mai und Juni. In der Folge einer Veränderung der Nutzungsart gehen beim Maisanbau Flächen für ackerbrütende Vögel als Brut- und Lebensraum verloren. Bei einer Umstellung des Anbaus von Hackfrüchten und Sommergetreide auf Mais verliert z.B. die Feldlerche durch zu hohe und dichte Pflanzenbestände die Möglichkeit für Zweit- und Drittbruten (Reinhardt u. Scheurlen, 2005).

Zuckerrüben

Der Zuckerrübenanbau in Deutschland geht seit 1990 kontinuierlich zurück, hat sich jedoch in den letzten Jahren stabilisiert. Die neue Fassung der Zuckermarktordnung (ZMO), die am 01.07.2006 in Kraft trat, hat diesen Trend weiter fortgesetzt. Durch den Wegfall von Importbeschränkungen ist der Preisdruck auf die heimische Produktion gestiegen. Gleichzeitig wurde für den Anbau von Zuckerrüben auf nicht stillgelegten Flächen ab der Ernte 2006 erstmalig die EU-Energiepflanzenprämie gewährt (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2006). Allerdings wurde die Energiepflanzenprämie für alle Kulturen 2009 letztmalig gewährt. Deutschland-

weit umfasste die Anbaufläche für Zuckerrüben 2012 etwa 3,3 % der Ackerfläche (402.000 ha), (Statistisches Bundesamt, versch. Jahre). Hier kam es in den vergangenen Jahren zu einem kontinuierlichen Rückgang. Rüben wurden in 20 Zuckerfabriken in Deutschland verarbeitet. Bisher werden weniger als 1 % der in Deutschland jährlich anfallenden Melasse Brennereien zur Ethanolgewinnung zugeführt (WVZ u. VdZ, 2012).

In Bayern wurden 2012 auf 66.100 ha Ackerfläche Zuckerrüben angebaut (rd. 3 % der AF), (BayLfStaD, 2012). Der Zuckerrübenanbau ist regional unterschiedlich stark ausgeprägt und die drei verbliebenen Zuckerfabriken liegen in den Hauptanbaugebieten. Die Anlage in Plattling arbeitet mit einer Tageskapazität von 15.300 t während der Kampagne, die Werke Rain a. Lech und Ochsenfurt verarbeiten 12.000 t und 15.000 t (Südzucker AG, 2012). Der Ertrag lag 2010/11 bei rd. 65 t Rüben ha⁻¹ (Strube International, 2011). Die Schließung der Zuckerfabrik Regensburg 2007 veranlasst höhere Transportaufwendungen im früheren Einzugsgebiet und könnte längerfristig zu einem sukzessiven Rückgang der Rübenproduktion im Umkreis von Regensburg beitragen. Es ist damit zu rechnen, dass die Betriebe mit geringen Anteilen von Zuckerrüben den Anbau allmählich zurückfahren, insbesondere auch durch hohe Verwaltungs- und Erfassungskosten. In der Nähe der bestehenden drei bayerischen Zuckerfabriken könnte sich der Anbau ausdehnen, um logistische Vorteile besser auszunützen. Da, wo bereits hohe Konzentrationen des Rübenanbaus erreicht sind, dürfte der Anbau weiter an Bedeutung gewinnen, z.B. auch im Rahmen des Anbaus für die Ethanolerzeugung.

Innerhalb der Reihenkulturen Kartoffeln und Zuckerrüben besteht durch hohe Pflanzenabstände, langsamer Entwicklung bis zum Reihenschluss und lange Phasen mit geringer Bedeckung ein höheres Risiko der Bodenerosion als bei anderen Ackerfrüchten. Aufgrund dieser Erosionseigenschaften kann es zu einer Belastung der Oberflächengewässer mit Nährstoffen kommen. Von einem erhöhten Risiko des Verlusts von Lebensräumen bzw. der Artenvielfalt ist nicht auszugehen (IPS, 2007; Reinhardt u. Scheurlen, 2005).

Zuckerrüben, die zur Energieerzeugung genutzt werden, benötigen einen im Vergleich zur Zuckerproduktion unveränderten Herbizid-, Insektizid- und Fungizideinsatz. Durch die Erhöhung des horizontalen Abflusses und in Folge der Erhöhung der Bodenerosion kann die Pufferfunktion des Bodens im Wasserhaushalt beeinträchtigt werden. Mit zunehmender Belastungsintensität und -häufigkeit sinkt die Funktion des Bodens als Lebensraum (u. a. für Regenwürmer). Bei starker Schadverdichtung verschlechtern sich die Standortbedingungen für Pflanzen aufgrund der Reduktion der Durchwurzelbarkeit (ibid.).

Sonstige Energiepflanzen: Miscanthus, Hirse, Sudangras, Topinambur und weitere Kulturen

Als weitere „sonstige Kulturen“ zur Biomasseerzeugung sind Miscanthus, Hirse, Sudangras, Topinambur, Hanf und Körnerleguminosen, wie Erbsen, Ackerbohnen und Lupine einzuordnen (vgl. z.B. Schumann, 2005; von Richthofen, 2005).

Miscanthus (Chinaschilf)

Miscanthus (*Miscanthus spec.*) ist eine perennierende C4-Pflanze, die zu der Familie der *Poaceae* gehört und die ursprünglich aus Asien stammt. Von den verschiedenen *Miscanthus* Arten wird in diesem Bericht nur der Hybrid *Miscanthus × giganteus*, auch bekannt als Chinaschilf, hinsichtlich der Anbaueignung für die Biomasseproduktion vorgestellt. Dieser sehr ertragfähige Hybrid wurde speziell für die energetische Nutzung gezüchtet.

Miscanthus ist nach wie vor wenig verbreitet: die Anbauflächen wurden bei einer Erhebung 2006 auf etwa 325 ha in Deutschland und rd. 69 ha in Bayern beziffert (Pude u. Bliesener, 2007). Es fehlen Erfahrungen zum großflächigen Anbau.

Miscanthus wird als Dauerkultur angebaut, was gleichzeitig eine langfristige Bindung der Standortnutzung verlangt. Prinzipiell kann *Miscanthus* auf allen Standorten, die für Mais geeignet sind, angebaut werden (DLZ Agrarmagazin, 2006) und bis zu 20 Jahre geerntet werden (Dany, 2006). Als Energiepflanze hat *Miscanthus* wegen seines guten energetischen Ertrags ein hohes Energiepotenzial. *Miscanthus* bietet verschiedene energetische Verwertungsmöglichkeiten: es kann verbrannt oder in Biogasanlagen fermentiert werden. Eine weitere Verwertung ist die Verflüssigung in *Biomass-to-Liquid* Verfahren (BTL), aber diese Verwendung ist derzeit noch weit von der Praxisreife entfernt (Pude u. Bliesener, 2007). Mit Trockenmasseerträgen von 15 bis 20 t ha⁻¹ unter guten Bedingungen, was eine Menge an Heizöl-Äquivalent von 5.500 bis 8.000 l ha⁻¹ entspricht, hat *Miscanthus* das höchste Potenzial an Trockensubstanzbildungsvermögen aller Energiepflanzen. Da der Anbau des Weiteren auch einen geringen Energieaufwand erfordert, d. h. geringe Düngung, wenig Pflanzenschutz und geringe Bodenbearbeitung, ist das Verhältnis zwischen Energieinput und Energieoutput vergleichsweise gut (Falzberger, 2012).

Unter *Miscanthus* erhöht sich der Humusgehalt des Bodens, da sowohl eine relativ große Menge an nicht erntefähigem Blattabfall auf der Fläche verbleibt, als auch zusätzlich verbleibende Stoppelreste und der hohe Rhizom- und Wurzelanteil, dazu beitragen (Reinhardt u. Scheurlen, 2005). Zu Beginn der Bestandsetablierung führt der hohe Reihenabstand zu einem späten Bestandsschluss und damit zu einem erhöhten Erosionsrisiko, das sich jedoch bei mehrjähriger Bedeckung durch die Ausbildung einer starken Multschicht und zusätzlichem Erosionsschutz durch herabfallende Blätter deutlich reduziert (Rode *et al.*, 2005). Der Erntezeitpunkt im Spätwinter / Frühjahr kann außerdem zu Beeinträchtigungen des Bodens führen, falls die Tragfähigkeit des Bodens unzureichend ist. Das Befahren des beernteten Feldes kann dann zu Schadverdichtungen führen. Insgesamt ist ein relativ geringer Einsatz von Düngemitteln erforderlich. Die Nährstoffe werden im Winter in die Rhizome verlagert und dort gespeichert. Dadurch besteht nur ein geringes Auswaschungsrisiko von Nährstoffen ins Grundwasser. Auch der Herbizideinsatz kann niedrig gehalten werden, lediglich im ersten und zweiten Jahr bei der Bestandsetablierung sind Pflanzenschutzmaßnahmen nötig. Aufgrund der geringen Wirkstoffmenge an Herbiziden und der seltenen Applikation besteht nur ein geringes Risiko des Eintrags ins Grundwasser.

Allerdings muss im Pflanzjahr und im darauf folgenden Jahr eine mechanische Unkrautbekämpfung erfolgen, wodurch es zu einem Rückgang der Arten der Ackerbegleitflora kommen kann. In den Hauptertragsjahren bildet sich dann eine ärmere Begleitvegetation heraus. Die Miscanthus-Kultur hat einen sehr hohen Wasserbedarf, was zu einer starken Ausschöpfung des Bodenwasserreservoirs während der Vegetationsperiode führen kann. Außerdem kann es zu einer Reduzierung der Grundwasserneubildung oder bei großflächigem Anbau sogar zu Grundwasserabsenkungen in den Speisungsgebieten kommen. Bei der Umstellung auf den Anbau von Miscanthus nach vorheriger anderweitiger Nutzung erfolgt eine erhebliche Veränderung der Biotopstruktur, der mikroklimatischen Bedingungen und der organischen Streuschicht. Für die Bodenfauna bietet Miscanthus aufgrund der ausgeprägten organischen Bodenaufgabe und der durch die Rhizome veränderten Bodeneigenschaften gute Lebensbedingungen. Aufgrund des bis in die Wintermonate dichten Bestandes bietet die Kultur einen Rückzugsraum für verschiedene kulturlandschaftstypischen Arten, insbesondere Hoch- und Niederwild. Hinsichtlich der Auswirkungen auf Feldvögel können aufgrund fehlender Vergleichsflächen noch keine abschließenden Bewertungen getätigt werden (Dziwiaty u. Bernardy, 2007).

Hirse

Unterschieden wird in Millet-Hirsen, kleinfrüchtige Körner liefernde Getreidearten und in Sorghum-Hirsen (*Sorghum spec.*), die Gruppe großkörniger Hirsearten. Beide gehören zur Familie der Süßgräser (*Poaceae*).

Hirse eignet sich für den Anbau auf trockeneren Standorten. Ein weiterer Vorteil von Hirse ist, dass selbst unter trockenen Wetterbedingungen weniger Ernteausfälle auftreten. Durch das TFZ STRAUBING (2007) wurden Anbauempfehlungen für Sorghum-Hirsen zur Nutzung in Biogasanlagen herausgegeben.

Zuckerhirse gedeiht am besten auf warmen Standorten mit leichten bis mittleren Böden und verträgt auch Trockenheit, kann aber wegen des späten Erntetermins zu einer starken Bodenverdichtung führen. Eventuell kann es zu einer Veränderung der Wurzeleigenschaften sowie der Streuschicht kommen. Zuckerhirse eignet sich aufgrund des hohen Nährstoffbedarfs für die Gülleverwertung, das Risiko einer Nitratauswaschung ins Grundwasser bleibt jedoch hoch. Pflanzenschutzmittel müssen nur in geringen Mengen ausgebracht werden. Auf einen Herbizideinsatz kann bei günstigen Wachstumsbedingungen der Kultur (späte Aussaat, warme Witterung) sogar ganz verzichtet werden (ibid.). Da das zu den Hirsen gehörende Sudangras häufig unter Parasiten leidet, kann bei einer Ausweitung im Anbau von einem zunehmenden Schädlingsbefall in unseren Breiten ausgegangen werden. Dies würde dann auch einen erhöhten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln nach sich ziehen. Hinsichtlich der Besiedlung durch Feldvögel konnten Siedlungsdichten von ca. 10 Revieren je 10 ha nachgewiesen werden (Brutvögel: Feldlerche, Heidelerche; Randsiedler: Wiesenschafstelze, Goldammer). Jedoch ist ein erfolgreiches Brutgesche-

hen aufgrund der zügigen Vegetationsentwicklung und der Unkrautbehandlung „fraglich“ (Dziewiaty u. Bernardy, 2007).

Sudangras

Sudangras (*Sorghum sudanense* auch *Sorghum x drummondii* genannt) ist ebenfalls eine perennierende C4-Pflanze und gehört zu der gleichen Familie wie Miscanthus. Dieses Gras stammt ursprünglich aus Ostafrika. Wie Mais benötigt das Sudangras warme Standorte, es verträgt die Trockenheit jedoch deutlich besser. Insgesamt ist die Pflanze anspruchslos und hat einen eher geringen Wasserbedarf. Es sollte nicht auf kalten, nassen und schweren Böden angebaut werden (TFZ, 2006). Die Trockenmasseerträge weisen je nach Standortbedingungen große Schwankungsbreiten auf (zwischen 10 und 15 t TM ha⁻¹). Zum Vergleich hat Silomais unter guten Bedingungen Trockenmasseerträge von maximal 15 bis 18 t TM ha⁻¹. Entsprechend schwankt der Methanertrag je Hektar für Sudangras zwischen 2.400 m³ (ibid.)⁹⁵ und 2.720 m³ ha⁻¹ (DLZ Agrarmagazin, 2008) und erreicht damit bei Weitem nicht den Methanertrag von Silomais, der bei etwa 5.400 bis 6.000 m³ ha⁻¹ liegt.

Für Sudangras als Energiepflanze gibt es bis jetzt wenige Anbauerfahrungen in Deutschland. Es ist bisher wenig verbreitet, jedoch testen einige Landwirte den Anbau von Sudangras für den Eigenverbrauch in ihren Biogasanlagen. Sudangras stellt durchaus eine interessante Kultur bei Fruchtfolgeproblemen dar, z.B. bei einem Befall der Maisschläge mit dem Westlichen Maiswurzelbohrer. Dieser eingewanderte Käfer ist bereits sporadisch in Bayern aufgetreten und lässt sich durch eine Kombination aus Fruchtfolgeauflagen im Umkreis der befallenen Schläge und Insektiziden gut bekämpfen. Ein Vorteil von Sudangras ist die einfache Saatgutausbringung der etwa pfefferkorngroßen Samen mit einer normalen Sämaschine für Mais. Die Ernte mit dem Feldhäcksler funktioniert ebenfalls unproblematisch. Auf Pflanzenschutz kann weitestgehend verzichtet werden, jedoch ist der Stickstoffbedarf eher hoch. Zu Schwierigkeiten kann die Frostempfindlichkeit von Sudangras führen. Als besonders vorteilhaft könnte sich die Trockenheitsresistenz von Hirse im Allgemeinen und Sudangras im Speziellen zukünftig herausstellen, vor allem in teilweise niederschlagsarmen Gebieten wie in den Landkreisen Würzburg oder Ansbach. Bereits seit etwa 18 Jahren findet der Anbau in kleinem Umfang im Gebiet um Würzburg als Zwischenfrucht bzw. anstelle von Silomais auf Grenzstandorten statt (Reichhardt *et al.*, 2005).

Topinambur

Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) stammt aus der Gattung der Sonnenblumen aus der Familie *Asteraceae*. In Europa wurde früher Topinambur als Nahrungspflanze kultiviert. Das Erntegut lässt sich zu Biogas oder Ethanol vergären oder zu Festbrennstoff verarbeiten. Als Ener-

⁹⁵ Berechnung bei einem Biogasertrag von 4.510 m³ ha⁻¹ (TFZ, 2006) und einem durchschnittlichen Methangehalt von Sudangras-Silage von 53,7 % (KTBL, 2005). Zum Vergleich, der Biogasertrag aus Mais-Silage liegt zwischen 10.000 und 11.100 m³ ha⁻¹.

giepflanze hat Topinambur zwei Vorteile: seine Mehrjährigkeit und seine hohen Biomasseerträge. Für die energetische Nutzung kann entweder das Kraut oder die Knolle verwendet werden: es ist möglich, einmal zu pflanzen und dann in den folgenden Jahren das Kraut zu ernten und die Knollen ab dem zweiten bis dritten Jahr nur auszudünnen (C.A.R.M.E.N., 2007). Je nach Standort, Sorte und Bedingungen sind zum Erntezeitpunkt (von Mitte September bis Mitte Oktober) Krauterträge von bis zu 20 t TM ha⁻¹ und Knollenerträge von bis zu 13 t TM ha⁻¹ zu erreichen (FNR, 2008). Die Vergärung des Topinamburkrautes in der Biogasanlage ergibt Methanerträge zwischen rd. 3.700 m³ ha⁻¹ (DLZ Agrarmagazin, 2008) und knapp 4.400 m³ ha⁻¹ (C.A.R.M.E.N., 2007)⁹⁶. Bei der Ethanolproduktion liegt der Flächenethanolertrag inulinreicher Topinambursorten in Deutschland zwischen 4.600 und 5.000 l ha⁻¹. Zum Vergleich liegt der Ethanolertrag aus der Zuckerrübe bei 6.200 l ha⁻¹ (FNR, 2008).

Derzeit gibt es für den Anbau von Topinambur sehr wenige Anbauerfahrungen. Eine Einschränkung der Etablierung könnte die Eigenschaft sein, dass Topinambur aus geringen Ernteresten in Folgekulturen sehr stark austreiben kann (ibid.).

Topinambur benötigt eine ausreichende Wasserversorgung. Schwere tonige, insbesondere vernässte, kiesige oder versauerte Böden sind ungeeignet (ibid.). Da Topinambur als mehrjährige Pflanze überdauert, kann die Bodenbearbeitung und somit das Erosionsrisiko vermindert werden. Nachteilig ist die Auswirkung auf einheimische Pflanzen, die durch Topinambur verdrängt werden können, weshalb sie auch als invasive Art eingestuft ist. Diese Eigenschaft könnte auch einen verstärkten Herbizideinsatz bei Kulturwechsel notwendig machen (ibid.). Hinsichtlich der Auswirkungen auf Feldvögel können aufgrund fehlender Vergleichsflächen noch keine abschließenden Bewertungen getätigt werden, jedoch wurde das Brüten von Feldlerche und Rebhuhn nachgewiesen. Als Randsiedler, die die Flächen zur Nahrungssuche aufsuchen, wurden Wiesenschafstelze, Goldammer, Dorngrasmücke und Sumpfrohrsänger auf den Flächen beobachtet (Dziewiaty u. Bernardy, 2007).

Weitere sonstige Energiepflanzen:

Es bestehen vereinzelt Bestrebungen, weitere Wildpflanzen und diverse neue Hybriden für den Anbau zur Biomassegewinnung, speziell zur Erzeugung von Biogas, zu etablieren. Zu diesen Pflanzen gehören beispielsweise exotische Knötericharten, wie der Japanische Stauden-Knöterich (*Fallopia japonica*). Außerdem der Sachalin-Knöterich (*Fallopia sachalinensis*) sowie deren Hybrid, der Bastard-Knöterich (*Fallopia × bohemica*). Diese Pflanzen gehören zu den problematischsten invasiven Arten, besonders entlang der Fließgewässer, und sind ein außerordentliches Problem für den Naturschutz.

⁹⁶ Berechnet aus einem Biogasertrag von ca. 8.140 m³ ha⁻¹ und einem Methangehaltes des Topinamburkrautes von 54 %. Zum Vergleich, der Biogasertrag für Silomais liegt bei etwa 8.900 m³ ha⁻¹.

In der jüngsten Vergangenheit wurde für den Anbau zur Biogasgewinnung eine Pflanze mit dem Markennamen „Rumex OK2“ empfohlen. Dahinter verbirgt sich eine aus der Ukraine stammende Kreuzung zweier Ampfer-Arten. Vom Anbau wird beispielhaft durch das schweizerische BUNDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT abgeraten (Bundesamt für Landwirtschaft, 2007). Aus der Familie der Korbblütler stammt die Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum* L.). Diese mehrjährige Pflanze ist in den Gemäßigten Breiten Nordamerikas beheimatet, gedeiht in Deutschland insbesondere auf trockenheitsanfälligen Standorten sehr gut. Durch die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) wurden entsprechende Anbauversuche zur Biomassegewinnung durchgeführt. Die Forschungen zur Silphie stehen jedoch erst am Anfang und die Pflanze wird nicht kommerziell angebaut.

Problematisch an Neophyten wie dem Japanischen Stauden-Knöterich und den anderen Knöterich-Arten ist, dass eine über das Feld hinausgehende Ausbreitung möglicherweise nicht einzudämmen ist und damit die heimische Tier- und Pflanzenwelt einer möglichen Beeinträchtigung ausgesetzt ist (vgl. einschlägige Literatur z.B. Gerber *et al.*, 2008). Da bisher wenige Erfahrungen bestehen, sollte die Forschung bezüglich möglicherweise invasiv auftretender Neophyten verstärkt werden und so sich ein Regelungsbedarf ergibt, entsprechende Verordnungen geschaffen werden.

Ökologischer Landbau und Zweikultur-Nutzungssysteme

Die Produktion der Kulturen Silomais, Sudangras, Zuckerhirse, Topinambur, Getreide-GPS sowie Grünroggen erfolgt meist im konventionellen Anbau. Eine ökologische Produktion für Biogas ist insgesamt wenig verbreitet (Anspach u. Möller, 2007), allerdings werden auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben auch die Energiepflanzen nach diesen Kriterien angebaut.

Im Zusammenhang mit der Befürwortung von Kulturen und Verfahren mit hohen flächenbezogenen CO_{2äq}-Einsparungen und niedrigen CO_{2äq}-Vermeidungskosten sind insbesondere Zweikultur-Nutzungssysteme zu erwähnen. Diese sind vor allem der Anbau von Ganzpflanzensilage (z.B. Wintergerste, Winterroggen, Winterweizen) mit nachfolgendem Mais oder Sudangras. Solche Zweikultur-Nutzungssysteme sind in Abhängigkeit vom Ausgangszustand und Artinventar des betreffenden Raumes unterschiedlich einzuschätzen. Es ist zu bedenken, dass es u. U. zu Störungen empfindlicher Arten (z.B. der Wiesenweihe) durch häufigeren Maschineneinsatz und erhöhte Zahl der Bearbeitungsgänge, sowie durch vorgezogene Erntetermine kommen kann und sich insgesamt der Herbizideinsatz erhöhen kann. Diese Beeinträchtigungen können in Wiesenweihen-Gebieten, wie etwa dem „Nördlinger Ries“ so weit reichen, dass das Zweikultur-Nutzungssystem artbedrohenden Charakter annimmt (Bauer, 2007).

Im Folgenden wird im Zuge der Gesamtbetrachtung nachwachsender Rohstoffe zur energetischen Verwertung näher auf die Bereiche Waldrestholz und Kurzumtriebskulturen eingegangen.

Waldrestholz

Als Waldrestholz werden alle Holzrückstände bezeichnet, die bei der Holzernte und bei Durchforstungsmaßnahmen anfallen. Dazu zählen Schwachholz (Stämme von 7 bis 20 cm Durchmesser) und Waldrestholz aus dem Schlagabraum (Kronenderbholz, Reisholz und Rinde). Etwa 31 % der Fläche Deutschlands ist bewaldet (rd. 11,1 Mio. ha), (BMELV, 2004). Die Waldfläche Bayerns umfasste zum Stand der zweiten Bundeswaldinventur (BWI²) 36,3 % der Landesfläche, was 2.558.461 ha ausmacht (ibid.). Das Holzaufkommen umfasst etwa 5,7 Mio. t a⁻¹, wovon ca. 3,7 Mio. t als Energiehölzer verarbeitet werden, die einer energetischen Verwertung in Feuerstätten und Biomasseheizkraftwerken zugeführt werden (StMELF, 2007).

Im Rahmen der BWI² erfolgte 2001/2002 erstmalig die Erfassung der Totholzbestände im deutschen Wald. Im Durchschnitt liegen im deutschen Wald 11,5 m³ Totholz je ha Holzboden. Entscheidend für die Menge an Totholz im Wald sind insbesondere die Intensität von Stürmen, sowie die Baumartenzusammensetzung des Waldes, die Vorratshöhe, die Intensität der Erschließung und die Situation am Holzmarkt. In Bayern liegen laut der BWI² rd. 12,9 m³ Totholz je ha Holzboden (BMELV, 2004). Da 2002 Waldrestholz erstmalig erfasst wurde, bleibt abzuwarten, ob sich dessen Anteil bis zur nächsten Bundeswaldinventur 2011/12 verändern wird.

Verbleibt Holz bzw. Waldrestholz ohne Nutzung im Wald, entwickelt sich daraus ökologisch wertvolles Totholz. Erfolgt eine energetische Nutzung von Waldrestholz (Kronenderbholz, Reisholz, Rinde), so ergeben sich ein Entzug von Nährstoffen und eine Veränderung der Streulage des Waldbodens, abhängig vom Umfang der Nutzung und vom Umfang des Verbleibs an Restholz im Bestand. Im Falle einer vollmechanisierten Bereitstellung von Hackschnitzeln und der damit verbundenen Entfernung von Laub, Nadeln und Feinreisig aus dem Bestand kommt es ebenfalls zum Nährstoffentzug und einer Veränderung der Streulage des Waldbodens. Außerdem entsteht durch die vollständige Entfernung der Bäume (Ganzbaumentnahme) und der Entnahme des Schlagabraumes der Eindruck eines „besenreinen“ Waldes. Stehendes wie liegendes Totholz nimmt eine wichtige Rolle im Ökosystem Wald ein. In Mitteleuropa leben ca. 1.350 totholzbewohnende und holzabbauende Käferarten sowie etwa 1.500 Großpilzarten in und am Totholz (LWF, 2004). Als naturschutzfachlich besonders wertvoll sind sog. Biotopbäume anzusehen. Zu diesen gehören Höhlenbäume, Horstbäume und u. a. uralte Bäume sog. „Methusalems“. Eine Reihe von hoch spezialisierten Tier-, sowie Moos- und Flechtenarten sind auf die Lebensräume in und an Biotopbäumen angewiesen. Beispielsweise bewohnt der nach FFH-Richtlinie geschützte Eremit – eine große Käferart – Mulmhöhlen in Bäumen. Eine andere vom Aussterben bedrohte Käferart, der Veilchenblaue Wurzelhalsschnellkäfer, benötigt Stammhöhlen mit Bodenkontakt (ibid.). Sollten Biotopbäume und Totholz verstärkt aus dem Wald entfernt werden, ist von einem direkten negativen Einfluss auf totholzgebundene Arten und indirekten Einfluss auf die gesamte Biozönose im Wald auszugehen (ibid.).

Kurzumtriebskulturen

Von besonderer Relevanz für eine Möglichkeit der zukünftigen energetischen Holznutzung im sich überschneidenden Bereich der Land- und Forstwirtschaft sind Kurzumtriebskulturen. Im Folgenden findet die Definition der BAYERISCHEN LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT (2012) Verwendung: „Unter Kurzumtriebskulturen versteht man Anpflanzungen von schnellwachsenden und stockausschlagfähigen Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen mit einer sehr kurzen Umtriebszeit.“ (LWF, 2012). In Kurzumtriebskulturen werden hauptsächlich die Gehölze Weide (*Salix spec.*) und Pappel (*Populus spec.*), insbesondere züchterisch bearbeitete Sorten der Aspe und der Balsampappel, angebaut (LWF, 2005). Dabei umfasst eine Kurzumtriebskultur zwei Produktlinien: Energieholz und Industrieholz. Hier wird nur die Linie Energieholz in Betracht gezogen, mit durchschnittlichen Umtriebszeiten zwischen 3 und 6, und in Bayern max. 20 Jahren (Oldenburg, 2007). Die Bestände werden primär angelegt, um Holzhackschnitzel zu erzeugen.

Die aktuelle Verbreitung von Kurzumtriebskulturen wurde durch die Auswertung von InVeKoS-Daten ermittelt. Nach Angaben von HAUK (2011) repräsentiert die Fläche mit Kurzumtriebskulturen in Bayern im Jahr 2011 rd. 480 ha die sich auf 357 Besitzer verteilen.⁹⁷

Die Anlage von Kurzumtriebskulturen ist keine wirklich neue Kulturform, da sie an die historische Niederwaldbewirtschaftung angelehnt ist. Kurzumtriebskulturen unterscheiden sich jedoch von diesen Niederwäldern insofern, als dass gezüchtete Klone verschiedener Baumarten verwendet werden. Diese sind hauptsächlich Zuchtsorten der Westlichen Balsampappel (*Populus trichocarpa*), der Zitterpappel (*Populus tremula*), auch Espe oder Aspe genannt, und der Korbweide (*Salix viminalis*). Darüber hinaus haben sie sich in einem anderen Kontext entwickelt. Die ersten Versuche mit Kurzumtriebskulturen Ende der 60er und Anfang der 70er Jahre entstanden aus Furcht vor einer Holzknappheit bei der schwachholzverarbeitenden Zellstoff- und Plattenindustrie. Die Verwendung zur Energieerzeugung entwickelte sich mit den Ölkrisen der 70er Jahre. Entscheidend waren nachher die Überproduktion an Nahrungs- und Futtermitteln in der EU und die damit verbundene Erhöhung des Anteils von stillgelegten landwirtschaftlichen Flächen. Schließlich forderten die verstärkten Bemühungen zum Einsatz nachwachsender Rohstoffe in Anbetracht des Klimawandels und die Suche nach regenerativen Energiequellen neue Nutzungsmöglichkeiten für die stillgelegten Flächen.

Kurzumtriebskulturen unterscheiden sich von der konventionellen Landwirtschaft in mehrfacher Weise. Die Begründung erfordert eine hohe Investitionssumme. Außerdem zeichnen sie sich durch einen langen Produktionszeitraum und unregelmäßige Zahlungsströme aus. Deshalb wird häufig eine jährliche endliche Rente oder Annuität und nicht der Deckungsbeitrag als Erfolgsgröße ausgewiesen (Bemmann *et al.*, 2006). Kurzumtriebskulturen können unter gewissen Bedingun-

⁹⁷ Gesamtfläche an Kurzumtriebskulturen in Bayern: 2007: 30 ha; 2008: 136 ha; 2009: 189 ha; 2011: 478 ha (Hauk, 2011).

gen, insbesondere geringen Kosten, wirtschaftlich besser als andere landwirtschaftliche Kulturen abschneiden (Liebhard, 2007).⁹⁸ Bei steigenden Energie- und Holzpreisen werden sich diese Ergebnisse noch verbessern. WAGNER *et al.* (2006) kommen zu dem Schluss, dass sich die Anlage von Kurzumtriebskulturen auf besseren Standorten eher eignet als auf mittleren Standorten. Generell ist darauf hinzuweisen, dass die betriebliche Festlegung für einen 20-jährigen Zeitraum oder auch länger in vielen landwirtschaftlichen Familienbetrieben eine psychologische Hemmschwelle darstellt, insbesondere bei hohen regionalen Pachtpreisen und / oder Kaufwerten für Acker- und Grünland. Aus landwirtschaftlicher Sicht ist die Umwidmung von landwirtschaftlich genutzter Fläche in Wald mit einigen fördertechnischen und rechtlichen Nachteilen verbunden, insbesondere einem Bodenwertverlust, so dass eher schwierig zu bewirtschaftende Flächen (z.B. hängige Lagen) für eine Umnutzung in Frage kommen, die aber wieder zur Anlage von Kurzumtriebskulturen wenig geeignet sind.

Für die Anpflanzung von Kurzumtriebskulturen kommen z.B. Flächen mit guter Wasserversorgung in Frage, die nicht mehr landwirtschaftlich genutzt werden. Bei der Bestandsetablierung können einige negative Auswirkungen auf Natur und Landschaft auftreten. Es muss ein Voraufmittel unmittelbar nach dem Abstecken (Einsetzen der Stecklinge) aufgebracht werden, um die Begleitvegetation für ca. sechs Wochen zurückzuhalten. Ebenso muss ein Totalherbizid auf der zum Anbau vorgesehen Fläche aufgebracht werden. Ein großer Reihenabstand führt zu einem späten Bestandsschluss und damit zu einem erhöhten Wind-/ Wassererosionsrisiko (Reinhardt u. Scheurlen, 2005), der bei mehrjähriger Bedeckung durch die Ausbildung einer starken Mulchschicht z.B. durch herabfallende Blätter jedoch reduziert wird (BMELV, 2002). Ebenso kommt es anfangs zu einem Artenrückgang innerhalb der Ackerbegleitflora, da diese mechanisch reduziert werden muss.

In der Folgezeit des Heranwachsens kann auf weiteren Herbizideinsatz oder mechanische Unkrautbekämpfung verzichtet werden und es stellt sich eine artenreiche Begleitflora ein (Reinhardt u. Scheurlen, 2005). Daher besteht auch ein geringes Eintragsrisiko von Schad- oder Nährstoffen in den Boden oder ins Grundwasser. Auch eine Belastung der Oberflächengewässer ist nicht zu erwarten. Durch die Baumwurzeln wird der Bodenerosion vorgebeugt, außerdem steigt der Humusgehalt im Boden durch das Ausbleiben der Bodenbearbeitung an. Das Bodenverdichtungspotenzial verringert sich, da die Flächen nur etwa alle 3 – 7 Jahre zur Ernte befahren werden. Daher kann eine höhere mikrobielle Biomasse in den aufgeforsteten Oberböden entstehen.

⁹⁸ Dabei ist zu beachten, dass die kalkulatorischen Gewinne der Kurzumtriebskulturen jeweils mit dem wirtschaftlichen Ergebnis konkurrierender Flächennutzungsverfahren, wie dem Marktfruchtbau, verglichen werden müssen. So kann insbesondere bei hohen Preisen der Getreideanbau auf guten Standorten den Kurzumtriebskulturen wirtschaftlich überlegen sein.

Durch Kurzumtriebskulturen können neue Biotopstrukturen entstehen, die auch zur Ergänzung von Biotopverbundsystemen beitragen können. Bei entsprechender Anlage ist eine Ausbildung niederwaldartiger Biotopstrukturen möglich, die jedoch im Vergleich i. d. R. artenärmer als natürliche Wälder bleiben. Bei Verzicht auf Herbizide steigt die Biodiversität der Flora. Seltene, lichtliebende Ackerwildkräuter werden jedoch verdrängt. Im Vergleich zu Ackerstandorten treten höhere Artenzahlen z.B. von Vögeln, Spinnen, Käfern und Insekten auf. BLICK & BURGER (2002) untersuchten beispielsweise die spezifischen Auswirkungen auf Spinnentiere. In Feuchtgebieten kann es zu einem Wasserentzug durch Kurzumtriebskulturen mit schnellwachsenden Hölzern kommen, die einen sehr hohen Wasserverbrauch haben, insbesondere durch Weiden.

Im Hinblick auf das Landschaftsbild muss die jeweilige Ausgangssituation vor Ort berücksichtigt werden. In strukturarmen Landschaften mit großen Schlägen, die überwiegend ackerbaulich geprägt sind, kann eine Kurzumtriebskultur einen Beitrag zur Strukturierung des Landschaftsbildes und Verbesserung des Biotopverbundsystems leisten. In strukturierten, kleinteiligen Landschaften oder in solchen mit ausgeprägten Sichtbezügen wirken sich Kurzumtriebskulturen mit ihren Wuchshöhen von bis zu sieben Metern eher als Sichthindernisse aus (Rode *et al.*, 2005). Darüber hinaus können die durch die Erntetechnik entstehenden abrupten Wechsel zwischen hohen und niedrigen Beständen als störend empfunden werden. Die Anlage von Kurzumtriebskulturen auf geschützten Flächen nach dem Bayerischen Naturschutzgesetz (BayNatSchG) ist verboten (sog. 13d-Flächen).

Bei der Ernte von Kurzumtriebskulturen kann es wiederum zu Schadverdichtung des Bodens kommen, die jedoch von der Erntetechnik abhängig ist. Wird mechanisiert geerntet, erhöht sich das Bodenverdichtungspotenzial. Durch Erntezeitpunkte in den Wintermonaten wird die Vogelbrut nicht beeinträchtigt (Reinhardt u. Scheurlen, 2005).

Der nachfolgende Abschnitt widmet sich der Gefährdung von Grünlandflächen im Zuge der Zunahme des Anbaus nachwachsender Rohstoffe und daran gebundenen Umweltauswirkungen.

5.2 GRÜNLANDGEFÄHRDUNG UND EXTENSIVE GRÜNLANDNUTZUNG

Eine Reihe von politischen Instrumenten soll den Grünlandumbruch begrenzen bzw. verhindern. So werden Landwirte gemäß der EU *Cross Compliance*-Verordnung verpflichtet, ihre Flächen in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand zu halten. Dies beinhaltet auch, den Anteil des Grünlandflächenanteils stabil zu halten. Darüber hinaus gewähren gezielte Programme aus der zweiten Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU (GAP), wie beispielsweise das Vertragsnaturschutzprogramm (VNP) und das Bayerische Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) zusätzliche, jedoch auf Freiwilligkeit beruhende finanzielle Anreize zur Erbringung von Naturschutzleistungen.

Beispielhaft werden in der Untersuchungsregion „Ansbach“ die Auswirkungen des zunehmenden Anbaus nachwachsender Rohstoffe auf die wiesenbrütenden Vogelarten im Altmühltal,

im Gebiet des BayernNetz Natur-Projektes „WIESMET“, näher untersucht. Die politischen Steuerungsmaßnahmen werden bezüglich des Erhalts von extensivem Grünland und dem Schutz der Wiesenbrüter überprüft und mögliche Gründe für eine abnehmende Teilnahmebereitschaft seitens der Landwirte erörtert.

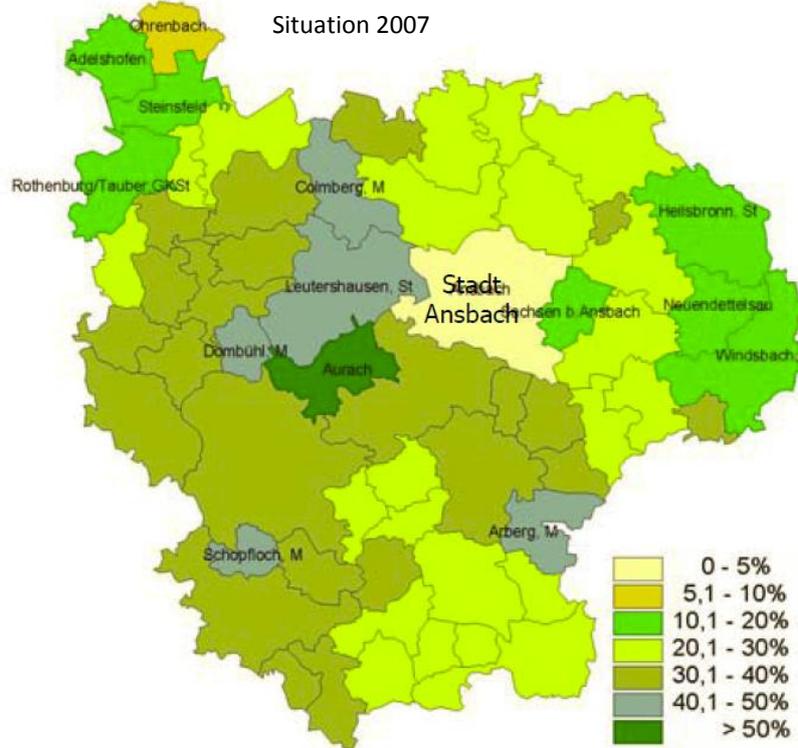
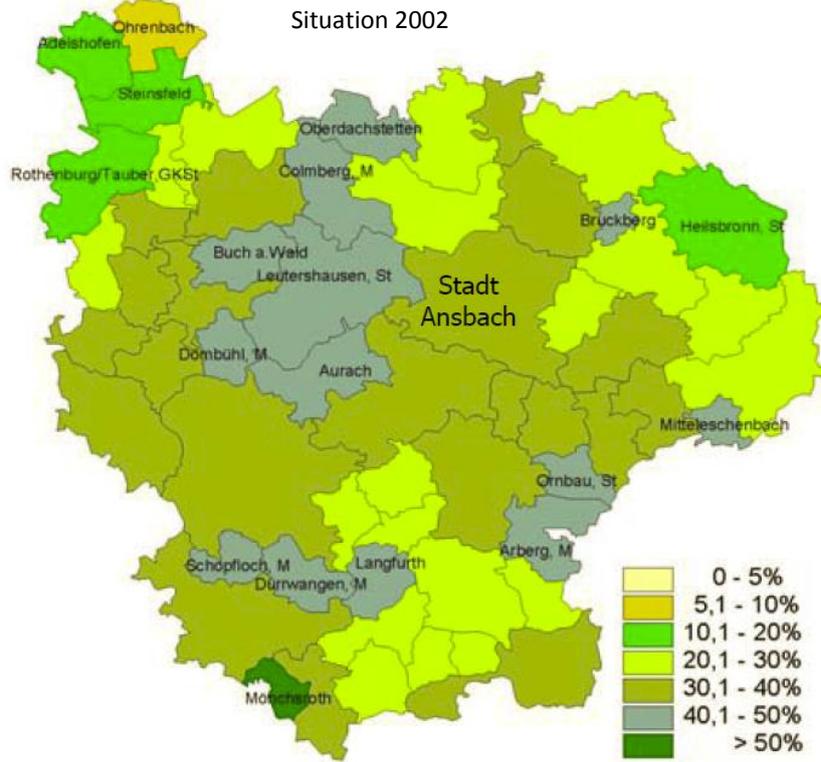
5.2.1 PROBLEMATIK DES GRÜNLANDVERLUSTES

Im Landkreis Ansbach ist in den letzten 25 Jahren ein deutlicher Verlust landwirtschaftlich genutzter Fläche von 6 % feststellbar (BayLfStaD, versch. Jahre). Da die Ackerfläche nahezu konstant blieb, ging der Flächenverlust nahezu vollständig zu Lasten der Dauergrünlandfläche. Somit ergibt sich ein hoher Verlust der Dauergrünlandfläche von 15 %. Zur Darstellung der Veränderungen der Anteile des Dauergrünlandes an der landwirtschaftlich genutzten Fläche werden Daten aus den Jahren 2002 und 2007 miteinander verglichen (vgl. *Abbildung 32*).

Zwischen 2002 und 2007 ist ein Verlust von rd. 4.000 ha Dauergrünland feststellbar. Der Flächenrückgang um 10 % des Dauergrünlandes entspricht einem Rückgang des Grünlandanteils an der landwirtschaftlich genutzten Fläche um 3 %. Somit werden, trotz umfänglichem Grünlandumbruch im Landkreis Ansbach die EU-Vorgaben zum Grünlandumbruch (*Cross Compliance-Verordnung*) noch nicht berührt. In der *Cross Compliance-Verordnung* wird geregelt, dass ab einem Rückgang des Grünlandanteils um mehr als 5 %-Punkte entsprechende Sanktionen durch den Freistaat Bayern ergriffen werden können.

Der Anbau nachwachsender Rohstoffe hat in den vergangenen Jahren stetig zugenommen. Bezüglich des Maisanbaus sind in der Untersuchungsregion „Ansbach“ eine moderate Zunahme der Silomaisflächen und der Rückgang von Körnermaisflächen festzustellen. Örtlich gibt es hohe Rapsanteile in der Fruchtfolge. Zwischen 2005 und 2007 hat sich der Rapsanbau in 20 Gemeinden mehr als verdoppelt. Insgesamt hat sich der Raps um 65 % im Landkreis Ansbach ausgedehnt. Allerdings besteht aus Fruchtfolgegründen eine Konkurrenzbeziehung zwischen dem Mais- und dem Winterrapsanbau. Eine Ausdehnung des Maisanteils über ein Drittel der Flächen führt in der Regel zu einer Verringerung des Winterraps-Anteils in der Fruchtfolge. Hier zeigt sich ein Verdrängungseffekt von Raps durch Silomais. Dieser ist jedoch im Vergleich zum Verlust an Dauergrünlandflächen von geringer Bedeutung für die Habitaterhaltung der wiesenbrütenden Vogelarten. Im Nord-Westen der Untersuchungsregion „Ansbach“ hat der Grünlandanteil so stark abgenommen, dass nicht nur der Silomais-, sondern auch der Rapsanbau zunahm.

Untersuchungsregion d) „Ansbach“



Quelle: eigene Darstellung nach Daten von (StMELF, versch. Jahre) in (Hübner u. Hoffmann, 2010a)

Abbildung 32: Grünlandanteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche 2002 und 2007.

5.2.2 AUSWIRKUNGEN AUF WIESENBRÜTENDE VOGELARTEN

Der Schutz der wiesenbrütenden Vogelarten in der Untersuchungsregion „Ansbach“ stützte sich auf das Wiesenbrüterprogramm, das in Art. 13d Abs. 3 des BayNatSchG verankert ist und jetzt Teil des Vertragsnaturschutzes (VNP) ist.

Im Rahmen des Wiesenbrüterprogramms wurden in den Jahren 1982, 1986, 1992, 1998 und 2006 die Brutbestände von Großem Brachvogel, Uferschnepfe, Rotschenkel und in deren Lebensräumen auch Bekassine, Wachtelkönig, Braunkehlchen, Wiesenpieper, Grauammer und Kiebitz (teilweise) bayernweit erfasst (LfU, 2008). Wesentliche Elemente des Wiesenbrüterschutzes sind Fördermaßnahmen für extensives Dauergrünland. Diese sollen die Grünlandstandorte einschließen, die von besonderem Interesse im Hinblick auf eine natur- und umweltverträgliche Landwirtschaft sind. Im Rahmen von Vertragsnaturschutz- und Kulturlandschaftsprogrammen werden naturschutzfachliche Auflagen finanziert (z.B. extensive Mähnutzung naturschutzfachlich wertvoller Flächen im VNP, Schnittzeitpunkt nach dem 1. Juli im KULAP). Eine Schwerpunktrolle spielt dabei der Schutz wiesenbrütender Vogelarten im Rahmen des WIESMET-Projektes.

Das WIESMET-Projektgebiet widmet sich dem Wiesenbrüterschutz im Altmühltal. Das Gebiet ist als Teil des Europäischen Schutzgebietsnetzes Natura 2000 als Fauna-Flora-Habitat-Gebiet (FFH Gebiet) sowie als *Special Protected Area*-Gebiet (SPA-Gebiet, Europäisches Vogelschutzgebiet) klassifiziert. Nach wie vor nehmen viele Landwirte im WIESMET-Gebiet an Maßnahmen, wie Mahd nach dem 1. Juli bzw. Verzicht auf Dünge- und Pflanzenschutzmittel, teil. Es wurden jedoch bereits extensiv genutzte Flächen aus dem VNP aufgrund von Engpässen bei der Futterbereitstellung wieder herausgenommen. Hier zeigt sich ein direktes Konkurrenzverhältnis zwischen der Futterproduktion und der Substratnutzung von Grünlandaufwuchs für Biogasanlagen. Innerhalb des WIESMET-Projektgebietes wird derzeit noch kein Umbruch von Dauergrünland vorgenommen, längerfristig ist dies aber nicht auszuschließen. Obwohl die Flächen für den Anbau nachwachsender Rohstoffe auf Ackerflächen und die gesetzlich geschützten Wiesenbrütergebiete nicht direkt zueinander in Konkurrenz stehen, treten indirekte Effekte auf, in dem beispielsweise das WIESMET-Gebiet stärker zur Grundfutterproduktion durch intensivere Grünlandnutzung herangezogen wird. Ein besonderes Problem des Erhalts der extensiven Flächennutzung im WIESMET-Gebiet stellt der obligatorische Verzicht auf die Gülle- und Gärrestausbringung dar, da außerhalb des Gebietes nicht genügend Ausbringflächen vorhanden sind.

Einen wichtigen Erfolgsfaktor zur positiven Entwicklung des Wiesenbrüterschutzes im WIESMET-Projektgebiet stellt die intensive Gebietsbetreuung durch den Landschaftspflegeverband dar.

5.2.3 TEILNAHME AN FÖRDERMAßNAHMEN ZUR EXTENSIVIERUNG AUF DAUERGRÜNLAND

Im WIESMET-Gebiet sind nach Aussagen von Vertretern der Unteren Naturschutzbehörde des Landkreises Ansbach die Vergütungssätze im VNP zwischen 2004 und 2007 um etwa 25 % zurückgegangen. Die Folge war allerdings kein starker Rückgang bei der Programmteilnahme, sondern eine hohe Fluktuation. Vereinzelt verlängern auch die Biogasbetriebe ihre VNP-Verträge noch, allerdings werden Flächen zur Gülleausbringung knapp. Schon jetzt haben einige Landwirte Probleme mit der Erfüllung der Düngeverordnung aufgrund von Flächenknappheit für die Ausbringung organischen Düngers. Es ist zu befürchten, dass es zu einer weiteren Verknappung der Ausbringungsflächen kommen wird und entsprechende VNP-Flächen gekündigt werden, insbesondere durch die Biogasbetriebe. Als besondere Schwierigkeit hat sich gezeigt, dass die meisten der angebotenen Extensivierungsmaßnahmen zwar für Grünlandstandorte interessant sind, für klassische Acker-Futterbau-Regionen wie im Landkreis Ansbach aber nur wenige Maßnahmen in Frage kommen.

Um in den kommenden Jahren die Teilnahmebereitschaft an KULAP und VNP zu verbessern, sind die Fördersätze gemessen an den Auflagen zu erhöhen und bürokratische Hemmnisse (z.B. Antragsstellung, Programmänderungen) abzubauen.

5.3 BIOGAS – BEWERTUNG DER UMWELTPROBLEME, DES SUBSTRATBEDARFES UND DER ANLAGENGRÖßEN

5.3.1 PROBLEMATIK DER REGIONALEN KONZENTRATION VON BIOGASANLAGEN

Aus den in Kapitel 2.4.2 dargestellten Zuwachsraten im Biogassektor bundesweit und in Bayern ist von einer weiteren Nachfragesteigerung nach NaWaRo-Substraten und mit einer damit einhergehenden Flächenintensivierung auszugehen. Diese erfolgt im Allgemeinen durch eine Verengung der Fruchtfolge, d.h. es werden weniger unterschiedliche Kulturen in Folge angebaut. Auffallend ist die Konzentration der Anlagenstandorte in den Gebieten, in denen ein hoher Anteil von Silomais an der Ackerfläche vorherrscht. Durch die Zunahme von Intensivkulturen wie Mais oder Raps kommt es zu einem gesteigerten Einsatz von Betriebsmitteln wie Dünger und Pflanzenschutzmitteln. Im Zuge dieser Intensivierung wird regional verstärkt Grünland umgebrochen.

Mit der Biogasnutzung können durch das Aufkommen von Silagesäften und die Ausbringung von Gärreststoffen Probleme für die Umwelt und den Naturschutz auftreten. Neben diesen direkten Wirkungen sind bestimmte Sekundär- und Folgewirkungen des Anbaus nachwachsender Rohstoffe bzw. der Erzeugung von Biogas besonders zu beachten, insbesondere durch:

- Konkurrenz und Verdrängungseffekte gegenüber der Nahrungs- und Futtermittelproduktion ggf. einhergehend mit einer Intensivierung;
- zusätzliche Erschließungen und höheres Verkehrsaufkommen zum Transport von Biomasse;

- Konkurrenz der Flächeninanspruchnahme für den Anbau nachwachsender Rohstoffe zu, vielfach durch AUM geförderte Extensivierungsmaßnahmen;
- Flächenkonkurrenz mit der im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung geforderten Bereitstellung von Kompensationsflächen;

Als Fallbeispiel zur Bewertung der Umweltprobleme, des Substratbedarfes und der Anlagengrößen wurde der Landkreis „Donau-Ries“ als Untersuchungsregion e) herangezogen. Nach einer Einführung der naturräumlichen und landwirtschaftlichen Situation wird die Biogas-Logistik sowohl für die Seite der Substratbereitstellung als auch für die Seite der Gärrestverwertung von Biogasanlagen beispielhaft erörtert. Dazu erfolgt zunächst eine Betrachtung der Entwicklungen in der Flächennutzung auf Ebene des Landkreises. Es folgt eine Bestandsaufnahme der im Landkreis etablierten Biogasanlagen inklusive der installierten Anlagenleistungen. Diese werden mit Aussagen zur räumlichen Verteilung und bestehenden Konzentrationsbereichen ergänzt. Im Anschluss wird die tatsächliche und potenzielle Substratbereitstellung im Landkreis berechnet, wobei insbesondere auf die Tierproduktion und die anfallende Gülle eingegangen wird. Dazu werden drei Szenarien entwickelt und bewertet.

5.3.2 DER BIOGASSEKTOR IN DER UNTERSUCHUNGSREGION

Landwirtschaftliche Rahmenbedingungen – Flächennutzung und Viehzahlen

Die Flächennutzung unterliegt einer kontinuierlichen Entwicklung und zeigt sich langfristig in einem Verlust von landwirtschaftlich genutzter Fläche, wie in Kapitel 0 gezeigt werden konnte.

In der Untersuchungsregion e) „Donau-Ries“ erreichte der Verlust landwirtschaftlich genutzter Fläche 2007 rd. 5 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche von 1983 und entspricht damit einem Flächenumfang von ca. 500 ha. Aufgrund des starken Rückgangs der Dauergrünlandfläche um 19 % konnte die Ackerfläche auf einen Anteil von 78 % leicht ausgedehnt werden. Im Vergleich zu den anderen Untersuchungsregionen zeichnete sich „Donau-Ries“ schon in der weiteren Vergangenheit, d.h. im Zeitraum zwischen 1982 und 2002, durch einen starken Grünlandumbruch aus. In mehr als der Hälfte der Gemeinden ging das Grünland um mehr als 25 % zurück. Für 2009 wird ebenfalls von umfangreichem Grünlandumbruch berichtet (Geitner, 2008). Möglicherweise befürchten Landwirte, dass zukünftig der Grünlandumbruch stärker beschränkt wird und sie daher einem Umbruchverbot zuvorkommen wollen.

Einen hohen Stellenwert nimmt der Maisanbau in der Region „Donau-Ries“ ein. Wie die langfristige Betrachtung in *Anhangsabbildung 4* zeigt, wurde bereits Ende der 80er Jahre aufgrund des hohen Viehbesatzes (v. a. Bullenmast) sehr viel Mais in der Untersuchungsregion e) „Donau-Ries“ angebaut, mit Werten über 13.000 ha. Ab 2005 nahm der Maisanbau trotz des beständigen Rückgangs der Tierzahlen deutlich zu. 2008 erreichte der Maisanteil mit durchschnittlich über 25 % der Ackerfläche seinen bisherigen Höchststand. Die Zunahme der Biogasanlagen hat seit 2004 wesentlich zur Ausdehnung des Silomaisanbaues beigetragen. In der Gesamtphase der

starken Biogasentwicklung im Landkreis Donau-Ries ab 2004 bis ins Jahr 2008 dehnte sich der Silomaisanbau um zusätzliche 3.324 ha aus. Unter Einbezug eines leichten Rückgangs des Körnermaisbaus um 176 ha summiert sich die zusätzliche Maisanbaufläche auf 3.148 ha (Geitner, 2008).

Die Viehhaltung hat in der Untersuchungsregion e) „Donau-Ries“ traditionell einen hohen Stellenwert. Vor allem bei den Vollerwerbsbetrieben ist die Viehhaltung in nahezu jedem Betrieb verankert. Jedoch besteht seit den 80er Jahren, wie in ganz Bayern, ein starker Trend zur Aufgabe der Viehhaltung, was zu einem deutlichen Rückgang der Tierzahlen geführt hat (vgl. *Anhangsabbildung 5 a*). Die Zahl der Viehalter ging jedoch wesentlich stärker zurück (vgl. *Anhangsabbildung 5 b*), d. h. die verbliebenen Viehalter haben ihre Bestände erheblich aufgestockt. Insbesondere in den letzten Jahren steht dieser Strukturwandel im Zusammenhang mit der Neuorientierung der Betriebe hin zum Anbau nachwachsender Rohstoffe und der Biogasproduktion. Die Viehdichte liegt auf Grund des Rückgangs seit den 80er Jahren mit 97 Rindern je 100 ha landwirtschaftlich genutzter Fläche im mittleren Bereich. Bei Schweinen wird mit 293 Schweinen je 100 ha jedoch einer der höchsten Werte in Bayern erreicht (BayLfStaD, versch. Jahre). Im Jahr 2007 wurden etwa 19.000 Milchkühe, 21.000 Mastbullen (ab 6 Monate), 17.000 Zuchtsauen und 62.000 Mast-schweine gehalten (ibid.). Die anfallenden beträchtlichen Güllemengen lassen sich potenziell zur Biogasproduktion nutzen. In *Anhangstabelle 11* sind die produzierten Güllemengen im Landkreis Donau-Ries angegeben, die die Grundlage der anschließenden Potenzialabschätzung bilden.

Regionale Etablierung der Biogasanlagen und Konzentration der Anlagenstandorte

Im Landkreis Donau-Ries wurden 2009 ca. 70 Biogasanlagen betrieben. Gemessen am produzierten elektrischen Strom liegt der Landkreis Donau-Ries auf dem Spitzenplatz innerhalb Bayerns und erreicht auch im bundesweiten Vergleich eine hohe Anlagenleistung je Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche.

Abbildung 33 zeigt die Entwicklung der Biogasanlagen im Landkreis Donau-Ries seit 1997. Ein sprunghafter Anstieg ist in den Jahren 2003 bis 2005 im Zuge der ersten Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) festzustellen. Aufgrund hoher Substratpreise kam es 2008 vorübergehend zu einem Stillstand bei der Neuerrichtung. Nach der erneuten Novellierung des EEG zum Jahresbeginn 2009 wurden weitere fünf Biogasanlagen errichtet.

Neben der hohen Anlagenzahl ist auch die Leistung pro Anlage überdurchschnittlich hoch. Die kontinuierliche Steigerung der Anlagenleistungen in der Vergangenheit führte zu einer Anlagengröße von rund 380 kW_{el}, verglichen mit der durchschnittlichen Leistung aller Anlagen in Bayern von rund 190 kW_{el} (Keymer, 2007)

. Die überdurchschnittlichen Anlagengrößen in Form von Gemeinschaftsanlagen wurden aufgrund einer Reihe von Vorteilen durch die beratenden Ämter favorisiert. Neben der Kosten-

degression (bis 500 kW_{el}) bietet sich eine effektive Nutzung der Abwärme an. 11 Gemeinschaftsanlagen nutzen die anfallende Wärme (Informationsstand 2007). Es existieren 3 – 4 größere Nahwärmenetze und Industriegebiete bzw. Großabnehmer (Klärschlamm-trocknungsanlage, Einrichtung für Menschen mit Behinderung etc.), die mit Wärme aus Biogasanlagen versorgt werden. Derzeit besteht in der Untersuchungsregion „Donau-Ries“ insbesondere aufgrund der gewachsenen Rechtssicherheit zur Gaseinspeisung ein Trend hin zu Großanlagen im Leistungsbereich um 500 kW_{el}.

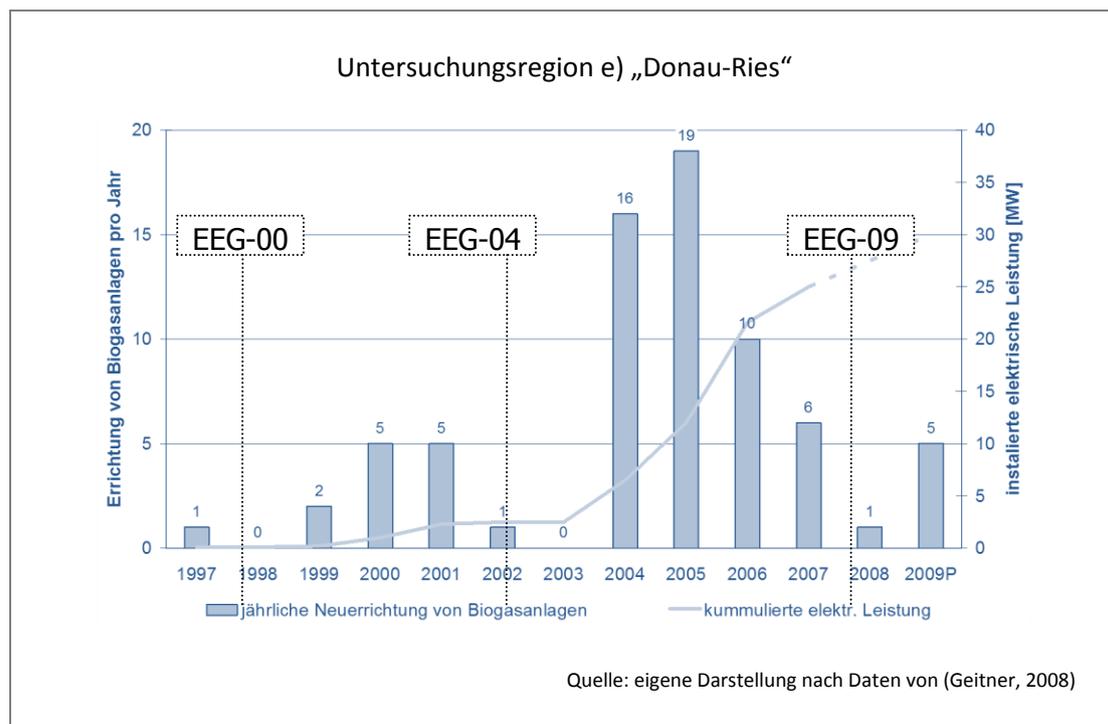


Abbildung 33: Jährliche Neuerrichtung von Biogasanlagen im Landkreis Donau-Ries und kumulierte elektrische Leistung 1997 – 2009.

In der Untersuchungsregion „Donau-Ries“ ist die Konzentration der Biogasanlagen sehr regionsspezifisch. Zwei Hauptregionen der Biogasproduktion haben sich herausgebildet (vgl. *Abbildung 34*). Zum einen ist die Region in und um das „Nördlinger Ries“ und zum anderen die Region um die Stadt Rain im Süd-Osten des Landkreises zu nennen.

Die regionale Verteilung der Anlagenstandorte hängt dabei stark von den landwirtschaftlichen Ertragsbedingungen ab. Dies schlägt sich wiederum in regional sehr unterschiedlichen Substrat- und Pachtpreisen nieder. Zu gleichen Aussagen kommen auch EMMANN *et al.* (2011).

- Das „Ries“ zeichnet sich beispielsweise durch seine hervorragenden Silomaiserträge von über 200 dt TM ha⁻¹ aus.
- Im „Jura“ gibt es keine Gunstlagen und die Silomaiserträge liegen im Schnitt bei 135 dt TM ha⁻¹. Hier herrschen auch eher moderate Substratpreise, trotz großer Anlagen. Die Milchviehhaltung spielt eine größere Rolle.

Substratbereitstellung für Biogasanlagen

Tierische Exkrememente stellen eine wichtige Substratgruppe bei der Biogasproduktion dar. Für die Untersuchungsregion e) „Donau-Ries“ wurde daher das Energiepotenzial der im Landkreis anfallenden Gülle untersucht. Die Berechnungen zum Gülleanfall unter den gegebenen Bedingungen sind in *Anhangstabelle 11* zusammengefasst.

Bei einer installierten Leistung der Biogasanlagen von insgesamt 25 MW_{el} und einer Energielieferung der im Landkreis anfallenden Rinder- und Schweinegülle von maximal 6,89 MW_{el} könnte rd. 28 % der installierten Leistungskapazität durch Gülle gedeckt werden. Das setzt voraus, dass die gesamte anfallende Gülle zu den Biogasanlagen geliefert und auch effizient verwertet werden kann. Dabei wurden ein elektrischer Wirkungsgrad von 34 % und eine jährliche Anlagenlaufzeit von 7.000 h zu Grunde gelegt. Somit zeigt sich, dass selbst bei voller Nutzung die Gülle nur einen begrenzten Beitrag zur Biomasse-Energie beitragen kann. Ein stärkerer Gülleeinsatz in Biogasanlagen ist sowohl massenmäßig als auch logistisch eingeschränkt. Bei derzeit 1.898 landwirtschaftlichen Betrieben mit Viehhaltung (BayLfStaD, versch. Jahre) und 65 Biogasanlagen sowie der Annahme von durchschnittlich je zehn zuliefernden Betrieben, ergibt sich in etwa ein Verhältnis von drei zu eins. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt dürfte maximal ein Drittel der Gülle tatsächlich in Biogasanlagen verwertet werden. Dennoch fällt insgesamt genug Gülle an, so dass bei vollständiger Nutzung in Biogasanlagen fast alle bestehenden Anlagen in den Genuss des Gülle-Bonus gemäß der novellierten Fassung des EEG-09 kommen könnten. Der Gülle-Bonus von 4 Ct je kWh_{el} wird für die gesamte erzeugte Energie gewährt, wenn mindestens 30 Masseprozent des Substrates aus Gülle besteht. Neben Gülle hat üblicherweise die Maissilage die größte Bedeutung als Biogas-Substrat. Nach Angaben von BSCHOR (2008) verteilen sich die Anbauflächen von Biogas-Substraten zum Stand 2007 auf 65 % Silomais, 24 % GPS und 11 % Grassilage.

Auf Grundlage der Maisanbau- und Grünlandfläche im Landkreis Donau-Ries und dem Bedarf der Milchviehhaltung bzw. Bullenmast, kann eine Bilanz zur Verfügbarkeit von Silomais für die Verwertung in Biogasanlagen erstellt werden. Die Flächenverfügbarkeit wurde in drei hypothetischen Szenarien („Referenz“, „Intensiv“ und „Maximal“) nach unterschiedlichen Silomaisanteilen an der Ackerfläche erstellt (vgl. *Tabelle 14*).

Aufbauend auf der Kalkulation des Flächenbedarfs der Tierproduktion und der Verfügbarkeit für Biogasanlagen wurden innerhalb der drei Szenarien („Referenz“, „Intensiv“ und „Maximal“) unterschiedliche Gülleanteile berechnet (vgl. *Tabelle 15*).

Tabelle 14: Flächenbedarf der Tierproduktion und Verfügbarkeit für Biogasanlagen in der Untersuchungsregion „Donau-Ries“.

	Flächenbedarf pro Jahr (ha a ⁻¹)	Tiere	Fläche (ha)	Flächennutzungsverhältnis Futter / Biogas (%)
Grünland – Kuh	0,4 ha Grünland a ⁻¹	19.019	7.608	48,2 %
Verfügbar für Biogas	Grünland	–	8.167 ha	51,8 %
Silomais – Bulle	0,16 ha Mais a ⁻¹	21.034	3.365 ha	-
Silomais – Kuh	0,2 ha Mais a ⁻¹	19.019	3.804 ha	-
⁽¹⁾ Referenz				
Summe Tierproduktion	Mais	–	7.169 ha	56,6 %
Verfügbar für Biogas	Mais	–	5.495 ha	43,4 %
⁽²⁾ Intensiv				
Summe Tierproduktion	Mais	–	7.169 ha	25,3 %
Verfügbar für Biogas	Mais	–	21.204 ha	74,7 %
⁽³⁾ Maximal				
Summe Tierproduktion	Mais	–	7.169 ha	16,8 %
Verfügbar für Biogas	Mais	–	35.391 ha	83,2 %

⁽¹⁾ Referenz-Szenario: 22,4 % Silomaisanteil an der Ackerfläche ⁽²⁾ Intensiv-Szenario: 50 % Silomaisanteil an der Ackerfläche

⁽³⁾ Maximal-Szenario: 75 % Silomaisanteil an der Ackerfläche

Quelle: eigene Berechnungen, Bestandszahlen aus (AELF Nördlingen, 2012; BayLfStAD, versch. Jahre)

In allen drei Szenarien wird die zur Verfügung stehende Ackerfläche von 56.746 ha und Grünlandfläche von 15.775 ha verwendet (BayLfStAD, versch. Jahre). Außerdem wurde ein Flächenbedarf von 7.169 ha Silomaisfläche für die Tierproduktion zu Grunde gelegt.

Im Referenzszenario wird von einem Silomaisanteil von 22,4 % an der Ackerfläche ausgegangen, entsprechend der im Jahre 2007 mit Mais bestellten Ackerfläche (12.664 ha). Zudem wird angenommen, dass ein Drittel der im Landkreis anfallenden Gülle verwendet wird.

Im Szenario „Intensiv“ wird von 50 % Silomais in der Fruchtfolge ausgegangen, d. h. es wird mit 28.373 ha Anbaufläche kalkuliert. Weiterhin sollten 50 % der im Landkreis anfallenden Gülle verwendet werden.

Im Szenario „Maximal“ wird unterstellt, dass Silomais 75 % in der Fruchtfolge erreicht und somit 42.560 ha Silomais angebaut werden. 75 % der im Landkreis anfallenden Gülle soll in Biogasanlagen verwendet werden.

Tabelle 15: Energieabschätzung für drei Biogas-Szenarien in der Untersuchungsregion „Donau-Ries“.

	TM Ertrag [kg ha ⁻¹]	oTM [kg _{oTM}]	Biogas [m ³]	CH ₄ [m ³]	Energie ^a	Fläche [ha]	
Gras	Hektarertrag Grassilage (frisch, unbehandelt)	8.500	* 0,91 = 7.735 kg _{oTM}	* 600 l kg _{oTM} ⁻¹ = 4.641 m ³	* 0,54 = 2.413,3 m ³	* 3,4 = 8.205,3 kWh _{el}	1 ha
	el. Energie				67.013 MWh _{el}	8.167 ha	
	Anteilig benötigte Anlagenleistung ^b				9,6 MW _{el}		
Gülle ^c	33 % des Lkr. (Referenz-Szenario)				2,3 MW _{el}		
	50 % des Lkr. (Intensiv-Szenario)				3,5 MW _{el}		
	75 % des Lkr. (Maximal-Szenario)				5,2 MW _{el}		
Mais	Hektarertrag Maissilage (Teigreife, körnerreich)	15.000	* 0,96 = 17.400 kg _{oTM}	* 600 l kg _{oTM} ⁻¹ = 8.640 m ³	* 0,52 = 4.492,8 m ³	* 3,4 = 15.275,5 kWh _{el}	1 ha
	el. Energie (22,4 % Referenz- Szenario) ≈ Anlagenleistung				83.939 MWh _{el} ≈ 12 MW _{el}	5.495 ha	
	el. Energie (50 % Intensiv- Szenario) ≈ Anlagenleistung				323.902 MWh _{el} ≈ 46,3 MW _{el}	21.204 ha	
	el. Energie (75 % Maximal- Szenario) ≈ Anlagenleistung				540.615 MWh _{el} ≈ 77,2 MW _{el}	35.391 ha	

^a Energiegehalt 10 kWh je m³ CH₄ und einem elektrischen Wirkungsgrad von 34 % ^b Bei einer angenommenen durchschnittlichen Auslastung der Biogasanlagen von 7.000 Stunden pro Jahr. ^c Berechnung siehe Anhangstabelle 11

Quelle: eigene Berechnungen, Kennzahlen aus (KTBL, 2005; LfL, 2008)

Erzielbare Energieausbeute im Referenz-Szenario

Im Referenz-Szenario wird vom derzeitigen Maisanbau auf etwa 22,4 % der Ackerfläche ausgegangen. Wird die produzierbare Gras- und Silomaissilage, die nicht der bestehenden Tierproduktion zugeführt wird, zusammen mit einem Drittel der anfallenden Gülle in Biogasanlagen verwertet, so ergibt sich eine potenzielle Nennleistung aller Biogasanlagen von 23,9 MW_{el} (vgl. Tabelle 16).

Da zum Stand 2008 bereits 65 Biogasanlagen mit einer Gesamtleistung von 25 MW_{el} im Landkreis Donau-Ries etabliert sind, ergibt sich bei der angenommenen durchschnittlichen Leistung von 400 kW_{el} rechnerisch eine geringe Differenz im Bereich von 1 MW_{el}. Es ist klar, dass aktuell weitere Substrate, vornehmlich Roggen-GPS sowie tierische und pflanzliche Reststoffe in

Biogasanlagen verwertet werden. Dessen ungeachtet kann z.B. auch Silomais-Substrat aus angrenzenden Landkreisen bezogen werden.

Tabelle 16: Zusammenfassung der potenziellen Eigenversorgung der Biogasanlagen mit Substrat für drei Biogas-Szenarien in der Untersuchungsregion „Donau-Ries“.

Szenarien der Substratbereitstellung für Biogasanlagen		Fläche [ha]	Benötigte Anlagenleistung [MW _{el}]	Summe des Leistungspotenzials (aus Gras / Mais / Gülle)	installierte Anlagenleistung [MW _{el}]	zusätzliche Anlagenleistung [MW _{el}]	Zusätzliches Anlagenpotenzial (à 400 kW)
⁽¹⁾ Referenz	Grünland (100 %)	8.167 ha	9,6 MW _{el}	23,9 MW _{el}	25 MW _{el}	-1,1 MW _{el}	0 Biogasanlagen
	Gülle (33 %)	–	2,3 MW _{el}				
	Silomais (22,4 %)	5.495 ha	12 MW _{el}				
⁽²⁾ Intensiv	Grünland (100 %)	8.167 ha	9,6 MW _{el}	59,4 MW _{el}	25 MW _{el}	34,4 MW _{el}	86 Biogasanlagen
	Gülle (50 %)	–	3,5 MW _{el}				
	Silomais (50 %)	21.204 ha	46,3 MW _{el}				
⁽³⁾ Maximal	Grünland (100 %)	8.167 ha	9,6 MW _{el}	92 MW _{el}	25 MW _{el}	67 MW _{el}	167 Biogasanlagen
	Gülle (75 %)	–	5,2 MW _{el}				
	Silomais (75 %)	35.391 ha	77,2 MW _{el}				

⁽¹⁾ Referenz-Szenario: 22,4 % Silomaisanteil an der Ackerfläche ⁽²⁾ Intensiv-Szenario: 50 % Silomaisanteil an der Ackerfläche

⁽³⁾ Maximal-Szenario: 75 % Silomaisanteil an der Ackerfläche

Quelle: eigene Berechnungen

Erzielbare Energieausbeute im Intensiv-Szenario

Die zur Verfügung stehende Grassilage und somit der damit korrespondierende Energieertrag bleibt unverändert. Lediglich die Gülleverwertung wird von 33 auf 50 % der anfallenden Gülle erhöht und der Maisanteil an der Ackerfläche wird von 22,4 auf 50 % erhöht. Somit stehen 21.204 ha bzw. knapp 75 % des angebauten Silomais als Biogas-Substrat zur Verfügung, ohne die Versorgung mit Mais zur Tierproduktion zu schmälern. Anteilig sinkt der Silomaisanteil für die Tierfütterung auf rd. 25 % ab (vgl. *Tabelle 16*).

Bei der im Intensiv-Szenario angenommenen Steigerung der Gülleverwertung auf 50 % und Steigerung des Maisanteils auf 50 % der Ackerfläche wäre eine Energiemenge von 34,4 MW_{el} erzielbar. Bei einer durchschnittlichen Leistung von 400 kW_{el} stünde somit im Intensiv-Szenario Substrat für rd. 86 zusätzliche Biogasanlagen zur Verfügung.

Erzielbare Energieausbeute im Maximal-Szenario

Die erzielte Energieausbeute aus Grassilage bleibt auch im Maximal-Szenario unverändert, da die Substratmenge an Grassilage unverändert bleibt. Die Gülleausnutzung wird auf 75 % erhöht und der Maisanteil an der Ackerfläche wird auf den unterstellten Maximalwert von 75 % in der Fruchtfolge erhöht. Es ständen 35.391 ha bzw. ein Anteil von über 83 % des Silomais für die Substratbereitstellung zur Verfügung (vgl. *Tabelle 16*).

Bei der im Maximal-Szenario angenommenen Steigerung der Gülleverwertung auf 75 % und Steigerung des Maisanteils auf ebenfalls 75 % Anteil an der Ackerfläche wird potenziell eine Energiemenge von rd. 67 MW_{el} erzielbar. Damit steht im Maximal-Szenario potenziell Substrat für rd. 167 neue Biogasanlagen mit einer durchschnittlichen Leistung von 400 kW_{el} zur Verfügung.

Interpretation der Szenarien

Die Modellrechnungen haben ergeben, dass untern den getroffenen Annahmen, ein weiterer Ausbau des Biogassektors im Landkreis Donau-Ries möglich wäre. Das Intensiv-Szenario mit 50%iger Verwertung der im Landkreis anfallenden Gülle und 50 % Silomais auf den Ackerflächen weist darauf hin, dass rein rechnerisch die Anlagenzahl mehr als verdoppelt werden könnte.

Dem weiteren Anlagenausbau stehen eine steigende Flächenkonkurrenz (zunehmende Pachtpreise u. Transportkosten), negative Umweltauswirkungen und eine sinkende Akzeptanz bei der Bevölkerung entgegen.

Durch die deutliche Anhebung der Biogas-Vergütung im Zuge der Novellierung des EEG ist eine Nachfragesteigerung für Gülle zu erwarten. Zwar ist die Güllielieferung an Biogasanlagen und die Gärrestrückführung mit steigenden Kosten mit zunehmender Entfernung verbunden, die neuen finanziellen Anreize werden jedoch steigende Transportkosten kompensieren.

Es bleibt abzuwarten, inwieweit die Anreize des EEG-09 zur Besserstellung kleinerer Anlagen den bisher verfolgten Pfad hin zu großen Anlagen weiter bestehen lässt. Dies gilt insbesondere, nachdem der NaWaRo-Bonus für Anlagen mit bis zu 500 kW_{el} gewährt wird. Von besonderer Relevanz für die Etablierung neuer Großanlagen ist das Angebot des KWK- und Technologiebonus im Zusammenhang mit der Biogaseinspeisung in das Erdgasnetz.

In der Vergangenheit stieg der Anteil des Silomais zur Verwendung in Biogasanlagen stärker an, als der Maisanbau allgemein anstieg. Dieser Effekt beruhte auf dem Nachfragerückgang in der Tierhaltung. Werden sich zukünftig aufgrund steigender Substratnachfrage die Substrat- und Flächenkosten (Pachtpreise) verteuern, könnte dieser Trend deutlich abgeschwächt werden.

Zusammenfassend lässt sich aus dieser groben Abschätzung schließen, dass im Landkreis Donau-Ries trotz der hohen bereits installierten Anlagenleistung noch weitere Biogasanlagen errichtet werden können. Damit kann sich zukünftig der Druck auf eine Intensivierung der Flächennutzung noch verstärken. Es ist mit einer weiteren Zunahme negativer Auswirkungen auf Natur- und Landschaft zu rechnen, insbesondere durch den Umbruch von Grünland sowie einer Verschärfung der sich derzeit bereits abzeichnenden Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung.

5.4 STOFFEINTRÄGE IN DIE OBERFLÄCHENGEWÄSSER UND INANSPRUCHNAHME VON EROSIONSMINDERNDEN AGRARUMWELTMAßNAHMEN

In der Untersuchungsregion f) „Rottal-Inn“ werden die Auswirkungen des zunehmenden Anbaus nachwachsender Rohstoffe zum Klimaschutz auf die Schutzgüter Gewässer und Boden thematisiert. Zunächst erfolgt ein landkreisweiter Überblick über den Zustand der Oberflächengewässer unter Berücksichtigung der vorherrschenden Flächennutzung. Anschließend wird das Einzugsgebiet des Tattenbachs hinsichtlich des Erosionspotenzials näher vorgestellt. In diesem Zusammenhang wird auf die Grenzen von Agrarumweltmaßnahmen (AUM) im Bereich des Erosionsschutzes eingegangen.

5.4.1 PROBLEMATIK DER STOFFEINTRÄGE IN OBERFLÄCHENGEWÄSSER

Potentielle Risiken für Grund- und Oberflächengewässer

- Belastungen von Grund- und Oberflächengewässer durch Nährstoff- und Bodeneintrag infolge zunehmender Erosion;
- Unausgewogene Nährstoffbilanzen und damit Beeinträchtigungen der Grund- und Oberflächengewässer durch räumlich konzentrierte Ausbringung von Gärückständen, teilweise verbunden mit unzureichender Lagerraumkapazität;
- Belastungen von Grund- und Oberflächengewässer durch Silagesäfte;
- Auswirkungen auf den Landschaftswasserhaushalt in dafür sensiblen Regionen durch erhöhte Evapotranspiration biomassereicher Arten, zugleich verminderte Grundwasserneubildung, Abnahme der Sickerwasserbildung, und vermehrte Wasserentnahmen für Beregnung;
- Veränderungen bzw. Störungen des Hochwasserabflusses durch hohen Aufwuchs;

Situation in der Untersuchungsregion

Der großräumige Nährstoffeintrag aus der Landwirtschaft ist problematisch für die Wasserqualität der Rott und anderer Gewässer in der Region Rottal-Inn. Die Problematik der starken Stoffeinträge ist unter anderem an der zunehmenden Verlandung des Rottauensees durch Bodenabtrag zu beobachten. Die geplante Ausbaggerung des in den 1970er Jahren als Badegewässer angelegten Stausees der Rott soll durch Erosionsschutzmaßnahmen im Einzugsgebiet flankiert werden. Folgende Belastungen aus der Landwirtschaft lassen sich für die Einzugsgebiete Vils und Rott im Landkreis Rottal-Inn festhalten:

- Der Bodenabtrag erreicht insgesamt hohe und an der „Unteren Rott“ sehr hohe Werte mit 10-12 t je Hektar und Jahr (Schätzl, 2006).
- Die spezifische Phosphorfracht erreicht Werte zwischen 4 und 6 kg je Hektar und Jahr; in Teilen des Einzugsgebietes werden Werte bis 7 kg jährlich erreicht.
- Die Stickstoffüberschüsse liegen im Bereich zwischen 30 und 40 kg je ha landwirtschaftlich genutzter Fläche.

- Im gesamten Gebiet erreicht der Anteil der Ackerflächen mehr als 40 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche bzw. der Anteil von Hackfrüchten (inkl. Mais) mehr als 20 % der Ackerfläche.
- In weiten Teilen des Einzugsgebietes wird eine hohe Viehdichte mit entsprechend hohem Nährstoffanfall in Form von Gülle erreicht (ibid.).

Zusammenfassend lässt sich daher festhalten, dass mehrere Kenngrößen für die Qualität der Gewässer (siehe folgender Abschnitt), die im direkten Zusammenhang mit einer intensiven Landwirtschaft stehen, hohe bis sehr hohe Werte im Landkreis Rottal-Inn erreichen.

Zustand der Oberflächengewässer

Für die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) wird der ökologische und chemische Zustand der Grund- und Oberflächengewässer der Fließ- und Stillgewässer erhoben. Die Güte der Fließgewässer wird anhand von vier Parametern bestimmt: Saprobie, Trophie, Chemie und Struktur.

- *Saprobie*: trifft eine Aussage zur biologischen Gewässerqualität anhand dem Vorkommen von Indikatorarten
- *Trophie*: ist ein Maß für den Aufbau pflanzlicher Biomasse in Abhängigkeit der pflanzenverfügbaren Nährstoffe, insbesondere Phosphor;
- *Chemie*: betrifft die Einhaltung konkreter Umweltqualitätsnormen für gefährliche (chemische) Stoffe;
- *Struktur*: trifft eine Aussage zu Strukturen in und am Gewässer und ist damit ein Maß der Natürlichkeit.

Trophie-Werte

Die vorkommenden Pflanzen-Lebensgemeinschaften zeigen einen hohen Nährstoffgehalt der Rott. Die Rott ist im Unterlauf mit III – IV »polytroph – hypertroph« zu bewerten. Oberhalb von Pfarrkirchen herrscht in der Rott Trophiestufe III »polytroph«. Dies gilt auch für den Kollbach, die Bina, sowie die Unterläufe von Altbach und Grasenseer Bach.

Nach der Zielerreichung hinsichtlich der Trophie lässt der Landkreis Rottal-Inn sich in *Abbildung 35* in zwei Teile trennen. Für den gesamten nördlichen Teil des Landkreises (mit Ausnahme des Aldersbach) wird die Zielerreichung als „unwahrscheinlich“ eingeschätzt.

Für den Bereich südlich der Rott ist „unklar“, ob die Gewässer Altbach, Grasenseer Bach, Duschlbach und Türkenbach die Maßgabe der EG-WRRL erreichen. Lediglich für die direkten Inn-Anrainer, wie beispielsweise den Aichbach, ist die Zielerreichung hinsichtlich der Gewässertrophie „zu erwarten“ (LfU, 2012).

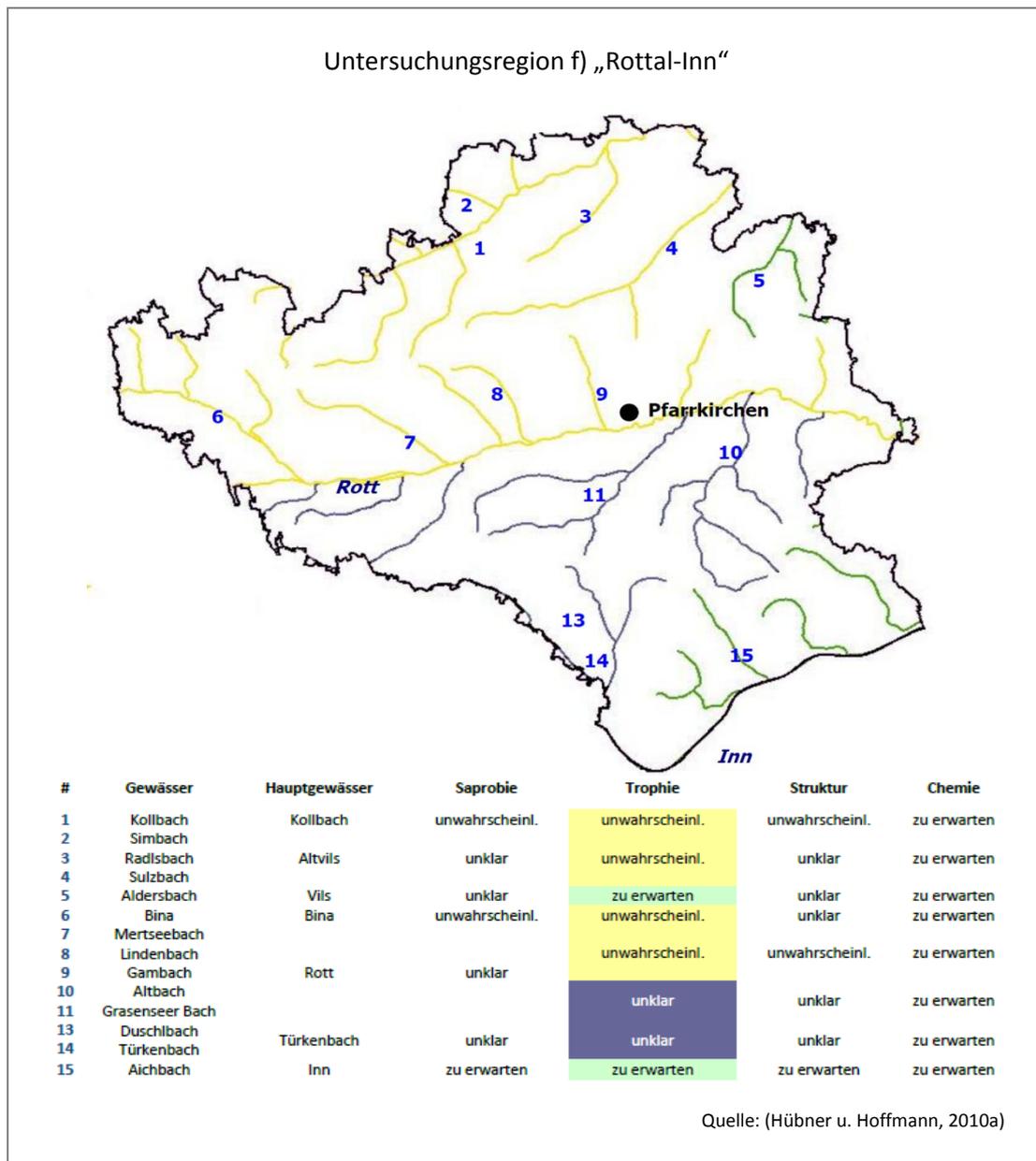


Abbildung 35: Zielerreichung Trophie der Gewässer im Landkreis Rottal-Inn gemäß der EG-WRRL.

5.4.2 INANSPRUCHNAHME VON AUM IM BEREICH EROSIONSSCHUTZ AUF ACKERSTANDORTEN

Um Änderungen der Bewirtschaftung oder Änderungen der Flächennutzungen zu erreichen, können Agrarumweltmaßnahmen (AUM) einen Beitrag leisten, um eine potentielle Verstärkung der Wasser- und Winderosion des Bodens, v. a. beim Anbau annueller Kulturen mit geringem Bodenbedeckungsgrad, zu vermindern. Drei KULAP-Maßnahmen wurden bezüglich ihrer Flächenwirksamkeit im Landkreis Rottal-Inn ausgewertet: „5-gliedrige Fruchtfolge“, „Winterbegrünung“ und „Mulchsaat“.

Kulturlandschaftsmaßnahme „5-gliedrige Fruchtfolge“

Eine Erweiterung der Fruchtfolge und damit eine Verringerung des Anteils intensiver Kulturen kann eine Reduzierung der Intensität bewirken, insbesondere wenn sehr viel Mais angebaut wird. Bei Teilnahme an dieser Fruchtfolgemäßnahme müssen fünf verschiedene Hauptfruchtarten auf dem Betrieb angebaut werden, wobei der Anbauumfang jeder Hauptkultur mindestens 10 %, jedoch höchstens 30 % betragen muss

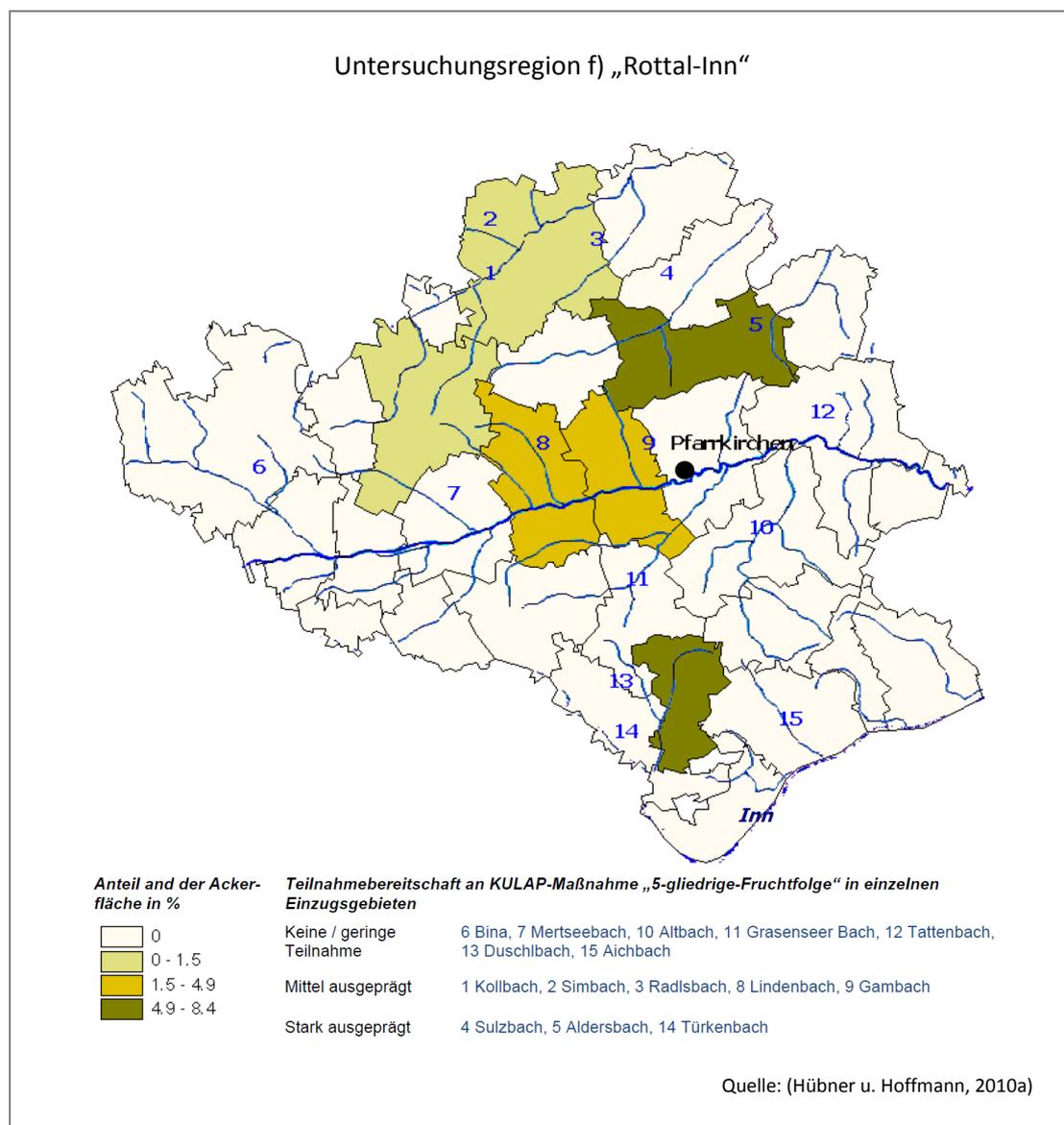


Abbildung 36: Flächenanteil der KULAP-Maßnahme „5-gliedrige Fruchtfolge“ an der Ackerfläche 2006 im Landkreis Rottal-Inn.

In *Abbildung 36* sind die Anteile der Maßnahme in den Gemeinden im Landkreis Rottal-Inn zusammen mit den Flüssen und Bächen dargestellt. Die Gewässer Sulzbach, Aldersbach und Türkenbach profitieren durch eine relativ starke Verbreitung der „5-gliedrigen-Fruchtfolge“. Auch in den Gebieten, die von den Gewässern Kollbach, Simbach, Radlsbach, Lindenbach,

Gambach durchflossen werden, ist diese KULAP-Maßnahme zumindest in Ansätzen verbreitet. Aufgrund der Nichtteilnahme bzw. einer sehr geringen Teilnahme können die Gewässer Bina, Mertseebach, Altbach, Grasenseer Bach, Tattenbach, Duschlbach und Aichbach nicht von der erosionsvermindernden Wirkung dieser Maßnahme profitieren.

Kulturlandschaftsmaßnahme „Mulchsaatverfahren“ – Wirkungsabschätzung im Einzugsgebiet des Tattenbachs

Das Mulchsaatverfahren zielt auf eine ganzjährige Bodenbedeckung als vorbeugender Schutz gegen Bodenerosion ab. Dafür verbleiben Erntereste wie Stroh oder verschiedene Zwischenfrüchte wie z.B. Ölrettich, Senf oder Phacelia als Mulchmaterial auf dem Acker und die neue Saat wird direkt eingebracht.

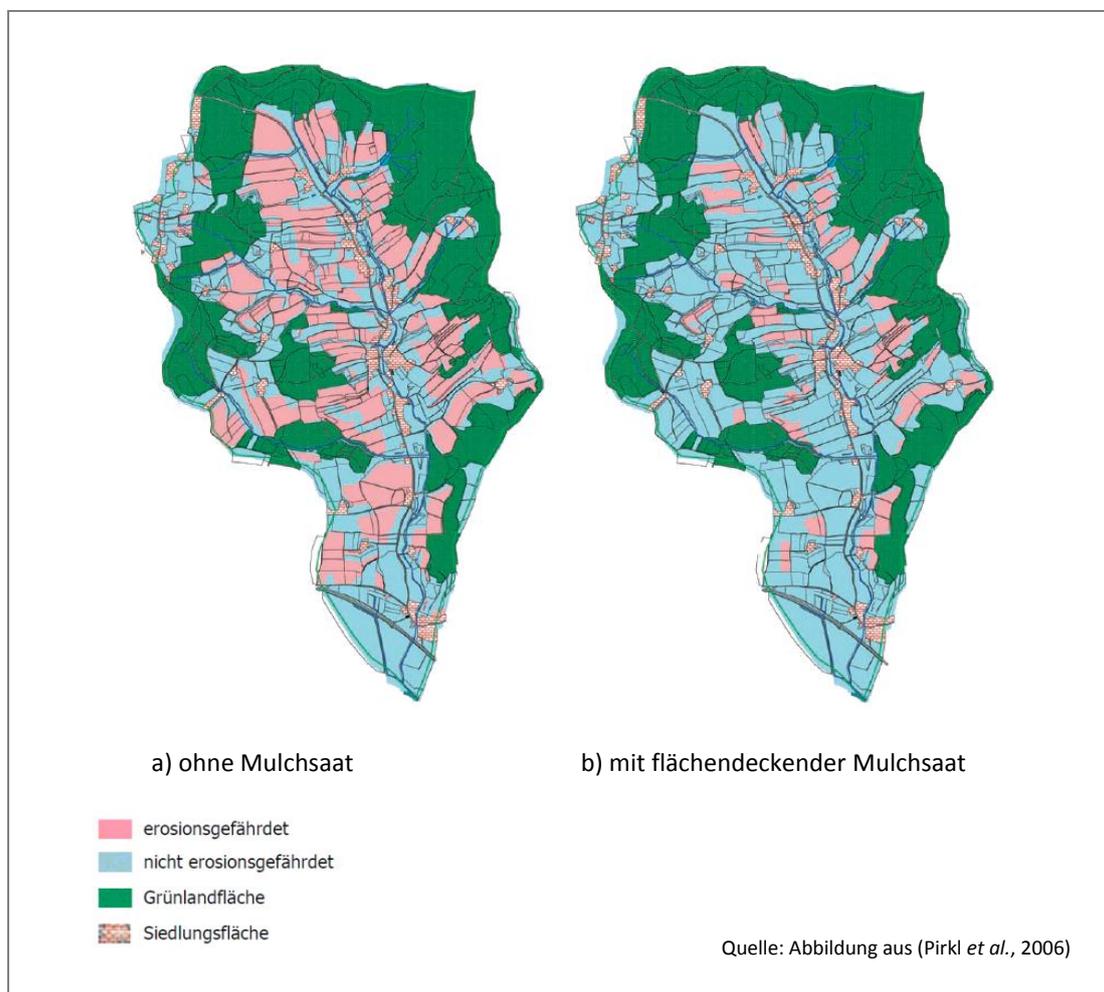


Abbildung 37: Bodenerosion im Einzugsgebiet des Tattenbachs ohne und mit Mulchsaat.

Der Tattenbach, ein nördlicher Zufluss der Rott, wurde aufgrund der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung im Einzugsgebiet, Problemen mit der Gewässergüte und den relativ steilen Hängen, näher untersucht. Der Tattenbach beeinflusst durch seine hohen Sediment- und Phosphateinträge aus der Bodenerosion die Wasserqualität der Rott. Auf den Ackerflächen im Einzugsgebiet wird viel Mais angebaut (Schätzl, 2006).

Im Einzugsgebiet des Tattenbachs wird die Bodenerosion in Folge der Ackernutzung mit und ohne Mulchsaatenverfahren von PIRKL *et al.* (2006) modelliert und verglichen. Die rosa eingefärbten Flächen symbolisieren jeweils die erosionsgefährdeten Flächen, in denen die Grenzwerte überschritten werden. In *Abbildung 37 a* sind die Ackerflächen ohne Mulchsaatenverfahren dargestellt, in *Abbildung 37 b* wird auf allen Ackerflächen hypothetisch das Mulchsaatenverfahren angewandt. Es zeigt sich potentiell eine deutliche Verbesserung hinsichtlich des Bodenabtrags. Allerdings würden noch Restflächen verbleiben, für die weiterreichende Maßnahmen ergriffen werden müssten.

5.4.3 GRÜNDE EINER NICHTTEILNAHME AN AUM

Im Landkreis Rottal-Inn findet die Teilnahme an Agrarumweltmaßnahmen nur zum Teil in Gewässereinzugsgebieten statt, wo eine hohe Dringlichkeit für den Gewässerschutz besteht.

Aufgrund der tendenziell rückläufigen Nachfrage nach Agrarumweltprogrammen sind eine marktorientierte Prämienanpassung, Veränderungen in der Programmausgestaltung und eine regionale Schwerpunktsetzung, soweit möglich, dringend notwendig.

Kurzfristige Preisschwankungen bei landwirtschaftlichen Produkten und nachwachsenden Rohstoffen verringern die Akzeptanz des KULAP bei den Landwirten. Naturschutz im Rahmen solcher Agrarumweltprogramme ist bei tendenziell steigenden Agrar- und Rohstoffpreisen deutlich teurer geworden. Ein Verzicht auf intensive Landwirtschaft ist bei einem hohen Preisniveau mit deutlichen Einbußen verbunden. Daher ist eine verbesserte finanzielle Ausgestaltung der Einzelmaßnahmen der AUM (z.B. Grünland, Düngung) zwingend erforderlich. Günstigere Bedingungen für die besonders natur- und landschaftsschonende Landwirtschaft bietet der ökologische Landbau. Aufgrund der gestiegenen Nachfrage nach ökologisch erzeugten Lebensmitteln lassen sich, verglichen mit dem konventionellen Anbau, höhere Preise erzielen, die Mindererträge und höhere Aufwendungen (z.B. ökologische Futtermittel) zum Teil kompensieren. Weiterhin ergeben sich bei dieser Bewirtschaftungsform neben erwünschten ökologischen Effekten auch Einsparungsmöglichkeiten durch den Verzicht auf mineralische Düngemittel und chemische Pflanzenschutzmittel.

Zwischenfazit zum Ergebnisteil B

Bei der zukünftigen Neugestaltung des EEG ist darauf zu achten, dass auch AUM mit berücksichtigt werden. Dies ist insofern von Belang, als durch die Zunahme des Anbaus nachwachsender Rohstoffe eine zusätzliche Konkurrenz zu AUM entstanden ist.

Die Begrenzung des Maisanteils im Biogassubstrat – wie zur EEG-Novelle 2012 eingeführt – kann zu einer gewissen Entlastung der Flächenintensität und zu einer Erweiterung der Fruchtfolge führen.

Zukünftig sollten die Ziele des Klimaschutzes, wie sie u.a. auch zur Begründung des EEG herangezogen werden, auch als Ziele für AUM beachtet werden. Im Klimaschutz liegen letztlich auch Möglichkeiten, den Anbau nachwachsender Rohstoffe und AUM sinnvoll miteinander zu verbinden.

Analoges gilt für den Gewässerschutz im Rahmen der EG-WRRL. Auch hier ist verstärkt auf eine gemeinsame Zielführung von AUM und Gewässerschutzmaßnahmen hinzuwirken.

6 ERGEBNISSTEIL C: EINFLUSS VON NETZWERKSTRUKTUREN BEI DER ETABLIERUNG EINER KLIMASCHONENDEN LANDNUTZUNG

Die Umfrage C zum Einfluss von Netzwerkstrukturen bei der Etablierung einer klimaschonenden Landnutzung umfasste insgesamt 100 Fragebögen in den Untersuchungsregionen g), h) und i), (vgl. *Tabelle 17*).

Tabelle 17: Rücklaufquote der Umfrage C in den Untersuchungsgebieten.

	Region g) „Ahlenmoor“	Region h) „Rhin-Havel-Luch“	Region i) „Freisinger Moos“
Ausgegebene Fragebögen	33	33	34
Zurückerhaltene Fragebögen	29	24	29
Rücklaufquote	88 %	73 %	85 %

Quelle: eigene Zusammenstellung

Für die Charakterisierung der Akteure in der Untersuchungsregion g) „Ahlenmoor“ im Norden Deutschlands wurden 33 Fragebögen verschickt. 29 ausgefüllte Bögen konnten ausgewertet werden, sodass die Rücklaufquote rd. 88 % beträgt. Im „Rhin-Havel-Luch“, der Untersuchungsregion h) war der Rücklauf mit 73 % der ausgegebenen Fragebögen etwas schlechter. Für das Untersuchungsgebiet i) „Freisinger Moos“ wurden 34 Fragebögen ausgegeben. 29 Akteure aus dem „Freisinger Moos“ haben den Bogen ausgefüllt und sind in der Untersuchung berücksichtigt. Dies entspricht einer Rücklaufquote von 85 %.

6.1 STIMMUNGSBILD DER LANDNUTZER UND ENTSCHEIDUNGSTRÄGER

6.1.1 ZIELGRUPPE DER BEFRAGUNG UND ENTWICKLUNG VON AKTEURSTYPEN UND -GRUPPEN

Im einführenden Fragenkomplex C-I „Kontaktdaten“ werden die Korrespondenzdaten verifiziert und nach einer organisatorischen Zugehörigkeit gefragt. Relevant für die Auswertung ist Frage C-I-1:⁹⁹

Organisation die Sie vertreten: _____

(Beispiel: Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues, TU München)

Frage C-I-1

Fragenkomplex C-II „Metadaten“ erfasst Hintergrundinformationen zu den Akteuren. Diese sind das Gründungsjahr bzw. der Zeitpunkt der ersten Aktivitäten, Angaben zu den Mitglieder-

⁹⁹ Anmerkung: Im Rahmen dieser Untersuchung werden nur die thematisch relevanten Fragenkomplexe aus Umfrage C berücksichtigt. Für einen Überblick zu den Fragestellungen von Umfrage C vgl. *Tabelle 9* in Kapitel 3.3.

zahlen, sowie selbstreflektierte Angaben zum fachlichen und politischen Einfluss auf die Ergebnisse im jeweiligen Untersuchungsgebiet. Darüber hinaus wurde in Frage C-II-3 zunächst die Organisationsform abgefragt. Hierbei konnte aus sechs Kategorien ausgewählt werden.

Welche Organisationsform hat die Organisation, die Sie vertreten?

Auswahlmöglichkeiten: Privatperson, Verein, Forschungseinrichtung, Planungsbüro, Behörde, oder Sonstige

Frage C-II-3

Entscheidend für die spätere Zuordnung in der Auswertung ist darüber hinaus auch die Antwort auf Frage C-I-1 „Kontaktdaten“. Ziel war es, aus den Informationen neun Organisationstypen zu bilden. Diese sind „Gemeindeverwaltung“, „Landwirtschaft“, „Jagd“, „Forschung / Universität“, „Behörde“, „Naturschutzverband“, „sonstiger Verein / Verband“, „Planungsbüro“ und „Sonstige“. Dabei wurde den als landnutzungsrelevant angenommenen Landwirten und Jägern insofern besonders Rechnung getragen, als dass diese durch eine jeweils eigene Kategorie repräsentiert werden. Fischerei, sonstige privatwirtschaftliche Unternehmungen etc. wurden in die Klasse „Sonstige“ integriert. Anstalten des öffentlichen Rechts wurden dem Bereich „sonstiger Verein / Verband“ zugeordnet. Diverse Planungsbüros wurden zwar angeschrieben, allerdings konnte keine Teilnahme erzielt werden, sodass Vertreter dieser Kategorie für die spätere Auswertung nicht zur Verfügung standen. Die ermittelte Zusammensetzung der Akteure nach Akteurstypen in den drei Untersuchungsregionen g), h) und i) ist in *Abbildung 38* dargestellt.

Für die Darstellung der Netzwerkanalyse wurden in einer weiteren Aggregationsstufe die Akteure zu drei Organisationsgruppen zusammengefasst. Diese sind die Gruppen „Landwirtschaft“ („*Agriculture*“), „Umwelt“ („*Environmental*“) und „Sonstige“ („*Others*“).

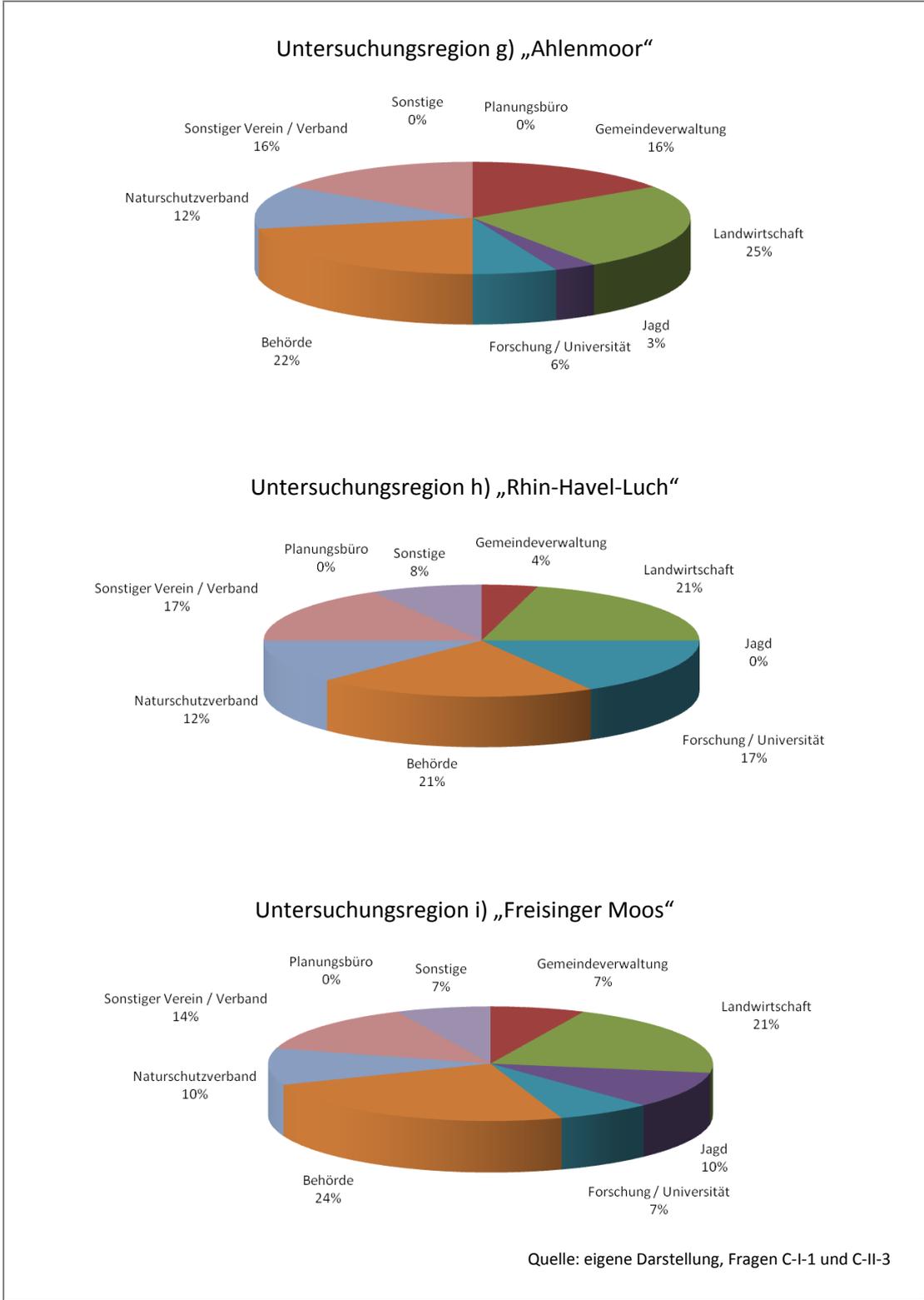


Abbildung 38: Herkunft der Teilnehmer an Umfrage C nach Organisationstyp.

6.1.2 POLITISCHE UND FACHLICHE EINFLUSSNAHME

Die Befragten wurden gebeten, zu klassifizieren, ob sie auf fachlicher bzw. beruflicher Ebene (Frage C-II-4) oder auf politischer Ebene (Frage C-II-5) Einflussmöglichkeiten sehen und diese auch wahrnehmen.

Selbsteinschätzung des fachlichen Einflusses auf die Entwicklung im „Untersuchungsgebiet“
 kein Einfluss, mittlerer Einfluss, oder starker fachlicher Einfluss

Frage C-II-4

Selbsteinschätzung des politischen Einflusses auf die Entwicklung im „Untersuchungsgebiet“
 kein Einfluss, mittlerer Einfluss, oder starker politischer Einfluss

Frage C-II-5

Die Antworten auf Frage II-4 geben Hinweise darauf, dass die Mehrheit in der nördlichen und südlichen Untersuchungsregionen „Ahlenmoor“ und „Freisinger Moos“ eine mittlere Einflussnahme (52 % und 60 % resp.) im fachlichen Bereich und in Ausübung ihres Berufes wahrnimmt (siehe *Abbildung 39*).

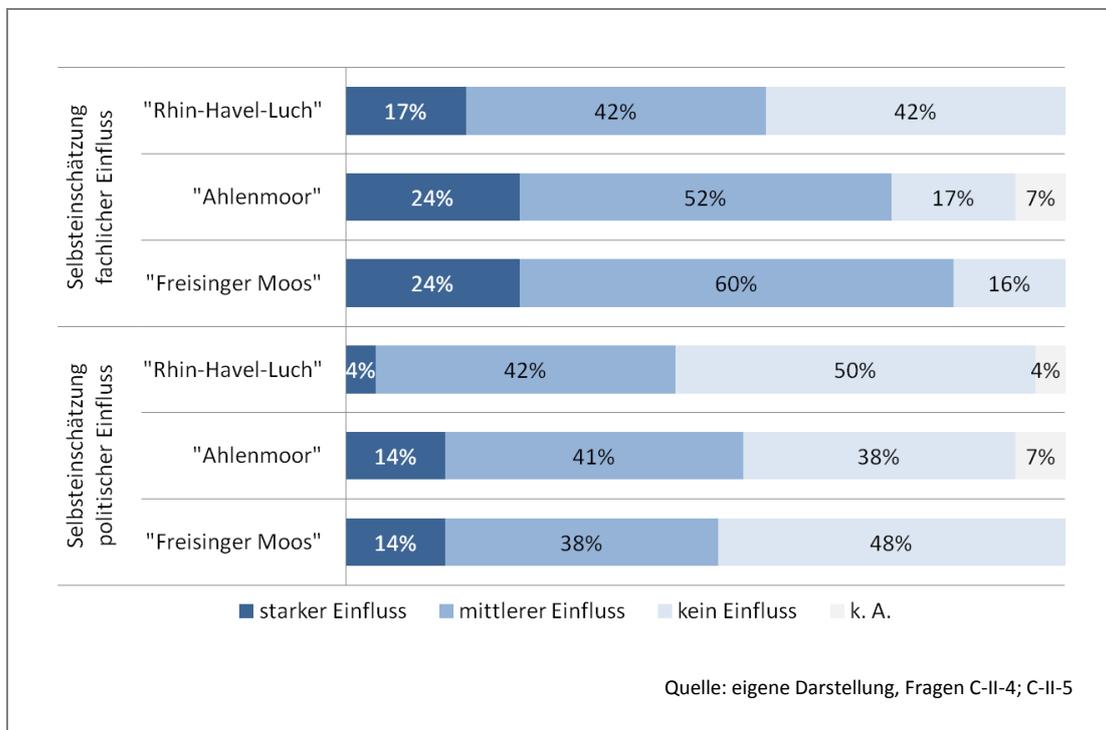


Abbildung 39: Selbsteinschätzung des fachlich-beruflichen und politischen Einflusses.

Im „Freisinger Moos“ ist die Verteilung etwas mehr in Richtung einer stärkeren Einflussnahme hin verschoben, verglichen mit der Untersuchungsregion „Ahlenmoor“. In der östlichen

Untersuchungsregion „Rhin-Havel-Luch“ gibt fast die Hälfte der Befragten an, dass sie keinen Einfluss nimmt – dies entspricht fast drei Mal so vielen Nennungen wie im „Freisinger Moos“. In der Region „Rhin-Havel-Luch“ in den Neuen Bundesländern wird nur durch 17 % der Betroffenen ein starker Einfluss für möglich gehalten, ebenfalls deutlich weniger als in den beiden Regionen in den alten Bundesländern mit jeweils 24 % (siehe *Abbildung 39*, obere Hälfte).

Weiterhin zeigt die Auswertung von Frage II-5 die politische Steuerungsfunktion im Sinne der wahrgenommenen politischen Einflussmöglichkeit Ähnlichkeit zwischen der südlichen und nördlichen Untersuchungsregion (siehe *Abbildung 39*, untere Hälfte). 14 % der Befragten scheinen demnach einen starken Einfluss zu antizipieren. Der Rest drückt in etwa zu gleichen Teilen aus, einen mittleren politischen Einfluss oder gar keine politischen Einfluss zu haben. Im Osten haben nur 4 % der Befragten das Gefühl, einen starken politischen Einfluss zu haben. Die Fraktion, die keinen Einfluss einnimmt, ist in allen Untersuchungsgebieten etwa ähnlich groß und liegt in etwa bei der Hälfte der befragten Personen. Wiederum ist der Anteil politisch inaktiver Akteure im Rhin-Havel-Luch am größten (siehe *Abbildung 39*, untere Hälfte).

6.1.3 INFORMATIONSLAGE UND DIE ROLLE DER AKTEURE ALS MEINUNGSBILDNER

Die Informationslage über laufende oder angedachte Planungsprozesse und über die politischen Absichten in den jeweiligen Regionen wird ausgewertet, um die Sender-Empfänger-Position entlang des Informationsflusses zu bestimmen. Daher wird die Stärke des Empfangs von Informationen der Stärke der Informationsweitergabe gegenübergestellt. Dazu wurde zunächst in Frage IV-1 der Informationsempfang erfragt:

Fühlen sie Sich ausreichend über die planerischen und politischen Geschehnisse um die Zukunft des „Untersuchungsgebietes“ informiert?

ja; teilweise; nein; k.A.

Frage C-IV-1

Zusätzlich wurden die Akteure in der Umfrage gebeten, sich über ihre wahrgenommenen Möglichkeiten, Wissen und Informationen zu verbreiten, zu äußern (Frage C-IV-2). Somit wird die aktive Rolle beim Informationsaustausch und damit die Möglichkeiten der Einflussnahme auf die Öffentlichkeit und politische Prozesse beschrieben.

Nehmen Sie eine aktive Rolle bei der Informationsweitergabe ein? (Multiplikatorrolle)

ja; teilweise; nein; k.A.

Frage C-IV-2

Die Informationslage in Bezug auf die wahrgenommenen Informationsmöglichkeiten zeigt in der Untersuchungsregion „Freisinger Moos“ mit 52 % Zustimmung die höchste Zufriedenheit (vgl. *Abbildung 40*, obere Hälfte).

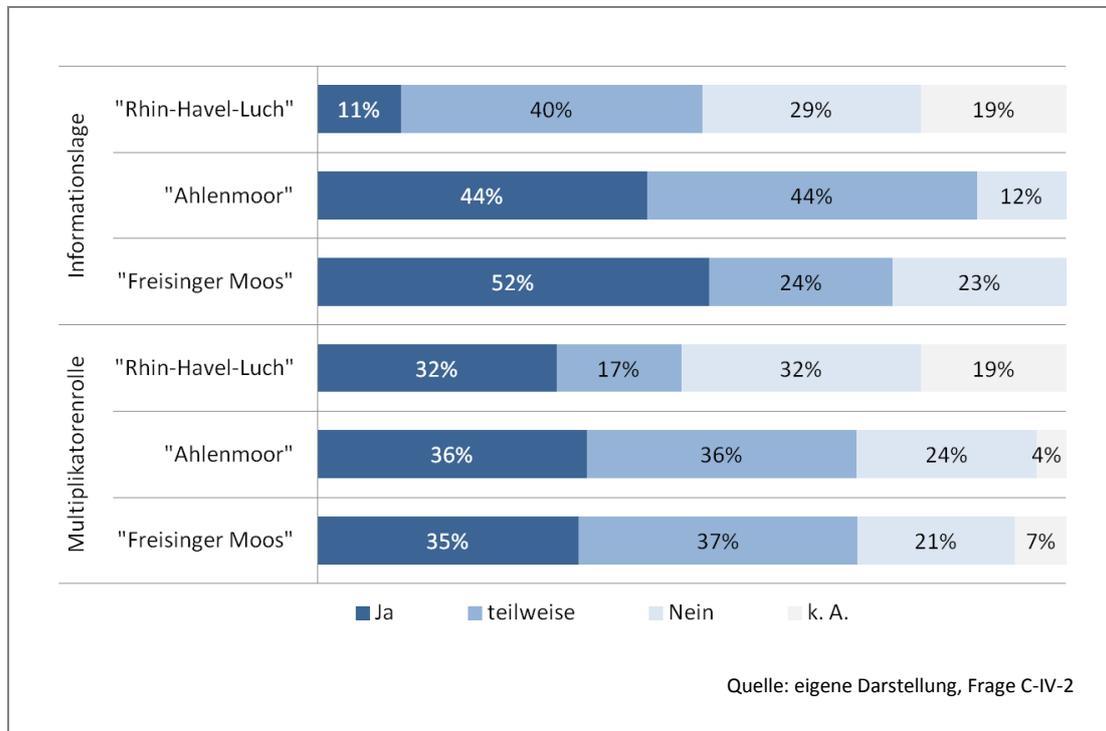


Abbildung 40: Informationslage und die Rolle der Akteure als Meinungsbildner.

Ein ähnliches Ergebnis zeigt sich auch in der nördlichen Untersuchungsregion g) „Ahlenmoor“, wo sich 44 % der Befragten auf eine ausreichende Bereitstellung von Informationen einigen können. Im Gegensatz dazu gaben nur 11 % der Akteure in der östlichen Untersuchungsregion h) an, dass sie sich über die aktuelle Situation und Planungsprozesse in ihrer Region informiert fühlen. Die Mehrheit (40 %) der Betroffenen fühlen sich zumindest teilweise informiert. Ein deutlicher Mangel an Informationen über die laufenden Planungen ist somit festzustellen, da ein hoher Anteil der Befragten Akteure im östlichen Untersuchungsgebiet nicht ausreichend informiert ist (29 %) begleitet von einem erheblichen Anteil von Befragten (19 %), die die Frage C-IV-1 ablehnen zu beantworten (vgl. *Abbildung 40*, obere Hälfte).

Durch Frage C-IV-2 wurde die Rolle als aktiver Teilnehmer im Informationsprozess (bzw. als Multiplikator) ermittelt. Die Ergebnisse für die Untersuchungsregionen „Ahlenmoor“ und „Freisinger Moos“ zeigen ein nahezu identisches Bild in den möglichen Antworten. In allen drei Untersuchungsregionen stimmt etwa ein Drittel zu, eine Rolle als Meinungsbildner inne zu haben. Deutliche Unterschiede zwischen den Regionen zeigen sich für diejenigen Akteure, die weniger in die fachlichen und politischen Prozesse eingebunden sind. Im „Freisinger Moos“ liegt der Anteil, der nicht involvierten Akteure am niedrigsten bei 21 %, ähnlich wie in der nördlichen Untersuchungsregion „Ahlenmoor“ mit 24 %. Unter den befragten Akteuren im „Rhin-Havel-

Luch“ wurde eine bimodale Verteilung der Aussagen sichtbar. Fast ein Drittel nehmen demnach keine aktive Rolle als Meinungsbildner ein (32 %). Auch sind die Menschen dort offensichtlich wesentlich klarer in ihrer Einschätzung, ob sie eine aktive Rolle als Meinungsbildner spielen oder nicht. Hiermit zeigt sich eine gewisse Zweiteilung in *Insider* und *Outsider*. Weiterhin fällt auf, dass im „Rhin-Havel-Luch“ 19 % der Befragten keine Angabe zu Frage C-IV-2 machen konnten oder wollten, verglichen mit 4 % in der nördlichen und 7 % in der südlichen Untersuchungsregion.

6.1.4 BEDEUTUNG DES MOORSCHUTZES – STATUS QUO UND EINSCHÄTZUNG DER ZUKÜNFTIGEN SITUATION

Von explizitem Interesse der Untersuchungen ist die gegenwärtige Relevanz des Moorschutzes für die Beteiligten in den drei Untersuchungsregionen im Teilbereich C. Darüber hinaus wurde die erwartete zukünftige Relevanz des Moorschutzes mit der Frage C-VI-1 erörtert, ob der Schutz gegenwärtig an Relevanz zunimmt oder für die Zukunft tendenziell stagniert. Folgende Fragestellung wurde bearbeitet:

Welchen Stellenwert hat der Moorschutz bei Ihren derzeitigen Aktivitäten?

- keine Bedeutung, geringe Bedeutung, mittlere Bedeutung, hohe Bedeutung, oder
 k.A.

Frage C-VI-1

Eine besonders niedrige Relevanz des Moorschutzes wird derzeit von den Akteuren im Untersuchungsgebiet „Rhin-Havel-Luch“ in den Neuen Bundesländern ausgedrückt. 17 % sehen derzeit überhaupt keine Bedeutung des Moorschutzes. 58 % der Befragten betrachten die Relevanz derzeit als hoch. Im Gegensatz dazu steht die Untersuchungsregion im Süden, das „Freisinger Moos“. Bereits heute stufen 66 % der Beteiligten den Schutz des Moorgebietes als hoch ein. Nur 10 % halten die Schutzbemühungen weniger wichtig. Keiner der Befragten ist der Meinung, dass Moorschutz keinerlei Relevanz hat. Die Ergebnisse für die Untersuchungsregion „Ahlenmoor“ nehmen zu den beiden anderen Regionen eine mittlere Position ein (vgl. *Abbildung 41*).

Der Anteil der Rückläufe, die keinen Kommentar über die Bedeutung des Moorschutzes machten, war in allen Regionen viel höher, wenn die zukünftige Erwartung erfragt wurde, was als Indikator für bestehende Unsicherheit gedeutet werden kann. Starke Anstiege hinsichtlich der Bedeutung des Moorschutzes wurden sowohl im „Freisinger Moos“ als auch „Rhin-Havel-Luch“ sichtbar (vgl. *Abbildung 41*). Im östlichen Untersuchungsgebiet ist eine gewisse Zweiteilung in Befürworter und Skeptiker erkennbar. 50 % der Befragten betrachten den Schutz des Moorgebietes als zukünftig von sehr hoher Bedeutung, wohingegen derzeit „nur“ 58 % von einer derzeit hohen Bedeutung ausgehen. Hier wird ein starker Paradigmenwechsel deutlich. Vielleicht, weil Akteure im „Rhin-Havel-Luch“ ihr Moorgebiet einer stärkeren Bedrohung ausgesetzt sehen als

an den anderen beiden Standorten. Dennoch ist auffällig, dass 13 % den Moorschutz auch in der Zukunft für nicht relevant halten.

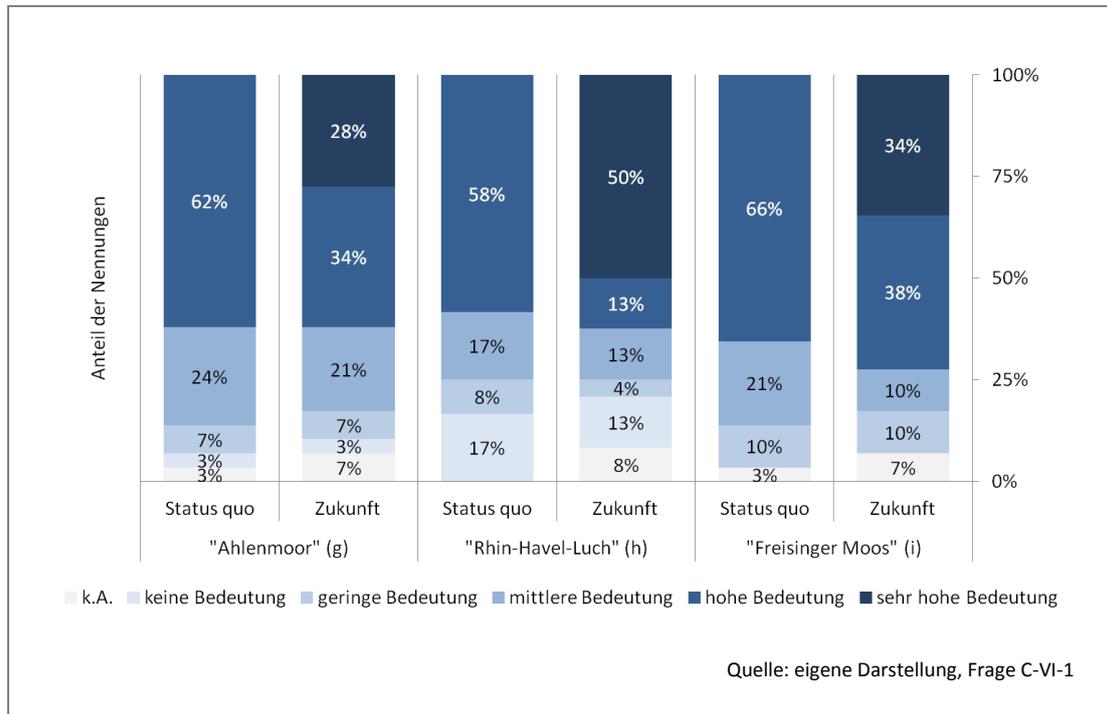


Abbildung 41: Relevanz des Moorschutzes derzeit und in Zukunft.

6.1.5 SCHUTZVERSTÄNDNIS DER AKTEURE

Innerhalb von sechs Kategorien konnte die Bedeutung von Moorschutz definiert und anschließend entsprechend ihrer Priorität geordnet werden.

Moorschutz bedeutet für Sie? (Verteilen Sie die Kategorien nach erster, zweiter, dritter Priorität):

Klimaschutz, Naturschutz, Bodenschutz / Torfkörperschutz, Trinkwasserschutz, Erholungswert bewahren, Sonstige

Frage C-VI-3

In der nördlichen Untersuchungsregion „Ahlenmoor“ sind alle zur Auswahl stehenden Schutzkategorien in der höchsten Prioritätsstufe vertreten. Das Bild ist daher sehr heterogen. Die prominentesten Bereiche sind: Naturschutz (34 %), gefolgt von Schutz des Bodens und des Torfkörpers (22 %) und Erhalt des Erholungswertes (16 %). In der östlichen Untersuchungsregion „Rhin-Havel-Luch“ werden nur drei Kategorien – Naturschutz (42 %), Schutz des Bodens und des Torfkörpers (33 %) und Klimaschutz (25 %) – als oberste Priorität angesehen. Die Region „Freisinger Moos“ im Süden zeigt eine klare Dominanz der Auswahlkategorien Boden & Torfschutz (42 %) und Naturschutz (40 %), (vgl. *Abbildung 42*).

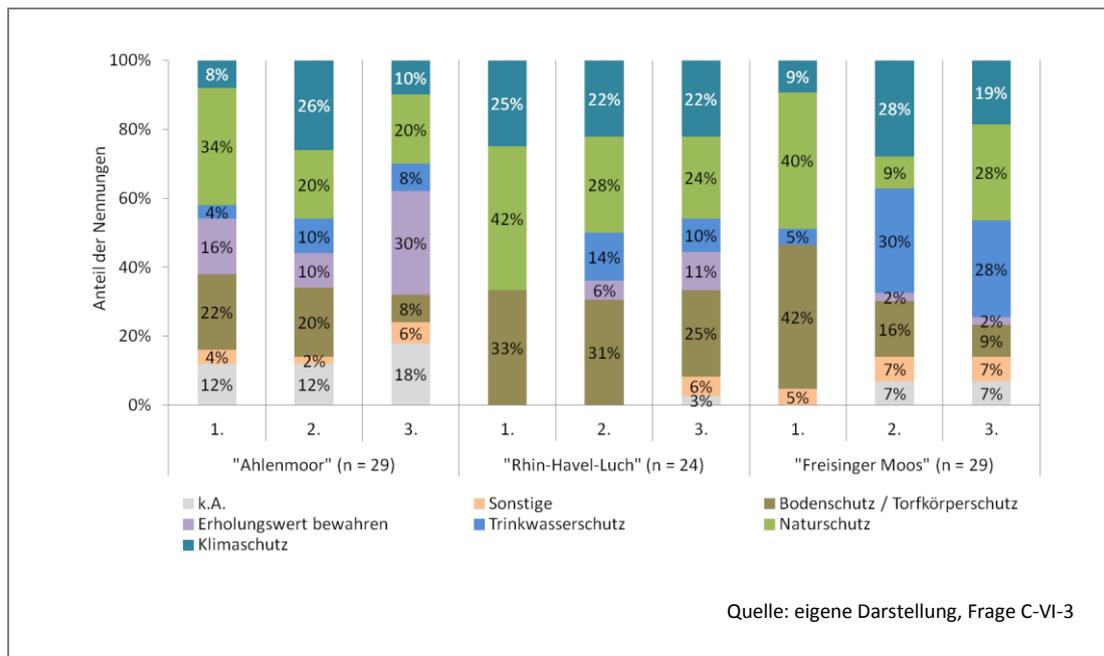


Abbildung 42: Bedeutungsgehalt des Moorschutzes abgestuft nach Prioritäten.

Die Auswertung der sog. 2. Prioritätsstufe (vgl. jeweils zweite Säule in *Abbildung 42*) zeigt ebenfalls erhebliche Unterschiede zwischen den Regionen. Klimaschutz wird das wichtigste Thema in der 2. Prioritätsstufe im Norden (Untersuchungsregion g). Im Osten wird der Schutz des Trinkwassers erstmals erwähnt, spielte also keine Rolle in der 1. Dringlichkeitsstufe. Im Süden, im "Freisinger Moos", ist der Schutz des Trinkwassers in der zweiten Prioritätsstufe das wichtigste Thema, dicht gefolgt vom Klimaschutz. Der Erhalt des Erholungswertes scheint eine untergeordnete Rolle in dieser Region zu spielen, während im Norden dieser das wichtigste Thema ist und nach Nennungen in allen drei Prioritätsstufen sehr präsent ist.

6.1.6 ZIELVORSTELLUNGEN DER AKTEURE

Die Ansichten zur Entwicklung in der Zukunft und zu den Zielvorstellungen der Akteure wurden in Fragenkomplex V erhoben. Aus neun Zielformulierungen konnte gewählt werden. Diese sind: „Landwirtschaft betreiben“, „Nachwachsende Energieträger anbauen“, „den Tourismus fördern“, „Infrastruktur entwickeln“, die „Erschließung von Baugebieten“, die „Verbuchung aufhalten / Landschaftsbild fördern“, den „Naturschutz fördern“ und die Kategorie „Sonstiges“. Diese konnten jeweils auf drei Prioritätsstufen – erste, zweite und dritte Priorität – in Form eines Drop-Down-Menüs verteilt werden.

Entwicklung bedeutet für Sie? – Verteilen Sie die Kategorien nach erster, zweiter, dritter Priorität:

- Landwirtschaft betreiben; Nachwachsende Energieträger; den Tourismus fördern;
 Infrastruktur entwickeln; Erschließung von Baugebieten; Verbuschung aufhalten
 (Landschaftsbild fördern); den Naturschutz fördern; Sonstige; k.A.

Frage C-V-1

Untersuchungsregion g) „Ahlenmoor“: Neben der Landwirtschaft mit 48 % stellt der Tourismus mit 21 % einen besonders relevanten Aspekt der Landnutzung im Ahlenmoor dar (vgl. *Abbildung 43*). Der Naturschutz als Entwicklungsziel erreicht mit lediglich 14 % in der ersten Prioritätsstufe einen vergleichsweise niedrigen Wert.

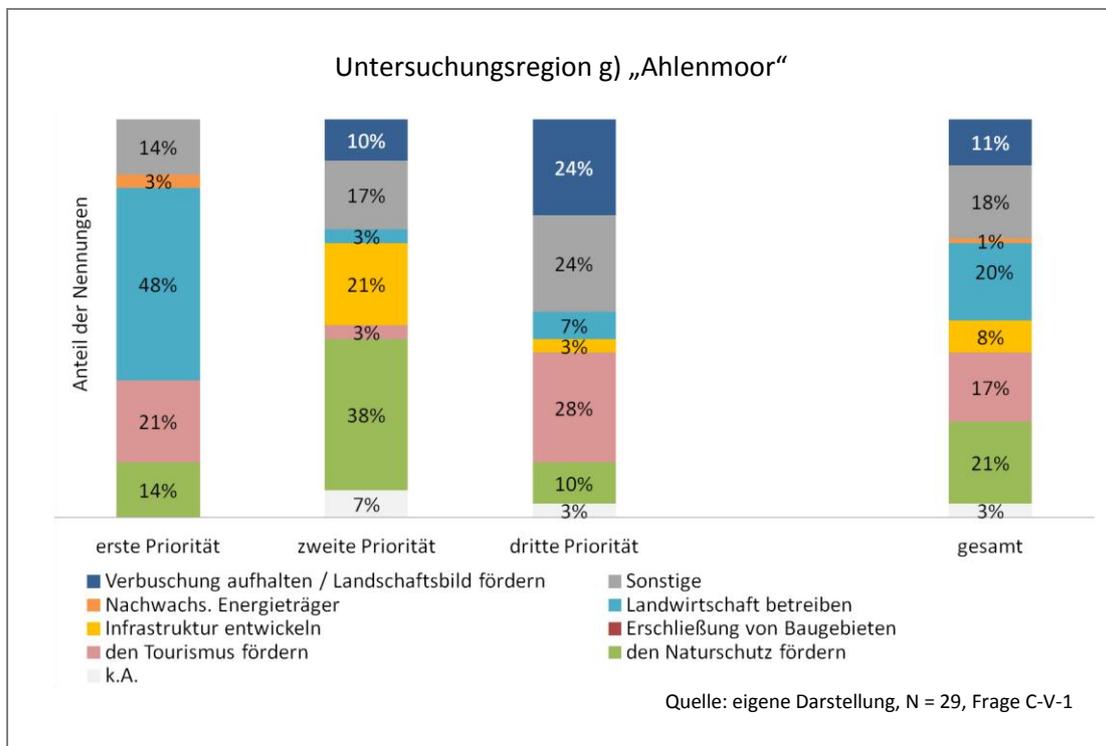


Abbildung 43: Entwicklungsziele nach Priorität im „Ahlenmoor“.

Die Entwicklung der Infrastruktur wird in der 2. Priorität eine vergleichsweise hohe Priorität beigemessen. Allerdings ist damit nicht die Erschließung von zukünftigem Bauland gemeint, da diese Option von keinem der Umfrageteilnehmer in Erwägung gezogen wurde.

Der Anbau nachwachsender Rohstoffe scheint in der Untersuchungsregion g) überhaupt keinen Stellenwert – mit Ausnahme einer Einzelnennung – zu besitzen. Dies fällt insbesondere in der Betrachtung des Summenergebnisses (vierte Säule in *Abbildung 43*) auf.

Untersuchungsregion h) „Rhin-Havel-Luch“: Die Hälfte aller Akteure im „Rhin-Havel-Luch“ räumen der Kategorie „Landwirtschaft betreiben“ die höchste Priorität bei der Formulierung ihrer

Zielvorstellungen ein (Abbildung 44). Das beruht auf 12 Einzelnennungen. 25 % geben dem Naturschutz die höchste Priorität. Der „Anbau nachwachsender Energieträger“ wird einmal genannt, die Kategorie „Sonstige“ dreimal.

In der Kategorie zweiter Priorität nimmt der Naturschutz im „Rhin-Havel-Luch“ mit 29 % den höchsten Stellenwert ein, gefolgt von der Zielvorstellung weiterhin Landwirtschaft zu betreiben mit 21 %. Deutlich hat der Anbau nachwachsender Rohstoffe an Bedeutung gewonnen und erreicht gemäß den Zielvorstellungen der Akteure 17 %. Erstmalige Nennung erfährt die Entwicklung der Infrastruktur mit 13 %, sowie „Verbuschung aufhalten / Landschaftsbild fördern“ mit 4 %.

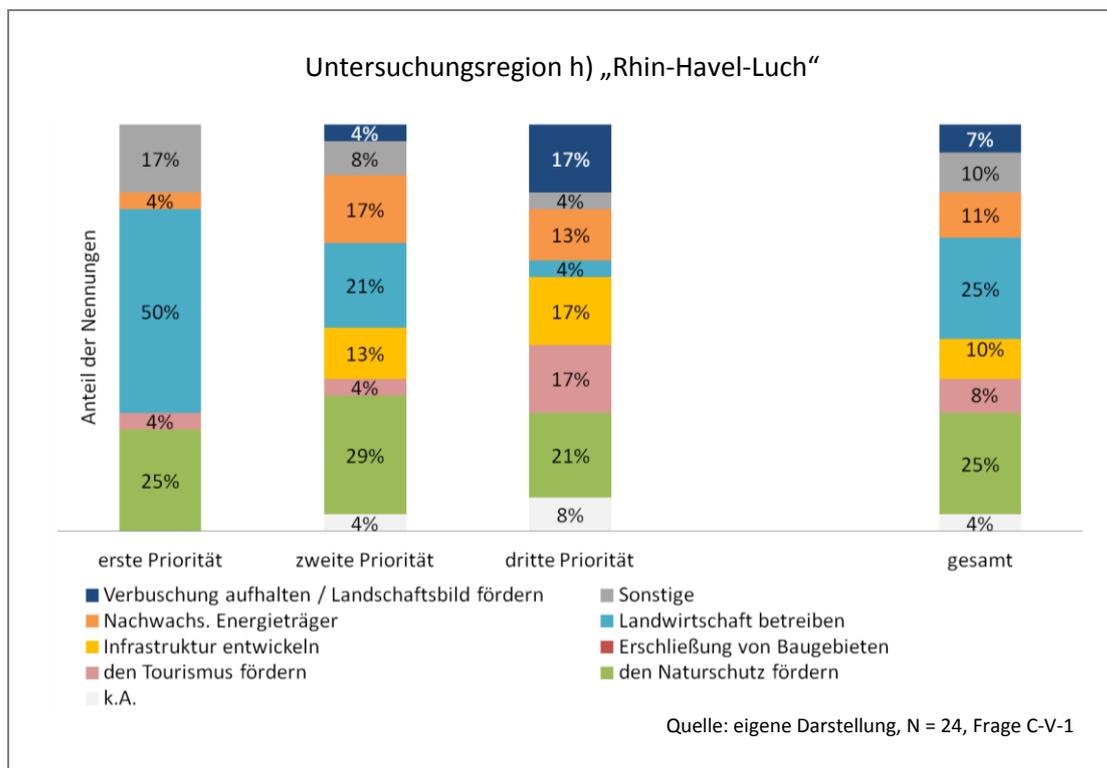


Abbildung 44: Entwicklungsziele nach Priorität im „Rhin-Havel-Luch“

Insgesamt (Säule 4, Abbildung 44) sind die Bereiche „Landwirtschaft betreiben“ und „Naturschutz fördern“ deutlich als Ziele artikuliert. Die übrigen Zielsetzungen sind in etwa ähnlich häufig vertreten, wobei die Verbuschung ein eher untergeordnetes Ziel in der Untersuchungsregion „Rhin-Havel-Luch“ darstellt. Der Anbau nachwachsender Rohstoffe wird insgesamt mit 11 % aller Nennungen so wichtig eingeschätzt wie beispielsweise die Notwendigkeit zu infrastrukturellen Maßnahmen oder „Sonstige“.

Untersuchungsregion i) „Freisinger Moos“: Eine überwältigende Bedeutung hat die Weiterbewirtschaftung der Flächen im „Freisinger Moos“. Über 50 % der Nennungen sehen das Weiterbestehen der „Landwirtschaft“ als besonders wichtige Zukunftsaufgabe (Abbildung 45). Auch der

Naturschutz ist den Befragten in dieser Region mit 34 % in der ersten Priorität deutlich wichtiger als in den anderen beiden Untersuchungsregionen.

An zweiter Stelle wird „Verbuschung aufhalten / Landschaftsbild fördern“ am häufigsten genannt (31 %). Ebenfalls wird der Wunsch nach der Nutzung nachwachsender Rohstoffe durch 21 % der Nennungen deutlich.

In der dritten Prioritätsstufe verschiebt sich das Spektrum vermehrt in den Bereich „Sonstige“ mit 31 %. „Tourismus fördern“ und „Infrastruktur entwickeln“ wurden jeweils einmal angegeben. Die „Erschließung von Baugebieten“ erhielt keine Nennungen in allen Prioritätsstufen. Auch die Nutzung nachwachsender Energieträger tritt erneut mit 14 % der Nennungen auf.

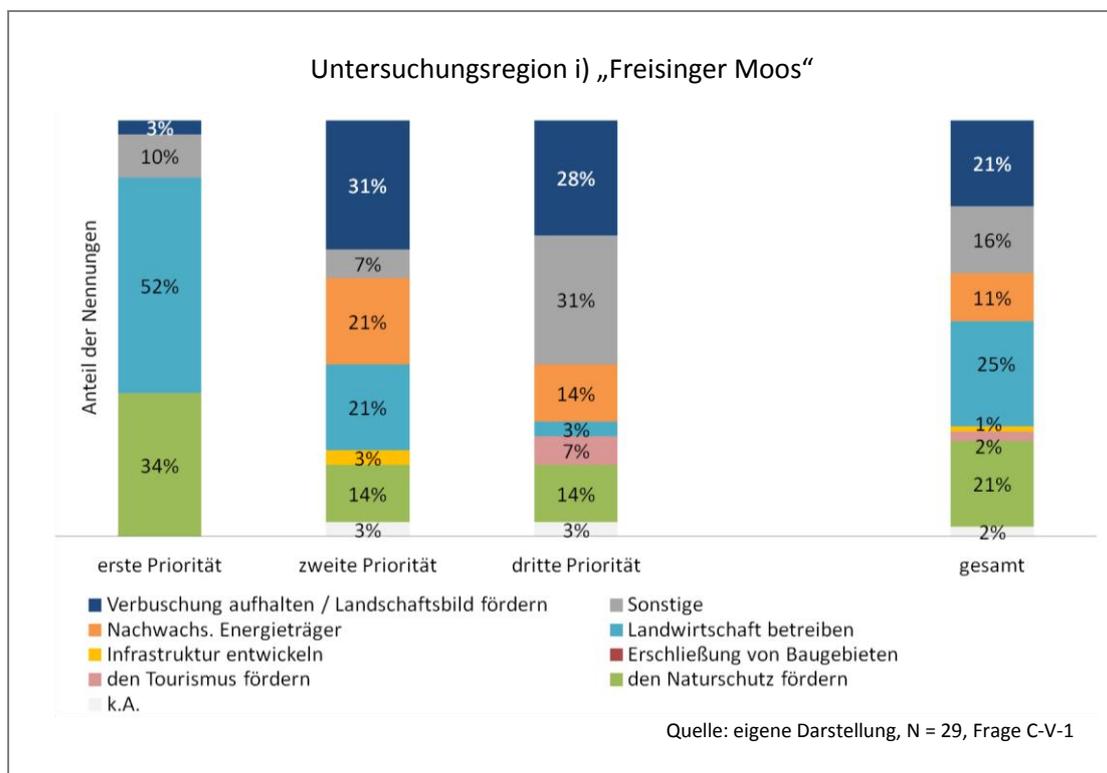


Abbildung 45: Entwicklungsziele nach Priorität im „Freisinger Moos“.

Wird der Durchschnitt aller Gruppennennungen betrachtet (Säule 4, *Abbildung 45*), verteilen sich fünf Kategorien relativ ungleichmäßig, wobei die Landwirtschaft und der Naturschutz einen etwas höheren Stellenwert einnehmen. Die Rückdrängung der Verbuschung und die Notwendigkeit des Offenhaltens der Landschaft sind als lokale Besonderheit im „Freisinger Moos“ wichtig.

6.2 NETZWERKSTRUKTUREN IN DEN UNTERSUCHUNGSREGIONEN

6.2.1 HINWEISE ZUR INTERPRETATION VON NETZWERKDIAGRAMMEN

Im Sinne der Methodik einer geschlossenen Liste befinden sich nur diejenigen Befragten Akteure in den Netzwerkdiagrammen, die über die Wahlmöglichkeiten in der Matrix im Fragekom-

plex III „Netzwerkdaten“ ausgewählt werden konnten. Daher reduziert sich die Anzahl der in den Netzwerkdiagrammen vorkommenden Akteure (sog. „verifizierte Akteure“), verglichen mit der Zahl der rückgelaufenen Umfragebögen.

Die Berechnungen und Soziogramme wurden mit der Software VISIONE erstellt. Zunächst werden die Netzwerke unter Berechnung der *Betweenness Centrality* (C_B) erstellt (vgl. Kapitel 3.3). Diese Analyse dient dem Zweck, netzwerkrelevante Verbindungspositionen zwischen unterschiedlichen Akteuren herauszustellen (Jansen, 2003).

Die in Frage C-III-2 erhobene „Intensität des Kontakts“ wurde als *Link-Value* in VISIONE in die Darstellungen einbezogen. Die erreichten Zahlenwerte werden durch unterschiedlich starke Pfeile zwischen den Akteuren symbolisiert.

Spezifizieren Sie die Intensität des Kontaktes (eine Antwortmöglichkeit)

- intensiver Kontakt;*
- häufiger und regelmäßiger Kontakt;*
- gelegentlicher Kontakt;*
- kenne den Akteur, habe aber keinen Kontakt.*

Frage C-III-2

Um mögliche Gemeinsamkeiten oder eventuelle vorhandene Meinungsunterschiede abzubilden, wurde nach der „Qualität des Kontaktes“ gefragt. Unterschiedliche Färbungen, variierend von grün, über grau bis pink, symbolisieren die erreichten Zahlenwerte der „Qualität des Kontaktes“ aus Frage C-III-3.

Benennen sie die Qualität ihrer Zusammenarbeit (eine Antwortmöglichkeit)

- gemeinsame Ziele*
- eber gemeinsame Ziele*
- keine gemeinsamen aber auch keine gegensätzlichen Ziele*
- eber entgegen gesetzte Ziele*
- entgegen gesetzte Ziele*

Frage C-III-3

Ergänzend wurde noch eine Auswertung nach *Status* durchgeführt. Hierbei wurde auf eine Symbolisierung der „Qualität der Kontakte“ verzichtet, d.h. die Verbindungslinien zwischen den Akteuren sind einheitlich grau.

Status als sog. Feedback-Kennzahl kann genutzt werden, um Prestige in Netzwerken darzustellen. Hierbei wird die Zahl der Nennungen durch andere Mitglieder des Netzwerkes (*Indegree, id_i*) in die Kalkulation der Kennzahl einbezogen (vgl. z.B. Wasserman u. Faust, 1999). Die Darstellung erfolgt in einem geschichteten Layout und ist, im Gegensatz zum radialen Layout bei

Betweenness-Visualisierung, zum einen geeignet, das *Status*-Konzept zu verinnerlichen, zum anderen zweckdienlich, sich von *Betweenness*-Netzwerken grafisch abzuheben.

6.2.2 VISUALISIERUNG NACH DER BETWEENNESS CENTRALITY DER AKTEURE

Untersuchungsregion g) „Ahlenmoor“

Das Netzwerk des nördlichen Untersuchungsgebietes „Ahlenmoor“ in *Abbildung 46* besteht aus insgesamt 23 verifizierten Akteuren. Sieben Teilnehmer wurden als landwirtschaftliche Akteure gruppiert („*Agriculture*“), fünf sind sog. Umwelt-Akteure („*Environmental*“) und elf sind sonstige Akteure („*Others*“).

Drei Akteure erreichen hohe *Betweenness*-Zentralitätswerte und werden damit in der mit der Software VISONÉ ermittelten Netzwerkstruktur im Zentrum des Netzwerkes in *Abbildung 46* abgebildet. Diese Akteure sind für die Regionen insofern wichtig, da sie essentielle Verbindungspersonen, sog. „Broker“, darstellen. Charakteristisch für eine solche Position ist, dass sie in der Lage sind, heterogene Netzwerkteilnehmer miteinander in Verbindung zu bringen, die sonst nicht oder nur in abgeschwächter Form miteinander im Kontakt stehen, geschweige denn kooperieren. Darüber hinaus geht damit eine gewisse Befähigung einher, unterschiedliche Positionen zu vereinen und zwischen teilweise adversen Standpunkten zu vermitteln. Sie können daher eine maßgebliche politische oder gesellschaftliche Rolle in der jeweiligen Region spielen.

Im Mittelpunkt des Soziogramms der Untersuchungsregion Ahlenmoor steht das Moorinformations-Zentrum (Moor-IZ), symbolisiert als *Environmental III*. Dieser Akteur fungiert besonders häufig als Bindeglied zwischen zwei anderen Akteuren des Netzwerkes. Das Moor-IZ setzt sich unter anderem für die Förderung der Akzeptanz für den Naturschutz in der Bevölkerung ein. Ebenfalls nahe dem Zentrum im Soziogramm steht die Abteilung für Wasser-, Küsten- und Naturschutz der Niedersächsischen Landesregierung (*Environmental V*) zusammen mit einem dritten Beteiligten aus der Umwelt-Gruppe, die Lokalgruppe des Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND, *Environmental IV*).

Die Landwirte („*Farmers*“) liegen in der *Betweenness*-Visualisierung weit bis sehr weit vom Zentrum des Soziogramms entfernt. Sie nehmen in der Darstellung dennoch keine Außenseiter-Position ein, obwohl sich dieser Eindruck in der Darstellung etwas aufdrängt. Bei genauerer Betrachtung fällt auf, dass eine Reihe von Akteuren bezüglich ihrer C_B -Werte weiter an der Peripherie liegen (i.e. Abstand zum Mittelpunkt des Soziogramms).

Die Größe bzw. der Flächeninhalt der Ellipsen gibt an, wie häufig die Akteure mit anderen Netzwerkteilnehmern Verbindungen eingehen, da sich diese aus den ein- und ausgehenden Verbindungen (*Indegree*, *Outdegree*) berechnet. Auffällig sind hierbei insbesondere jeweils ein Vertreter aus dem Bereich Umwelt und Landwirtschaft sowie zwei Kommunen. Die Landwirte („*Farmers*“) werden als relativ flache Ellipsen dargestellt. Dies beruht auf einem vergleichsweise geringen

Outdegree-Wert (Höhe des Knotens) im Gegensatz zu einem hohen *Indegree*-Wert (Breite des Knotens). Dieser kommt dadurch zu Stande, dass sich zwar sehr viele Akteure des Netzwerkes auf die Landwirte beziehen, diese jedoch selbst weniger nach außen gerichtete Kontakte pflegen.

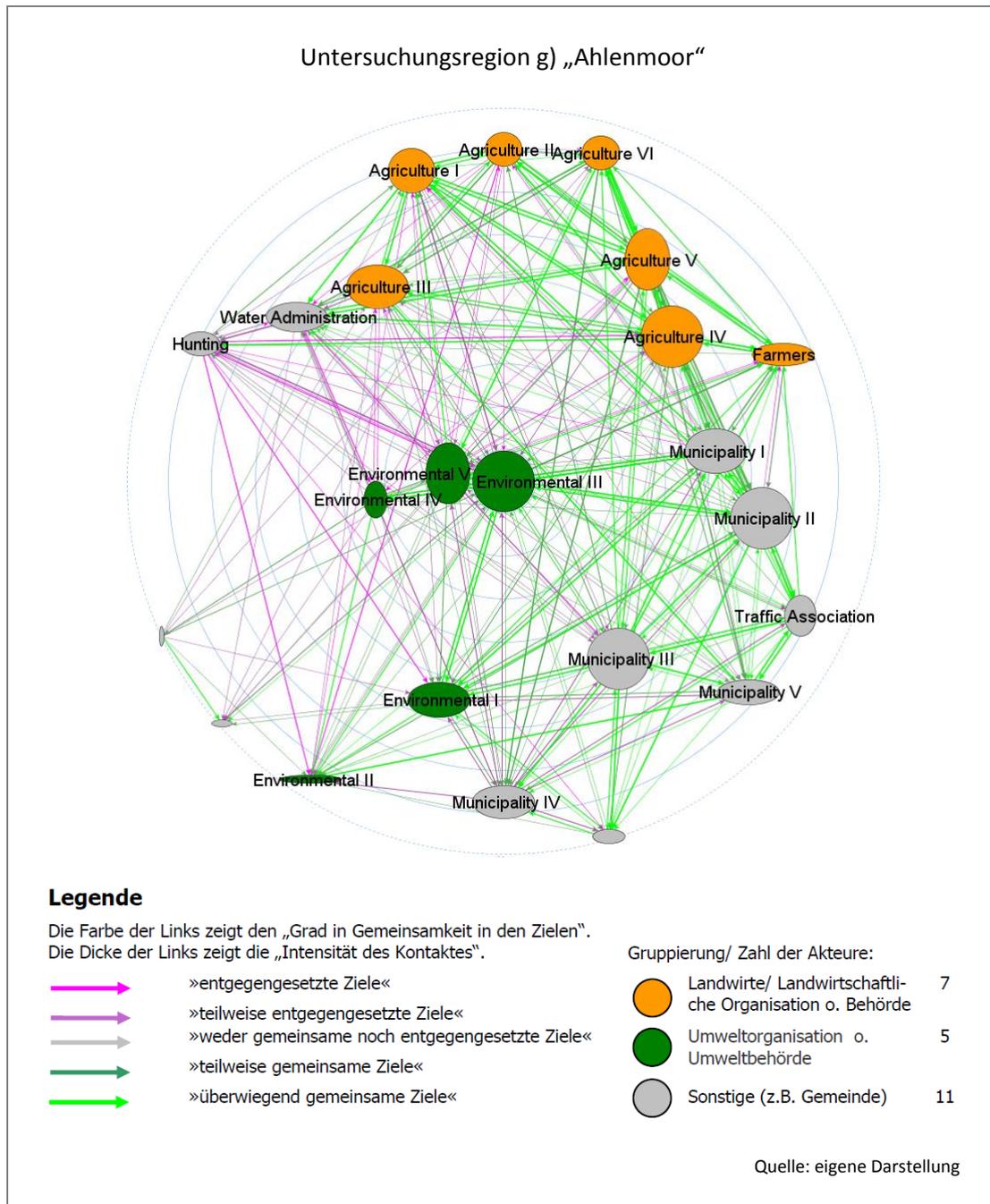


Abbildung 46: Visualisierung nach der *Betweenness*-Zentralität für das „Ahlenmoor“.

Die meisten Akteure in der Region „Ahlenmoor“ sind eng miteinander verbunden. Interessanterweise scheinen sich in der Darstellung ähnliche Akteurs-Typen, wie zum Beispiel die Vertreter der Gruppe Landwirtschaft, zu einem Cluster zu verdichten. Gleiches gilt für die Gemeinden („*Municipality*“) als typische Vertreter in der Gruppe der „Sonstigen Akteure“. Dies ist ein Resultat der grafischen Optimierung durch eine Minimierung von Linienkreuzungen. Im Um-

kehrschluss bedeutet dies, dass zwischen den Mitgliedern eines Clusters besonders viele Verbindungslinien existieren und sie dadurch enger zusammenrücken.

Für die Bewertung der Beziehungen der Akteure untereinander stehen pink markierte Verbindungspfeile für „überwiegend gegensätzliche Ziele“ (vgl. Legende in *Abbildung 46*). Die hellgrüne Farbgebung steht für „überwiegend gemeinsame Ziele“ auf der anderen Seite der Skala. Insgesamt dominieren grüne Verbindungspfeile. Im linken Bereich des Soziogramms in *Abbildung 46* sind jedoch viele widersprüchliche Verbindungen in Form von pink gefärbten Linien sichtbar. Diese Konflikte scheinen sich insbesondere zwischen Vertretern der Jagd („*Hunting*“), des Wasserwirtschaftsamtes („*Water Administration*“) und den verschiedenen Akteuren aus der Umweltgruppe abzuzeichnen. Dort lässt sich also eine Häufung konfligierender Verbindungen im Gefüge der Region g) feststellen. Gleichzeitig fällt auf, dass die Verbindungslinien von Akteuren mit gegenseitig überwiegend entgegengesetzten Zielen meist sehr dünn ausgeprägt sind. Dies wiederum deutet darauf hin, dass nur spärliche Kontakte bestehen. Die Akteure mit einer hohen *Betweenness*-Zentralität in der Mitte des Netzwerks stehen in Kontakt sowohl mit Verbündeten als auch mit politischen Gegnern und sind somit besonders stark den unterschiedlichen Intentionen ausgesetzt.

Untersuchungsregion b) „Rhin-Havel-Luch“

Das Netzwerk der östlichen Untersuchungsregion „Rhin-Havel-Luch“ in *Abbildung 47* scheint insgesamt sehr locker etabliert zu sein. Insgesamt 18 Akteure – sechs aus der Landwirtschaftsgruppe, drei aus der Umweltgruppe und neun Sonstige – wurden für das Soziogramm ausgewertet und dargestellt. Obwohl eine relativ große Zahl von Akteuren im „Rhin-Havel-Luch“ aktiv ist, ist die Netzwerkdichte gering und es scheinen nur wenige Kommunikationsprozesse stattzufinden. Dies ist an der geringen Anzahl der Links zu sehen.

Die *Betweenness*-Visualisierung im Soziogramm *Abbildung 47* stellt einen Akteur aus der Umweltgruppe mit der Kennung *Environmental III* an zentraler Position dar, da dieser den höchsten C_B -Wert erreicht. Hierbei handelt es sich um die Umweltverwaltung des Landes Brandenburg. Diese erreicht einen hohen *Outdegree*-Wert (Höhe der Knoten) und den höchsten *Indegree*-Wert (Breite der Knoten), und zeigt somit ein sehr aktives Kommunikationsverhalten insgesamt. Ähnlich, im Hinblick auf den *Out*- und *Indegree*, stellt sich das Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz Brandenburg aus der Gruppe Landwirtschaft (*Agriculture VIII*) dar. Weitere Akteure aus der Landwirtschaftsgruppe befinden sich in unmittelbarer Nähe zum Zentrum, erreichen demnach ebenfalls hohe C_B -Werte. Diese sind das Amt für Landwirtschaft und Veterinärmedizin (*Agriculture VII*), einer Verwaltungsbehörde auf Kreisebene, und der regionale Wasser- und Bodenverband (*Agriculture III*).

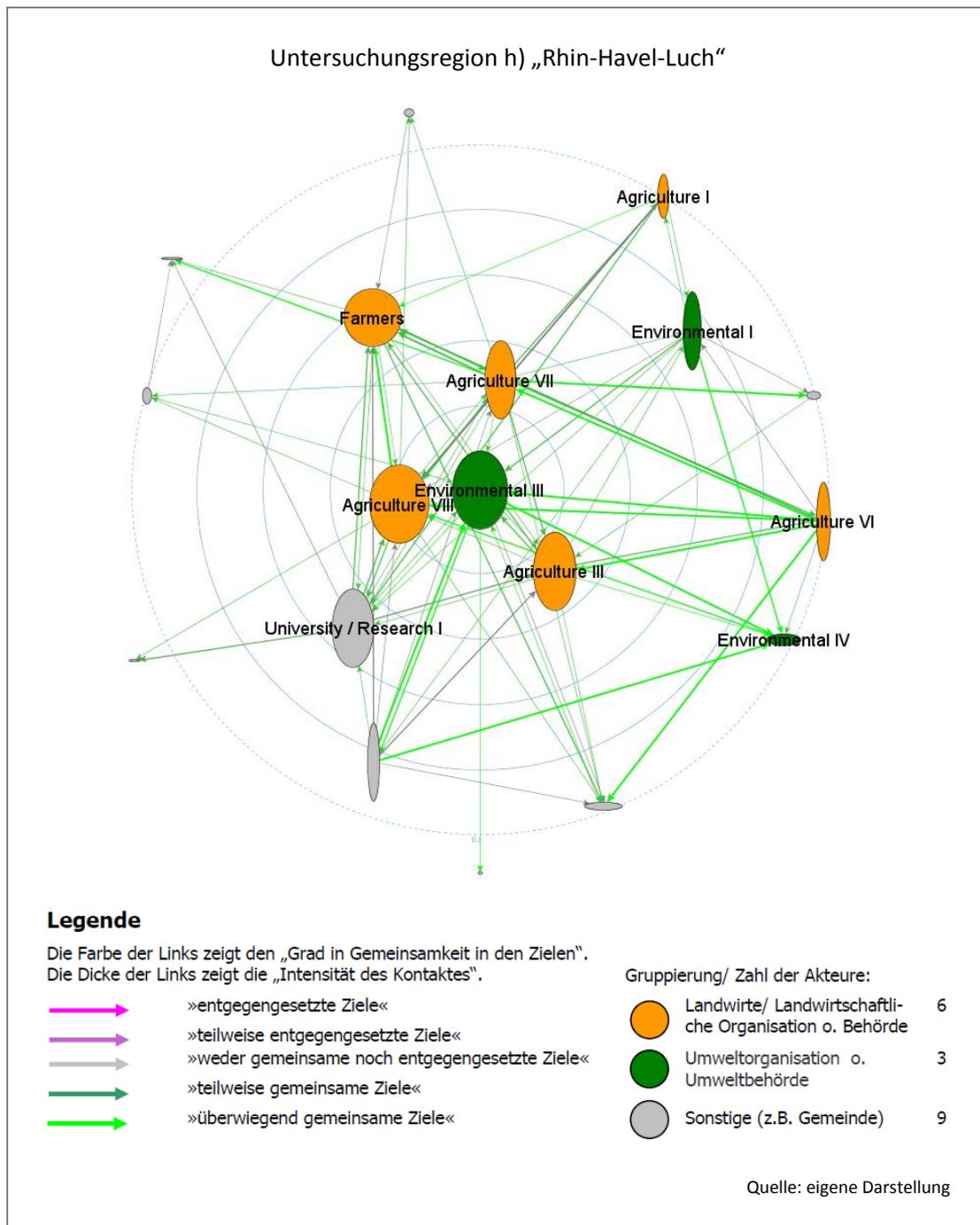


Abbildung 47: Visualisierung nach der Betweenness-Zentralität für das „Rhin-Havel-Luch“.

Häufig werden landwirtschaftlicher Betriebe in der Untersuchungsregion h) durch Geschäftsführer und Mitarbeiter verwaltet. Ehemalige LPGs werden als relativ große Wirtschaftsbetriebe, beispielsweise als GmbH oder GbR, geführt. Die großen landwirtschaftlichen Strukturen sind charakteristisch für die gesamten Neuen Bundesländer, verglichen mit den relativ kleinen Familienbetrieben in den alten Bundesländern, insbesondere in Süddeutschland. Die Landwirte („Farmers“) im „Rhin-Havel-Luch“ zeichnen sich durch einen ausgeglichenen *Out-* und *Indegree* aus. Gemessen an der *Betweenness-Zentralität* zeichnet sich für die Landwirte überwiegend eine Zwischenposition zwischen zentralen und peripheren Akteuren ab.

In Bezug auf mögliche Unterschiede in den politischen Zielen zeigen die Befragungen nur wenige widersprüchliche Ziele im „Rhin-Havel-Luch“. Fällt die „Intensität des Kontaktes“ allerdings unter eine bestimmte Schwelle (d.h. Kommunikationsprozesse sind teilweise nicht vorhanden oder werden verweigert), werden die inhärenten widersprüchlichen Ziele nicht im Netzwerkdiagramm dargestellt. Dies könnte eine Folge sein, wenn die Ansichten bereits in einem solchen Maß divergieren, dass die Kommunikation unterbrochen wurde. Unterschwellige Konflikte werden somit nicht durch diese Methode der Darstellung sichtbar.

Untersuchungsregion i) „Freisinger Moos“

Ein dichtes und komplexes Netzwerk von einzelnen Akteuren und Gruppen zeigt sich in der Untersuchungsregion i) „Freisinger Moos“ im Süden Deutschlands (*Abbildung 48*).

18 Akteure konnten im Soziogramm berücksichtigt werden. Fünf gehören zur Gruppe Landwirtschaft, vier zur Gruppe Umwelt und neun sonstige Vertreter. Eine besondere Situation ergibt sich aus der räumlichen Nähe des „Freisinger Moooses“ zum Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt (WZW), der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) sowie der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF). Daher ist eine offensichtliche Konzentration an naturwissenschafts- und umweltforschungs-basiertem lokalem Wissen und konkreten Erfahrungen durch Forschungstätigkeiten in und um das „Freisinger Moos“ anzunehmen.

Drei Akteure nehmen gemäß ihrer errechneten *Betweenness*-Zentralität eine mittige Position im Soziogramm ein und sind damit besonders prägend für das Netzwerk bzw. die Region „Freisinger Moos“. Diese sind zwei Umweltorganisationen: der Landschaftspflegeverband Freisinger Land e.V. (*Environmental I*), und die Untere Naturschutzbehörde (*Environmental VI*). Der dritte zentrale Stakeholder ist die LEADER-Geschäftsstelle, die eine bedeutende Rolle in der Koordination verschiedener Nutzerinteressen in der Region inne hält.

Die Bauern als Grundbesitzer im „Freisinger Moos“ treten zwar als einzelne Akteure auf, allerdings sind sie auch in verschiedenen Gruppen und Verbänden vertreten. Einige wirtschaften auch nach den Standards des ökologischen Landbaus. Der *Outdegree* der Landwirte ist sehr gering, ihr *Indegree* jedoch hoch. Die Betriebe sind auf Grund ihrer niedrigen *Betweenness*-Zentralitäten an der Peripherie von *Abbildung 48* positioniert. Für die Ermittlung der Zahlenwerte für die Berechnung wurden jeweils alle befragten Landwirte zusammengefasst.

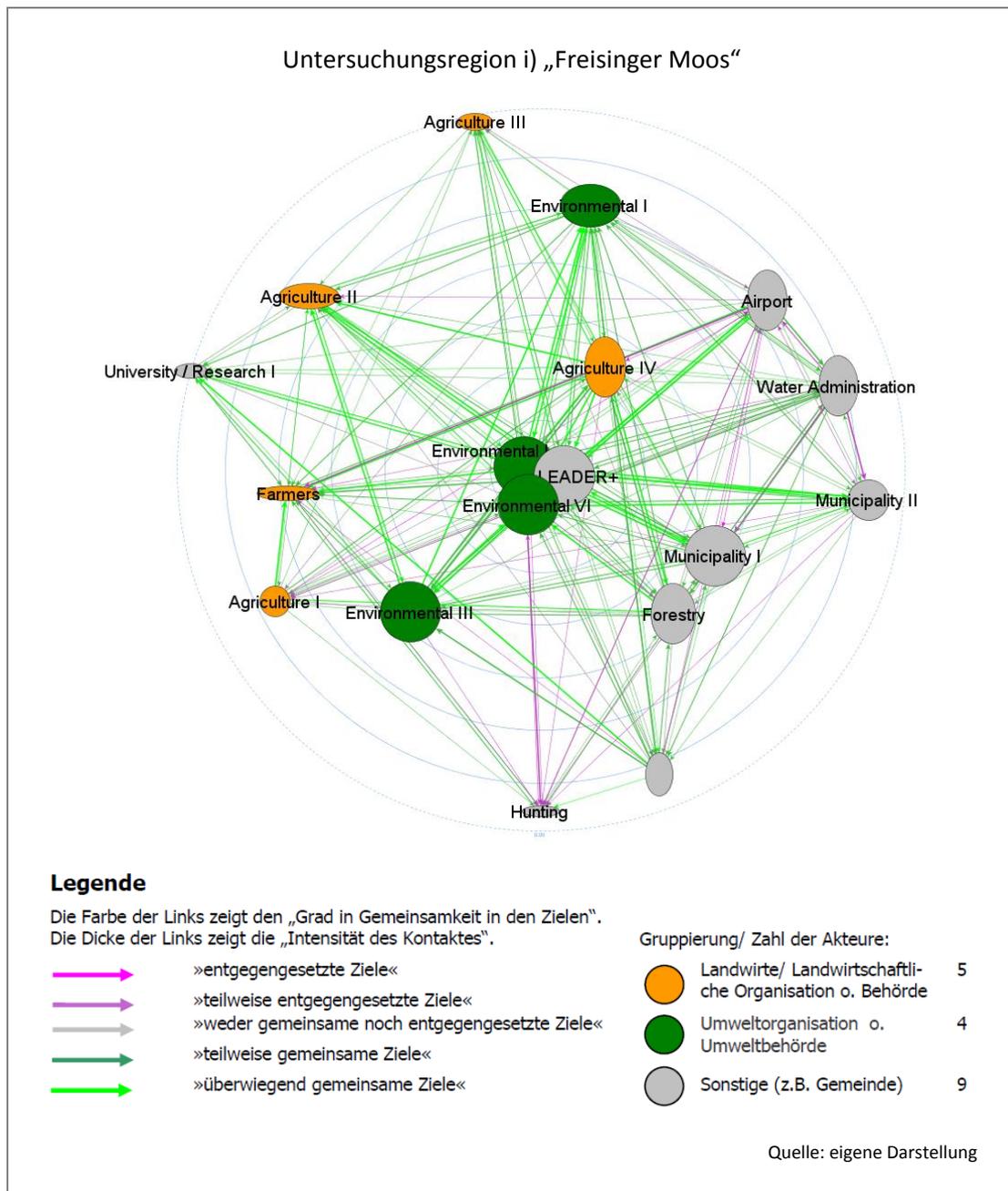


Abbildung 48: Visualisierung nach der Betweenness-Zentralität für das „Freisinger Moos“.

6.2.3 VISUALISIERUNG NACH DEM STATUS DER AKTEURE

In den vorangegangenen Analysen wurde der Ansatz der *Betweenness Centrality* verfolgt und die Ergebnisse der Netzwerkanalyse in Soziogrammen im radialen Layout dargestellt. Eine weitere häufig genutzte Möglichkeit der Netzwerkanalyse ist die Berechnung von *Status*-Werten um das Prestige von Akteuren in Netzwerken abzubilden. Je häufiger ein Akteur von anderen benannt wird, desto stärker steigt sein Prestige innerhalb der Gruppe. Zur Darstellung wird respektive eine alternative Visualisierungsoption der Software VISIONE gewählt. Die geschichtete Struktur (engl.: *layered layout*) erscheint geeigneter, das Prestige der Stakeholder in den Netzwerken darzustellen (vgl. *Abbildung 49*).

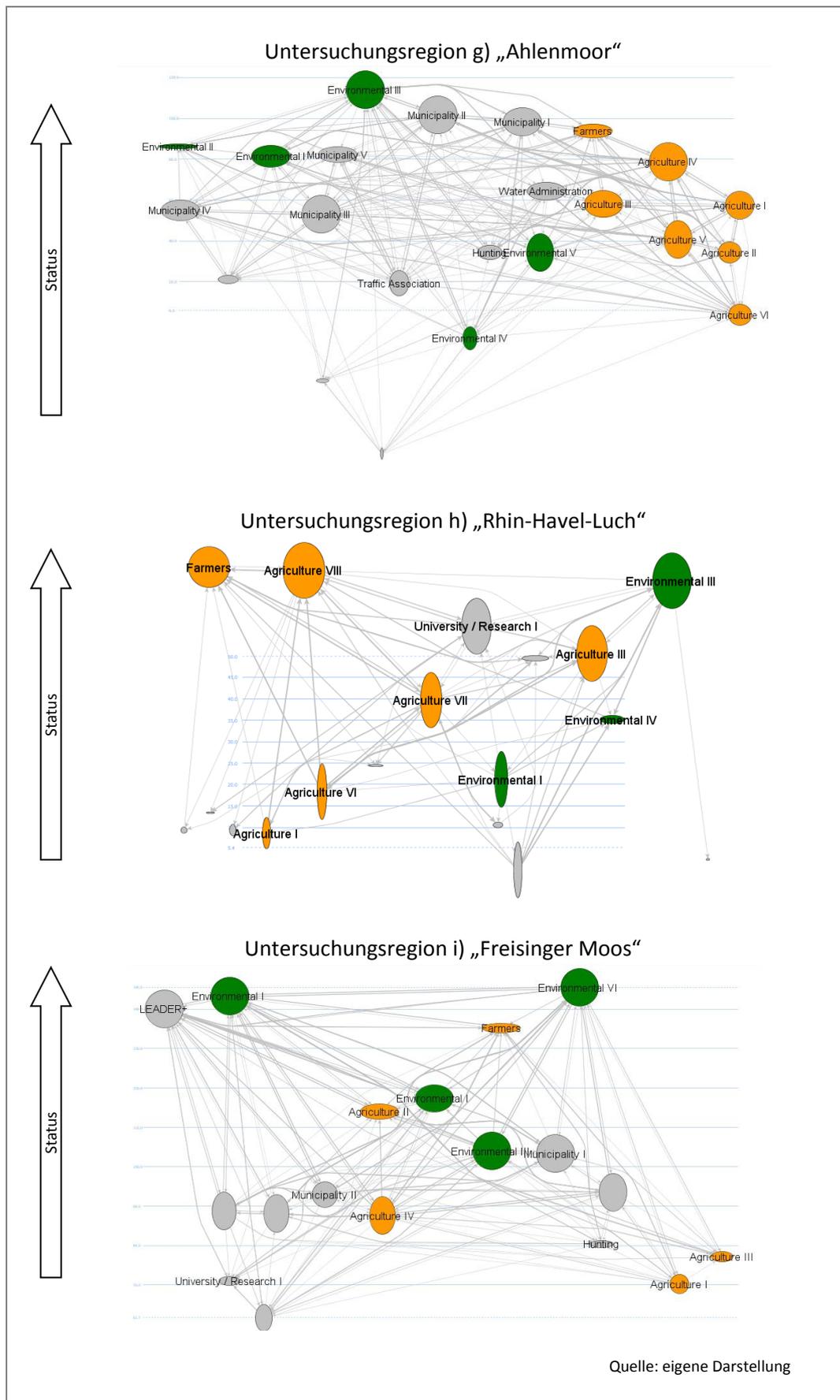


Abbildung 49: Status-Visualisierung gemäß der „Intensität des Kontaktes“.

Das Konzept ist jedoch nicht mit einer Organigramm-Darstellung beispielsweise einer *top-down*-Struktur im Management zu vergleichen. Vielmehr sind diejenigen Akteure in der „Top-Position“, die besonders viele Nennungen erhalten. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass der umgekehrte Ablauf von Kommunikationsprozessen tatsächlich jeden Netzwerkteilnehmer auf effizientem Weg erreicht. Allerdings wäre eine Begründung, dass beispielsweise gegenüber Behörden Berichts- und Rechenschaftspflichten bestehen. In diesem Fall kann durchaus von bestehenden „top-down“ Strukturen ausgegangen werden.

Untersuchungsregion g) „Ahlenmoor“

In der Untersuchungsregion „Ahlenmoor“ im Norden erreicht ein Umwelt-Akteur (*Environmental III*) die höchste Position im Netzwerk aufgrund des höchsten berechneten *Status*-Wertes. Zwei Gemeinden erreichen ebenfalls hohe *Status*-Werte. Landwirtschaftliche Akteure sind nicht im oberen Bereich vertreten. Die allgemeine Anordnung zeigt, dass nur wenige Akteure in der Spitze und an der Basis des Graphen eingeordnet sind. Die meisten konzentrieren sich im Mittelfeld.

Untersuchungsregion h) „Rhin-Havel-Luch“

In der Region „Rhin-Havel-Luch“ im Osten sind drei Akteure in sog. „Top-Positionen“, einschließlich der Landwirte bzw. hier die Vertreter landwirtschaftlicher Unternehmen. Die anderen beiden sind Mitglieder von Organisationen auf höchster Verwaltungsebene, dem Bundesland Brandenburg. Die Darstellung in *Abbildung 49* zeigt, dass die Landwirte in der obersten Ebene vertreten sind. Darüber hinaus zeichnen sich lange Abstände zwischen der „oberen“ und „unteren“ Ebene ab, d.h. die berechneten *Status*-Werte liegen auf einer weiten Spanne verteilt. Somit sind Akteure im Netzwerk vertreten, die besonders viele Nennungen erreichen und Akteure, die kaum von der breiten Masse wahrgenommen werden.

Untersuchungsregion i) „Freisinger Moos“

In der Untersuchungsregion „Freisinger Moos“ sind die gleichen drei Akteure, die die höchsten Zentralitätswerte erreichten, in der oberen Schicht des *Status*-Diagramms vertreten. Zunächst sind zwei Vertreter aus dem Umweltbereich zu nennen: der Landschaftspflegeverband (*Environmental I*) und die Untere Naturschutzbehörde des Landkreises (*Environmental V*). Weiterhin weist aus der Gruppe der Sonstigen die lokale LEADER-Geschäftsstelle in Freising (LEADER +) einen hohen *Status*-Wert auf. Somit sind im „Freisinger Moos“ die Positionen von Akteuren mit hohem *Status* überwiegend durch umweltfreundlich prädisponierte Beteiligte besetzt. Da sowohl die *Betweenness*-Zentralitäten als auch das Prestige im Netzwerk hoch ist, zeugt dies von einem sehr hohen Vernetzungsgrad insgesamt. Diese Akteure können somit nicht nur als besonders aktiv gelten, sondern begründet durch die Zahl der eingehenden Nennungen, als erfolgreiche Kommunikatoren mit entsprechenden Expertenstatus. Diese wären ideale Planungs- und insbe-

sondere Umsetzungspartner, um Veränderungen in der Region, beispielsweise zur Steigerung des Klimaschutzes in der Landnutzung, zu erreichen.

Die Gesamtstruktur im „Freisinger Moos“ nach der *Status*-Evaluierung in *Abbildung 49* (unterer Teil) zeigt, dass die ganze Spanne an möglichen Prestigetägern vorkommt (Verteilung der Akteure auf allen *Status*-Ebenen). Unterschiedliche politische Einheiten bzw. Interessensgruppen haben unterschiedliche Einflussmöglichkeiten und sind jeweils im Einzelfall zu bewerten.

6.3 BEDEUTUNG DES KLIMAWANDELS UND DES MOORSCHUTZES BEI NETZWERKAKTEUREN MIT HOHEN ZENTRALITÄTSWERTEN

Untersuchungsregion g) „Ahlenmoor“

Ausgehend von der Hypothese, dass Akteure mit hohen C_b -Werten eine politisch oder gesellschaftlich besondere Rolle in den Untersuchungsregionen spielen, werden die individuellen Absichten der drei zentralen Akteure bezüglich des Moor- und des Klimaschutzes näher betrachtet. Hierfür wurden die Fragestellung C-VI-3 „Schutzverständnis der Akteure“ und Frage C-V-1 „Zielvorstellung der Akteure“ gezielt ausgewertet. Folgende Bekundungen konnten extrahiert werden:

- *Environmental III*: Der Schutz des Moores ist derzeit von hoher Relevanz und eine weitere Steigerung der Relevanz wird für die Zukunft erwartet. Im Rahmen der Auswahlmöglichkeiten, was konkret der Moorschutz eigentlich für sie bedeutet, wird der Klimaschutz an dritter Stelle genannt.¹⁰⁰
- *Environmental IV*: Der Moorschutz ist derzeit von hoher Relevanz und eine weitere Steigerung seiner Relevanz wird erwartet. Klimaschutz ist in der 2. Priorität eingeordnet.
- *Environmental V*: Moorschutz ist derzeit von hoher Relevanz und wird voraussichtlich so verbleiben. Klimaschutz wird ebenso in der 2. Prioritätsstufe genannt.

Generell stellen die drei zentralen Akteure – alle aus der Gruppe Umwelt – strategisch gute Partner in möglichen Bemühungen zum Moorschutz dar, da überall der Moorschutz bereits einen hohen Stellenwert besitzt und in der Zukunft in seiner Relevanz weiter steigen soll. Allerdings wird Moorschutz nicht primär im Zuge des Klimaschutzes unternommen, sondern dieser folgt primär anderen Prioritäten, wie beispielsweise dem Naturschutz. Dennoch ist durch die Nennungen – überwiegend an zweiter Stelle – abzulesen, dass das Thema Klimaschutz mit Moorschutz in engem Zusammenhang steht. Das Leitthema bzw. ein Hauptcharakteristikum der Nennungen in der Region „Ahlenmoor“ ist die Notwendigkeit zur Aufrechterhaltung des Erholungswertes. Klimaschutz ist daher eher als ein Koppelprodukt des Landschaftsschutzes (u.a. zu Erholungszwecken) bzw. des Naturschutzes zu sehen.

¹⁰⁰ Es konnte aus drei Prioritätsoptionen ausgewählt werden.

Untersuchungsregion b) „Rhin-Havel-Luch“

Vier Akteure konnten identifiziert werden, die eine relevante Autorität in der Region darstellen. Dies zeigt sich an der Lage im Zentrum des Soziogramms (hohe C_B -Werte) und der Größe der Symbole (Zahl der ein- und ausgehenden Verbindungen). Drei von ihnen gehören zur Gruppe Landwirtschaft („*Agriculture*“) und einer zur Gruppe Umwelt („*Environment*“). Folgende Erklärungen in Bezug auf den Moorschutz im Allgemeinen und die Bedeutung des Klimaschutzes wurden bei diesen Vier ermittelt:

- *Agriculture VII*: Der Schutz des Moores und des Torfkörpers hat gegenwärtig eine mittlere Relevanz und wird voraussichtlich auch in Zukunft auf diesem Level verbleiben. Dem Klimaschutz wird die 1. Prioritätsstufe zugeschrieben, wenn gefragt wird, welche Bedeutung konkret der Moorschutz für den Akteur einnimmt.
- *Agriculture VIII*: Moorschutz hat für diesen Vertreter sowohl jetzt als auch in Zukunft eine hohe Relevanz. Dem Klimaaspekt wird lediglich die 3. Priorität als Begründung für den Moorschutz zugeordnet.
- *Agriculture III*: Moorschutz ist von mittlerer Bedeutung in der Gegenwart und wird voraussichtlich weiter an Relevanz sinken. Klimaschutz wird jedoch in der 1. Priorität genannt.
- *Environmental III*: Der Moorschutz genießt für den Umweltvertreter erwartungsgemäß eine hohe Relevanz und wird zukünftig noch an Bedeutung gewinnen. Die Bedeutung des Klimaschutzes als Motivationsgrund wird nur an dritter Stelle eingeordnet.

In der Region spielen Vertreter bzw. Institutionen aus dem Bereich Landwirtschaft eine wichtige Rolle. Bei ihnen hat mit Ausnahme des Akteurs *Agriculture VIII* der Moorschutz nur eine mittlere Relevanz. Dies ist darin zu begründen, dass der Schutz der Flächen nur bedingt mit der derzeitigen landwirtschaftlichen Nutzung zu vereinbaren ist. In der Vergangenheit wurden die Niedermoorgebiete großflächig melioriert. Im Zuge der teilweisen Aufgabe der Entwässerungsinfrastruktur nach der Wiedervereinigung hat die Landwirtschaft bereits ehemals produktive Flächen verloren, bzw. musste sich die Flächennutzung anpassen. Die gestiegene naturschutzfachliche Wertigkeit im Zuge des teilweisen Rückzugs der Landwirtschaft wird eher als Verlust gesehen. Der Schutz der Natur bzw. der verbliebenen Moorflächen wird nicht als primäres Ziel der Flächennutzung angesehen, sondern vielmehr der Erhalt der bestehenden Strukturen. Der Klimaschutz als Handlungsrational spielt interessanterweise dennoch eine vergleichsweise wichtige Rolle.

Zwei Strategien könnten bei der Interpretation der Ergebnisse für die Region hineinspielen. Zum einen wird möglicherweise versucht, die tendenziell ablehnende Haltung gegenüber einer Schutzbedürftigkeit durch die Bezeugung zum Klimaschutz zu kompensieren. Dies wäre nur durch andere Formen der Befragung herauszufinden gewesen. Zum anderen ist gerade Brandenburg aufgrund des eher trockenheitsgefährdeten Regionalklimas ein Hotspot der Klimaverände-

rungen in Deutschland. Darüber hinaus wurde im Zuge der Füllung von Tagebaurestlöchern große Mengen Wasser umgeleitet bzw. zu diesem Zweck zurückgehalten, sodass sich der Regionale Wasserhaushalt in den vergangenen Jahren stark verändert hat. Es ist daher naheliegend, dass dem Klimawandel und der Relevanz von Klimaschutzmaßnahmen zukünftig eine hohe Bedeutung zugemessen wird.

Der Einfluss der Landwirtschaft in der Region ist als überdurchschnittlich hoch zu bewerten. Die Unterschützstellung und mögliche Wiedervernässung dürfte in der Untersuchungsregion „Rhin-Havel-Luch“ deutlich stärkere Aversionen der regionalen Stakeholder hervorrufen, als in den anderen beiden Untersuchungsregionen.

Untersuchungsregion i) „Freisinger Moos“

Die regional bedeutendsten Akteure in der Untersuchungsregion „Freisinger Moos“ sind zwei Vertretern aus der Gruppe Umwelt und einer aus der Gruppe „Sonstige“. Diese drei erreichen sowohl die höchsten C_B -Werte als auch die höchsten *Status*-Werte. Die Auswertung der Fragebögen im Hinblick auf das „Schutzverständnis der Akteure“ (Frage C-VI-3) und die „Zielvorstellung der Akteure“ (Frage C-V-1) ergibt folgende Ergebnisse:

- *Environmental I*: Der Moorschutz ist derzeit von hoher Relevanz und eine weitere Steigerung der Relevanz wird in der Zukunft erwartet. Klimaschutz gelangt nicht unter die ersten drei Prioritätsstufen.
- *Environmental VI*: Moorschutz ist derzeit ebenfalls von hoher Relevanz und eine weitere Steigerung der Relevanz für die Zukunft wird erwartet. Klimaschutz liegt an dritter Stelle, wenn nach der Motivation gefragt wird.
- *LEADER+*: Auch beim dritten zentralen Akteur ist der Moor- und Torfkörperschutz derzeit von hoher Relevanz und eine weitere Steigerung der Relevanz für die Zukunft wird erwartet. Klimaschutz ist der 2. Priorität zugeordnet.

Da alle drei Akteure dem Moorschutz die höchste mögliche Relevanz-Stufe beimessen, wären es ideale Partner, um den Moorschutz im „Freisinger Moos“ zu fördern bzw. stärker zu etablieren. Allerdings, so vermitteln es die Ergebnisse, schneidet der Klimaschutz als mögliche Begründung für den Moorschutz denkbar schlecht ab. Hier sind andere Gründe für den Schutzgedanken deutlich prominenter vertreten. Die vorherrschenden Ziele im Moorschutz in der Untersuchungsregion i) sind eher der Boden- und Moorschutz allgemein, der Trinkwasserschutz und der Naturschutz. Ein möglicher, wenngleich vager Erklärungsansatz zur verhältnismäßig geringen Bedeutung des Klimaschutzes als Anreiz oder Notwendigkeit zum Moorschutz, mag die Nähe eines Großflughafens sein, der Klimaschutzbemühungen auf „kleiner Ebene“ *ad absurdum* führt.

7.1 VORBEMERKUNG

Klimaschutz gibt es nicht zum Nulltarif. Die zu erwartenden Kosten erfordern ein Bekenntnis zum Klimaschutz, verbunden mit Verhaltensänderungen aller Beteiligten. Gerade im landwirtschaftlichen Bereich ist dies notwendig, da dieser sowohl Verursacher als auch Betroffener ist.

Ein großer Anteil an der Emission klimaschädlicher anthropogener Treibhausgase (THG) liegt im Bereich der Landnutzung (Smith *et al.*, 2007; Höll *et al.*, 2009). Diese werden direkt, z.B. durch Lachgasemission aus der Bewirtschaftung des Bodens, und indirekt verursacht, z.B. durch eine Kohlenstofffreisetzung in Folge von Landnutzungsänderungen. Gleichzeitig fordert der Klimawandel von der Landwirtschaft die Anpassung an sich ändernde lokale Gegebenheiten. Wird die Landwirtschaft nun zu einem aktiven Beitrag zum Klimaschutz aufgefordert, so kann sie davon auch profitieren, beispielsweise durch den Anbau nachwachsender Rohstoffe zur Energieerzeugung. Die Nutzung und Erschließung erneuerbarer Energien hat sich in den vergangenen 10 Jahren fest in der Landwirtschaft etabliert (Emmann *et al.*, 2012). Die vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten reichen von der Gewinnung von Biotreibstoffen aus Rapsöl, Biogas aus Mais und anderen Ackerkulturen bis zum Anbau von Kurzumtriebsplantagen (KUP) zur Heizenergiegewinnung. So wurden neue Einkommensmöglichkeiten in der Landwirtschaft erschlossen und es haben sich teilweise ganze Betriebszweige neu entwickelt.

Allerdings sind in Anbetracht des zunehmenden Anbaus nachwachsender Rohstoffe auch negative Auswirkungen auf Natur und Landschaft aufgetreten. Ebenfalls sind – in verschiedenen Situationen – finanzielle Einschränkungen durch den Klimaschutz für die Landwirtschaft zu erwarten, beispielsweise bei Aufgabe bestimmter klimaschädlicher Nutzungsformen.

Trotzdem kann sich durch die notwendigen Veränderungen – hin zu einer klimaschutzoptimierten Landnutzung – eine Vielzahl von Synergien ergeben. Diese gilt es zu erkennen, zu bewerten und vor allem, zu nutzen.

7.2 STRATEGISCHE ÜBERLEGUNGEN

7.2.1 UMSETZUNG VON KLIMASCHUTZMASSNAHMEN IN DER LANDNUTZUNG – FREIWILLIG, GEGEN ENTLOHNUNG ODER DOCH ZWANG?

Entscheidend über Erfolg oder Misserfolg des Klimaschutzes in der Landnutzung ist vielfach die Ausgestaltung als verpflichtendes oder freiwilliges Instrument bzw. eine Kombination der Instrumente.

Wie die Befragung zu den favorisierten Umsetzungsstrategien für den Natur- und Umweltschutz durch die Agrarpolitik gezeigt hat, wird der verpflichtende Ansatz sowohl von den Land-

wirten als auch von den Experten als eher ungeeignet bewertet. *Cross Compliance*-Maßnahmen als bestehende verpflichtende Komponente im Umweltbereich, werden dennoch überwiegend als sinnvoll und notwendig bewertet. Kombinationslösungen aus verpflichtenden und freiwilligen Instrumenten werden als optimal angesehen. Insgesamt erhalten freiwillige Maßnahmen sehr viel Befürwortung seitens der Landwirte, werden von den Experten dagegen eher kritisch gesehen. Die Gruppe der „Landbauern“ befürworteten eher Kombinationslösungen, bei den „Traditionalisten“ erscheinen eher freiwillige Maßnahmen erfolversprechend.

Gute Erfahrungen mit freiwilligen Maßnahmen wurden im Naturschutzbereich von den Interviewteilnehmern aus dem „Alpenvorland“ geschildert, wo landespflegerische Belange des amtlichen Naturschutzes (hier „Erhalt der landschaftsprägenden Haaglandschaft“) nur durch die Mitarbeit der Landwirte erfüllt werden können. Die Akzeptanz seitens der beteiligten Landwirte ist hierbei Grundvoraussetzung. Ziel muss es sein, den Landwirt als Partner des Natur- und Klimaschutzes zu gewinnen, der Klimaschutzmaßnahmen durchführt und legitimiert.

Freiwillige Maßnahmen setzen allgemein voraus, dass die erbrachten Leistungen von der Gesellschaft honoriert werden. Da dies bei der Erbringung sog. positiver externer Effekte vielfach nicht der Fall ist, sollte der Staat entsprechende Honorierungsmodelle anbieten. Dies wird im Landwirtschaftssektor bereits in hohem Maße getan, vor allem durch Zahlungen aus der zweiten Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU (GAP) in Form von Agrarumweltmaßnahmen (AUM) und Vertragsnaturschutzprogrammen (VNP). Diese Zahlungen werden überwiegend durch die Erbringung von Umweltleistungen durch die Landwirtschaft begründet. Die Förderung erneuerbarer Energien, insbesondere durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), hat ebenfalls starke Anreize ausgestrahlt, sodass mittlerweile aus diesem Resort hohe Zahlungen in die Landwirtschaft fließen.

Neben monetären Anreizen können auch suasorische Instrumente wie gute Aufklärung und Beratung ihre Wirkung entfalten (vgl. Michaelis, 1996). So sollte beispielsweise die Offizialberatung, der Informationsfluss der Umweltbehörden und auch die Unterstützung von verschiedenen landwirtschaftsbezogenen Organisationen, wie z.B. Landschaftspflegeverbände (LPV), verbessert werden. Die Rolle solcher „unabhängiger“ Vermittler geht aus den Untersuchungen zu Netzwerkstrukturen hervor, die im folgenden Abschnitt 7.2.2 thematisiert werden.

Kritisch ist zu sehen, dass durch Anreize im Energiebereich teilweise Probleme in anderen Wirkungsbereichen befördert werden, deren Verminderung dann in Form von Zahlungen aus der sog. „Grünen Säule“ der GAP honoriert werden. Ziel muss es sein, Fehlanreize zu vermindern und Förderleistungen so zu gestalten, dass sowohl der Klimaschutz als auch der Natur- und Umweltschutz davon profitieren.

In der Konsequenz ist daher für einheitliche Mindeststandards zu plädieren, die durch regionalspezifische freiwillige Maßnahmen ergänzt werden sollten – vergleichbar mit einem Baukasten.

Die Gestaltung der Anreize für freiwillige Maßnahmen muss sich dabei verstärkt an den Bedürfnissen der Landwirtschaft orientieren, damit diese in größerem Umfang aufgegriffen werden.

7.2.2 NETZWERKSTRUKTUREN ZUR UMSETZUNG VON KLIMASCHUTZ IN DER LANDWIRTSCHAFT

Mitentscheidend für die Etablierung von neuartigen (Land-)Nutzungsformen ist die Zusammenarbeit der Akteursgruppen. Diese wurden mittels einer Netzwerkanalyse (Kapitel 6) untersucht und dargestellt. Kernpunkt der Untersuchungen war die Bestimmung der Zentralitätswerte der beteiligten Akteure im Netzwerk, (wie z.B. *Betweenness* und *Closeness*), d.h. die Identifizierung möglicher „*Key Player*“ als Saat Korn für die Umsetzung von Klima- und Umweltschutz.

Die vorgefundenen Netzwerkstrukturen zwischen den regionalen, landnutzungsrelevanten Akteuren („Stakeholder“) zeigen in den drei untersuchten Gebieten große Unterschiede. So waren in der Untersuchungsregion g) „Ahlenmoor“ im Norden und der Region i) „Freisinger Moos“ im Süden Beweise für stärker integrierte Netzwerke zu finden. Diese erstrecken sich über ein breites Spektrum von Akteuren auf verschiedenen administrativen Ebenen. Eine starke vertikale Integration der wichtigsten Akteure ist sowohl im Norden als auch im Süden vorhanden. Eine etwas andere Situation konnte im Fall der Neuen Bundesländer festgestellt werden. Die Untersuchungsregion h) „Rhin-Havel-Luch“ zeigt eine deutlich geringer entwickelte Netzwerkstruktur. Auch ist diese durch eine stärkere horizontale Trennung der Akteure gekennzeichnet. Kommunikation und Interaktion wird durch eine vergleichsweise geringe Netzwerkdicke geschwächt. Im Osten deutet die Struktur des Netzes daher eher auf einen sog. *top-down*-Ansatz, indiziert durch die Vertreter der höheren Verwaltungsebenen. Dies könnten noch Auswirkungen der hoch zentralisierten Staatsführung der ehemaligen DDR sein (vgl. Wolz, 2011), wobei nicht die Behörden in ihren komplett reformierten Strukturen gemeint sind, als vielmehr die Einstellung und Denkweise der Gesellschaft.

Auf Akteursebene zeigte sich, dass Stakeholder mit hohen *Betweenness*-Zentralitätswerten auf ganz unterschiedlichen administrativen Ebenen verteilt liegen und politisch sehr verschiedene Rollen einnehmen. Die Erwartungen, welche Akteure zentrale Positionen in den Netzwerken einnehmen, wurden weitgehend durch die Ergebnisse bestätigt. Diese waren im „Ahlenmoor“ das MoorinformationsZentrum (MoorIZ) und im „Freisinger Moos“ der Landschaftspflegeverband Freisinger Land e.V. (LPV). Im „Rhin-Havel-Luch“ war zu Beginn der Recherchen noch weitestgehend unklar, welche Akteure als Meinungsbildner in der Region in Frage kommen. Die Stelle mit dem höchsten berechneten *Betweenness*-Zentralitätswert wurde schließlich von der Umweltverwaltung des Landes Brandenburg eingenommen.

Schon JANSEN (2003) stellte fest, dass gut vernetzte Akteure auch Möglichkeiten der Informations- und Ressourcenkontrolle haben. Dies kann zu einer gewissen Gefahr für die Umsetzung von Klimaschutzzielen werden, sollten diese Ziele stark mit gruppeninternen Zielen konfliktieren. Aber die größere Bedeutung liegt in der Vermittlung von Fördermöglichkeiten durch

entsprechend aktive Akteure, wie dem LPV, die im Idealfall auch Verbindungspersonen zwischen unterschiedlichen Gruppen sein können. In diesem Sinne kann es von Vorteil sein, darauf hinzuwirken, dass eine solche Position von unabhängigen Akteuren ohne dezidierte Eigeninteressen übernommen wird, wie Forschungseinrichtungen oder Universitäten, oder speziell für solche Aufgaben gegründete Netzwerk- oder Koordinierungsstellen (z.B. LEADER-Büros).

Zur besseren Vergleichbarkeit der Netzwerke wurde für die *Status*-Visualisierung der Netzwerkmodelle in die Zuständigkeitsbereiche „Landwirtschaft“, „Umwelt“ und „Sonstige“ unterschieden. Im „Ahlenmoor“ sind es die Kommunen (Typ: Sonstige), im „Freisinger Moos“ sind es die Akteure aus dem Umweltbereich, die die höchsten *Status*-Werte erreichten. In beiden Regionen sind Institutionen und Verbände aus der Landwirtschaftsgruppe faktisch nicht unter den Akteuren mit dem höchsten *Status* vorzufinden. Lediglich im „Rhin-Havel-Luch“ im Osten war dies der Fall.

Eine Ausnahme spielen jedoch die Landwirte selbst, denn diese erreichen ein sehr hohes *Prestige-Ranking* unter den Akteuren. Wie erwartet, erreichten die Landwirte mehr Nennungen von anderen Akteuren als sie selbst in Kontakt mit diesen stehen. Die Landwirte haben in der Regel mehr eingehende Verbindungen als ausgehende Verbindungen. Folglich stehen diese im Gegensatz zu den meisten der lokalen Behörden, die in der Regel einen höheren *Outdegree* als *Indegree* vorweisen können.

Wie die Untersuchungen der lokalen Netzwerke gezeigt hat, ist es essentiell, Vermittlerpositionen bzw. Mediatoren zu stärken bzw. zu schaffen, die sowohl Verständnis für die Forderungen des Natur- und Klimaschutzes als auch für die Anliegen der Landwirte besitzen. Die Herausforderung besteht hierbei, Akteure mit guten Ansätzen in die Problemlösung einzubeziehen. Die bei Durchführung der Umfrage feststellbaren schwachen Netzwerkstrukturen im Osten stellen wiederum etwas andere Anforderung an die Umsetzung. Hier lassen sich Klimaschutzmaßnahmen möglicherweise eher durch den „*top-down-Ansatz*“ realisieren, d.h. Maßnahmen können durch die höheren Verwaltungsbehörden initiiert werden.

Zur Bewertung des Umsetzungspotenzials und die geeignete Vorgehensweise hat sich die Methode der qualitativen Netzwerkanalyse als geeignet erwiesen, da unterschiedliche Netzwerkstrukturen unterschiedliche strategische Herangehensweisen an den Klimaschutz in der Landnutzung erfordern. Die erhobenen Daten eröffnen weitere Möglichkeiten in der Exploration. Besonders interessant könnte die Kombination und Kopplung der strukturellen Netzwerkdaten mit qualitativen Daten sein. Des Weiteren sollte die Umfrage in den Untersuchungsregionen unter gleichen Bedingungen wiederholt werden, um Veränderungen festzustellen und die Veränderungen im Rahmen der dynamischen Netzwerkforschung weiter zu untersuchen.

7.3 MÖGLICHKEITEN DER UMSETZUNG UND BEWERTUNG

Die große Anzahl der möglichen Klimaschutzmaßnahmen in der Landnutzung und ihren vielfältigen Auswirkungen machten die Entwicklung eines integrierten, multikriteriellen Bewertungssystems notwendig. Hierin werden für die drei Wirkungsbereiche: 1) Klimaschutz, 2) Umwelt- & Landschaft und 3) Landwirtschaft die Auswirkungen untersucht und bewertet.

Die dabei geprüften Themenbereiche sind in *Tabelle 18* dargestellt. Für die Analyse wird in sog. Aktivitätsniveaus unterschieden, die den Aufwand der Veränderungen und die Tragweite der Maßnahme reflektieren. Die Hürden in der Anpassung bzw. für Veränderungen werden dabei auf einer vierstufigen Skala – zwischen leichter Umsetzbarkeit bis hin zu nahezu unmöglicher Umsetzbarkeit – angeordnet. Anhand dieser Einteilung werden Klimaschutzmaßnahmen in passive, reaktive, aktive und pro-aktive Maßnahmen eingeteilt. Hierbei werden einige wichtige Maßnahmen beispielhaft herausgegriffen. Diese Einteilung nach Aktivitätsniveau ist zum einen vor dem Hintergrund der Wahrscheinlichkeit der Umsetzung sinnvoll, zum anderen richtet sich die Wahl der politischen Instrumente maßgeblich nach dem notwendigen Aktivitätsniveau.

Tabelle 18: Überblick zur Bewertung unterschiedlicher Landnutzungsstrategien für den Klimaschutz.

Aktivitätsniveau	Klimaschutzmaßnahme	Auswirkungen auf		
		1) Klima	2) Natur & Landschaft	3) Landwirtschaft
Passiv	keine Verhaltensänderung	– negative Klimawirkung	+/- kurzfristig unverändert	+/- kurzfristig unverändert
Reaktiv	Erhaltung der Dauergrünlandflächen	+ Erhaltung des Bodenkohlenstoffs	+ z.B. Schutz wiesenbrütender Vogelarten	– Einkommensverluste
	Unterschutzzstellung ungenutzter Moorflächen	+ C-Speicherung als Torf	+ Flora und Fauna	keine
Aktiv	Anbau nachwachsender Rohstoffe z.B. Mais für Biogas z.B. Kurzumtriebskulturen	+ Substitution fossiler Energien	– Stoffeintrag in Gewässer	+ Neue Einkommensmöglichkeiten
			– Fruchtfolgeverengung	– Flächenkonkurrenz
			– Monotonisierung der Landschaft	– Pachtpreiserhöhung
	Bodenschonende Bewirtschaftung z.B.: Minimalbodenbearbeitung, Mulchsaat, Winterbegrünung ...	+ Erhöhung des Bodenkohlenstoffgehaltes	+ z.B. Erosionsschutz	+/- sowohl gesteigerter Aufwand als auch Nutzen
	Umwandlung von Acker in Grünland	+ Erhöhung des Bodenkohlenstoffgehaltes	+ Extensivierung, Erosionsschutz + Verminderter PSM Einsatz	– Einkommensverluste
Reduktion der Wiederkäuer*	+ weniger Methan ausstoß	– weniger Rinder in der Kulturlandschaft + Grünlandextensivierung	– Einkommensverluste, notwendige Neuorientierung und Investitionen	
Pro-aktiv	Renaturierung / Wiedervernässung von Moorflächen	+ C-Speicherung als Torf	+ Biotope werden geschaffen	Flächenverluste, – Trockenlegung eher befürwortet
	Aufgabe der Flächennutzung, Wiederbewaldung	+ Erhaltung des Bodenkohlenstoffs + C-Speicherung in stehender Biomasse	+/- je nach Ausgangssituation	– Flächenverluste

+ positiver Beitrag, – negativer Beitrag, +/- teils positiver / teils negativer Beitrag

*der Bereich Wiederkäuer wurde im Rahmen der Untersuchungen ausgeklammert

Quelle: eigene Zusammenstellung

Beispiele für reaktive Maßnahmen sind die Erhaltung von Dauergrünlandflächen oder die Unterschutzstellung von Moorgebieten. Als aktive Maßnahmen werden u.a. der Anbau nachwachsender Rohstoffe oder die Umwandlung von Acker- in Grünlandflächen gezählt. Neben der in *Tabelle 18* aufgeführten Auswahl an Maßnahmen existieren noch eine Reihe weiterer aktiver Maßnahmen, die sich beispielsweise über den gesamten Bereich der Extensivierung der Acker- und Grünlandnutzung erstrecken, beispielsweise durch eine Reduktion der Düngung, des Pflanzenschutzes oder der Ausweitung der Fruchtfolgen. Als pro-aktive Maßnahmen innerhalb der Klimaschutzmaßnahmen werden die Wiedervernässung von drainierten Moorflächen und insbesondere der Rückzug der Landwirtschaft aus der Flächennutzung verstanden.

Die Untersuchung der möglichen Auswirkungen von Klimaschutzmaßnahmen zeigt, dass die Wirkungsbereiche Klima, Natur & Landschaft sowie Landwirtschaft teils positiv, teils negativ und teils widersprüchlich zu bewerten sind.

Allen untersuchten Bewirtschaftungsoptionen bzw. Formen des Landmanagements wird ein positiver Beitrag zum Klimaschutz zuerkannt (gekennzeichnet durch +). Die Literaturlauswertung im Bereich Grünland (Kapitel 2.2.1) zeigt jedoch, dass es noch große Probleme bei der Quantifizierung dieses Beitrages gibt (WBA u. BMELV, 2008; Freibauer *et al.*, 2004). In bestimmten Konstellationen wie z.B. dem Anbau nachwachsender Rohstoffe auf Ackerflächen, die zuvor als Dauergrünland genutzt wurden, ist der Beitrag daher uneinheitlich zu bewerten und kann sich, je nach Betrachtungszeitraum, durchaus negativ auf das Klima auswirken (UBA, 2012; Janssens *et al.*, 2005). Auch im Wirkungsbereich Natur & Landschaft gibt es positive Effekte, so wirkt sich beispielsweise die Erhaltung der Dauergrünlandflächen positiv auf den Bestand der wiesenbrütenden Vogelarten aus, nicht jedoch, wenn die Flächen intensiv genutzt werden. Ein anderes Positivbeispiel ist die bodenschonende Bewirtschaftung – Minimalbodenbearbeitung, Mulchsaat, Winterbegrünung – die den Erosionsschutz erhöht und dadurch insbesondere den Sediment- und Nährstoffeintrag in die Oberflächengewässer, mit den damit verbundenen Umweltschäden, vermindert.

Diverse negative Auswirkungen (gekennzeichnet durch –) lassen sich sowohl im Bereich Natur & Landschaft als auch im Bereich Landwirtschaft feststellen. Negativbeispiele sind die Erhöhung des Stoffeintrages in die Gewässer durch den Anbau erosionsanfälliger Reihenkulturen als nachwachsender Rohstoff, oder allgemein eine Erhöhung des Betriebsmitteleinsatzes. Auch die Fruchtfolgeverengung mit einhergehender Monotonisierung der Landschaft, wie es in einigen Regionen durch den vermehrten Maisanbau im Zuge einer hohen Biogas-Anlagendichte der Fall ist, wirken sich negativ auf das Landschaftsbild aus. Dies sind Beispiele für mögliche Risiken, die jedoch nicht unausweichlich sind. Sie können durch standortangepasste Maßnahmen verhindert werden.

Einige der in *Tabelle 18* vorgeschlagenen Maßnahmen sind nach den Erkenntnissen der vorliegenden Studie differenziert zu bewerten (gekennzeichnet durch +/–). So stellen beispielsweise im Bereich der Landwirtschaft die Umsetzung der bodenschonenden Bewirtschaftung auf der einen Seite einen gesteigerten Aufwand dar – durch höheren Arbeitsaufwand und Kosten, beispielsweise für Saatgut für Zwischenfrüchte und Spezialtechnik in der Gülleausbringung – auf der anderen Seite auch einen gesteigerten Nutzen durch verminderten Arbeitsaufwand bei pflugloser Bestellung und Anstieg der organischen Substanz im Boden mit positiven Ertragseffekten.

Generell zeigen die Ergebnisse, dass eine multikriterielle Analyse mit den Dimensionen Klima, Natur & Landschaft sowie Landwirtschaft, wie sie in *Tabelle 18* beispielhaft dargestellt ist, ein sinnvoller Ansatz ist. Hierbei sollte es das Ziel sein, Synergien zu erkennen und zu nutzen. Dies ist insofern besonders wichtig, da für die Klimawirkung die Quantifizierung eingesparter THG schwierig ist. Der Aufwand ist generell eher gerechtfertigt, wenn Verbesserungen auch in den anderen zwei Bereichen realisiert werden können. Der integrierte Ansatz stärkt die Umsetzung, sichert die Akzeptanz, und erhöht vor allem die Wirkung.

In den folgenden Abschnitten 7.3.1 bis 7.3.4 werden die Untersuchungsergebnisse bezüglich der Klimaschutzmaßnahmen anhand der vier Aktivitätsniveaus – passiv, reaktiv, aktiv und proaktiv – eingeteilt, anschließend detailliert diskutiert und mit den Ergebnissen anderer Studien in Beziehung gesetzt. Dabei werden die Ergebnisse der *Stakeholder*-Befragungen (Teil A) hinzugezogen, um für jedes Aktivitätsniveau Aussagen zur Wahrscheinlichkeit der Umsetzung der Maßnahme treffen zu können.

7.3.1 KEINE ANPASSUNG – „BUSINESS AS USUAL“

Das niedrigste Aktivitätsniveau impliziert, dass bisherige Vorgehens- und Wirtschaftsweisen unverändert fortgesetzt werden, unabhängig von der Tatsache des Klimawandels bzw. ohne Bemühungen zum Klimaschutz (vgl. *Tabelle 18*).

Dem Klimawandel vollkommen passiv gegenüber zu stehen, impliziert, dass a) keine Auswirkungen des Klimawandels festzustellen sind oder b) die Erkenntnis erlangt ist, dass eine Anpassung kaum oder nicht möglich ist. Für beide Begründungen ließen sich in den Befragungen im Teil A der Untersuchungen nur wenige stichhaltige Beweise finden. Die überwiegende Zahl der Landwirte konnte die Zunahme extremer Wettererscheinungen bzw. Veränderungen im Jahresverlauf feststellen und dies auch mit konkreten phänologischen Ereignissen unterlegen (vgl. *Tabelle 8* / Kapitel 4). Einige Wenige stellen Veränderungen nicht in einen Zusammenhang mit dem Klimawandel. Somit bleibt festzustellen, dass eine Grundvoraussetzung für die Befürwortung von Klimaschutzmaßnahmen seitens der Landwirte prinzipiell gegeben ist, bzw. entscheidende Impulse zur Umsetzung bzw. Eigeninitiative zum Klimaschutz entsprechend aufgegriffen werden können.

Die Reaktion der Landwirte, in den verschiedenen Untersuchungsregionen Bayerns bezüglich ihrer Möglichkeiten, zum Klimaschutz beizutragen, ist sehr heterogen. Die beiden vorherrschenden Auffassungen der Landwirte sind, dass sie entweder schon „viel“ für den Klimaschutz leisten (besonders vertreten im „Alpenvorland“), wengleich sich dies vielfach auf die Nutzung regenerativer Energien bezieht, oder, im Gegensatz dazu, aus Sichtweise der Landwirte „gar nichts“ zum Klimaschutz beigetragen werden kann („Würzburger-Gäu“). Insgesamt zeigt sich eine gewisse Tendenz dahingehend, dass die Bereitschaft zum betrieblichen Klimaschutz mit der Intensität der Flächenbewirtschaftung abnimmt und der Klimawandel in einigen Regionen stärkere Auswirkungen zeigt („Alpenvorland“ und „Würzburger Gäu“) als in anderen.

Die Annahme, dass keine Verhaltensänderung bei den Landwirten aus intrinsischen Motiven heraus erzielt wird, erhält durch die durchgeführte Befragung der Betriebsleiter und Experten Bestätigung. Insbesondere wollen sie keine wirtschaftlichen Einbußen hinnehmen. Dabei zeigt sich insbesondere, dass die Landwirte nicht bereit sind, auf Grünlandumbruch zu verzichten. In diesem Fall wird kein Beitrag zum Klimaschutz erzielt bzw. ist mit weiteren negativen Auswirkungen auf das Klima zu rechnen.

Ein kontinuierlicher Rückgang in der landwirtschaftlich genutzten Flächen (LF) Bayerns aufgrund des Siedlungsdruckes ist seit über 25 Jahren feststellbar. Dies ist auch dem großzügigen Umgang mit der Ressource Boden durch die Gemeinden, bzw. die Stadt- und Regionalplanungsbehörden zuzuschreiben. Abgesehen vom starken Rückgang der LF ist insbesondere das Grünland zurückgegangen (17 %), da im entsprechenden Umfang Grünland zur Ackernutzung umgebrochen wurde. Dies hat vor allem ökonomische Gründe und betrifft alle ackerfähigen Grünlandstandorte. Vorwiegend im Grenzgebiet zwischen Grünland- und Ackerbaugebieten im Süden Bayerns besteht ein hoher Anreiz, Dauergrünland zum Anbau von Mais als Futter oder als Substrat zur Biogaserzeugung umzubrechen. Hält dieser Trend des Grünlandverlustes von rd. 10.000 ha a⁻¹ im Gesamtzeitraum 1983-2007 bzw. um 7.000 ha a⁻¹ zwischen 2003-2010 (*Cross-Compliance*-Anrechnungsphase) unvermindert an, so ist weiterhin von negativen Auswirkungen bezüglich der Freisetzung von THG bei der Umwandlung von Grünland zu Acker auszugehen (vgl. auch Behm, 2011). Auf Grundlage von POEPLAU *et al.* (2011) und unter der Annahme, dass es sich hierbei um mineralische Böden handelt, ist mit jährlichen Emissionen von rd. 100.000 t CO₂ zu rechnen. Erschwerend kommt hinzu, dass sich der Grünlandumbruch möglicherweise eher auf Standorte mit hohem Bodenkohlenstoffgehalt, sog. anmoorige Standorte bzw. Niedermoorstandorte, ausdehnt. Immerhin bestehen 4,9 % der LF in Deutschland aus solchen organischen Böden (Röder u. Osterburg, 2012). Für die CO₂-Freisetzung je Hektar umgebrochenes Grünland auf organischen Böden ist – je nach Ansatz – das doppelte (Freibauer *et al.*, 2004) bis vierfache (UBA, 2012) an CO₂-Emissionen mineralischer Böden anzusetzen. Regional zeigt insbesondere das Alpenvorland die höchsten Kohlenstoffvorräte unter Grünland, begünstigt durch niedrige Temperaturen, hohe Niederschläge, und hohe Bodenfeuchtigkeit (Wiesmeier *et al.*, 2013).

Insgesamt ist bei der derzeitigen Entwicklung der Flächennutzung mit einer Verschärfung der Klimaproblematik zu rechnen. In der Konsequenz läuft der Grünlandumbruch für die Erzeugung nachwachsender Rohstoffe für die Energieerzeugung den Klimaschutzbemühungen zuwider und sollte nicht durch politische Anreize befördert werden.

Von Seiten der Landwirtschaft und der Politik nichts zu unternehmen, ist die denkbar schlechteste Option. Sollte sich das Szenario festsetzen und keine politischen Anstrengungen zum Gegensteuern unternommen werden, würde dies auch zum Nachteil der Landwirtschaft gereichen. Abwarten birgt Risiken, erhöht möglicherweise die Kosten und ist letztlich auch zum Nachteil für die Gesellschaft. Manche getroffene Landnutzungsentscheidung ist nur mit immensen Aufwand reversibel. Beispielsweise ist es aufwändig, entwässerte Flächen wieder zu vernässen.

Auch ein bayernweit auftretender massiver Grünlandumbruch mit einhergehenden Bodenkohlenstoffverlusten, ist hier zu nennen. Ein erster Ansatzpunkt wäre daher die Unterschutzstellung von Grünland auf organischen Böden, speziell in den großen Flussniederungen von Iller, Lech, Isar und Inn, Schutz der Niedermoorflächen und des Grünlands im Alpenvorland. Ein generelle, d.h. bayernweites Umbruchsverbot lässt sich mit Klimaschutzargumenten allein nicht wissenschaftlich fundiert empfehlen, da sich insbesondere in den aktuellen Untersuchungen, die bis in einen Meter Tiefe reichen, gezeigt hat, dass auch in Ackerflächen beträchtliche Mengen an Bodenkohlenstoff gespeichert sein kann, allerdings in tieferen Bodenschichten.

Bezüglich „Natur und Landschaft“ sind kurzfristig keine negativen Auswirkungen zu erwarten, sollten gemäß dem *Business-as-Usual*-Szenario keine Maßnahmen zum Klimaschutz ergriffen werden. Artenvorkommen können sich verschieben (z.B. durch das Auftreten mediterraner Arten nördlich der Alpen) und strukturelle Veränderungen können in Ökosystemen auftreten. Vor dem Hintergrund der starken Dynamik des Naturhaushaltes und aufgrund der überdurchschnittlichen hohen Regenerationsfähigkeit der Natur in Mitteleuropa, sind die Veränderungen als nicht abrupt und drastisch zu bewerten, sondern verlaufen kontinuierlich. Langfristig betrachtet, können durch das gesellschaftliche Verhalten und den damit induzierten anthropogenen Klimaeffekt durchaus Veränderungen bis hin zu gravierenden bzw. irreversiblen Schäden an heimischen Ökosystemen auftreten. Zwar können Veränderungen dokumentiert werden, z.B. durch die Auflegung von Monitoringprogrammen zur Feststellung unerwünschter ökologischer Folgen, diese sind jedoch nicht geeignet, um dem Klimawandel präventiv und ursächlich zu begegnen.

Für den Bereich der Landwirtschaft in Bayern gilt, dass Klimaauswirkungen durch entsprechende Anpassungen begegnet werden kann. Durch den technischen Fortschritt, insbesondere züchterische Maßnahmen (z.B. neue, trockenresistente Sorten) und den vermehrten Einsatz von Kapital d.h. Betriebsmitteln, können kurzfristig durchaus starke Anpassungen in der Landwirtschaft stattfinden. Es laufen bereits Aktivitäten, diese sollten unterstützt und noch verstärkt wer-

den. Trotzdem reicht es nicht, sich nur gemäß dem „business as usual“ zu verhalten, d.h. sich lediglich anzupassen, sondern es erscheint notwendig, aktive Maßnahmen zu ergreifen, um einen nachhaltigen und effizienten Klimaschutz zu erreichen. Darüber hinaus besteht die Gefahr, dass die Akzeptanz seitens der Gesellschaft für Fördermaßnahmen im Landwirtschaftsbereich wegbriecht. Eine reine Anpassung ist zu wenig, um aktiv das Klima zu schützen.

7.3.2 REAKTIVE ANPASSUNG DURCH EINE UMWELTSCHONENDE LANDNUTZUNG

Im Bereich der reaktiven Klimaschutzmaßnahmen konzentrierten sich die Untersuchungen auf die Erhaltung der Dauergrünlandflächen und die Unterschutzstellung ungenutzter Moorflächen (vgl. *Tabelle 18*).

Es konnte gezeigt werden, dass bayernweit in Folge des Siedlungsdruckes aber auch im Zuge der verstärkten Etablierung nachwachsender Rohstoffe vermehrt Dauergrünlandflächen umgebrochen wurden. Sowohl den befragten Landwirten als auch den Experten war wenig bewusst, welchen Wert die Grünlanderhaltung für den Klimaschutz darstellt. Nach wie vor besteht ein großer Anreiz, Grünland für die Ackernutzung umzubrechen; sei es direkt für den Anbau nachwachsender Rohstoffe – beispielsweise Mais für Biogasanlagen –, sei es indirekt als Folge der Flächenknappheit, z.B. in Gebieten mit hoher Biogasdichte und „geförderter“ Grünlandextensivierung. Dies konnte für landschaftlich und ökologisch wertvolle Gebiete wie dem WIESMET-Gebiete in der Untersuchungsregion „Landkreis Ansbach“ nachgewiesen werden.

Die Erhaltung der Dauergrünlandflächen ist daher als wichtige erste bzw. reaktive Anpassungsmaßnahme zum Klimaschutz zu betrachten. Sie bietet den Vorteil, auch positive externe Effekte für den Natur- und Landschaftsschutz zu generieren und dem bestehenden Trend der Flächenentwicklung entgegen zu wirken. Zwar ist die Beurteilung ästhetischer Aspekte der Landschaft stark subjektiv geprägt, gemeinhin wird jedoch das Vorhandensein von Grünland in den dafür typischen Landschaftsräumen (z.B. „Alpenvorland“) von den Umfrageteilnehmern als unverzichtbar angesehen.

Die qualitative Befragung zur Rolle des Klimaschutzes in der Landwirtschaft zeigte, dass aus Sicht der Experten die Erhaltung des Dauergrünlandes einzelbetrieblich sehr gut umsetzbar ist (89 % Zustimmung). Neben den generell positiven Effekten für den Klimaschutz würden auch typische wiesenbrütende Vogelarten, wie beispielsweise der Große Brachvogel, von der Grünlanderhaltung profitieren.

Steuernd sollte die *Cross Compliance*-Verordnung bezüglich des Grünlandeschutzes eingreifen. Diese sieht für einen überbordenden Grünlandumbruch innerhalb eines Bundeslandes ein Umbruchverbot und Wiederansaat als *ultima ratio* vor. Müsste das Umbruchverbot kompensiert werden, so sind die sich daraus ergebenden Einkommensverluste schwierig zu ermitteln, da der verminderte Deckungsbeitrag nur einen Teilaspekt darstellt. Deutlich schwerer wiegen gebremste Entwicklungschancen und Einschränkungen der Betriebe bzw. der Wertverlust der Flächen.

Für den Schutz der wiesenbrütenden Vogelarten reicht außerdem ein reines Grünlandumbruchverbot, wie es in *Cross Compliance* vorgesehen ist, nicht aus. Entscheidend ist die Intensität der Bewirtschaftung. Gerade im Zusammenhang mit der Nutzung nachwachsender Rohstoffe zur Energieversorgung ist es zu einer gewissen Flächenverknappung gekommen; Grünlandflächen werden daher intensiver genutzt. Beispielsweise konnten starke Konkurrenzbeziehungen zwischen dem Anbau von Biogassubstraten und der Grundfuttergewinnung für die Milchviehhaltung im WIESMET-Gebiet im Landkreis Ansbach festgestellt werden. Wesentlich für den Schutz der Wiesenbrüter sind daher entsprechende Schutz- und Fördermaßnahmen für extensives Grünland, wie sie bereits im VNP bzw. KULAP angesiedelt sind. Diese AUM müssen auch bei sich ändernden wirtschaftlichen Rahmenbedingungen – wie die bevorzugte Förderung des NaWaRo-Anbaus – attraktiv bleiben. Das stellt in Acker-Futterbau-Gebieten eine besondere Herausforderung dar, verglichen mit reinen Grünlandgebieten. Die räumlich-variablen Bedingungen sind ein klassisches Argument für regional ausdifferenzierte Förderprogramme. Wie dies mit dem angestrebten Bürokratieabbau in der Förderung zu vereinen ist, bleibt schwierig zu beantworten. Ein Ansatz ist die Entwicklung von Indikatorensystemen, die über die Auswertung vorhandener Daten sowie mit den Möglichkeiten der Fernerkundung flächendeckend eingesetzt werden können. Als neuer Weg der regionalen Ausdifferenzierung von AUM wurde von HÜBNER *et al.* (2010i) ein Agrar-Umwelt-Indikatorensystem (IndikaTUM) entwickelt. Als Grundlage dienten vorhandene Daten der Agrarverwaltung (InVeKoS), des Natur- und Artenschutzes (Biotopkartierung) sowie zugängliche Statistiken, sodass keine neuen Daten erhoben werden mussten und daher der zusätzliche Aufwand begrenzt wurde.

Die gezielte Förderung von Grünlanderhaltungsmaßnahmen zum Schutz des Klimas ist schwierig zu gestalten. Hierbei soll der potentiellen Emission von THG vorgebeugt werden, die anhand der Vermeidungsleistung zu bewerten wäre. Das Freisetzungspotenzial schwankt jedoch stark von Standort zu Standort (Bodentyp, Niederschlagsmenge, Landnutzungshistorie etc.) und ist schwierig vorauszusehen. Darüber hinaus muss die Langfristigkeit einer potentiellen Förderung sichergestellt werden, da sonst die zeitlich verzögerte, aber relativ schlagartige Freisetzung eines Großteils des gebundenen CO₂ droht. Solche Maßnahmen zum Klimaschutz umzusetzen, ist wegen der Wirkungsweise und der Festlegung der Förderhöhen, problematisch. Daher würde sich hier ein ordnungsrechtlicher Ansatz eher eignen. Regelungen zum Grünlandumbruch bzw. Vorgaben zur Erhaltung landwirtschaftlich genutzter Flächen in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand sind u.a. durch entsprechende *Cross-Compliance*-Regelungen innerhalb der Direktzahlungsverpflichtungsverordnung gegeben. Diese sind jedoch gegebenenfalls zu spezifizieren. Zwar beträgt die Verminderung des Dauergrünlandes zum Referenzjahr 2003 in Bayern bisher 2,9 %-Punkte (Behm, 2011), d. h. die Grenze von 5 Prozentpunkten, ab der der Grünlandumbruch genehmigungspflichtig wird, wurde für Bayern noch nicht erreicht, allerdings sind regionale „Hot Spots“ auszumachen. Im Rahmen der Agrar- und Umweltpolitik wird zu klären sein, inwieweit es sinnvoll ist, die *Cross-Compliance*-Grenzwerte zum Grünlandumbruch noch stär-

ker zu regionalisieren und beispielsweise auf Landkreis- oder Regionsebene statt wie bisher bezüglich der gesamten Fläche der Bundesländer festzulegen.

Präventiven Charakter im Sinne der Grünlanderhaltung haben ordnungsrechtliche Bestimmungen wie sie beispielsweise im Bayerischen Naturschutzgesetz verankert sind. Bei Umbruch von Dauergrünland kann gemäß der Bestimmung des Art. 6a Abs. 5 BayNatSchG, kann im Falle eines Eingriffs, der im Widerspruch zu öffentlich-rechtlichen Vorschriften durchgeführt wird, die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands verlangt werden. Die damit einhergehenden Kostenrisiken können eine abschreckende Wirkung entfalten.

Für Folgenprüfungen bzw. Natura-2000 Verträglichkeitsprüfungen ist es nach derzeitiger Rechtslage schwierig, über unmittelbare Auswirkungen hinausgehende Auswirkungen, wie z.B. Flächeninanspruchnahme oder Immissionen, zu erfassen. Ein Beispiel für solche indirekten Auswirkungen wäre die Verschiebung der angebauten Kulturen. Die Durchführung von Natura 2000-Verträglichkeitsprüfungen wäre dann einzufordern, wenn Anlagen zur Verwertung von Biomasse zwar außerhalb von Natura 2000-Gebieten angelegt werden sollen, aber Auswirkungen direkter oder indirekter Art in die Gebiete hinein wahrscheinlich sind. Besteht aufgrund des Ergebnisses einer Vorprüfung der begründete Verdacht, dass solche Auswirkungen möglich sind und in den Natura 2000-Gebieten zu einer Beeinträchtigung der Erhaltungsziele führen können, sind entsprechende Auflagen an die Genehmigung von Biomasseverwertungsanlagen zu knüpfen.

Bei der Aufstellung der Managementpläne für Natura 2000-Gebiete ist auf eine Berücksichtigung der Synergien und Risiken des Anbaus nachwachsender Rohstoffe zu drängen. So können möglicherweise notwendige Einschränkungen bei der Genehmigung oder beim Anbau nachwachsender Rohstoffe im Sinne des Verschlechterungsverbotes besser kommuniziert werden und für mehr Akzeptanz seitens der Landnutzer geworben werden.

Vor dem Hintergrund, dass die Natura 2000-Verträglichkeitsprüfung räumlich auf Natura 2000-Gebiete bezogen ist und um auch mögliche Beeinträchtigungen der anderen Schutzgüter vorausschauend zu ermitteln und zu minimieren, erscheint ab einer bestimmten Größenordnung von Biomasseverwertungsanlagen die Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) sinnvoll. In Anlehnung an die Schwellen, die auch das EEG für die Höhe der Einspeisevergütung setzt, wäre hier (in Ergänzung der entsprechenden rechtlichen Grundlagen, vgl. Anlage 1 UVP-Gesetz sowie entsprechende landesrechtliche Bestimmungen) eine verpflichtende UVP für geplante Großanlagen über 5 MW Leistung zu diskutieren.

Noch positiver als die bisherigen Maßnahmen für einen verstärkten Klimaschutz in der Fläche wirkt sich die Unterschutzstellung von Moorflächen aus. Grundlage für die positive Klimawirkung von Moorflächen ist, dass die C-Mineralisation in Folge einer Nutzung ansteigen würde und somit CO₂ aus dem Boden freigesetzt wird. Auch die Entstehung von N₂O wird durch die Bewirtschaftung und die Düngeintensität beeinflusst. Es erscheint daher naheliegend, Moore

bzw. Niedermoore mit einer aktiven Torfmoosflora (*Sphagnen*), die bisher noch nicht landwirtschaftlich genutzt werden, entsprechend unter Schutz zu stellen und aus der Nutzung herauszunehmen. Allerdings ist in Deutschland die Phase der Nutzbarmachung und Kultivierung längst abgeschlossen. Der verbliebene Rest natürlicher bzw. naturnaher Moore wird auf weniger als 2 % der Landesfläche geschätzt (Jeschke u. Joosten, 2003; Succow u. Jeschke, 2008), wobei diese überwiegend bereits geschützt sind. Bestehende Restpotenziale zur zukünftigen Unterschutzstellung von Mooren sollten ausgenutzt werden. Zu diesem Fazit kommen auch ältere Untersuchungen wie bspw. FREIBAUER *et al.* (2004), die besonders die implizit langfristige Kohlenstoffbindung durch den Flächenerwerb als erfolgsversprechend identifizieren. Die Unterschutzstellung betreffe dann nicht nur die landwirtschaftliche Nutzung, sondern auch den industriellen Torfabbau zur Substratgewinnung für den Gartenbau.

Viele Maßnahmen im Bereich der Anpassung an Klimaveränderungen haben keinen Effekt bezüglich des Klimaschutzes (z.B. Sortenanpassung etc.). Nach den Erfahrungen aus den Umfragen werden seitens der Landwirte oft Anpassungen durchgeführt, implizit werden diese Maßnahmen jedoch als Klimaschutzmaßnahme verstanden. Dies kann leicht darüber hinweg täuschen, dass eine reine Anpassung lediglich der Weiterführung bisheriger Vorgehensweisen und damit eher dem *Business-as-Usual*-Ansatz entspricht. Die Maßnahmen „Erhaltung der Dauergrünlandflächen“ und „Unterschutzstellung ungenutzter Moorflächen“ gehen hier etwas weiter. Sie können zum Klimaschutz beitragen. Dabei ist davon auszugehen, dass der Grünlandschutz bereits seine Berechtigung aus anderen umwelt- und landschaftsbezogenen Gründen bekommt und hierbei der Klimaschutz ein zusätzlicher Gewinn wäre. Die Unterschutzstellung ungenutzter Moore ist flächenmäßig stark eingeschränkt, hat aber den Vorteil, nicht in den Wirtschaftsbereich Landwirtschaft einzugreifen. Hier hat der Klimaschutz als Handlungsrationale in den letzten Jahren schon eine höhere Bedeutung erlangt.

Findet eine Flächennutzung bereits statt, so ist mit „reaktiven Maßnahmen“, wie der präventiven Unterschutzstellung „kein Land mehr zu gewinnen“. Beispielsweise wurden die (land-)wirtschaftlich interessanten Flächen, wie im „Freisinger Moos“ nahezu gänzlich melioriert und sind landwirtschaftlich genutzt. Hier wären aktive Maßnahmen wie beispielsweise Landnutzungsänderungen notwendig, die mit hohen Anforderungen an die Landnutzer, Umsetzungsschwierigkeiten und vor allem sehr hohen Kosten verbunden sind.

7.3.3 AKTIVE ANPASSUNG DURCH LANDNUTZUNGSÄNDERUNGEN

Der Anbau nachwachsender Rohstoffe wird als wichtigste aktive Maßnahme im Sinne des Klimaschutzes angesehen. Hierbei sind insbesondere der Anbau von Mais für die Biogaserzeugung, der Rapsanbau für Biodiesel, Kurzumtriebsplantagen (KUP) mit Weide oder Pappel für die Wärmeerzeugung sowie diverse sonstige Kulturen relevant. Wie sich in den Fallbeispielen aus verschiedenen Regionen Bayerns gezeigt hat, sind in der Praxis auch negative Effekte im Bereich Naturschutz und Landschaft festzustellen. Zu beobachten waren hier u.a. Stoffeinträge in die

Gewässer, Fruchtfolgeverengungen oder auch die Monotonisierung der Landschaft (vgl. *Tabelle 18*). Die positive politische Intention des Klimaschutzes wird zum Teil durch diese Effekte konterkariert. Auch für den landwirtschaftlichen Sektor sind teils positive, teils negative Effekte zu verzeichnen. Zwei weitere wichtige aktive Maßnahmen zum Klimaschutz sind die Einführung und Förderung bodenschonender Bewirtschaftungsmethoden sowie die Umwandlung von Acker in Grünland. Für beide Maßnahmen gilt, dass hier sowohl das Klima als auch „Natur & Landschaft“ profitieren können. Einkommensverluste der Landwirtschaft bzw. der Mehraufwand können durch entsprechende Instrumente abgefedert werden. Diese müssen politisch gewollt und gesellschaftlich legitimiert sein.

Mais für Biogas

Als Rohstoff für die Energieerzeugung zur Substitution fossiler Energien wurden insbesondere Biogasanlagen politisch gefördert, wobei hierfür der Silomais als Substrat die wichtigste Rolle spielt. Im Zuge des starken Ausbaus der Biogastechnologie mit prognostizierten 7.600 Biogasanlagen in Deutschland bis Jahresende 2012 und mit rd. 2.400 Anlagen in Bayern (FvB, 2012), haben die Maisanbauflächen stark zugenommen. Bundesweit wurden 2012 annähernd 2,6 Mio. ha mit Mais bestellt (Deutsches Maiskomitee e.V., 2012), wobei der Silomaisanteil etwa 80 % ausmacht. In Bayern sind es beinahe 540.000 ha – ein bisheriger Höchststand – der 25,7 % der Ackerfläche umfasst (ibid.) und auch hier ist der Silomais mit 75 % Anteil die treibende Kraft. Der bayernweite Trend schließt jedoch nicht aus, dass es regional zu stärkeren Verschiebungen gekommen sein kann. Deutlich höhere Werte werden beispielsweise in der Untersuchungsregion „Rottal-Inn“ mit einem Maisanteil von 43,5 % an der AF bzw. 31,4 % an der LF für das Jahr 2010 gemeldet (AELF Pfarrkirchen, 2011b). Dramatisch wirkt sich der zunehmende Maisanbau im „Alpenvorland“ aus, das sich generell durch erheblich mehr Grünland als Acker charakterisieren lässt. Hier fällt der Silomaisanteil stärker ins Gewicht als beispielsweise im Norden Bayerns, wo dieser in weiten Gebieten unter 10 % der Ackerfläche liegt.

Ein typisches Problem des Maisanbaues ist die erhöhte Erosion und damit verbundene Sedi-
menteinträge in die Gewässer (Schätzl, 2006). Besonders in touristisch geprägten Regionen (z.B. „Alpenvorland“) kann er durch die Wuchshöhe auch störend für das Landschaftsbild empfunden werden.

Bei der Bewertung der Flächeneignung für den Anbau erosionsanfälliger Kulturen bzw. zur regionalspezifischen Festlegung von Grenzwerten zum möglichen Grünlandumbruch für den Ackerbau sollten Indikatoren verwendet werden, wie (a) Erosionsanfälligkeit des Flächenstückes unter Bezugnahme auf das Erosionskataster, (b) Gesamtgrünlandanteil in der Region (c), erosionsschonende Wirtschaftsweisen, z.B. durch Winterbegrünung mit Direktsaat. Methoden zur Etablierung und Bewertung von geeigneten Biomasse-Produktionsgebieten finden sich bei DEMMELER *et al.* (2007). Sie haben beispielhaft für zwei Regionen eine räumlich differenzierte Planungsgrundlage geschaffen, die von Genehmigungsbehörden aufgegriffen werden kann.

Einer der wichtigsten praxisrelevanten Ansätze liegt im Erosionskataster im Rahmen von *Cross Compliance* verankert. Seit 2010 wird hiernach die Erosionsgefährdung durch Wasser oder Wind feldstücksspezifisch anhand von geo-physikalischen Gegebenheiten wie Hangneigung und Bodeneigenschaften bestimmt und in Form eines Katasters dokumentiert. Je nach erteilter Erosionsgefährdungsklasse werden verschiedene Bewirtschaftungsauflagen wirksam.

Neben dem Anbau von Biogassubstraten muss auch beim Betrieb der Biogasanlagen die „gute fachliche Praxis“ gefordert und gefördert werden. Empfehlungen zur Gärrestausbringung lassen sich z.B. aus der Düngerverordnung (DüV) und Düngemittelverordnung ableiten. Generell soll die Ausbringung von Gärresten auf landwirtschaftlich genutzten Flächen pflanzenbedarfs- und standortgerecht erfolgen, so dass keine zusätzlichen Gefährdungen für das Grundwasser und die Oberflächengewässer auftreten. Bei Anwendung der DüV sollte entsprechend der EU-Nitratrichtlinie der Stickstoff aus Gärresten aus Gülle und / oder rein pflanzlicher Herkunft auf die Stickstoffobergrenze für organische Wirtschaftsdünger voll angerechnet werden.

In der Bayerischen Bauordnung (BayBO) ist seit dem 01.01.2008 der Bau von Biomasselagern für den Betrieb von Biogasanlagen, unabhängig von ihrer Größe, nicht mehr genehmigungsfrei. Die Bestimmung ist konsequent anzuwenden, um die technische und optische Ausgestaltung der Biomasselager, v. a. unter Aspekten des Gewässerschutzes und des Landschaftsbildes, zu überprüfen.

Raps für Biodiesel

Im Bereich der Kraftstoffe wurde Bio-Diesel in Deutschland zum Großteil aus Raps als sog. Raps-Methyl-Ester (RME) hergestellt. Nachdem aufgrund der Besteuerung die Nachfrage für Bio-Diesel-Reinkraftstoff stark zurückging, wurde durch das Biokraftstoffquotengesetz (BioKraftQuG) verstärkt auf die verpflichtende Beimischung zu konventionellem Diesel gesetzt. Allerdings stagniert die flächenmäßige Ausdehnung des Rapsanbaus in Bayern. Dies kann als eine Entlastung der Flächenintensität gesehen werden, doch beschränkt sich dies auf Deutschland. Aufgrund der hohen Transportwürdigkeit kommen die Rohstoffe wie z.B. Palmöl für das in Deutschland verkaufte Biodiesels aus Übersee. Gerade in diesem Bereich ist der indirekte Landnutzungswandel (engl. *indirect land use change*, ILUC) als höchst problematisch zu bewerten.

Aufgrund der relativ hohen CO₂-äq-Vermeidungskosten und der Problematik der hohen Importanteile von Bio-Diesel, die häufig mit umweltzerstörenden Produktionsverfahren in den Herkunftsländern einhergehen, erscheint es wenig sinnvoll, die Beimischungsquoten zum Kraftstoff im BioKraftQuG weiter anzuheben. Dies ist auch vor dem Hintergrund einer zunehmenden Flächenkonkurrenz zwischen Nahrungsmittel- und Energieproduktion und der Intensitätssteigerung in Bayern zu sehen. Daher sind folgende Punkte zu beachten:

- Zertifizierungsregelungen müssen als Voraussetzung für die Beimischung zum Kraftstoff dienen.
- Dem indirekten Landnutzungswandel (ILUC) ist in Zertifikaten hinreichend Bedeutung beizumessen.
- Auflagen an die Hersteller bzw. ein Hinwirken der Politik im Sinne einer Verringerung des Kraftstoffverbrauchs und der Reduktion klimaschädlicher Gase.
- Intensivierung der Forschungen im Bereich der „Biokraftstoffe der zweiten Generation“ (BTL) und kontrollierter Ausbau der Produktionskapazitäten, da hierdurch eine Entspannung der Flächenverknappung zu erwarten ist.

Kurzumtriebskulturen zur Wärmeerzeugung

Kurzumtriebskulturen bzw. -plantagen (KUP) werden aufgrund ihres prägenden Einflusses auf das Landschaftsbild teilweise kritisiert („Freisinger Moos“). Allerdings überwiegen die Meinungen, dass durch die Anlagen von KUP positive landschaftliche Anreize geschaffen werden. Um den nachhaltigen Anbau zu stärken, würde sich die Schaffung eines entsprechenden Zertifikates bzw. Labels anbieten, ähnlich wie es im Bereich Holz seit vielen Jahren in Form des FSC-Labels des *Forest Stewardship Councils* etabliert ist. Allerdings zeigten die Befragungen, dass von Seiten der Landwirte der Anbau nachwachsender Rohstoffe als mehrjährige Kultur generell, z.B. Miscanthus, Kurzumtriebskulturen mit Weide oder Pappel sehr kritisch gesehen wird, da dieser eine komplette betriebliche Neuausrichtung erfordert verbunden mit erheblichen Investitionen. Lediglich ein Experte aus dem „Tertiär-Hügelland“ ist von guten Umsetzungsmöglichkeiten des Anbaus mehrjähriger Kulturen überzeugt.

Bei der Anlage von KUP ist eine Reihe naturschutzfachlicher und wasserwirtschaftlicher Belange zu berücksichtigen. Diese können beispielsweise sein:

- Verträglichkeit mit Belangen des Landschaftsbildes;
- keine Beeinträchtigung in der Landschaftsfunktion;
- keine Anlage in Überschwemmungsgebieten;
- keine Anlage im Umfeld von Mooren und Feuchtgebieten wegen möglicher Beeinträchtigung des Grundwassers durch Stoffeinträge;
- keine Anlage in Biotopverbundachsen.

Sonstige Ackerkulturen

Bezüglich der Vor- und Nachteile bisher nur selten angebaute Energiepflanzen (z.B., Miscanthus, Hirse, Sudangras, Topinambur, Hanf kann aufgrund fehlender Erfahrungen derzeit noch keine abschließende Bewertung abgegeben werden. Generell sind hier noch weitere Forschungsarbeiten und die Praxiserprobung notwendig. Positiv würden sie sich auf alle Fälle auf Natur- und Landschaft auswirken, z.B. durch eine Bereicherung der Fruchtfolge oder auch als Bienenweide.

Allgemeine Aspekte zu Ackerkulturen für die Energieerzeugung

Vom Grundsatz her ist bei der Bewertung der positiven und negativen Auswirkungen des Anbaus nachwachsender Rohstoffe auf Natur und Landschaft kein gravierender Unterschied zum konventionellen Nahrungs- und Futtermittelanbau festzustellen. Aus naturschutzfachlicher Sicht treten negative Auswirkungen immer dann auf, wenn eine Intensivierung der bisherigen Nutzung erfolgt, naturschutzfachlich bedeutsame Lebensräume (z.B. Streuwiesen, extensive Weideflächen, Magerwiesen, etc.) durch intensivere landwirtschaftliche Nutzung einschließlich des Energiepflanzenanbaues beansprucht werden bzw. wenn traditionelle Kulturlandschaften mit kulturhistorischen Besonderheiten hinsichtlich des Landschaftsbildes nachteilig verändert werden. Die Hauptprobleme liegen nicht im Anbau von Energiepflanzen selbst, sondern in den Auswirkungen, die sich mit der Intensivierung der Flächennutzung einstellen. Dies umfasst die Bereiche: Betriebsmitteleinsatz (insb. Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln), Verengung der Fruchtfolge wie in der Untersuchungsregion „Rottal-Inn“ festgestellt, Grünlandintensivierung (sowohl zur direkten Nutzung von Grassilage als Substrat in Biogasanlagen, als auch zur Kompensation des fehlenden Grundfutters), Vergrößerung der Schläge, Nutzung bis an die Gemarkungsgrenzen, Wiederinkulturnahme von Stilllegungsflächen („Tertiär-Hügelland“) und Grünlandumbruch („Alpenvorland“). Während zukünftig nur eine geringe Intensitätssteigerung durch den Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln bei den einzelnen Ackerfrüchten zu erwarten ist, dürften sich die Fruchtfolgen zugunsten des Mais- oder Rapsanbaus verengen. Mit Auswirkungen auf bestimmte naturschutzfachlich bedeutsame Arten der Agrarlandschaft (z.B. Feldhamster) oder der Wiesenweihe ist z.B. in der Untersuchungsregion „Würzburger Gäu“ zu rechnen. Der Grünlandumbruch dürfte weiter fortgesetzt werden. Der Grünlandverlust ist aus naturschutzfachlicher Sicht wie auch nach den Zielen des Boden- und Gewässerschutzes in bestimmten Räumen beachtlich, auch wenn er sich innerhalb der durch *Cross Compliance* vorgegebenen Werte bewegt. Auch das Landschaftsbild kann sich insbesondere durch den verstärkten Anbau von Silomais oder auch KUP bzw. dem Rückgang von Grünland in den typischen Grünlandregionen regional negativ verändern, wobei hier die Einschätzung subjektiv geprägt ist (vgl. Zschache *et al.*, 2010).

Insgesamt hat sich gezeigt, dass die bestehenden Konfliktbereiche der Landwirtschaft mit den Belangen des Natur- und Umweltschutzes durch den Anbau nachwachsender Rohstoffe tendenziell weiter verschärft werden. Zu dieser Einschätzung kommen auch eine Reihe anderer aktueller Studien (vgl. u.a. Starick *et al.*, 2011; Bosch u. Peyke, 2011). Dabei werden von Seiten der Landwirte weniger die Konkurrenzen der Nutzungen untereinander thematisiert, als vielmehr Konkurrenzen beispielsweise zwischen unterschiedlichen Verwendungsrichtungen von Mais.

Bei der Bewertung der Wirkung des NaWaRo-Booms auf die Landwirte sind sowohl positive als auch negative Effekte zu beobachten. Es zeichnet sich ein steigendes Konfliktpotenzial zwischen Biogasanlagenbetreibern und Milchviehhaltern ab, obwohl beide Produktionsverfahren

sich idealerweise ergänzen können (durch Gülleverwertung) und oft in Kombination stattfinden. Sowohl in der Untersuchungsregion „Würzburger Gäu“ als auch im „Tertiär-Hügelland“ kam es zu einem verstärkten Einsatz von Gülle, wobei hier die Einführung des Güllebonus förderlich gesehen wird. Dennoch werden seitens der Berater und Landwirte die damit verbundenen positiven Effekte für die Umwelt und Synergieeffekte für den landwirtschaftlichen Betrieb nur teilweise wahrgenommen. Konfliktdenken überwiegt zwischen „Viehhaltern“ und „Biogaserzeugern“. Grund dafür sind die bereits feststellbaren Flächenverknappungen in Gebieten mit einer hohen Biogas-Anlagendichte, wo Mais für Biogas deutlich höhere Preise erzielt und damit auch entsprechend hohe Preise für Pacht oder Landkauf gezahlt werden müssen. Für Biogasbetreiber haben sich neue Einkommensmöglichkeiten erschlossen, u.U. verbunden mit Förderungszuweisungen und abgesichert durch staatlich garantierte Einspeisevergütungen, während sich Tierhalter im Zuge der Öffnung des Milchmarktes und sukzessiven Abschaffung der Prämien deutlich stärker den konjunkturellen Schwankungen des Marktes ausgesetzt sehen. Diese Konkurrenzbeziehungen sind als negative Begleiterscheinung im Bereich Landwirtschaft anzusehen (vgl. Rauh u. Heißenhuber, 2008).

Zur Ausschöpfung der potentiellen Synergien, die der Energiepflanzenanbau bietet und um Risiken zu vermeiden, ist eine verstärkte Förderung geeigneter Anbauformen und Verfahren durch anreizpolitische Instrumente wie im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) erforderlich. In einigen Bereichen ist die Förderung jedoch zurückzufahren, wie es von verschiedenen Seiten bereits in der Vergangenheit gefordert wurde (vgl. WBA, 2011). Zwar wurde mit dem EEG-12 der sog. NaWaRo-Bonus in seiner bisherigen Form zunächst abgeschafft, jedoch findet sich dieser nun in der Vergütung nach Einsatzstoffklasse I wieder. Mais, Grasschnitt, Getreide oder Zuckerrüben werden mit 6 Ct, bei größeren Anlagen mit 5 bzw. 4 Ct entgolten, verglichen mit 7 Ct (bis Anlagengröße 500 kW_{el}, dann 4 Ct) nach dem EEG-09, nur eine geringfügige Anpassung, insbesondere, da zeitgleich die Grundvergütung in fast allen Größenklassen angehoben wurde. Analoges gilt für den Gülle- und Landschaftspflegebonus, der sich nun in Einsatzstoffklasse II für Reststoffe in vergleichbarer Höhe (8 Ct bzw. 6 Ct je kWh_{el}) wieder findet. Einige Aspekte wie das Führen eines Einsatzstofftagebuches zu einer möglichst lückenlosen Dokumentation der Masseströme an den Anlagen, wurden bereits umgesetzt. Auch ist zu begrüßen, dass große Biogasanlagen mit entsprechenden Skaleneffekten und Flächenwirkung, nicht so stark von der Förderung durch das EEG profitieren. Allerdings wird erst ab einer Anlagengröße über 20 MW_{el} die Streichung der Einsatzstoffklassenboni wirksam. Ab Jahresbeginn 2014 sind die Einschnitte für größere Biogasanlagen drastisch. Ab einer Anlagengröße von 750 kW_{el} werden die garantierten Einspeisevergütungen gestrichen, es besteht lediglich die Möglichkeit, den Strom direkt zu vermarkten (sog. Marktprämienmodell).

Die neue Anlagenkategorie „Kleine Gülleanlage“ (max. 75 kW_{el}) ist von der Idee des Gesetzgebers her „gut gemeint“; wird von der Praxis (bisher) jedoch nicht verstärkt aufgegriffen. Dies hängt zunächst mit den entgangenen Skaleneffekten dieser inzwischen eher kleinen Anlagengröße

zusammen. Zum anderen lassen sich diese in den bestehenden Betriebsstrukturen in der Milchviehhaltung in Bayern – wo nur 1,5 % der Betriebe mehr als 100 Milchkühe besitzen (StMELF, 2012), aber min. 125 Milchkühe (inkl. Nachzucht) zur vollen Auslastung benötigt werden – nur über Gemeinschaftsanlagen realisieren. Die hierfür nötigen Kooperationen stellen möglicherweise unüberbrückbare Hindernisse im ländlichen Raum dar.

Außerordentlich positiv ist die verpflichtende Nutzung von min. 35 % der anfallenden Wärme zu bewerten. In Zukunft muss jedoch verstärkt darauf geachtet werden, dass keine Konzepte für eine unnütze Wärmeverwendung gebilligt werden. Besonders wichtig aus Sicht des Umwelt- und Naturschutzes erscheint die Verringerung des Silomaisanbaus. Eine Entlastung erscheint durch den neu eingeführten „Maisdeckel“ dahingehend gegeben, als dass in der Vergangenheit reine NaWaRo-Anlagen errichtet wurden. Durch die Nutzung von Mais als Haupt-Gärsubstrat ging von diesen Anlagen eine entsprechende Flächenwirkung aus. Ob nun aufgrund des „Maisdeckels“ verstärkt alternative Energiepflanzen wie Miscanthus, Sudangras oder Topinambur angebaut werden, oder späte Schnitte von Ackerfutter wie Klee gras oder vermehrt Reststoffe wie Getreidestroh in Biogasanlagen eingesetzt werden, bleibt abzuwarten. Hierbei könnten im Falle einer verminderten Mineraldüngergabe und Reduzierung des chemischen Pflanzenschutzes ökologisch positive Effekte erzeugt werden. Allgemein sollten biogene Reststoffe, wie Bioabfälle, Gülle, Stroh, Landschaftspflegematerial, etc. ohne direkte landwirtschaftliche Flächenbeanspruchung in größerem Umfang als bisher für die Strom- und Wärmegewinnung erschlossen werden. So kann auch dazu beigetragen werden, den obengenannten Konflikt zu entschärfen.

Das aktuelle EEG von 2012 zeigt bereits Verbesserungen, beispielsweise hinsichtlich Klimaschutz (BioSt-NachV). Dennoch bleibt das EEG-12 hinter den Erwartungen der Umweltverbände zurück. Es ist allerdings zunächst positiv festzuhalten, dass die mit Biogas assoziierten Probleme auf die politische Agenda gelangt sind. Die bisherigen Bemühungen, die Förderung im Biogassektor umweltverträglicher zu gestalten, sind aus Sicht des Natur und Umweltschutzes als noch zu schwach zu bewerten. Für die Zukunft ist daher zu fordern, den eingeschlagenen Weg noch konsequenter zu verfolgen, um ungewollte Auswüchse der Förderpraxis im Rahmen des EEGs, weiter zu vermindern.

Neben dem EEG bestehen aber auch im vorhandenen Ordnungsrecht klare Vorgaben, um negative Entwicklungen zu vermeiden. Beide Strategien – Fördern und Fordern – müssen ausgeschöpft werden. In Wasserschutzgebieten (WSG) ist im Einzelfall anhand der jeweiligen Standortverhältnisse zu prüfen, ob bestimmte Formen des Anbaus nachwachsender Rohstoffe oder deren Verwertung gemäß den Wasserschutzgebiets-Verordnungen zulässig bleiben (z.B. Kurzumtriebskulturen). Im Sinne der Gewährung des Hochwasserschutzes kann in den abflusswirksamen Bereichen festgesetzter Überschwemmungsgebiete ein Anbauverbot von abflussmindernden Kulturen wie Mais und Sonnenblumen erlassen werden. Entstehen den betroffenen Landwirten durch das Anbauverbot besondere Härten, so sind diese durch die Gewährung von Ausgleichs-

zahlungen zu kompensieren. Mittelfristig ist ein vorbeugendes Flächenmanagementsystem zu installieren, um Härtefälle zu vermeiden. In den abflusswirksamen Bereichen von Überschwemmungsgebieten sollte auf die Anlage von KUP verzichtet werden.

Neben der freiwilligen Teilnahme an AUM könnten ergänzende Vorgaben insbesondere zum Erosionsschutz an die Vergabe von Fördermitteln im Bereich erneuerbare Energien geknüpft werden. Denkbar wäre eine Begrenzung des Maisanteils in der Fruchtfolge auf max. 50 %. Auf erosionsgefährdeten Flächen sollten generell vor Reihenkulturen, wie Mais oder Kartoffeln, Winterzwischenfrüchte wie z.B. Senf oder Phacelia angebaut werden.

Bodenschonende Bewirtschaftung

Der zweite, ausgewählte Kernbereich innerhalb der aktiven Klimaschutzmaßnahmen in der Landnutzung ist die Förderung der bodenschonenden Bewirtschaftung. Eine Minimierung der Störungen der Bodengese durch die pfluglose Bearbeitung bzw. Minimalbodenbearbeitung ist geeignet, den Kohlenstoffverlust der Böden zu verringern (Vleeshouwers u. Verhagen, 2002; Smith *et al.* 2000 in Freibauer *et al.*, 2004). Auch der Input organischer Materials, beispielsweise durch Mulchsaat, Winterbegrünung oder eine organische Düngung, führt zu einer Erhöhung des Bodenkohlenstoffgehaltes (Neufeldt, 2005; Smith *et al.* 2000 in Freibauer *et al.*, 2004). Allerdings besteht eine latente „Gefahr“ einer eher kurzfristigen Anhebung der Kohlenstoffspeicherung durch Managementmaßnahmen, wie es auch von FREIBAUER *et al.* (2004) angemerkt wird.

Aus naturschutzfachlicher Perspektive ist die Verminderung der Erosionsgefährdung durch eine bodenschonende Bewirtschaftung positiv zu bewerten. Es konnte am Beispiel der AUM in der Untersuchungsregion „Rottal-Inn“ gezeigt werden, dass ein angepasstes Bodenmanagement weniger an soziale als vielmehr an technische Grenzen stößt. Klassische AUM bieten beispielsweise bei extremen Standortverhältnissen mit hoher Reliefenergie keinen vollumfänglichen Erosionsschutz. Umfangreiche technische Maßnahmen wie eine Terrassierung, oder das *Contour Farming*, d.h. eine Bewirtschaftung entlang der Isolinien, stoßen sich an den vorhandenen Besitzverhältnissen und können nur im Rahmen von Flurneuerungsverfahren umgesetzt werden.

Dennoch besteht ein gewisses Potenzial in der weiteren Verbreitung bodenschonender Bewirtschaftungsformen. Die Befragungsergebnisse zum möglichen Einsatz von bisher bereits in Bayern praktizierten Techniken deuten darauf hin, dass die konservierende Bodenbearbeitung kein Problem in der Umsetzung darstellt (77 % Zustimmung), wobei diese Maßnahme insbesondere von Landwirten und Experten aus den intensiver bewirtschafteten Regionen befürwortet wurde. Hierbei wird der gesteigerte Aufwand durch den Nutzen für die Landwirte kompensiert.

Umwandlung bzw. Rückumwandlung von Ackerflächen

Als dritter Schwerpunkt wird die Umwandlung bzw. Rückumwandlung von Ackerflächen in Dauergrünlandflächen betrachtet, da auch hier eine Erhöhung des Bodenkohlenstoffs durch Bin-

dung atmosphärischen Kohlenstoffes erzielt werden kann. Diese Herangehensweise ist jedoch aus zweierlei Gründen schwierig, einerseits bei der Quantifizierung des Effektes und andererseits bezüglich der langfristigen Sicherung der Maßnahme. Für Grünlanderhaltungsmaßnahmen als reaktive Anpassungsmaßnahme wurden große Unsicherheiten bezüglich der C-Werte und Emissionsfaktoren identifiziert. Gleiches gilt auch bei der Umwandlung von Acker in Grünland. Analog zur Grünlanderhaltung ist auch hier die Langfristigkeit die größte Herausforderung. PO-EPLAU *et al.* (2011) konnten zeigen, dass der Anstieg des Bodenkohlenstoffs kontinuierlich, aber langsamen über einen Zeitraum von 120 Jahren verläuft. Werden die Ackerflächen nach 5 Jahren Grünlandnutzung umgebrochen, um den förderrechtlich relevanten Status als Ackerfläche nicht zu verlieren, so wird die gebundene organische Substanz mineralisiert und erneut in Form von CO₂ an die Atmosphäre abgegeben. Der Klimaschutzeffekt wäre nichtig.

Mit einer derartigen Extensivierung sind positive Effekte für Natur & Landschaft verbunden. Insbesondere die Qualität der Gewässer würde sich durch den damit einhergehenden Erosionsschutz verbessern. Eine Verminderung der Sedimentfracht in den Oberläufen der Gewässer würde einer Reihe von kieslaichenden Fischen, wie der Bachforelle, zugutekommen. Dazu würde auch ein verminderter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM) einen Beitrag leisten, da insbesondere Fische darauf sensibel reagieren. Auch sind durch die Umwandlung von Acker in Grünland positive Effekte für die Avifauna zu erwarten, z.B. durch die Förderung wiesenbrütender Vögel und anderer bodenbrütender Arten (z.B. Wiesenweihe, Kiebitz, Feldlerche und Schafstelze).

Durch die Inanspruchnahme von Zahlungen der 2. Säule der GAP durch die Teilnahme an AUM mit ihren Umsetzungsinstrumenten Bayerisches Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) und Vertragsnaturschutzprogramm (VNP) können mögliche Einkommensverluste vollständig oder teilweise kompensiert werden. Diese Programme stellen einen elementaren Baustein zur Erreichung umweltpolitischer Ziele in der Landwirtschaft in Bayern dar, die zum einen für den Klimaschutz direkt eingesetzt werden können, zum anderen Klimaschutzmaßnahmen bezüglich der Belange des Umwelt- und Naturschutzes begleiten können. Vor dem Hintergrund des Nachfragerückgangs nach AUM muss deren Ausrichtung dringend überdacht werden:

- Zahlungen sind so auszurichten und zu bündeln, dass die Einhaltung naturschutzfachlicher wie auch wasserwirtschaftlicher Zielvorgaben möglich ist. Dies verlangt nach einer stärkeren Regionalisierung der AUM.
- AUM müssen auch bei steigenden Energie- und Nahrungsmittelpreisen ihre Attraktivität behalten.
- Stärkere Berücksichtigung gewässerschutzfachlich bedeutsamer Flächen (z.B. Trinkwasserschutzgebiete, Quellgebiete, Überschwemmungsgebiete, Gewässereinzugsgebiete) in AUM z.B. durch begrünte Hangmulden etc.

Im Sinne des Natur- und Landschaftsschutzes ist es von besonderem Interesse, Grünlandstandorte zu fördern und zu stärken, da diese akut von einem Umbruch in Folge von Flächenknappheit bedroht sind. Im Rahmen der AUM sollte einer Extensivierung der Ackernutzung einschließlich der (Rück-)umwandlung von Acker- in Grünlandflächen in Zukunft mehr Gewicht verliehen werden. Der zunehmenden Verengung der Fruchtfolgen sollte durch entsprechende Programmpunkte begegnet werden. Dafür sind Maßnahmen, die insbesondere die Gegebenheiten vor Ort berücksichtigen und dem Schutz naturschutzfachlich wertvollster Flächen dienen und zudem im Rahmen von VNP auf Ackerflächen durchgeführt werden können, anzubieten. Zu nennen sind beispielsweise die Umwandlung von Ackerflächen in Grünland in Form von Erosionsschutzstreifen, die Anlage von Blühflächen oder reduzierte Aussaatstärken bei Getreide.

7.3.4 PRO-AKTIVE ANPASSUNG DURCH AUFGABE DER LANDWIRTSCHAFT?

Als pro-aktive Maßnahmen werden die Renaturierung bzw. Wiedervernässung von Moorflächen und die Wiederbewaldung diskutiert (vgl. *Tabelle 18*).

Erfolgt eine Renaturierung/ Wiedervernässung von Moorflächen, so ist mit großen Kohlenstoffspeicherungsleistungen je Hektar zu rechnen. Insbesondere kommt es mit der Zeit zu einer C-Speicherung als Torf. Allerdings ist die Maßnahme einer Wiedervernässung auch mit Risiken verbunden, da es im Falle einer Überstauung zu besonders klimaschädlichen CH₄-Ausgasungsprozessen kommen kann (Drösler, 2008), die es unter allen Umständen zu verhindern gilt. Die genauen Auswirkungen des Grundwasserstandes werden derzeit noch untersucht, allerdings erscheint bereits klar, dass dessen Einfluss maßgeblich für den Erfolg oder Misserfolg der Klimaschutzmaßnahme ist (ibid.). Das theoretische THG-Minderungspotenzial sowie die Möglichkeiten einer aktiven THG-Sequestrierung durch gezielte Moorrenaturierung sind bezüglich der Quantität als sehr hoch einzuschätzen; zwischen max. 2,3% (Röder u. Osterburg, 2012) und 5 % (UBA, 2012) der THG-Emissionen Deutschlands. Zweifelsohne kann durch die Schaffung von Biotopen ein Beitrag zur Biodiversität geleistet werden.

Allerdings stehen den positiven Klima- und Naturschutzwirkungen nur eingeschränkt Umsetzungsmöglichkeiten entgegen. Schwierigkeiten treten insbesondere dann auf, wenn eine Wiedervernässung angestrebt wird, da dann alle Grundstückseigentümer/-nutzer von deren Auswirkungen betroffen sind. Die großflächige Natur der Maßnahme erfordert ein einheitliches Votum der Nutzer. Im Rahmen der Befragungen stellte sich heraus, dass zahlreiche Akteure – Individuen und Institutionen – den Schutz sowie die Nutzung der Moore als entscheidend betrachten, wenn auch mit zum Teil recht unterschiedlichen Zielen. Das Thema Wiedervernässung organischer Böden stieß dagegen bei den Landwirten und Experten aus dem Bereich Landwirtschaft auf große Widerstände. Die Umsetzung in der landwirtschaftlichen Praxis wird in Frage gestellt, v.a. aufgrund der damit einhergehenden Flächenverluste für die Landwirtschaft. Für Vertreter aus dem „Alpenvorland“ ist Wiedervernässung sogar „unvorstellbar“. Jahrhundertlang wurde die Trockenlegung des „Unlandes“ politisch befürwortet und durchgeführt. Eine Rückführung in

den naturnahen Ursprungszustand ist mit hohen Kosten verbunden, sowohl für die Maßnahme selbst, als auch durch entstehende Opportunitätskosten für die bewirtschaftenden Landwirte. Der nichtmonetäre Vorteil für die Gesellschaft ginge in monetärer Form zu Lasten der Landwirte. Hierfür sind daher erhebliche Ausgleichszahlungen nötig (vgl. u.a. Schaller u. Kantelhardt, 2009).

Überraschenderweise wird die Berücksichtigung von Moorschutz als ein potentieller Beitrag zum Klimaschutz nicht in Frage gestellt und es gibt ein beträchtliches Maß an „gutem Willen“. In der Untersuchungsregion in Ostdeutschland ist die Situation weniger günstig für Maßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels durch Landnutzungsänderungen und mehr Hinweise auf Konflikte wurden gefunden. Das Untersuchungsgebiet im Norden Deutschlands liegt bezüglich der Umsetzungsmöglichkeiten zwischen den beiden anderen und entspricht in etwa den ursprünglichen Erwartungen. Im Norden werden Klimafragen im Rahmen des Moorschutzes als wichtiger eingeschätzt und somit entsprechende Maßnahmen positiver bewertet, weil sie nicht im Konflikt mit den primären Zielen der Akteure in der Region stehen. Im östlichen Untersuchungsgebiet konnte die zentrale Rolle staatlicher Stellen durch die Netzwerkanalyse aufgezeigt werden. Aufgrund eines vergleichsweise niedrigen Interesses am Moorschutz bei den zentralen Akteuren in Ostdeutschland ist zu schlussfolgern, dass es hier mehr Anstrengungen der Politik benötigt, um die Landnutzung hinsichtlich von Klimaschutzzielen zu beeinflussen.

Allein durch die Bereitstellung von Geldern ist nicht in jedem Fall mit einem Erfolg zu rechnen. Das politische Ziel des StMELF (2011) im „Bayerischen Moorschutzprogramms“, bis 2020 insgesamt 50 Moore renaturiert zu haben, bleibt sehr ambitioniert.

Wiederbewaldung

Auch die Wiederbewaldung derzeit landwirtschaftlich genutzter Flächen wäre eine Klimaschutzmaßnahme, die der Erhaltung des Bodenkohlenstoffs dienen kann. Darüber hinaus kommt es zu einer temporären C-Speicherung in der stehenden Biomasse. Je nach Ausgangssituation können für die Natur und Landschaft positive oder negative Effekte festgestellt werden. Wurde die Fläche zuvor intensiv genutzt, so würde eine Nutzungsauffassung und eintretende Sukzession zu einem Ansteigen der Artenzahlen führe, wodurch die Biodiversität der Fläche ansteigen würde. Sollte es sich beispielsweise um eine extensiv genutzte Mähwiese, wie z.B. die Buckelwiesen im Alpenvorland handeln, mit einer sehr hohen Artenzahl, so ist in Folge einer Bewaldung mit Einbußen für die Biodiversität zu rechnen. Diese Flächen stehen jedoch unter Naturschutz und werden durch AUM gepflegt und erhalten, sodass diese vor etwaigen Nutzungsänderungen geschützt sind. Generell wird empfohlen, anstehende Schutzgebietsausweisungen und bestehende Schutzverordnungen als Naturschutz- und Landschaftsschutzgebiete (NSG / LSG), wo notwendig, mit Blick auf den Anbau nachwachsender Rohstoffe zu spezifizieren. Dies ist aufgrund des geltenden Veränderungsverbots, vor allem für NSG zu überprüfen. In LSG sind Auflagen danach auszurichten, ob die spezielle Eigenart des Gebiets beeinträchtigt

oder der Schutzzweck berührt wird. Unbestritten steht bei der Wiederbewaldung die Aufgabe der bisherigen Flächennutzung im Raum. Dies ist für die Landwirtschaft in der Regel mit wirtschaftlichen Einbußen verbunden und daher negativ zu beurteilen.

Die Aufgabe der Landwirtschaft mit dem Ziel, den Klimaschutz zu stärken, sollte nur in Ausnahmefällen und in naturräumlich dafür besonders geeigneten Regionen stattfinden. Die Einschränkung der landwirtschaftlichen Flächennutzung ist in größerem Maße weder sinnvoll noch durchführbar. Ein Rückgang der Produktion wird u.a. durch indirekte Landnutzungsänderungen in anderen Regionen der Welt kompensiert, wo möglicherweise deutlich gravierendere negative Klimaeffekte auftreten. Wie die Untersuchung im Rahmen dieser Arbeit gezeigt hat, gibt es auch in der bayerischen Landwirtschaft eine Vielzahl von geeigneten Anpassungsmaßnahmen und Stellschrauben. Diese Potenziale sind weiter auszubauen und zu nutzen. Darüber hinaus ist im Sinne des Gemeinlastprinzips zunächst zu klären, ob nicht auch in anderen Wirtschaftsbereichen oder im Verhalten der Gesellschaft signifikante Einsparungsmöglichkeiten klimaschädlicher THG liegen.

7.4 ABSCHLIEßENDE ÜBERLEGUNGEN

Die weitere Entwicklung der durch den Anbau nachwachsender Rohstoffe bedingten Nutzungsänderungen sollte mit besonderem Augenmerk verfolgt werden. Die Entwicklungen müssen im Kontext mit den jeweiligen natur- und landschaftsräumlichen Bedingungen sowie der regionalen Wirtschaftsstruktur, wie Betriebsstrukturen, Anbauweisen, regionalen Wertschöpfungsketten, gesehen werden.

Auf die regional aufgetretenen negativen externen Effekten, wie beispielsweise Probleme mit Erosion, Flächenintensivierung oder Fruchtfolgeverengung, ist mit einer Regionalisierung der Umsetzungspraxis zu reagieren und lokal sinnvolle Anpassungsmaßnahmen sind zu fördern. Hierfür bietet sich die integrierte multikriterielle Bewertung der drei Wirkungsbereiche: Klimaschutz, Umwelt- & Landschaft und Agrarbereich, wie in der Arbeit vorgeschlagen, als Herangehensweise an. Dies stärkt die Umsetzung, sichert die Akzeptanz und erhöht die Wirkung

In der Politik sollten die genannten drei Dimensionen verankert werden. Die vorgestellte Methodik kann als Basis für regional angepasste Förderprogramme dienen. Hierfür sollte es seitens der Wissenschaft, aber auch seitens der Politikberatung mehr Bestrebungen geben, die entsprechenden Wirkketten (vgl. *Tabelle 18*) einzubeziehen. Dafür sollte eine Technologiefolgenabschätzung vor der Implementierung sowie ein entsprechendes Monitoring und Feedback nach der Implementierung angestrebt werden.

Darüber hinaus setzt eine erfolgreiche Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen die Einbeziehung der Landwirte und weiterer Stakeholder voraus, da so regionalspezifische Bestrebungen integriert werden können und durch *Best Practice*-Beispiele auch andere, eher skeptisch eingestellte Landnutzer überzeugt werden können.

ZUSAMMENFASSUNG

Erneuerbare Energien zur Wärme- und Stromerzeugung zeigen in Bayern einen erheblichen Aufwärtstrend. Die Nutzung nachwachsender Rohstoffe hat daran großen Anteil. Neben der zunehmenden Verbreitung von Holzheizungen im privaten und kommunalen Bereich und dem Anbau von Rohstoffen zur Biokraftstofferzeugung nimmt die Biogasproduktion eine zentrale Rolle ein. Mit annähernd 2.400 Anlagen stellt die Biogaserzeugung in Bayern einen wichtigen Betriebszweig in der Landwirtschaft dar. Die gestiegene Nachfrage nach „grünen“ Energieträgern wie RME oder Ethanol im Kraftstoffsektor und Strom und Wärme aus Holzhackschnitzeln oder Biogas führten zum Anstieg von Raps und Silomais in der Fruchtfolge, zum Umbruch von Dauergrünland und zu einer intensiveren Waldnutzung. Durch diese Entwicklungen kann die Umwelt in mehrfacher Weise beeinträchtigt werden, z.B. durch Auswirkungen auf das Grundwasser, auf die Biodiversität und nicht zuletzt auch auf das Klima.

Generell ist die Produktion nachwachsender Rohstoffe aus Sicht des Klimaschutzes nicht unumstritten. So stehen Einsparungen von Treibhausgasen (THG) auch zunehmende Emissionen von THG durch eine intensivere Landnutzung gegenüber. Die Landnutzung bzw. Landnutzungsänderungen werden derzeit in der Inventarisierung der THG-Emissionen nicht dem Bereich Landwirtschaft zugeordnet. Sie sollten jedoch bereits in die Planung und die Politik im Sinne des Klimaschutzes präventiv einbezogen werden. Insbesondere die Erhaltung von Mooren und Niedermooren, als ursprünglich natürliche Kohlestoffsinken, sind hierbei von größter Relevanz.

Gleichzeitig ist die Landwirtschaft auch direkt vom Klimawandel betroffen, sei es durch eine Zunahme von extremen Witterungsereignissen mit einhergehenden Ertragsschwankungen oder durch gestiegene Auflagen und sich ändernde Wettbewerbsbedingungen. Das Zusammenspiel der ökonomischen Vorteile durch die Nutzung nachwachsender Rohstoffe und der Nachteile, z.B. durch Bewirtschaftungsauflagen zur Reduktion von klimaschädlichen Emissionen durch eine adäquate Landnutzung, kann Konflikte, aber auch Synergieeffekte hervorrufen.

Vor diesem Hintergrund werden in der vorliegenden Untersuchung zum Klimaschutz in der Landnutzung drei Schwerpunkte gesetzt:

- A) Umsetzung des Klimaschutzes – Einstellung und Handeln der Landwirte;
- B) Auswirkungen auf Flächennutzung, Natur und Landschaft;
- C) Netzwerkstrukturen zur Etablierung klimaschonender Landnutzungsformen.

Zunächst werden die konzeptionellen Grundlagen und verschiedenen Strategien des landnutzungsrelevanten Klimaschutzes im Spannungsfeld zwischen Klimawirkung, Landnutzung und Umwelt durch eine Literaturlauswertung herausgearbeitet. Es werden die wichtigsten Antriebskräfte für die Nutzung nachwachsender Rohstoffe in den Bereichen Markt-, Klima- und Agrar-

politik erläutert. Weiterhin wird der aktuelle Stand der Energieversorgung aus nachwachsenden Rohstoffen dargestellt. Für die Untersuchungen in den Themenbereichen A, B und C kommen unterschiedliche methodische Ansätze in jeweils drei verschiedenen Regionen zur Anwendung. Die Untersuchungsregionen liegen in Bayern, zusätzlich wird eine Region in Nord- und eine Region in Ostdeutschland mit einbezogen.

Teilbereich A charakterisiert die Einstellungen der Landwirte gegenüber dem Klimaschutz, ihre Erfahrungen mit den aktuellen und ihre Einschätzungen der zukünftigen Entwicklungen. Hierbei wird iterativ unter Verwendung von Methoden der qualitativen empirischen Sozialforschung vorgegangen. Für die leitfadengestützten Interviews vor Ort werden die Betriebsleiter nach Motivationstypen ausgewählt. Es erfolgt eine Einteilung in „Landbauer“, „Traditionalist“ und „Agrarmanager“. Grundlage dieser Gruppierung ist die Bereitschaft, Gemeinwohlleistungen für die Gesellschaft zu erbringen. Die Ergebnisse der Vor-Ort-Befragung der Betriebsleiter werden in individuellen Betriebsportraits zusammengefasst und ausgewertet. Für jede Untersuchungsregion wird ein sog. Regionenportrait angefertigt. Mit diesen Zwischenergebnissen wurden anschließend vor Ort Experten aus den Bereichen Landwirtschaft bzw. Umwelt konsultiert. Die gewonnenen Informationen werden hinsichtlich betrieblicher und regionaler Anpassungsstrategien ausgewertet.

Teilbereich B untersucht die Entwicklungen der Flächennutzung in Bayern, die konkrete Anbauausdehnung einzelner nachwachsender Rohstoffe und damit assoziierte Umweltauswirkungen durch Auswertung von Literatur und Statistiken (Bodennutzungshaupterhebungen, Bayerischer Agrarbericht). Daten des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystem (InVeKos) sowie Daten der Gewässerkartierung der Bayerischen Wasserwirtschaft werden mit GIS ausgewertet und dargestellt. Die Darstellung der regionalspezifischen Situation und der Qualitätsbeeinflussung der Umwelt erfolgt anhand von charakteristischen Fallbeispielen aus drei Untersuchungsregionen. Im Einzelnen werden die Auswirkungen auf die Fauna am Beispiel der wiesenbrütenden Vogelarten im WIESMET-Projektgebiet im Altmühltal dargestellt. Das Thema Biogas steht in der Region Donau-Ries im Vordergrund, da hier eine der höchsten Anlagendichten in Bayern besteht. Die Problematik von Stoffeinträgen in Oberflächengewässer und die Wirksamkeit von Agrarumweltmaßnahmen (AUM) werden für das Flussgebiet von Vils und Rott in Niederbayern behandelt. Die Ergebnisse von mehreren Expertenkonsultationen vor Ort gehen in die Fallbeispiele ein. Auf generalisierender Ebene wird aufbauend auf den Erkenntnissen aus den Fallbeispielen auf potenzielle Chancen und Risiken sowie auf Konflikte zwischen Energiebereitstellung aus nachwachsenden Rohstoffen, der Nahrungsversorgung, der Wasserwirtschaft sowie die Naturschutzfunktionen der Landschaft eingegangen.

In Teil C wird der Einfluss von sozialen Netzwerkstrukturen zur möglichen Etablierung einer klimaschonenderen Landnutzung analysiert. Die Fragestellung zielt darauf ab, inwiefern kooperative Instrumente eine geeignete Lösung für eine erfolgreiche Klimaschutzpolitik im Landwirt-

schaftsbereich darstellen. Hierfür wird die Methode der Netzwerkanalyse angewandt, die die visuelle und mathematische Analyse der Stakeholder erlaubt. Als regionale Schwerpunkte werden drei Niedermoorgebiete ausgewählt, eines im Norden, eines im Osten und eines im Süden von Deutschland. 100 Fragebögen wurden postalisch inklusive Rücksendekuvert versandt. Den Teilnehmern wurde eine Liste mit Adressen und Ansprechpartnern vorgelegt, die noch einen gewissen Raum für Ergänzungen anbot. Dabei konnten sowohl die „Intensität des Kontaktes“ als auch die „Gemeinsamkeit in den Zielen“ gewichtet werden. Darüber hinaus enthält der Fragebogen eine Reihe von Fragestellungen zum Klimaschutz und speziell zum Moor- und Naturschutz. Die Umfragebögen werden mit EXCEL in Form von Soziomatrizen ausgewertet. Anschließend werden die Daten in das Computerprogramm VISIONE eingegeben und Kennzahlen auf Akteurs- und Netzwerkebene berechnet. Für die drei Untersuchungsregionen werden akteurspezifische (lokale) Zentralitätsmaße *Degree* (d_i), *Indegree* (id_i) und *Outdegree* (od_i), Abstands-Kennzahlen *Closeness Centrality* (C_C) und *Betweenness Centrality* (C_B) sowie die Feedback-Kennzahl *Status*, berechnet. Die anschließende Visualisierung in Form von Soziogrammen realisiert ebenfalls das Programm VISIONE. Die Visualisierung der Ergebnisse der drei Netzwerke erfolgt unter Berechnung der *Betweenness Centrality* (C_B) im radialen Layout sowie nach Berechnung der *Status*-Werte im geschichteten Layout. Weitergehend werden die Ergebnisse der Befragung zu fachlichen Inhalten in Beziehung zu den jeweiligen Positionen innerhalb der Netzwerkstrukturen gesetzt.

Um die große Anzahl der möglichen Klimaschutzmaßnahmen in der Landnutzung und ihren vielfältigen Auswirkungen zu bewerten, wird ein integriertes, multikriterielles Bewertungssystem entwickelt, das die Ergebnisse aus den Untersuchungsteilen A, B und C zusammenführt. Für die Analyse wird in sog. Aktivitätsniveaus unterschieden, die den Aufwand der Veränderungen und die Tragweite der Maßnahme reflektieren. Die Anpassungsprobleme werden dabei mit einer vierstufigen Skala – zwischen leichter Umsetzbarkeit bis hin zu nahezu unmöglicher Umsetzbarkeit – bewertet. Aus den Einschätzungen der Stakeholder können Klimaschutzmaßnahmen in passive, reaktive, aktive und pro-aktive Maßnahmen eingeordnet werden.

Wie die Ergebnisse aus Teil A zeigen, sind Auswirkungen des Klimawandels in einigen Regionen in Bayern scheinbar weniger zu spüren bzw. extreme Witterungsereignisse werden nicht eindeutig dem Klimawandel zugeordnet. In durch Wetterextreme gekennzeichneten Regionen wie dem „Alpenvorland“ treten die stärksten Effekte auf. Auch in dem durch Trockenheit gefährdeten Gebiet „Würzburger Gäu“ stellen die Befragten erste Auswirkungen zunehmender Sommertrockenheit fest. Die Landwirte scheinen sich im „Alpenvorland“ bereits stärker mit dem Thema Klimawandel auseinandergesetzt zu haben bzw. nehmen eine offenere Haltung ein als die Landwirte in den anderen Untersuchungsregionen.

Erneuerbare Energien werden von allen drei Motivationstypen als gleich wichtig eingestuft. Agrarmanager – entgegen ihrer ablehnenden Haltung zum Klimaschutz – befürworten den An-

bau nachwachsender Rohstoffe bzw. die Integration erneuerbarer Energien. Hier zeigt sich, dass gerade dieser Motivationstyp stark durch das EEG angesprochen wird und davon profitieren möchte. Obwohl die persönliche Überzeugung bei einigen Landwirten zum Handeln anregt hat, unterliegt die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen auf dem Betrieb letztlich wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Der Klimawandel wird auch als zukünftiges Betätigungsfeld der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU (GAP) angesehen, insbesondere von den Gruppen der „Landbauern“ und „Traditionalisten“; lediglich ein Betriebsleiter findet das Thema Klimaschutz unwichtig. Noch ausgeprägter befürworten die Experten die zukünftige Relevanz des Klimaschutzes. Ein Drittel der Befragungsteilnehmer sieht den Klimaschutz sogar als „sehr wichtig“ an, wohingegen nur ein Landwirt diese höchste Bewertung vorgenommen hat. Geht es explizit um die Rolle erneuerbarer Energien, so sind sich alle Landwirte einig, dass diese in der zukünftigen Agrarpolitik Schwerpunkt sein sollte. Hier sind die Landwirte sogar offener als die befragten Experten. Regional zeigen sich teilweise konträre Ansichten, wobei die größten Meinungsunterschiede zwischen Landwirten und Experten bezüglich erneuerbaren Energien im Alpenvorland feststellbar sind. Überraschend ist, dass der Informationsstand zur GAP sehr unterschiedlich eingeschätzt wird. Landwirte fühlen sich tendenziell besser informiert als Experten.

Insgesamt verdeutlicht Untersuchungsteil A, dass das Thema Klimaschutz von den Landwirten und Experten als wichtig bis sehr wichtig angesehen wird. Allerdings besteht eine gewisse Skepsis in den eher intensiv wirtschaftenden Regionen sowie innerhalb der Gruppe der „Agrarmanager“. Sowohl in der typischen Gemischtregion als auch im eher extensiv geprägten Alpenvorland scheint das Potenzial für die erfolgreiche Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen höher zu sein. Dabei wird die Kombination aus verpflichtenden und freiwilligen Maßnahmen von den Experten bevorzugt, während Landwirte eher für freiwillige Maßnahmen plädieren.

Die Auswertung der Statistiken in Teil B unterstreicht, dass der Anbau nachwachsender Rohstoffe in Bayern insgesamt erheblich zugenommen hat. Die Auswirkungen auf Natur und Landschaft und den Landwirtschaftssektor sind ebenfalls stark angestiegen. Für sich genommen, unterscheidet sich der Anbau nachwachsender Rohstoffe in seinen Umweltwirkungen nicht vom Anbau konventioneller Nahrungs- und Futtermittel. Nachteilige Effekte treten vielmehr durch Veränderungen in der Fruchtfolge im Einzelbetrieb bzw. auf regionaler Ebene auf, z.B. durch eine starke Zunahme von Mais oder Raps. Die Modellkalkulationen für die Substratbereitstellung für Biogasanlagen im Landkreis Donau-Ries haben ergeben, dass rein rechnerisch trotz der bereits vorhandenen hohen Anlagendichte und dem stark verbreiteten Maisanbau, noch ein weiterer Ausbau des Biogassektors möglich wäre. Damit würde sich in dieser Region der Druck auf eine weitere Intensivierung der Flächennutzung noch verstärken. Aus naturschutzfachlicher und wasserwirtschaftlicher Sicht negative Auswirkungen sind insbesondere dann zu verzeichnen, wenn naturschutzfachlich bedeutsame Lebensräume durch den Energiepflanzenanbau beansprucht werden oder traditionelle Kulturlandschaften überprägt werden. Im WIESMET-Gebiet ist bereits eine Intensivierung der Grünlandnutzung zur Futterproduktion in

Folge der Konkurrenz zum Substratanbau für Biogasanlagen feststellbar, sodass hier negative Effekte auf Wiesenbrüter auftreten. Die knapper werdenden Ausbringflächen für Gülle führen sukzessive zu einem Teilnehmerückgang in den Vertragsnaturschutzprogrammen (VNP). In der Untersuchungsregion Rottal-Inn sind großräumig Nährstoffeinträge in die Gewässer festzustellen. Aufgrund der sehr geringen Teilnahme an KULAP-Maßnahmen zum Erosionsschutz, wie „5-gliedrige Fruchtfolge“ oder „Mulchsaatverfahren“, können die belasteten Gewässer kaum von diesen AUM profitieren.

Für den Anbau nachwachsender Rohstoffe eignen sich insbesondere solche Nutzungsformen, die:

- ganzjährige Bodenbedeckung (etwa durch Mulch- oder Untersaat) ermöglichen, wobei der Mehraufwand durch die Teilnahme an AUM abgedeckt werden kann;
- sich in geschlossenen Nährstoffkreisläufen bewirtschaften lassen;
- ohne bzw. mit einer reduzierten Menge an Pflanzenschutzmitteln auskommen;
- gegliederte, abwechslungsreiche Fruchtfolgen beinhalten;
- eine angemessene Artenvielfalt gewährleisten und tolerant gegenüber Ackerwildkräutern, Gräsern etc. sind; hierbei sollten auch alternative Kulturen wie Miscanthus stärker in Betracht gezogen werden;
- hohe flächenbezogene CO_{2äq}-Einsparungen gewährleisten und niedrige CO_{2äq}-Vermeidungskosten haben, wobei der gesamte „Lebensweg“ betrachtet werden sollte.

Die Holznutzung zur Energieerzeugung hat sich in Bayern ebenfalls deutlich erhöht. Mittlerweile wird mehr Holz der energetischen Verwendung zugeführt als der stofflichen Verwendung. Erfolgt die energetische Nutzung von Waldrestholz, so sind ein Entzug von Nährstoffen und eine Veränderung der Streulage des Waldbodens vom Umfang der Nutzung und vom Umfang des Verbleibs an Restholz im Bestand abhängig. Dem Schutz von Biotopbäumen und der Sicherung von Totholz im Bestand ist daher verstärkt Aufmerksamkeit zu widmen.

Für die Land- und Forstwirtschaft gelten grundsätzlich die bestehenden umweltrelevanten Vorschriften, unabhängig von der Verwendung der angebauten Kultur. Die einzelnen Vorschriften sind konsequent anzuwenden (EU, Bundes- und Landesrecht). Dies gilt für die „gute fachliche Praxis“ in der Landwirtschaft gleichermaßen wie für die Regelungen nach der Direktzahlungsverpflichtungsverordnung (*Cross-Compliance*-Verpflichtungen). Angesichts des durch den Anbau nachwachsender Rohstoffe ausgelösten allgemeinen Intensivierungsdrucks und der dargelegten Risiken ergibt sich die Notwendigkeit, geltende Standards und Anbaupraktiken zu überdenken und wo notwendig, anzupassen. Folgende Grundsätze sollten im Sinne des Naturschutzes und des nachhaltigen Schutzes der Ressourcen beim Anbau von nachwachsenden Rohstoffen auf dem Acker beachtet werden:

- Konsequente Auslegung und Umsetzung der Kriterien für eine „gute fachliche Praxis“ als gesetzlicher Mindeststandard, wie die Einhaltung der dreigliedrigen Fruchtfolge, Prüfung der standorttypischen Humusgehalte, Einhaltung der Nitratwerte etc.;
- Untersetzung der Merkmale der „guten fachlichen Praxis“ durch handhabbare Kriterien, die eine Überprüfung und bei Zuwiderhandlungen ggf. die Anwendung des Ordnungsrechts erlauben;
- Einzelne Anforderungen aus den Verordnungen, die die Düngung und den Bodenschutz betreffen, sind entsprechend klarer zu fassen. So sollte z.B. entsprechend der EU-Nitratrichtlinie der Stickstoff aus Gärresten aus Gülle und / oder rein pflanzlicher Herkunft auf die Stickstoffobergrenze für organische Wirtschaftsdünger voll angerechnet werden.

Bei der zukünftigen Neugestaltung des EEGs sollten auch AUM berücksichtigt werden. Durch die Zunahme des Anbaus nachwachsender Rohstoffe ist nämlich eine zusätzliche Konkurrenz zu AUM entstanden ist. Es ist darauf zu achten, dass sich die Programme sinnvoll ergänzen und die EEG Förderung und Prämien der AUM besser aufeinander abgestimmt werden. Zukünftig sollten die Ziele des Klimaschutzes, wie sie u.a. auch zur Begründung des EEG herangezogen werden, auch als Ziele für AUM beachtet werden. Im Klimaschutz liegen letztlich auch geeignete Möglichkeiten, den Anbau nachwachsender Rohstoffe und AUM sinnvoll miteinander zu verbinden. Zu nennen sind hier technische Aspekte, wie eine geeignete Ausbringung von Gülle und Gärresten zur Verminderung klimaschädlicher Emissionen (z.B. Schleppschlauch). Auch die Beibehaltung der Grünlandnutzung kann einen Beitrag zum Klimaschutz leisten, wenn eine Umwandlung zu Ackerland verhindert wird, die eine massive CO₂-Freisetzung in die Atmosphäre zur Folge hätte.

Analoge Synergieeffekte ergeben sich für den Gewässerschutz im Rahmen der EG-WRRL. Auch hier sollte verstärkt auf eine gemeinsame Zielführung von EEG, AUM und Gewässerschutzmaßnahmen hingewirkt werden. Wie die Analyse in der Region Rottal-Inn zeigt, sind die derzeit in Anspruch genommenen AUM zur Verminderung von Stoffeinträgen in die Gewässer bezüglich der Zielerreichung eines „guten ökologischen Zustandes“ nach der EG-WRRL noch zu wenig wirksam.

Die im Rahmen der Untersuchungen im Teil C herausgearbeiteten Netzwerkstrukturen zwischen den regionalen, landnutzungsrelevanten Akteuren („Stakeholder“) zeigen in den drei untersuchten Gebieten große Unterschiede. So sind in der Untersuchungsregion in Norddeutschland und der Region in Süddeutschland Beweise für stärker integrierte Netzwerke zu finden. Diese erstrecken sich über ein breites Spektrum von Akteuren auf verschiedenen administrativen Ebenen. Eine starke vertikale Integration der wichtigsten Akteure ist sowohl im Norden als auch im Süden vorhanden. Eine etwas andere Situation lässt sich im Fall der Neuen Bundesländer feststellen. Diese Untersuchungsregion zeigt eine deutlich geringer entwickelte Netzwerkstruktur.

Auch ist sie durch eine stärkere horizontale Trennung der Akteure gekennzeichnet. Kommunikation und Interaktion wird durch eine vergleichsweise geringe Netzwerkdichte geschwächt. Im Osten deutet die Struktur des Netzes daher eher auf einen sog. *top-down*-Ansatz hin, indiziert durch die hohen Zentralitätswerte der Vertreter der höheren Verwaltungsebenen.

Auf Akteursebene zeigt sich, dass Stakeholder mit hohen *Betweenness*-Zentralitätswerten auf ganz unterschiedlichen administrativen Ebenen verteilt agieren und politisch sehr verschiedene Rollen einnehmen. Bezüglich der Einstellungen dieser zentralen Akteure zum Klimaschutz zeigen sich ebenfalls Unterschiede. In der nördlichen Untersuchungsregion erachten die drei zentralen Akteure (Moorinformations-Zentrum, Niedersächsische Landesregierung, Lokalgruppe des Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland) alle den Schutz des Moores als wichtig. Aspekte des Klimaschutzes sind jedoch nicht die primäre Motivation, da der Klimaschutz erst in der 2. und 3. Priorität erwähnt wird. Die Akteure mit den höchsten Zentralitätswerten in der östlichen Untersuchungsregion werden von einem Akteur aus der Umweltgruppe und drei Akteuren aus der Gruppe der Landwirtschaft gebildet. Während die generelle Notwendigkeit des Moorschutzes durch die landwirtschaftlichen Akteure auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau eingeordnet wird, steht der Klimaschutz als Motivation zwei Mal als 1. Priorität. Insgesamt wird die Bedeutung der Klimarelevanz durchaus anerkannt, jedoch ist die lokale Bereitschaft weniger stark entwickelt. Der Akteur aus der Umweltgruppe ist im Gegenteil dazu sehr stark von der Schutzwürdigkeit der Moore überzeugt, allerdings dient der Klimaschutz mit der Nennung an dritter Stelle (3. Priorität) nicht als wichtiges Motiv. Für alle zentralen Akteure in der südlichen Untersuchungsregion (Landschaftspflegeverband, Untere Naturschutzbehörde, LEADER-Geschäftsstelle) ist der Moorschutz derzeit von hoher Relevanz und eine weitere Steigerung seiner Bedeutung wird für die Zukunft erwartet. Der Klimaschutz als Beweggrund ist zwar allgemein von geringerer Relevanz, wird aber immer noch erwähnt.

Zur erfolgreichen Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen in der Landnutzung konnten die Untersuchungen der lokalen Netzwerke in Teil C zeigen, dass es sinnvoll sein kann, Vermittlerpositionen bzw. Mediatoren zu stärken bzw. zu schaffen, die sowohl Verständnis für die Forderungen des Natur- und Klimaschutzes als auch für die Anliegen der Landwirte besitzen. Die Herausforderung besteht hierbei, Akteure mit guten Ansätzen in die Problemlösung einzubeziehen. Die bei Durchführung der Umfrage feststellbaren schwachen Netzwerkstrukturen im Osten stellen wiederum etwas andere Anforderung an die Umsetzung. Hier lassen sich Klimaschutzmaßnahmen möglicherweise eher durch den „*top-down*-Ansatz“ realisieren, d.h. Maßnahmen können durch die höheren Verwaltungsbehörden initiiert werden.

Die abschließende Zusammenstellung und Bewertung im Rahmen einer multikriteriellen Analyse mit den Dimensionen Klima, Natur & Landschaft sowie Landwirtschaft zeigt, dass Klimaschutzmaßnahmen in der Landnutzung teils positiv, teils negativ und teils widersprüchlich zu bewerten sind. Die vorgestellte Methodik kann als Basis für regional angepasste Förderpro-

gramme dienen. Hierfür sollte es seitens der Wissenschaft, aber auch seitens der Politikberatung mehr Bestrebungen geben, die entsprechenden Wirkketten einzubeziehen, zu bewerten und die zukünftige Vorgehensweise entsprechend daran zu orientieren. Insbesondere ist der multikriterielle Ansatz geeignet, Synergien zu erkennen und zu nutzen. Dies wird als besonders wichtig erachtet, da die Quantifizierung eingesparter THG für die Bewertung der Klimawirkung derzeit noch schwierig ist. Die alleinige Fokussierung auf den Klimaschutz führt möglicherweise dazu, dass entsprechende Maßnahmen nicht durchgeführt werden. Klimaschutzmaßnahmen können eher gerechtfertigt sein, wenn Verbesserungen auch in den anderen beiden Bereichen – Natur & Landschaft sowie im Landwirtschaftsbereich – realisiert werden.

SUMMARY

The use of renewable energy shows a significant upward trend in Bavaria. Especially the use of renewable raw materials from agriculture and forestry play a major role. Besides the increasing proliferation of wood heating systems in the private and municipal sectors and the cultivation of raw materials for biofuels, biogas production plays a central role. With nearly 2,400 plants, the biogas production in Bavaria has a substantial share of business in agriculture. The increased demand for “green energy” such as FAME (Fatty Acid Methyl Ester) and ethanol in the fuel sector or electricity and heat from wood chips or biogas, led to an increase of canola and maize in crop rotation, the conversion of permanent grasslands to arable land and to a more intensive use of forests. By these developments, the environment can be affected in several ways, e.g. through effects on groundwater, biodiversity, and at last on climate.

Generally, the production of renewable raw materials from the perspective of climate protection is not without controversy. Savings of greenhouse gas (GHG) are contrasted by increasing GHG emissions from a more intensive land use. Within the agricultural sector, land use and land use changes are currently not included in the GHG inventory. However, as a precautionary measure they should be included in the planning and policy process in terms of climate protection. In particular, the conservation of bogs and fens, as natural carbon sinks, is of greatest relevance.

At the same time, agriculture is directly affected by climate change, either by an increase in extreme weather events accompanied by losses in yield or by increased legal requirements and market effects. The interaction of the economic benefits from the production of renewable raw materials and the disadvantages, e.g. by tightened requirements for the reduction of harmful emissions by an adequate land use, can cause conflicts but also create synergies.

Within this setting, the presented study on climate change in land use focuses on three major aspects:

- Implementation of climate protection – attitudes and actions of farmers;
- Impact on land use, nature and landscape;
- Network structures to establish climate-friendly land use types.

At first, the conceptual basis and available strategies of land use related climate protection measures in the interplay between climate impacts, land use and the environment are identified through a literature review. The main driving forces for the use of renewable resources in the fields of market, climate and agricultural policy are explained.

Furthermore, the current situation in the energy supply from renewable raw materials is presented. Different methodological approaches in three different regions are used for the investiga-

tions in the areas A, B, and C. The study areas are located in Bavaria, in addition, a region in northern and a region in eastern Germany are included.

Part A characterizes the attitudes of farmers towards climate protection, their experience with the current, and their estimates of future developments, by using methods of qualitative empirical social research. For the on-site focus interviews, the farm managers are selected according to three types of motivation, classified in “farmer”, “traditionalist” and “agricultural manager”. This grouping is based on the willingness to provide public goods for the society. The results of the on-site survey with the interviewees are summarized and evaluated in individual farm portraits. For each study region, a portrait of the region is presented in a next step. With these intermediate results local experts in each study region in the fields of agriculture and environment were consulted. The information gathered is evaluated in regard to farm specific and regional adaptation strategies.

Section B examines the developments in land use in Bavaria, the actual extent of cultivation of different renewable raw materials and associated environmental impacts through literature review and statistical evaluations (land use survey data, Bavarian Agricultural Report). Data of the Integrated Administration and Control System (IACS), and water mapping data from the Bavarian Water Management are analyzed and presented by using GIS. The presentation of the specific regional situation and influence on environmental quality is based on characteristic examples from three study regions. In particular, the effects on the fauna are illustrated by using the example of meadow-nesting birds in the WIESMET project area in the Altmühltal. In the “Donau-Ries” the focus is on the topic of biogas, since this area exhibits one of the highest biogas plant densities in Bavaria. The problem of substance discharges to surface waters and the effectiveness of agri-environmental measures (AEM) is highlighted by using the study areas of the river basins of Vils and Rott in Lower Bavaria. The results of several on-site expert consultations are included in these case studies. Based on the findings from case studies’ potential opportunities and risks, as well as conflicts between energy provision from renewable resources, food supply, water management and the influence on natural values of the landscape are discussed on a general level.

Part C deals with the influence of social network structures on the possible establishment of a climate-friendly land use. The question aims on how cooperative instruments represent a suitable solution for a successful climate policy in the agricultural sector. For this, the method of Social Network Analysis (SNA) is applied, which allows the visual and mathematical analysis of the stakeholders. Three fen sites are selected as regional focal points, one in the North, one in the East and one in the South of Germany. 100 questionnaires were sent out via mail including return envelope. A list of addresses and contacts was presented to the participants, extra room for additions was offered. In filling out, both the “intensity of contact” and the “commonality in the goals” are put on a weighted scale. In addition, the questionnaire contains a series of questions

regarding climate protection and specifically peatland and nature conservation. Survey questionnaires are evaluated in the form of socio-matrices using EXCEL. The data is then entered into the computer programme VISIONE to calculate network indices on the level of the individual and on the network level. For the three study areas stakeholder-specific (local) centrality indices are calculated, such as *Degree* (d_i), *Indegree* (id_i) and *Outdegree* (od_i), distance dependent indices *Closeness Centrality* (C_c) and *Betweenness Centrality* (C_b) as well as the feedback index *Status*. The subsequent visualization in form of sociogrammes is also implemented by the programme VISIONE. The resulting visualization of the three networks is done according to *Betweenness Centrality* (C_b) in the radial layout, as well as the *Status*-values in a stratified layout. Furthermore, the survey results are contextualized with the obtained positions of the interviewee within the network structures.

To evaluate the large number of possible mitigation measures in land use and its many effects, an integrated, multi-criteria evaluation system is developed, which combines the results of the investigations in part A, B and C. The analysis distinguishes so-called activity levels that reflect the burden of change and the scope of the climate protective measure. The adaptation problems are evaluated and rated according to a four-stage scale, ranging from easily implemented up to almost impossibly implemented. Thus, from the opinions of stakeholders, climate protection measures are classified into passive, reactive, active and proactive measures.

As results in part A show, the effects of climate change are seemingly felt less intense in some regions in Bavaria than in others. Occurring extreme weather events are not unequivocally attributed to climate change. Regions strongest affected by weather extremes in general, such as the “Pre-Alps”, experience the strongest effects of climate change. In the “Würzburger Gäu” region, threatened by drought, respondents notice increased occurrences of summer droughts. Farmers in the “Pre Alps” appear to have dealt more with the issue of climate change and adopt a more open attitude towards this issue than farmers in the other regions studied.

Renewable energies are classified as equally important by all three motivation types. Agricultural Manager – contrary to their opposition to climate protection – support cultivation of renewable raw materials and the integration of renewable energies. This shows that it is precisely this motivation type that is attracted by the Renewable Energy Law (EEG) and would greatly benefit from it. Although the personal conviction of some farmers caused them to take action, the implementation of mitigation measures is ultimately subject to economic principles. Climate change is also considered as future field of activity of the Common Agricultural Policy of the European Union (CAP), particularly by the “farmers” and “traditionalists”, with only one farm manager considering the issue of climate protection as unimportant. Even more in favor of the future relevance of climate protection are the experts. A third of the respondents see climate protection even as “very important”, while only one farmer has chosen this high rating. Considering the role of renewable energies explicitly, all farmers agree that this should be the focus of future European agricultural policy. Here, farmers are even more open to it than the experts

interviewed. On a regional level partially contradictory views are revealed, with the biggest disagreement between farmers and experts on renewable energy found in the “Pre-Alps”. Surprisingly, the level of being informed about the CAP is viewed very differently. Farmers tend to feel better informed than experts.

In summary, part A of the study shows, that both, farmers and experts consider the issue of climate protection important or even very important. However, there are some reservations in the more intensively managed areas, as well as within the group of “agricultural managers”. Both, in the mixed region “Tertiary Hills” as well as in the rather extensively used “Pre-Alps” the potential for successful implementation of climate mitigation measures seems to be higher. Hereby, the combination of mandatory and voluntary measures is preferred by experts, while farmers support voluntary measures instead.

The analysis of the statistics in part B attests that the cultivation of renewable resources has increased significantly in Bavaria. This results in an increased impact on nature and the landscape as well as the agricultural sector. In fact, the cultivation of renewable resources does not differ from cultivation of established food and feed crops in regard to its environmental impacts. Detrimental effects rather occur from changes in crop rotation on farm-level or at the regional level, e.g. by a substantial increase in corn or canola acreage.

Assessment of the potential for future biogas plants in the district of “Donau-Ries” has revealed that despite the existing high plant density and the widespread cultivation of maize, a significant expansion of the biogas sector would still be possible. Thus the pressure on a further intensification of land use may increase in the region. From a nature conservation and water management point of view a negative impact can be reported when ecologically significant habitats are threatened by growing energy crops or traditional cultural landscapes lose their characteristics. In the WIESMET area an intensification of grassland use for forage production as a result of competition with the substrate cultivation for biogas plants is already noticeable, resulting in negative effects on meadow-breeding birds. The decreased area available for manure application leads to a gradual decline in the participation in contract based conservation programs. The study area “Rottal-Inn” experiences large-scale nutrient inputs from the catchment area into the rivers. Due to the low participation of farmers in agri-environmental programs (AEP) to prevent erosion, such as multiple crop rotation or mulch seeding, polluted water bodies can hardly benefit from these AEP.

In particular such forms of the cultivation of renewable raw materials are suitable, that:

- provide a year-round soil cover (such as mulch seeding or relay planting), for which additional costs can be mitigated by taking part in AEP;
- can be managed in closed nutrient cycles;
- can deal without or with a reduced amount of pesticides;

- include structured and diverse crop rotations;
- ensure adequate biodiversity tolerant of arable weeds, grasses, etc.; in this context, alternative crops such as *Miscanthus* become interesting;
- confirm high area-related CO_{2eq}-savings and have low CO_{2eq} abatement costs, with the entire “life cycle” being considered.

The use of wood for energy production has also increased significantly in Bavaria. Meanwhile, more wood is consumed in the energy sector than utilized materially. A deprivation of nutrients and changes to the stray layer of the forest floor due to the energetic use of residual wood depends on the extent of use and the remaining residual wood in the forest. Therefore, closer attention is to pay to the protection of habitat trees and the assurance of a certain amount of forest deadfall in the stock.

For agriculture and forestry the existing environmental regulations, regardless of the use of what is cultivated, are generally binding. The individual rules are to be applied consistently (EU, federal and state law). This applies both for the Code of Good Agricultural Practice for the obligations of the direct payments (Cross-Compliance). Given the intensifying pressure and the risks involved, triggered by the cultivation of biomass, it becomes necessary to reconsider existing standards and farming practices and adapt them, where necessary.

With respect to nature conservation and the sustainable protection of resources the following principles in the cultivation of renewable raw materials should be observed:

- Strict interpretation and implementation of the criteria from the Code of Good Agricultural Practice as a minimum legal standard, such as compliance with tripartite rotation, checking the site-specific humus content, nitrate levels, etc.;
- Supporting the criteria of the Code of Good Agricultural Practice by tangible criteria that allow inspection for violations and possibly the application of sanctions;
- Clarification of individual requirements from the regulations that affect the fertilization and soil protection is needed. E.g. nitrogen emissions from manure fermentation residues and / or pure plant origin should be fully taken into account for, regarding the nitrogen limit for organic manure defined within the EU Nitrate Directive.

In future amendments of the EEG, AEM should also be taken into account. Especially, since the increase in the cultivation of renewable raw materials represents additional competition to AEM. It is important to ensure that the programs complement each other and the EEG subsidies and AEM premiums are harmonized. In the future, the goals of climate protection within the framework of the EEG should be considered as targets for AEM too. Climate protection provides an appropriate way to combine the cultivation of renewable raw materials and AEM in a meaningful way, such as a suitable application of manure and fermentation residue to reduce harmful emissions (e.g. drag hose spreader). The maintenance of grassland can also contribute to

climate protection, if conversion to arable land is prevented, which would instantly result in a massive release of CO₂ into the atmosphere. Similar synergy effects exist for water protection under the Water Framework Directive (WFD). Here, too, the objective should be a common goal of EEG, AEM and water conservation measures. As the analysis in the study region “Rottal-Inn” shows, the participation in AEM to reduce soil erosion and the inflow of nutrients and agri-chemicals has little effect on the water bodies and contributes little to a “good ecological status” under the WFD.

The networks of regional land-use-relevant stakeholders in part C show large differences between the three study areas. For the two study areas in northern and southern Germany more integrated networks are confirmed. These networks cover a wide range of stakeholders at different administrative levels. Both in the North and in the South a strong vertical integration of the major players exists. A somewhat different situation is visible in the study area in eastern Germany. There, a much less developed network structure is determined. It is characterized by a greater horizontal separation of the stakeholders. Communication and interaction is weakened by a comparatively low network density. In the East, the structure of the network suggests rather a top-down approach in landuse management, indexed by high centrality scores of members in higher administrative levels.

Focusing on the level of the individual; stakeholders with high betweenness centralities operate on different administrative levels and occupy very different roles in politics. These key players also show differences regarding their opinions on climate protection. In the northern region of the investigation, the three central players consider the protection of the peatlands as important. These are the Peatland Information Centre, state government of Lower Saxony, and the local group of Friends of the Earth Germany (*Bund für Umwelt und Naturschutz*). Aspects of climate protection, however, are not the primary motivation, as climate protection is mentioned in the second and third priority only. The stakeholders with the highest centralities in the eastern study area are formed by a representative from the environmental group and three stakeholders belonging to the group of agriculture. While the general necessity of peatland conservation is classified on a relatively low level by agricultural stakeholders, climate protection as motivation is however mentioned twice as 1st priority. Overall, the importance of the climate protection is acknowledged by stakeholders from the agricultural group, but the local willingness to act is less developed. The respondent from the environmental group is on the contrary very much convinced of the need to protect the peatlands, but climate protection is not the primary motive, since it is mentioned in the third place (3rd priority) only. For all key players in the southern study area (i.e. Association for Protection of the Landscape, Lower Nature Conservation Agency, LEADER Office) peatland protection is currently of high relevance and a further increase in its importance is expected for the future. Climate protection as a motive, although generally of less importance, is still mentioned.

For the successful implementation of climate protection measures in land use investigations of local networks in part C has shown, that it is useful to strengthen intermediary positions and mediators or to create such positions that have understanding for both aspects, the demands of nature conservation and climate protection as well as the concerns of farmers. The challenge here is to include players with the right intentions into the process. The weak network structures in the East, becoming apparent through the survey, call for a slightly different implementation strategy. Here, using a “top-down” approach to implement climate mitigation measures seems more appropriate, i.e. actions can be initiated by the higher administrative authorities.

The final review in the form of a multi-criteria analysis evaluates climate protection measures in land use as having partly positive, partly negative and partly inconsistent effects on the dimensions of climate, nature and landscape, as well as agriculture. The presented methodology can serve as the basis for regionally adapted development programmes. For this purpose there should be more efforts on the part of science, but also on the part of consulting, to include the entire process chain into evaluation in order to better determine the future course of action. The multi-criteria approach is in particular appropriate to recognize and utilize possible synergies. This is considered especially important since the quantification of saved GHG for the assessment of climate impact is still difficult at present. The sole focus on climate protection may lead to the fact that relevant measures are not carried out. Climate mitigation measures may be more legitimate if improvements for the environment as well as for the agricultural sector can be realized.

QUELLEN

- AELF ANSBACH (2011): Die Land- und Forstwirtschaft in Stadt und Landkreis Ansbach. Amt für Ernährung Landwirtschaft und Forsten Ansbach, Ansbach.
- AELF NÖRDLINGEN (2012): Landkreisstatistik, URL: http://www.alf-nd.bayern.de/daten_fakten/19292/index.php (Abrufdatum: 07.03.2012).
- AELF PFARRKIRCHEN (2011a): Biogaserzeugung im Landkreis, URL: <http://www.alf-pk.bayern.de/erwerbsskombination/18383/index.php> (Abrufdatum: 13.02.2012).
- (2011b): Flächennutzung im Landkreis Rottal-Inn 2010 Zusammenfassung, URL: http://www.aelf-pk.bayern.de/daten_fakten/flaechen_entwicklung_tabelle.pdf (Abrufdatum: 20.01.2011).
- ANSPACH, V. u. D. MÖLLER (2007): Strukturen landwirtschaftlicher Biogasproduktion im ökologischen Landbau in Deutschland. 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. 20. - 23.03.2007 an der Universität Hohenheim: 4.
- BAFA (2010): Haushaltsausschuss gibt Grünes Licht für die Förderung erneuerbarer Energien - Haushaltssperre für das Marktanzreizprogramm aufgehoben. Pressemitteilung vom 07.07.2010. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
- BAUER, K. (2007): Die Wiesenweide und der Anbau nachwachsender Rohstoffe im Noerdlinger Ries, URL: http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/download/umweltinformationen/Die_Wiesenweide_im_Noerdlinger_Ries_-_Herr_Bauer.pdf (Abrufdatum: 2007).
- BAYER. LANDTAG (versch. Jahre): Drucksachen und Protokolle, URL: <http://www.bayern.landtag.de/cps/rde/xchg/landtag/x/-/www1/441.htm> (Abrufdatum: 06.03.2012).
- BAYERISCHE STAATSRREGIERUNG (2010): Bayerische Positionen zum neuen Energiekonzept für die Bundesrepublik Deutschland – von der Bayerischen Staatsregierung beschlossen am 3. August 2010: 10, München.
- (2011): Bayerisches Energiekonzept: Energie innovativ - Von der Bayerischen Staatsregierung beschlossen am 24. Mai 2011: 84
- BAYERISCHE STAATSRREGIERUNG u. BAYSTMUGV (2007): Klimaprogramm Bayern 2020 - Minderung von Treibhausgasemissionen, Anpassung an den Klimawandel, Forschung und Entwicklung: 48. Bayerische Staatsregierung, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, München.
- BAYLFSTAD (2012), URL: <https://www.statistik.bayern.de/statistikdesmonats/00708.php> (Abrufdatum: — (versch. Jahre): GENESIS-Online: Statistisches Informationssystem Bayern, Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung.
- BBSR (2012): Raumbewachung, URL: www.raumbewachung.de (Abrufdatum: 08.03.2012).
- BEHM, C. (2011): Grünlandfläche nimmt in Deutschland weiter ab - Grünland-Erhaltungsverordnungen wirken, aber keine Entwarnung möglich. Pressemitteilung vom 24. Februar 2011, URL: http://www.cornelia-behm.de/cms/presse/dok/372/372285.gruenlandflaeche_nimmt_in_deutschland_we.pdf (Abrufdatum: 10.10.2011).
- BEMMANN, A., E. FRANKE u. J. SCHWEINLE (2006): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen - 1. Fachtagung, 6. und 7. November 2006, Tharandt / Sachsen.
- BENSTED-SMITH, J. (2009): The Common Agricultural Policy and its future prospects, URL: <http://stofnanir.hi.is/ams/sites/files/ams/GI%C3%A6rur%20John%20Bensted-Smith.ppt> (Abrufdatum: 30.05.2010).
- BENTA, M. I. (2003): AGNA Project: What is Network Analysis, URL: http://www.geocities.com/imbenta/agna/what_is_agna.htm (Abrufdatum: 24.06.).
- (2005): Studying communication networks with AGNA 2.1. Cognition, Creier, Comportament; Cognition, Brain, Behavior 9 (3), 567-574.
- BERNARDY, P. u. K. DZIEWIATY (2005): Zur Problematik des Anbaus nachwachsender Rohstoffe und dem Erhalt einer artenreichen Ackerlandschaft - Literaturrecherche als Vorbereitung zur Einrichtung eines Arbeitskreises: 35. Landkreis Lüchow-Dannenberg, BMVEL

- BFN (2007): Schutzgebiet ID 022 - Havelländisches Luch, URL: http://www.bfn.de/0323_aba_id022.html (Abrufdatum: 12.02.2008).
- (2008): Where have all the flowers gone? - Grünland im Umbruch. Hintergrundpapier und Empfehlungen. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- (2010a): Landschaftssteckbrief 63301 Wesermünder Geest, URL: http://www.bfn.de/0311_landschaft.html?landschaftid=63301 (Abrufdatum: 13.02.2012).
- (2010b): Schutzgebiet ID 024 - Paulinenaue, URL: http://www.bfn.de/0323_aba_id024.html (Abrufdatum: 24.01.2012).
- (2012): Naturschutzgroßprojekte, URL: http://www.bfn.de/0203_grossprojekte.html (Abrufdatum: 24.01.2012).
- BLANKE, R. (2003): Moore in Deutschland – Schutz und Nutzung zwischen Anspruch und Wirklichkeit, Bundesamt für Naturschutz.
- BLICK, T. u. F. BURGER (2002): Wirbellose in Energiewäldern am Beispiel der Spinnentiere der Kurzumtriebsfläche Wöllerhof (Oberpfalz, Bayern). Naturschutz und Landschaftsplanung 9.
- BMELV (2002): Biomasse als erneuerbarer Energieträger. Schriftenreihe Nachwachsende Rohstoffe Bd.3. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Münster.
- (2004): Die zweite Bundeswaldinventur – BWI²: das Wichtigste in Kürze Bundesministerium für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz
- (2011): Agrarpolitischer Bericht der Bundesregierung 2011. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
- BMELV u. BMU (2009): Nationaler Biomasseaktionsplan für Deutschland - Beitrag der Biomasse für eine nachhaltige Energieversorgung. Bundesministerium für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Bundesministerium für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin.
- BMU (2002): Gesetz für die Erhaltung die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz) Bundesministerium für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- (2007): Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG), Bundesministerium für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit: 43.
- (2008a): Forschungsförderung auf Rekordniveau. Pressemitteilung vom 18.12.2008. Bundesministerium für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit
- (2008b): Gesetzes zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz – EEWärmeG), Bundesministerium für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- (2009): Pressemitteilung Nr. 022/09: Gabriel: 400 Millionen Euro zur Förderung von erneuerbaren Energien im Wärmebereich - Mehr Geld für Hauseigentümer und Unternehmen. Bundesministerium für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin.
- (2010a): Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1.BImSchV) vom 26.01.2010. Bundesministerium für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit
- (2010b): Innovation durch Forschung - Jahresbericht 2009 zur Forschungsförderung im Bereich der erneuerbaren Energien Bundesministerium für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit
- BMU u. AGEE-STAT (2012): Erneuerbare Energien 2010 - Internetupdate vom 10.01.2012, URL: http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee_zahlen_internet-update.pdf (Abrufdatum: 06.02.2012).
- BMWi (2011): Der Weg zur Energie der Zukunft - sicher, bezahlbar und umweltfreundlich, URL: <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/Energiepolitik/energiekonzept,did=405004.html?view=renderPrint> (Abrufdatum: 03.03.2012).
- BOSCH, S. u. G. PEYKE (2011): 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.
- BRANDES, U. u. D. WAGNER (2004a): Netzwerkvisualisierung. it - Information Technology 46 (3), 129-134.
- (2004b): VISIONE - Analysis and Visualization of Social Networks. In: JÜNGER, M. u. P. MUTZEL (Hrsg.): Graph Drawing Software. S. 321-340. Springer Verlag

- BSCHOR, M. (2008): Aktuelle Entwicklung hinsichtlich der Agrarstruktur im Landkreis Donau-Ries unter besonderer Berücksichtigung der Biogasproduktion. Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues. Freising/Weihenstephan, Technische Universität München.
- BSTMWIVT (2004): Gesamtkonzept Bayern zur Energiepolitik. Bayrisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie
- (2006): Das Landesentwicklungsprogramm Bayern 2006. Bayrisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie
- (2008): Erneuerbare Energien in Bayern - Daten und Fakten. Bayrisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie
- BUND (2010): Moorschutz – Ein Beitrag zum Klima- und Naturschutz. Standpunkt. Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland
- BUNDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2007): Anbauwürdigkeit von Rumex OK2 zur energetischen Verwertung. fact sheet. Bundesamt für Landwirtschaft, Sektion Acker- und Futterbau, Bern.
- BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2006): Merkblatt zur Verwendungskontrolle nachwachsender Rohstoffe von stillgelegten Flächen / Energiepflanzen von nicht stillgelegten Flächen in Biogasanlagen
- BUNDESNETZAGENTUR (2011): PV Leistung je Bundesland 2010, URL: http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/BNetzA/Sachgebiete/Energie/ErneuerbareEnergienGesetz/Verguetungssaetze_PVAnl/PVLeistungBundesland_2010pdf.pdf?__blob=publicationFile (Abrufdatum: 08.02.2012).
- BYSTRICKY, M. (2008): Die Nutzung von landwirtschaftlichen Flächen als forst- und landwirtschaftliche Energieplantagen: Ein Vergleich unter rechtlichen, technischen, ökonomischen und ökologischen Aspekten - Zwischenbericht. Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, Bayerische Forstverwaltung, (FNR) Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe
- C.A.R.M.E.N. (2007): Topinambur: Energiepflanze für Biogasanlagen. Newsletter nawaros, 11/07. Centrales Agrar- Rohstoff- Marketing- und Entwicklungs- Netzwerk e.V.
- (2012): Preisentwicklung bei Hackschnitzeln, Pellets, Heizöl, Erdgas und Scheitholz von 2004-12, URL: <http://www.carmen-ev.de/infothek/preisindizes/holzpellets> (Abrufdatum: 12.02.2013).
- CDU, CSU u. FDP (2009): Wachstum, Bildung, Zusammenhalt - Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und FDP, 17. Legislaturperiode, Berlin.
- CSU u. FDP (2008): Koalitionsvereinbarung 2008 bis 2013 zwischen CSU und FDP für die 16. Wahlperiode des Bayerischen Landtags, München.
- DANY, C. (2006): Österreichischer Energiewirt setzt auf Chinaschilf. Erneuerbare Energien 9/2006, 2.
- DEMMELE, M., A. HEIBENHUBER, B. KORTE, C. SCHULTZE, M. FÖRSTER, B. KLEINSCHMIT u. J. KÖPPEL (2007): Übertragbare Strategien zur naturverträglichen Biomassebereitstellung auf Landkreisebene am Beispiel der Regionen Ostprignitz-Ruppin (Brandenburg) und Chiemgau (Bayern) - Abschlussbericht: 177. Deutsche Bundesstiftung Umwelt
- DEPI (2012): Internetseite, URL: <http://www.depi.de> (Abrufdatum: 17.02.2012).
- DEUTSCHER RAT FÜR LANDESPFLEGE (2006): Die Auswirkungen erneuerbarer Energien auf Natur und Landschaft: 134. BfN, BMU, Lennart-Bernadotte-Stiftung, Berlin.
- DEUTSCHES MAISKOMITEE E.V. (2012): Maisanbaufläche Deutschland in ha, 2011 und 2012 (vorläufig) nach Bundesländern und Nutzungsrichtung in ha, URL: http://www.maiskomitee.de/web/upload/statistik/de/Maisanbauflaeche_D_in_ha_2009-2010_vorlaeufig_20110315.pdf (Abrufdatum: 15.08.2012).
- DLZ AGRARMAGAZIN (2006): Miscanthus macht's möglich. dlz agrarmagazin 10/2006, 5.
- (2008): Energiepflanzen für Biogas im Vergleich. dlz agrarmagazin 2/2008.
- DRÖSLER, M. (2008): persönliche Mitteilung.
- DZIEWIATY, K. u. P. BERNARDY (2005): Einfluss des Anbaus Nachwachsender Rohstoffe auf den Vogelschutz.
- DZIEWIATY, K. u. P. BERNARDY (2007): Auswirkungen zunehmender Biomassenutzung (EEG) auf die Artenvielfalt – Erarbeitung von Handlungsempfehlungen für den Schutz der Vögel der Agrarlandschaft - Endbericht, Seedorf.
- EBERHARD, U. u. M. WÖLZMÜLLER (2010): Erneuerbare Energien und Kulturlandschaft. Schönere Heimat - Erbe und Auftrag 99 (1).
- EEA (2011): Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2009 and inventory report 2011 – Submission to the UNFCCC Secretariat. EEA Technical report No 2/2011. European Environment Agency, Copenhagen.

- EEG-KWK-G (2010): EEG-Mittelfristprognose: Entwicklungen 2000 bis 2015, Stand: 11.05.2009, URL: http://www.eeg-kwk.net/de/file/2009-05-11_EEG-Mittelfristprognose-bis-2015%281%29.pdf (Abrufdatum: 29.06.2011).
- EGNER, B. u. G. TERIZAKIS (2005): Zwischen professionellem Kern und voluntaristischer Peripherie: Kooperation zwischen griechischen Umweltgruppen. Working-Paper des Instituts für Politikwissenschaft der Technischen Universität Darmstadt 02, 20.
- EGNER, M. u. R. FUCHS (2009): Naturschutz- und Wasserrecht 2009 - Schnelleinstieg für den Praktiker. München, C. F. Müller.
- EMMANN, C. H., C.-H. PLUMEYER u. L. THEUVSEN (2011): Einfluss der Biogasproduktion auf den Landpachtmarkt in Niedersachsen. In: HAMBROUSCH, J., M. LARCHER u. T. OEDL-WIESER (Hrsg.): Jahrbuch der ÖGA. 20(2): S. Facultas Verlag, Wien.
- EMMANN, C. H., C. SCHAPER u. L. THEUVSEN (2012): Der Markt für Bioenergie 2012. GJAE 61 (1), 111-130.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (1996): Mitteilung der Kommission Energie für die Zukunft: Erneuerbare Energiequellen - Grünbuch für eine Gemeinschaftsstrategie. KOM(96) 576 endg. Brüssel, Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften, L-2985 Luxemburg.
- (2005): Aktionsplan für Biomasse. Mitteilung der Kommission, 628. Europäische Kommission, Brüssel.
- (2008): Report on Budgetary and Financial Management 2008. Commission Report to pursuant to Art. 128 of the Financial Regulation. DG BUDGET: 135
- (2009): Report on Budgetary and Financial Management 2009. Commission Report to pursuant to Art. 128 of the Financial Regulation. DG BUDGET: 134
- (2010): Haushaltsvoranschlag der Europäischen Kommission für das Haushaltsjahr 2011 (Vorbereitung des Haushaltsentwurfs für 2011), SEK (2010) 473: 256, Brüssel.
- EUROPÄISCHE UNION (2011): EUROPA - Zusammenfassungen der EU-Gesetzgebung, URL: http://europa.eu/legislation_summaries/index_de.htm (Abrufdatum: 17.02.2011).
- FALZBERGER, H. (2012): Der Landwirt als Energieproduzent, URL: <http://www.miscanthus.at> (Abrufdatum: 13.02.2012).
- FAO (2013): Food Price Indices, URL: <http://www.fao.org/worldfoodsituation/wfs-home/foodpricesindex/en/> (Abrufdatum: 12.02.2013).
- FNR (2008): Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) aus der Gattung Sonnenblumen (*Helianthus*) aus der Familie Asteraceae, URL: <http://www.energiepflanzen.info/cms35/Topinambur.1602+M5217388e497.0.html> (Abrufdatum: 09.05.08).
- (2011a): Basisdaten Bioenergie Deutschland - September 2011. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Gülzow.
- (2011b): Biogas - Pflanzen, Rohstoffe, Produkte, 7. Auflage. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Gülzow.
- (2011c): Biokraftstoffe, URL: <http://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/bioenergie/biokraftstoffe.html> (Abrufdatum: 16.02.2012).
- (2012): Daten und Fakten zu nachwachsenden Rohstoffen, URL: <http://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten.html> (Abrufdatum: 17.12.2012).
- FÖRDERVEREIN AHLENMOOR E.V. (2012): Das Moorinformationszentrum (MoorIZ), URL: <http://www.ahlenmoor.de> (Abrufdatum: 02.03.2012).
- FREIBAUER, A. (2012): Treibhausgase aus der Landnutzung: Optionen für den Klimaschutz. Weihenstephaner Kolloquium zur Angewandten Ökologie und Planung. Technische Universität München, Freising.
- FREIBAUER, A., M. D. A. ROUNSEVELL, P. SMITH u. J. VERHAGEND (2004): Carbon sequestration in the agricultural soils of Europe. *Geoderma* 122 1-23.
- FVB (2010): Pressemitteilung Fachverband Biogas e.V. 21/2010: Zahlen und Potenziale der Biogasnutzung in Bayern, URL: [http://www.biogas.org/edcom/webfwb.nsf/id/DE_PM_21_10/\\$file/10-07-16_PM-PK_Stark%20zu%20steigern_final.pdf](http://www.biogas.org/edcom/webfwb.nsf/id/DE_PM_21_10/$file/10-07-16_PM-PK_Stark%20zu%20steigern_final.pdf) (Abrufdatum: 12.08.2010).
- (2011): Branchenzahlen Biogas Stand 11/2011, URL: [http://www.biogas.org/edcom/webfwb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/\\$file/11-11-15_Biogas%20Branchenzahlen%202011.pdf](http://www.biogas.org/edcom/webfwb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/$file/11-11-15_Biogas%20Branchenzahlen%202011.pdf) (Abrufdatum: 12.05.2012).

- (2012): Branchenzahlen 2011 und Prognose der Branchenentwicklung 2012/2013, URL: [http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/\\$file/12-11-29_Biogas%20Branchenzahlen%202011-2012-2013.pdf](http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/$file/12-11-29_Biogas%20Branchenzahlen%202011-2012-2013.pdf) (Abrufdatum: 24.01.2013).
- GANZERT, C., C. HEBAUER, A. HEIBENHUBER, M. HOFSTETTER u. J. KANTELHARDT (2004): Reform der gemeinsamen Agrarpolitik: Analysen und Konsequenzen aus Naturschutzsicht – Endbericht zum Forschungsvorhaben UFOPLAN FKZ 801 810 20. BfN-Skripten, 99: 140. BfN, Bonn-Bad Godesberg.
- GANZERT, C., C. KRÄMER, J. KANTELHARDT, P. H. FEINDT., J. SCHULER, S. WEILAND u. A. HEIBENHUBER (2008): Integration von Naturschutz in die Reformen der EU-Agrarmarktordnungen – Endbericht zum Forschungsvorhaben UFOPLAN FKZ: 804 88 007. BfN-Skripten, 198: 169
- GANZERT, C., C. KRÄMER, J. KANTELHARDT, JOHANNES SCHULER, S. WEILAND, P. H. FEINDT u. A. HEIBENHUBER (2009): Untersuchung der Umwelt- und Naturschutzwirkungen der GAP-Reform: Konsequenzen für 2009 – Endbericht zum Forschungsvorhaben UFOPLAN FKZ 806 88 030
- GANZERT, C. u. G. SCHERHORN (2007): Empathische Kommunikation als Erfolgsfaktor für Nachhaltigkeitsinitiativen: eine Studie aus der Regionalförderung. *Gaia* 16 (2), 130-136.
- GEITNER, H. (2008): persönliche Mitteilung.
- GERBER, E., C. KREBS, C. MURRELL, M. MORETTI, R. ROCKLIN u. U. SCHAFFNER (2008): Exotic invasive knotweeds (*Fallopia* spp.) negatively affect native plant and invertebrate assemblages in European riparian habitats. *Biological Conservation* 141, 646-654.
- GUO, L. B. u. R. M. GIFFORD (2002): Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. *Global Change Biology* 8 (4), 345-360.
- GUTWENGER, C. (2000): Spring Embedder - Spring Layout, URL: <ftp://ftp.mpi-sb.mpg.de/pub/outgoing/AGD/MANUAL.ps.gz> (Abrufdatum: 13.02.2012).
- HABERMANN, H. u. G. BREUSTEDT (2009): Entwicklungen und Determinanten der Landpachtpreise. Manuskript für die 59. öffentliche Hochschultagung der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät, 30. Januar 2009, CAU Kiel. Kiel, Institut für Agrarökonomie.
- HAUK, S. (2011): Energieholz vom Acker - Umfrage zu Kurzumtriebsplantagen in Bayern. *BLW* 41, 46.
- HEILAND, S. (2002): Erfolgsfaktoren in kooperativen Naturschutzprojekten. In: ERDMANN, K.-H. u. C. SCHELL (Hrsg.): *Naturschutz und gesellschaftliches Handeln. Aktuelle Beiträge aus Wissenschaft und Praxis.* S. 133-151. Bundesamt für Naturschutz, Bonn, Bad Godesberg.
- HERDEN, V. u. J. FAAS (2007): Die Haglandschaft im Landkreis Miesbach. *LWF aktuell* 57, 9-11.
- HEUNISCH, C., G. CASPERS, J. ELBRACHT, A. LANGER, H.-G. RÖHLING, C. SCHWARZ u. H. STREIF (2007): Erdgeschichte von Niedersachsen - Geologie und Landschaftsentwicklung. *GeoBerichte*, 6: 88. Landesamt für Bergbau Energie und Geologie Niedersachsen, Hannover.
- HÖLL, B. S., S. FIEDLER, H. F. JUNGKUNST, K. KALBITZ, A. FREIBAUER, M. DRÖSLER u. K. STAHR (2009): Characteristics of dissolved organic matter following 20 years of peatland restoration. *Science of The Total Environment* 408 (1), 78-83.
- HOUGHTON, R. A. u. C. L. GOODALE (2004): Effects of Land-Use Change on the Carbon Balance of Terrestrial Ecosystems. *Ecosystems and Land Use Change* 135.
- HÜBNER, R. u. H. HOFFMANN (2010a): Auswirkungen nachwachsender Rohstoffe zur Energieerzeugung auf Natur und Landschaft in Bayern – unter Berücksichtigung wasserwirtschaftlicher Aspekte – Endbericht an das Bayerische Landesamt für Umwelt. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Freising - Weihenstephan.
- (2010b): Empfehlungen zur naturverträglichen und nachhaltigen Bioenergieerzeugung. LfU Fachinformation. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
- HÜBNER, R., H. HOFFMANN, H. LEICHT u. H. STÜRZER (2010a): Antriebskräfte und Rahmenbedingungen zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe. LfU Fachinformation. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
- (2010b): Biogas – Bewertung des Substratbedarfes und der Anlagengrößen. LfU Fachinformation. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
- (2010c): Chancen und Risiken des Anbaus nachwachsender Rohstoffe und räumliche Ausdifferenzierung in Bayern. LfU Fachinformation. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
- (2010d): Einfluss des Biomasseanbaus auf die Ackervögel am Beispiel der Wiesenweihe. LfU Fachinformation. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.

- (2010e): Flächenentwicklung in der Landwirtschaft und Umweltauswirkungen. LfU Fachinformation. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
- (2010f): Grünlandumbruch und Auswirkungen auf wiesenbrütende Vogelarten. LfU Fachinformation. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
- (2010g): Konkurrenz um Ackerflächen und Grünlandumbruch. LfU Fachinformation. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
- (2010h): Stoffeinträge in die Gewässer und flankierende Agrarumweltmaßnahmen. LfU Fachinformation. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
- HÜBNER, R. u. J. KANTELHARDT (2009): New responsibilities of agriculture - structural differences in stakeholder networks and intentions towards climate change abatement strategies in peatland. The 83rd Annual Conference of the Agricultural Economics Society, Dublin, Irland.
- HÜBNER, R., M. KAPFER u. S. ZIESEL (2010): Entwicklung eines Indikatorenkonzeptes zur Honorierung von Naturschutzleistungen - eine differenzierte Betrachtung für extensive und intensive Agrarregionen in Bayern - unveröffentlichter Endbericht. Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit
- HUFNAGEL, J., M. GLEMNITZ, M. DEUMLICH, M. WILLMS u. R. PLATEN (2007): Ökologische Folgewirkungen des Energiepflanzenanbaus auf Ackerflächen - Abschätzung der möglichen Auswirkungen und Skizzierung des Gestaltungsspielraumes für die Landnutzung. ZALF, Münchenberg.
- HUISMAN, M. u. M. A. J. VAN DUIJN (2005): Software for Social Network Analysis. In: CARRINGTON, P., J. SCOTT u. S. WASSERMAN (Hrsg.): Models and Methods in Social Network Analysis: Structural Analysis in the Social Sciences. S. 270-316. Cambridge University Press, New York.
- INSNA (2012): Computer Programs for Social Network Analysis, URL: <http://www.insna.org/software/index.html> (Abrufdatum: 22.03.2012).
- IPCC (2011): Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. IPCC Special Reports. EDENHOFER, O., R. PICHS-MADRUGA, Y. SOKONA, K. SEYBOTH, P. MATSCHOSS, S. KADNER, T. ZWICKEL, P. EICKEMEIER, G. HANSEN, S. SCHLOEMER u. C. V. STECHOW: 1075. Cambridge University Press, Cambridge, New York.
- IPS (2007): Stellungnahme zum Vorhaben "Auswirkungen nachwachsender Rohstoffe auf Natur und Landschaft unter besonderer Berücksichtigung wasserwirtschaftlicher Aspekte".
- IUGS (2009): International Chronostratigraphic Chart 2009. INTERNATIONAL UNION OF GEOLOGICAL SCIENCES. International Union of Geological Sciences
- JANSEN, D. (2003): Einführung in die Netzwerkanalyse: Grundlagen, Methoden, Forschungsbeispiele. Opladen, Leske + Budrich.
- JANSSENS, I. A., A. FREIBAUER, B. SCHLAMADINGER, R. CEULEMANS, P. CIAIS, A. J. DOLMAN, M. HEIMANN, G. J. NABUURS, P. SMITH, R. VALENTINI u. E. D. SCHULZE (2005): The carbon budget of terrestrial ecosystems at country-scale - a European case study. Biogeosciences 2 (1), 15-26.
- JESCHKE, L. u. H. JOOSTEN (2003): Moore – gefährdete Ökosysteme. In: KAPPAS, M., G. MENZ, M. RICHTER u. U. TRETER (Hrsg.): Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland 3 – Klima, Pflanzen- und Tierwelt. 3: S. 112-115. Leibnitz-Institut für Länderkunde, Spektrum Akademischer Verl., Heidelberg [u.a.].
- JOOSTEN, H. u. J. AUGUSTIN (2006): Peatland restoration and climate: on possible fluxes of gases and money. Peat in Solution of Energy, Agriculture and Ecology Problems, Minsk.
- JÖRISSEN, J. u. R. COENEN (2004): Instrumente zur Steuerung der Flächennutzung: Auswertung einer Befragung der interessierten und betroffenen Akteure, Büro für Technik-Folgenabschätzung beim Deutschen Bundestag.
- KANTELHARDT, J. u. L. SCHALLER (2010): Ökonomische Überlegungen zu einer klimaschonenden Moorbewirtschaftung - Economic prospects for climate friendly peatland management. Tagungsband 11. Österreichischer Klimatag 'Klima im Wandel, Auswirkungen und Strategien'. Wien, Österreich.
- KEßLER, K., F. EDMOND u. I. DITTRICH (2011): Informationssystem Moore - Erstellung eines Fachkonzeptes für ein landesweites Informationssystem zur Lage und Verbreitung von Mooren und anderen organischen Nassstandorten (SIMON). Schriftenreihe des LfULG, Heft 14/2011, 14. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
- KEYMER, U. (2007): Energieerzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen: Ein wirtschaftliches Wagnis? 16. Jahrestagung des Fachverbandes Biogas e.V., Leipzig, Fachverband Biogas e.V.

- KLOEPFER, M. (2008): Umweltschutzrecht. München, C. H. Beck.
- KOHLER, A., R. WÜRZBACH u. G.-H. ZELTNER (1997): Die Makrophyten Vegetation des Fließgewässersystems der Moosach (Münchner Ebene) - Ihre Entwicklung und Veränderung von 1970 bis 1996. In: ARNDT, U., R. BÖCKER, A. KOHLER u. W. A. MÜLLER (Hrsg.): Berichte des Instituts für Landschafts- und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim. S. 244-311. Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie Univ. Hohenheim, Hohenheim.
- KRÄMER, C., C. GANZERT, R. HÜBNER u. J. KANTELHARDT (2010): Untersuchung der Umwelt- und Naturschutzwirkungen der GAP-Reform. Nachhaltig und innovativ: Zukunft im ländlichen Raum - Perspektiven für naturverträgliches Wirtschaften nach 2013, Weiterentwicklung der GAP aus Natur- und Umweltschutzsicht - III. Workshop. Bonn, Bundesministerium für Umwelt (BMU).
- KRÄMER, C., C. GANZERT, J. KANTELHARDT, R. HÜBNER u. A. HEIßENHUBER (2010a): Untersuchung der Umwelt- u. Naturschutzwirkungen der Agrarpolitik – eine Analyse anhand empirischer Ergebnisse – Endbericht zum Forschungsvorhaben - unveröffentlichter Endbericht
- KRÄMER, C., R. HÜBNER u. J. KANTELHARDT (2010b): Untersuchung der Umwelt- und Naturschutzwirkungen der GAP-Reform – Konsequenzen für 2009/13 Forschungskennziffer: 3508 88 0200 - Erste Ergebnisse (Stand 20.05.2010). Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues, Technische Universität München
- KREBS, V. (2007): Social network analysis software and services for organizations, communities, and their consultants, URL: <http://www.orgnet.com> (Abrufdatum: 24.07.2007).
- KREHN, H. (2008): persönliche Mitteilung.
- KTBL (2005): Gasausbeute in landwirtschaftlichen Biogasanlagen: 24. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt.
- (2012): Vergütungsstruktur für Biogasanlagen gemäß EEG 2012, URL: http://daten.ktbl.de/downloads/biogas/EEG2012_Berechnungsbeispiel.pdf (Abrufdatum: 24.01.2013).
- LANDKREIS OBERHAVEL (2011): Natur in Oberhavel - Moore verstehen und erleben: 20. Landkreis Oberhavel
- LANDRATSAMT FREISING (2007a): Das Freisinger Moos, URL: <http://www.kreis-freising.de/landratsamt/behoerdenwegweiser/bauen-und-umwelt-bauamt-umweltamt/naturschutz-landesplanung/freisinger-moos/> (Abrufdatum: 06.07.2011).
- (2007b): Das Tertiäre Hügelland, URL: <http://www.kreis-freising.de/landkreis/landkreisbuch/das-tertiare-huegelland/> (Abrufdatum: 04.07.2011).
- LANDSCHAFTSFÖRDERVEREIN OBERES RHINLUCH E.V. (2008): Geschichte, URL: http://www.oberes-rhinluch.de/rhin_index.htm (Abrufdatum: 12.02.2008).
- LAUMANN, E. O. (2006): A 45-year Retrospective on Doing Networks. Connections 27 (1), 65-90.
- LFL (2006): Nitrat- und Phosphorbelastung des Sickerwassers bei Acker- und Grünlandnutzung, URL: <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/umwelt/17148/index.php?context=/lfl/iab/gruenland/> (Abrufdatum: 13.02.2012).
- (2008): Gülleanfall verschiedener Tierarten in m³ pro mittlerem Jahresbestand bei verschiedenen TS-Gehalten, URL: www.lfl.bayern.de/iab/duengung/mineralisch/10536/linkurl_0_10_0_6.pdf (Abrufdatum: 02.02.2012).
- (2011): Biogas in Zahlen - Bayern zum 31.12.2010 - Auszug aus der Biogasanlagen-Betreiber-Datenbank Bayern (BBD), URL: http://www.lfl.bayern.de/ilb/technik/35144/linkurl_0_63.pdf (Abrufdatum: 08.02.2012).
- LFU (2007): Hydrogeologischer Teilraum Tertiär-Hügelland. LFU Information. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
- (2008): Artenmonitoring - Einführung, URL: http://www.lfu.bayern.de/natur/daten/artenmonitoring_einfuehrung/index.htm (Abrufdatum: 12.11.2009).
- (2011a): Flachlandbiotopkartierung - Auswertung nach Landkreisen / Städten, URL: http://www.lfu.bayern.de/natur/biotopkartierung_flachland/auswertung/index.htm (Abrufdatum: 29.06.2011).
- (2011b): Moorschutz in Bayern, URL: <http://www.lfu.bayern.de/natur/moorschutz/index.htm> (Abrufdatum: 15.12.2011).
- (2012): Kartendienst Gewässerbewirtschaftung Bayern, URL: <http://www.bis.bayern.de/bis/> (Abrufdatum: 08.03.2012).
- LIEBHARD, P. (2007): Energieholz im Kurzumtrieb: Rohstoff der Zukunft. Graz, Leopold Stocker Verlag.

- LWF (2004): Biotopbäume und Totholz. Merkblatt Nr. 17, 17. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Freising.
- (2005): Anbau von Energiewäldern. LWF Merkblatt, 19: 4. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
- (2012): Kurzumtriebskulturen, URL: <http://www.lwf.bayern.de/waldbewirtschaftung/holz-logistik/energie-aus-holz/30976/index.php> (Abrufdatum: 08.03.2012).
- MAINO, M. (2006): Grünlandnutzung im Freisinger Moos.
- MENGEL, A., S. V. KAMPEN, A. REISS, U. HAHNE, M. KLEMENT u. A. THÖMMES (2008): Naturschutzrelevanz raumbedeutsamer Auswirkungen der Energiewende - 2. Zwischenbericht, Kassel.
- MICHAEL SUCCOW STIFTUNG ZUM SCHUTZ DER NATUR (2011), URL: <http://www.succow-stiftung.de/> (Abrufdatum: 14.12.2011).
- MICHAELIS, P. (1996): Ökonomische Instrumente in der Umweltpolitik - eine anwendungsorientierte Einführung. Heidelberg.
- MOSCHITZ, H. u. M. STOLZE (2005): Making policy - A network analysis of institutions involved in organic farming policy. Researching Sustainable Systems - International Scientific Conference on Organic Agriculture, Adelaide, Australia, September 21-23, 2005, Adelaide.
- MÜLLER, L., U. SCHINDLER, A. BEHRENDT u. G. SCHALITZ (2005): Landwirtschaftliche Nutzung und Schutz von Niedermooren – ein Widerspruch? 3. Bodentag in Brandenburg. Rathenow / Landkreis Havelland, Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz (MLUV).
- NEUFELDT, H. (2005): Carbon stocks and sequestration potentials of agricultural soils in the federal state of Baden-Württemberg, SW Germany. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 168 (2), 202-211.
- OLDENBURG, C. (2007): Energieholzanbau im Kurzumtrieb: Entwicklung, Verfahren, Ausblick.
- OSTERBURG, B., H. NIEBERG, N. RÖDER, F. ISERMEYER, H.-D. HAENEL, J. HAHNE, J.-G. KRENTLER, H. M. PAULSEN, F. SCHUCHARDT, J. SCHWEINLE u. P. WEILAND (2009): Erfassung, Bewertung und Minderung von Treibhausgasemissionen des deutschen Agrar- und Ernährungssektors: Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie: 131. Johann Heinrich von Thünen-Institut - Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
- PHOTON EUROPE GMBH (2011): Installierte Leistung in Megawatt pro Bundesland, URL: https://photon.de:448/presse/mitteilungen/Installierte_leistung_in_MW_pro_bundesland_2010.pdf (Abrufdatum: 15.06.2011).
- PIRKL, A., B. RIEDEL u. R. THEURER (2006): Maßnahmekonzept zum Stoffrückhalt, Teilprojekt U-4: Integrated Land Use Planning and River Basin Management - ILUP
- POEPLAU, C., A. DON, L. VESTERDAL, J. LEIFELD, B. A. S. VAN WESEMAEL, J. SCHUMACHER u. A. GENSIOR (2011): Temporal dynamics of soil organic carbon after land-use change in the temperate zone – carbon response functions as a model approach. Global Change Biology 17 (7), 2415-2427.
- PUDE, R. u. M. BLIESENER (2007): Miscanthus.de - Aktuelle Informationen aus der Miscanthus-Forschung, URL: <http://www.miscanthus.de> (Abrufdatum: 09.05.08).
- RAUH, S. (2011): persönliche Mitteilung.
- RAUH, S. u. A. HEIBENHUBER (2008): Flächenkonkurrenz der Nahrungsmittel- und Energieproduktion um Biomasse anhand des Beispiels Bayern. Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues, Freising.
- REAL, A. T. u. N. D. HASANAGAS (2005): Complete Network Analysis in Research of Organized Interests and Policy Analysis: Indicators, Methodical Aspects and Challenges. Connections 26 (2), 89-106.
- REGIONALER PLANUNGSVERBAND REGION 13 LANDSHUT (2007): Regionalplanänderung der Region Landshut – Anhörungsverfahren Neufassung des Kapitels B V Wirtschaft - Unterlagen für das Anhörungsverfahren, Stand 11/2007.
- REICHHARDT, I., J. DEBRUCK u. J. RUMPLER (2005): Sudangras als Kosubstrat für die Vergärung? Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt
- REINHARDT, G. u. K. SCHEURLLEN (2005): Naturschutzaspekte bei der Nutzung erneuerbarer Energien. F + E-Vorhaben, FKZ 80102160. Bundesministerium für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit

- RICHTER, D. D. u. R. HOUGHTON (2011): Gross CO₂ fluxes from land-use change: implications for reducing global emissions and increasing sinks. *Carbon Management* 2 (1), 41-47.
- RODE, M., C. SCHNEIDER, G. KETELHAKE u. D. REIßHAUER (2005): Naturschutzverträgliche Erzeugung und Nutzung von Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung. BfN-Skripten 136, 136, Bonn – Bad Godesberg.
- RÖDER, N. u. B. OSTERBURG (2012): Reducing GHG emissions by abandoning agricultural land use on organic soils - A cost assessment -. International Association of Agricultural Economists 2012 Conference, August 18-24, 2012, Foz do Iguaçu, Brazil.
- RÖHLING, I. u. U. KEYMER (2007): Biogasanlagen in Bayern 2006 – Ergebnisse einer Umfrage. LfL-Information: 20. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Ländliche Strukturentwicklung, Betriebswirtschaft und Agrarinformatik, München.
- SCHALLER, L. (2006): Klimaschutz durch Moorschutz Kurzfassung Projektbeschreibung: 4. TU München, Freising.
- (2007): Workshop-Protokoll Ahlenmoor, unveröffentlicht.
- (2008): Das Untersuchungsgebiet Paulinenaue, unveröffentlicht.
- SCHALLER, L., R. HÜBNER u. J. KANTELHARDT (2010): Climate Change Mitigation via Peatland Management - Challenges for Rural Areas. Building sustainable rural futures, Proceedings of the 9th European IFSA Symposium, Universität der Bodenkultur, Wien, Österreich.
- SCHALLER, L. u. J. KANTELHARDT (2009): Farmers View on Climate Friendly Peatland Management. Fachtagung des Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) und Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI): Aktiver Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel - Beiträge der Agrar- und Forstwirtschaft, Braunschweig.
- SCHALLER, L., J. KANTELHARDT, R. HÜBNER, A. FREIBAUER u. M. DRÖSLER (2009): Reshaping agricultural peatland use climate friendly in selected German regions. International Association of Agricultural Economists 2009 Conference, Beijing, China.
- SCHÄTZL, R. (2006): Umsetzung wasserwirtschaftlicher Ziele in landwirtschaftlich genutzten Gebieten - ökonomische Konsequenzen für die Landwirtschaft und Bewertung von gewässerverträglichen Nutzungsalternativen. Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues. Freising - Weihenstephan, Technische Universität München. Doktorarbeit.
- SCHNEIDER, R. (1966): Das Obere Rhinluch – Natur und landeskulturelle Probleme eines Flachmoors. Veröffentlichungen des Bezirksheimatmuseums Potsdam, 11: 5-62, Potsdam.
- SCHÜMANN, K. (2005): Naturschutz und nachwachsende Rohstoffe: Anbauziele für nachwachsende Rohstoffe und Anbaukriterien für den Hanfanbau. Institut für Ökologie. Berlin, Technische Universität Berlin. Diplomarbeit.
- SCHWÄRZEL, K. (2000): Dynamik des Wasserhaushaltes in Niedermooren. Fachbereich 7: Umwelt und Gesellschaft. Berlin, Technischen Universität Berlin.
- SMITH, P., D. MARTINO, Z. CAI, D. GWARY, H. JANZEN, P. KUMAR, B. MCCARL, S. OGLE, F. O'MARA, C. RICE, B. SCHOLLES u. O. SIROTENKO (2007): Agriculture. In: METZ, B., O. R. DAVIDSON, P. R. BOSCH, R. DAVE u. L. A. MEYER (Hrsg.): *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. S., Cambridge University Press, Cambridge, UK & New York, USA.
- SPRICK, P. (2007): Energiesteuer- und Biokraftstoffquotengesetz - Auswirkungen und Handlungsbedarf für den Biodieselmkt. 10. Sitzung des BBE-Fachausschusses "Flüssige BioEnergieträger", 15. November 2007. VERBAND DER DEUTSCHEN BIOKRAFTSTOFFINDUSTRIE E.V.
- SPRINGMANN, J.-P. (2004): Förderung erneuerbarer Energieträger in der Stromerzeugung - Ein Vergleich ordnungspolitischer Instrumente, TU Clausthal. Doktorarbeit.
- SRU (2007): Sondergutachten 2007 – Klimaschutz durch Biomasse: 200. Sachverständigenrat für Umweltfragen
- (2011): Sondergutachten 2011 – Wege zu 100 % erneuerbaren Stromversorgung. Sachverständigenrat für Umweltfragen
- STARICK, A., K. KLÖCKNER, I. MÖLLER, N. GAASCH u. K. MÜLLER (2011): Entscheidungshilfen für eine nachhaltige räumliche Entwicklung der Bioenergiebereitstellung – Methoden und ihre instrumentelle Anwendung. *Raumforschung und Raumordnung* 69 (6), 367-382.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (versch. Jahre): Wachstum und Ernte - Feldfrüchte - Fachserie 3 Reihe 3.2.1, Wiesbaden.
- STMELF (2005): Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe in Bayern 2005: 22. Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, München.

- (2006): EIF Leitfaden zur Einzelbetrieblichen Investitionsförderung - Agrarinvestitionsförderprogramm (AFP) - Agrarzuschussprogramm (AZP). Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten,
- (2007): Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe in Bayern 2007: 51. Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, München.
- (2009): Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe in Bayern 2009 - Entwicklungen und Trends. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten
- (2010): Bayerischer Agrarbericht 2010 – Berichtszeitraum Kalenderjahre 2008 und 2009. Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten
- (2011): Huber: Moorschutz ist aktiver Klimaschutz - Bis 2020 mindestens 50 Moore renaturieren. Pressemitteilung Nr. 226/11. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten
- (2012): Bayerischer Agrarbericht 2012. Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten
- (versch. Jahre): Zentrale InVeKoS Datenbank, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten.
- STMUGV (2003): Klimaschutzkonzept der Bayerischen Staatsregierung - Fortschreibung 2003. Bayerisches Staatsministerium für Umwelt Gesundheit und Verbraucherschutz, München.
- STRUBE INTERNATIONAL (2011): 10 Tonnen Zucker nach sehr schwieriger Kampagne.
- SUCCOW, M. (2001): Nutzung der Moore – Schutz der Moore, Schlussbetrachtung. In: SUCCOW, M. u. H. JOOSTEN (Hrsg.): Succow, M. & Joosten, H., Landschaftsökologische Moorkunde. S. 543–546. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- SUCCOW, M. u. L. JESCHKE (2008): Naturschutz – Anspruch und Wirklichkeit: Herausforderungen am Beginn des 21. Jahrhunderts. In: DENGLER, J., C. DOLNIK u. M. TREPEL (Hrsg.): Flora, Vegetation und Naturschutz zwischen Schleswig-Holstein und Südamerika. 65: S. 393-404. Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schleswig-Holstein Hamb., Kiel.
- SÜDZUCKER AG (2012): Zuckerfabriken in Deutschland, URL: <http://www.suedzucker.de/de/Unternehmen/Standorte/Zuckerfabriken-Deutschland/> (Abrufdatum: 02.03.2012).
- TFZ (2006): Sudangras: Anbauhinweise, Heft 01. Technologie- und Förderzentrum Straubing, Straubing.
- (2007): Anbauhinweise Sorghum-Hirsen (*Sorghum bicolor*, *Sorghum sudanense*, *S. bicolor* x *S. sudanense*) für die Verwendung in Biogasanlagen. Technologie- und Förderzentrum Straubing, Straubing.
- (2011): Förderung Biomasseheizwerke, URL: <http://www.tfz.bayern.de/foerderung/38095/> (Abrufdatum: 24.02.2011).
- UBA (2010): Novellierung der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen: Neue Regelungen für Kaminöfen und Holzheizkessel. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- (2011a): Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgas-Emissionen, URL: <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=3141> (Abrufdatum: 29.11.2011).
- (2011b): Oberbayerisches Tertiärhügelland, URL: http://www.umweltprobenbank.de/de/documents/profiles/sampling_areas/10141 (Abrufdatum: 04.07.2011).
- (2011c): Treibhausgasemissionen in Deutschland im Jahr 2010 - erste Schätzung URL: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3957.pdf> (Abrufdatum: 15.06.2011).
- (2012): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2011 - Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2009. STROGIES, M. u. P. GNIFFKE. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- UFOP (2007): Ergebnisse der UFOP-Studie zum Winterrapsanbau zur Ernte 2008, URL: <http://www.ufop.de/2668.php> (Abrufdatum: 13.02.2012).
- UNFCCC (2012): LULUCF under the Kyoto Protocol, URL: http://unfccc.int/methods_and_science/lulucf/items/4129.php (Abrufdatum: 02.02.2012).
- UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS - POPULATION DIVISION (2009): World Population Prospects, the 2008 Revision, New York.
- VESTER, F. u. A. v. HESLER (1980): Sensitivitätsmodell. Bonn, Umweltbundesamt.
- VISONE INTERNETSEITE (2010): Analysis and visualization of social networks, URL: <http://visone.info> (Abrufdatum: 26.08.2010).

- VLEESHOUWERS, L. M. u. A. VERHAGEN (2002): Carbon emission and sequestration by agricultural land use: a model study for Europe. *Global Change Biology* 8 (6), 519-530.
- VON RICHTHOFEN, J.-S. (2005): Körnerleguminosen: kostengünstig und umweltschonend. *Neue Landwirtschaft* 8.2005, 5.
- WAGNER, R. (2006): Wertschöpfung in der Landwirtschaft durch Bioenergie. C.A.R.M.E.N. Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Straubing, 27.11.2006.
- WASSERMAN, S. u. K. FAUST (1999): *Social network analysis: methods and applications*. Cambridge, Cambridge Univ. Press.
- WBA (2011): Förderung der Biogaserzeugung durch das EEG - Stellungnahme zur geplanten Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes. *Berichte über Landwirtschaft* 89 (2), 204-217.
- WBA u. BMELV (2008): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung - Empfehlungen an die Politik, Gutachten verabschiedet im November 2007. Stuttgart, Kohlhammer.
- WENDLAND, F., H. ALBERT, M. BACH u. R. SCHMIDT (1993): *Atlas zum Nitratstrom in der Bundesrepublik Deutschland*. Berlin, Springer Verlag
- WICHTMANN, W. (2007): Von der Nutzung der Landschaft: Energiegewinnung, Nachhaltigkeit und Naturschutz. 7. Vilmer Sommerakademie - Biomasseproduktion - der große Nutzungswandel in Natur und Landschaft - 15. bis 19. Juli 2007. INSTITUT FÜR DAUERHAFT UMWELTGERECHTE - ENTWICKLUNG VON NATURRÄUMEN DER ERDE E.V.(DUENE E.V.). Insel Vilm.
- WICHTMANN, W. u. A. SCHÄFER (2007): Alternative management options for degraded fens - Utilisation of biomass from rewetted peatlands. In: OKRUSZKO ET AL. (Hrsg.): *Wetlands: Monitoring, Modeling and Management*. S. Taylor & Francis, London.
- WICHTMANN, W. u. S. WICHMANN (2010): Paludikultur – Alternativen für Moorstandorte durch nasse Bewirtschaftung: Energetische Verwertung von Niedermoorbiomasse. ACKER plus 5.
- WIESMEIER, M., R. HÜBNER, F. BARTHOLD, P. SPÖRLEIN, U. GEUB, E. HANGEN, A. REISCHL, B. SCHILLING, M. VON LÜTZOW u. I. KÖGEL-KNABNER (2013): Amount, distribution and driving factors of organic carbon and nitrogen in agricultural soils of southeast Germany (Bavaria). under review.
- WIESMEIER, M., P. SPÖRLEIN, U. GEUB, E. HANGEN, A. REISCHL, B. SCHILLING, M. V. LUTZOW u. I. KÖGEL-KNABNER (2011): Soil organic carbon stocks in southeast Germany as affected by land use, soil type and sampling depth. *Global Change Biology* under review.
- WILLIAMS, J. L. (2012): WTRG Economics - Oil Price History and Analysis, URL: <http://www.wtrg.com/prices.htm> (Abrufdatum: 08.03.2012).
- WOLZ, A. (2011): Institutioneller Wandel der Agrarverwaltung und Agrarverbände in Ostdeutschland vor und nach der Wiedervereinigung. *Berichte über Landwirtschaft* 89 (3), 455-477.
- WVZ u. VDZ (2012): Standorte des Zuckerrübenanbaus und der Zuckerfabriken, URL: <http://www.zuckerverbaende.de/zuckermarkt/zahlen-und-fakten/zuckermarkt-deutschland/standorte.html> (Abrufdatum: 13.02.2012).
- ZEIT-ONLINE WIRTSCHAFTSREDAKTION (2006): Das unterschätzte Gesetz URL: <http://www.zeit.de/online/2006/39/EEG?page=all> (Abrufdatum: 15.02.2011).
- ZICHE, J. (1991): *Agrargeschichte - Landkreis (Landratsamt) Donau-Ries*, URL: <http://www.agrarkulturerbe.de/organisation4.php?id=5563&suche=&trennesuchtext=> (Abrufdatum: 02.03.2012).
- ZOLLNER, A. u. H. CRONAUER (2003): Der Wasserhaushalt von Hochmooreinzugsgebieten in Abhängigkeit von ihrer Nutzung. *LWF-Bericht* 40, 39-47.
- ZSCHACHE, U., S. VON CRAMON-TAUBADEL u. L. THEUVSEN (2010): Öffentliche Deutungen im Bioenergiegediskurs - eine qualitative Medienanalyse. *Berichte über Landwirtschaft* 88, 502 - 512.

ANHANG

I. ANHANGSVERZEICHNISSE

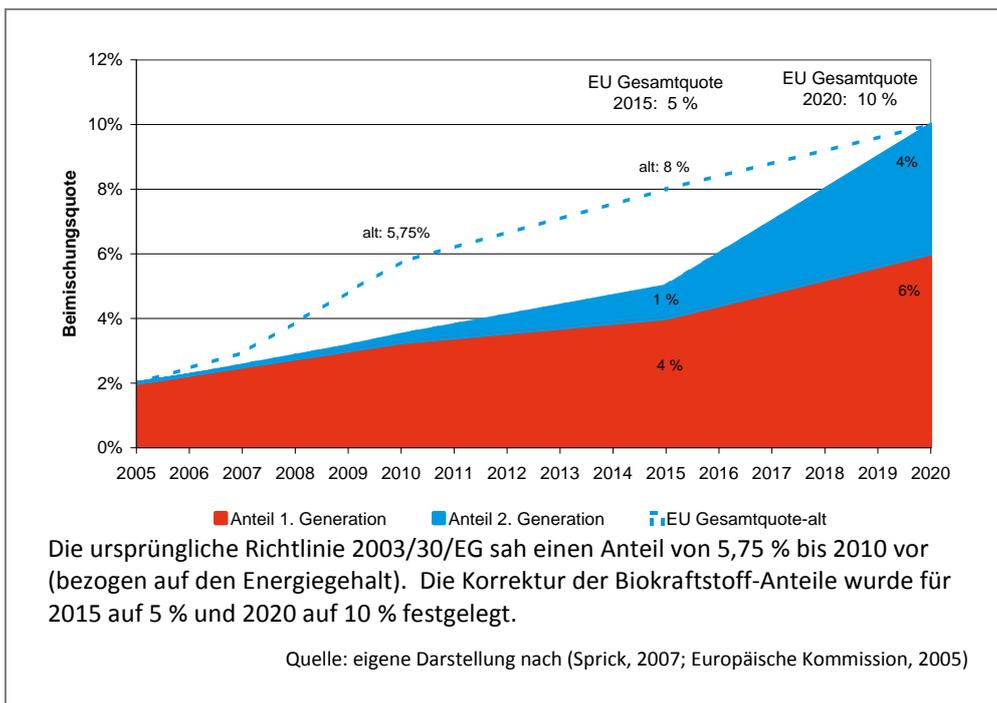
Abbildungen

<i>Anhangsabbildung 1: Entwicklung der Biokraftstoff-Beimischungsquoten der EU.</i>	II
<i>Anhangsabbildung 2: Zusammensetzung der Finanzmittel der GAP im Zeitraum 1980 – 2011.</i>	II
<i>Anhangsabbildung 3: Pachtpreise je ha Ackerfläche 2007 und Lage der Untersuchungsregionen.</i>	III
<i>Anhangsabbildung 4: Langfristige Entwicklung des Maisanbaus von 1986 bis 2008 in der Untersuchungsregion „Donau-Ries“.....</i>	IV
<i>Anhangsabbildung 5: Tierbestand und Tierhalter nach Tierarten 1980 bis 2007.....</i>	IV

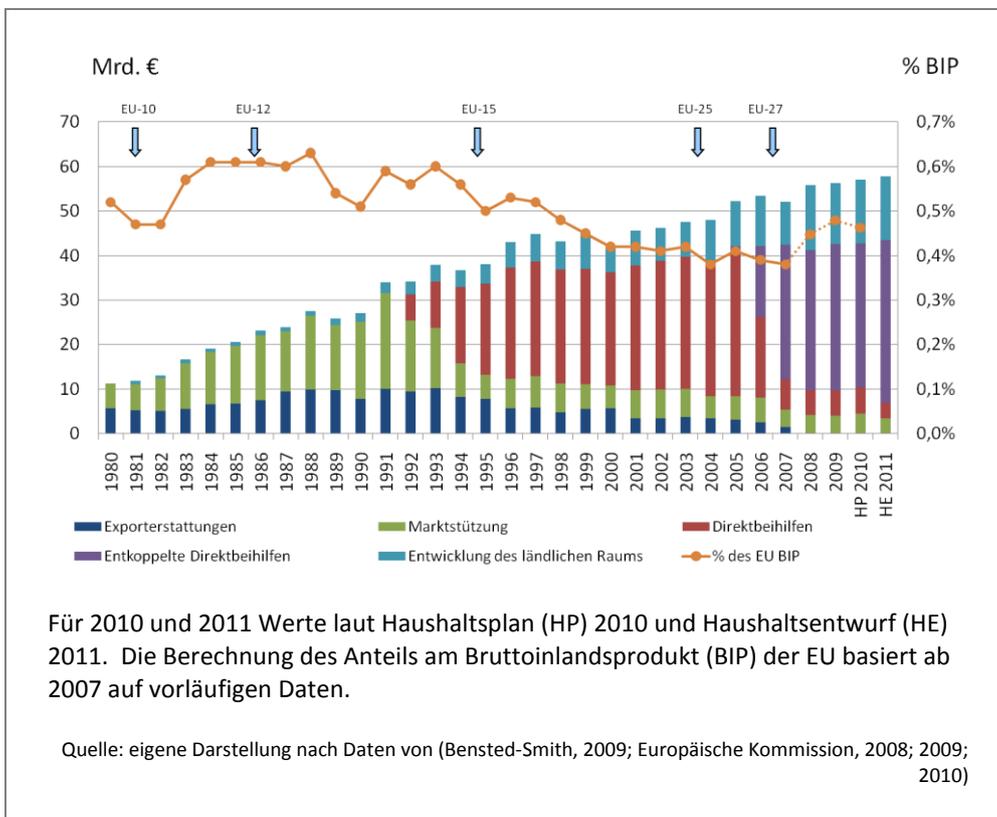
Tabellen

<i>Anhangstabelle 1: Übersicht der Forschungsprojekte mit Publikationen unter maßgeblicher Beteiligung des Autors.</i>	V
<i>Anhangstabelle 2: Vergütungssätze im EEG-09 im Bereich Biogas.....</i>	V
<i>Anhangstabelle 3: Vergütungssätze im EEG-12 im Bereich Biogas.....</i>	V
<i>Anhangstabelle 4: Überblick zu CO₂-Bilanzwerten klimarelevanter Landnutzung.</i>	VI
<i>Anhangstabelle 5: Übersicht zu primär ordnungspolitischen Instrumenten auf EU-Ebene.....</i>	VII
<i>Anhangstabelle 6: Übersicht zu primär ordnungspolitischen Instrumenten auf Landesebene.....</i>	VIII
<i>Anhangstabelle 7: Übersicht zu primär ordnungspolitischen Instrumenten auf Bundesebene.</i>	IX
<i>Anhangstabelle 8: Übersicht zu den wichtigsten anreizpolitischen Instrumenten auf EU-Ebene.....</i>	XI
<i>Anhangstabelle 9: Übersicht zu den wichtigsten anreizpolitischen Instrumenten auf Bundesebene.</i>	XII
<i>Anhangstabelle 10: Übersicht zu den anreizpolitischen Instrumenten auf Landesebene.....</i>	XIII
<i>Anhangstabelle 11: Kalkulatorisches Güllepotenzial im Landkreis Donau-Ries</i>	XV

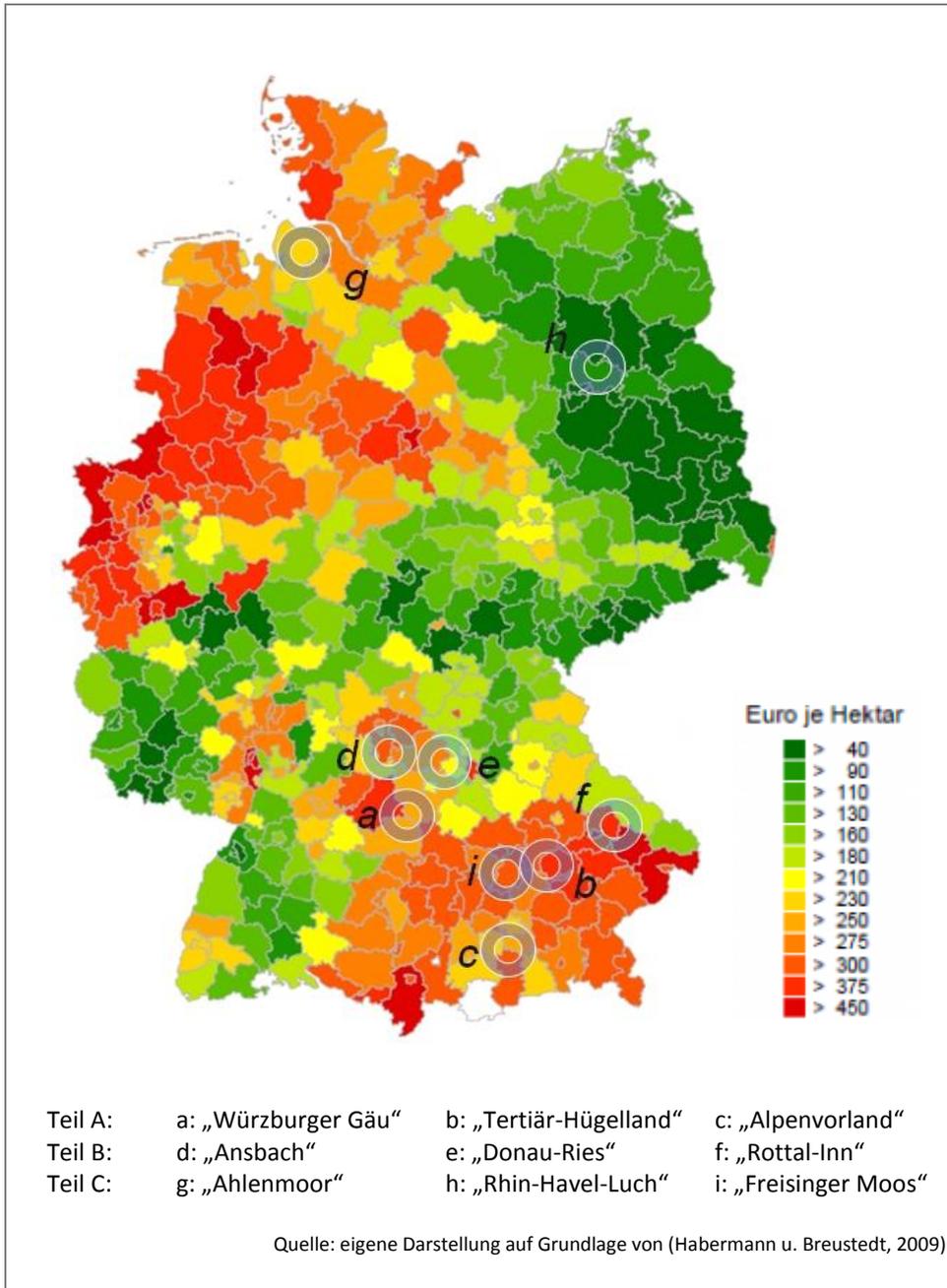
II. ABBILDUNGSANHANG



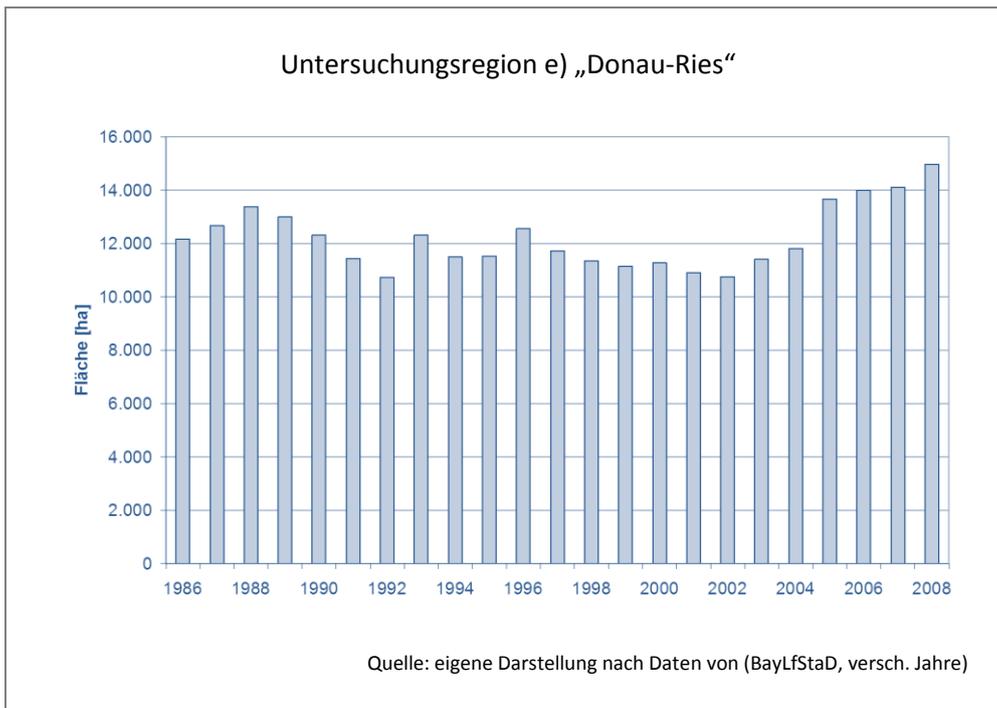
Anhangsabbildung 1: Entwicklung der Biokraftstoff-Beimischungsquoten der EU.



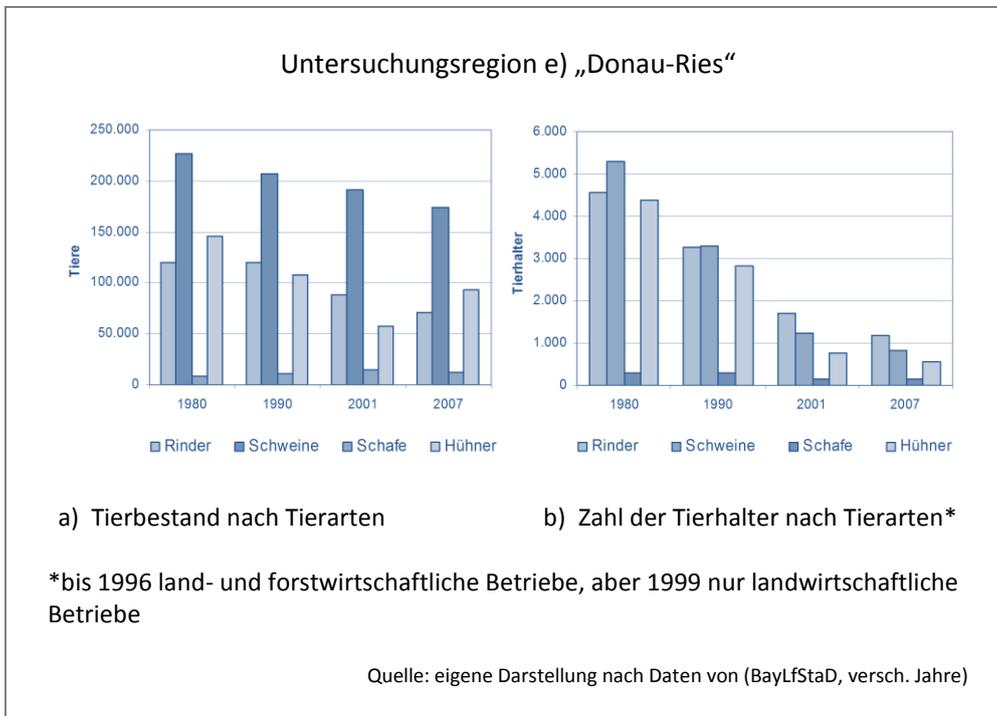
Anhangsabbildung 2: Zusammensetzung der Finanzmittel der GAP im Zeitraum 1980 – 2011.



Anhangsabbildung 3: Pachtpreise je ha Ackerfläche 2007 und Lage der Untersuchungsregionen.



Anhangsabbildung 4: Langfristige Entwicklung des Maisanbaus von 1986 bis 2008 in der Untersuchungsregion „Donau-Ries“:



Anhangsabbildung 5: Tierbestand und Tierhalter nach Tierarten 1980 bis 2007.

III. TABELLENANHANG

Anhangstabelle 1: Übersicht der Forschungsprojekte mit Publikationen unter maßgeblicher Beteiligung des Autors.

Forschungsprojekt	Publikationen	Beteiligungen
Netzwerkanalyse in verschiedenen Mooregebieten Deutschlands	(Hübner u. Kantelhardt, 2009; Schaller <i>et al.</i> , 2009; 2010)	(Kantelhardt u. Schaller, 2010)
Auswirkungen nachwachsender Rohstoffe auf Natur und Landschaft in Bayern	(Hübner u. Hoffmann, 2010a; b; Hübner <i>et al.</i> , 2010a; e; f; d; b; h; g; c)	(Eberhard u. Wölmüller, 2010)
Untersuchung der Umwelt- u. Naturschutzwirkungen der Agrarpolitik	(Krämer <i>et al.</i> , 2010a; 2010b)	(Ganzert <i>et al.</i> , 2009; Krämer <i>et al.</i> , 2010)

Quelle: eigene Zusammenstellung

Anhangstabelle 2: Vergütungssätze im EEG-09 im Bereich Biogas.

Vergütung (Ct je kWh)	< 150 kW _{el}	< 500 kW _{el}	< 5.000 kW _{el}	< 20.000 kW _{el}
Grundvergütung	11,67	9,18	8,25	7,79
NaWaRo-Bonus	7		4	
Gülle-Bonus*	4 neu	1 neu	–	
KWK-Bonus	3			
Landschaftspflege-Bonus**	2 neu		–	
Technologie-Bonus***	2			
Emissionsminderungs-Bonus***	1 neu			–
Degression je Inbetriebnahmejahr	1 %			

* bei 30 Masseprozent Gülle, ** bei mehr als 50 Masseprozent, *** nachweispflichtig.

Quelle: nach (BMU, 2007)

Anhangstabelle 3: Vergütungssätze im EEG-12 im Bereich Biogas.

Vergütung (Ct je kWh)	< 75 kW _{el}	< 150 kW _{el}	< 500 kW _{el}	< 750 kW _{el}	< 5.000 kW _{el}	< 20.000 kW _{el}
Grundvergütung ¹	14,3		12,3	11		6
Einsatzstoffklasse I ²	6			5	4	–
Einsatzstoffklasse II ³	8			8/6		–
Gasaufbereitungsbonus ⁴	3 bei < 700 m _n ³ /h		2 bei < 1.000 m _n ³ /h	1 bei < 1.400 m _n ³ /h)		–
Kleine Gülleanlagen ⁵	25	–				
Bioabfallanlagen ⁶	16			14		

¹) Grundvergütung und Gasaufbereitungsbonus mit einer jährlichen Degression von 2 % je Inbetriebnahmejahr.

²) Für Strom aus Mais, Gras, Getreide oder Zuckerrüben etc. (vgl. Anlage 2 Biomasse-VO 2012)

³) Für Strom aus Stroh, Landschaftspflegematerial oder Wirtschaftsdünger etc. (vgl. Anlage 3 Biomasse-VO 2012), für Gülleverwendung über 500 kW_{el} Bemessungsleistung gilt ein gesenkter Vergütungssatz.

⁴) Die Bonushöhe richtet sich nach der Nennleistung der Gasaufbereitungsanlage.

⁵) Speziell für sehr kleine Anlagen mit min. 80 Masseprozent Gülle, allerdings Wegfall aller anderen Boni

⁶) Für Anlagen mit mehr als 90 Masseprozent Bioabfälle

Quelle: nach (KTBL, 2012)

Anhangstabelle 4: Überblick zu CO₂-Bilanzwerten klimarelevanter Landnutzung.

Aktivitätsniveau	Landnutzungsoptionen	Emissionsfaktor ^a CO ₂ [t CO ₂ ha ⁻¹ a ⁻¹] o. [%]		Emissionsfaktor ^b CO ₂ _{2aq} [t CO ₂ _{2aq} ha ⁻¹ a ⁻¹]		Bewertung ^c		
Passiv	Umnutzung	DG zu AF						
		- Ø bis Gleichgewicht	-12,8	(1)				
		- nach 20 J. (modelliert)	-36 % ± 5	(1)				
		- Ø	-59 %	(2)				
		- nach 30 bis 50 Jahren	-85 %	(2)				
		- nach > 50 Jahren	-50 %	(2)				
		- bis -1 m gemessen	-24 %	(3)				
		Niedermoor zu AF	-40,3 t	(4)	-18,0 (-12,1 bis -23,8)	(5)	---	
		Niedermoor zu DG	-18,3 t	(4)	-12,8 (-8,1 bis -19,1)	(5)	---	
		Niedermoor zu AF/DG	-20,8 t	(6)				
		Wald zu AF	-32 % ± 20	(1)			--	
			-8 %	(3)				
	AF-Nutzung	- mineralischer Boden		-2,6	(7)			
			-3,1	(8)				
			-3,04 bis 1,13	(5)				
- drainierter Moorboden			-7,7 bis -41,4	(7)				
			-8,1 bis -19,8	(5)			---	
	-8 bis -60	(9)						
	-38,9 bis -60,5	(4)						
DG-Nutzung	Beweidung - drainierter Moorboden			-	-23,8 (-13,9 bis -34,8)	(5)	---	
			-2,2 bis -10,3	(7)			---	
Reaktiv	Erhaltung	DG - mineralischer Boden	1,9	(8)				
		DG - europäischer Ø	0,52	(8)				
		DG - Metastudie	2,31 bis -1,81	(5)				
		Mooren im natürlichen Zustand	0,7 bis 1,8	(7)				
		0,4 bis 1,1	(5)			++		
Aktiv	AF-Nutzung	pfluglose Bodenbearbeitung	0,9	(8)				
			1,5	(5)				
		Mulchsaatverfahren	1,0 bzw. 2,2	(10)				
		Belassen von Ernterückständen	0,5	(8)				
			2,6	(5)				
	NaWaRo-Anbau	Ausbringen von Gülle		1,5	(5)			
				5,5	(8)			
			Mais f. Biogas ^d - KWK			7,6		
			- Einspeisung			7,5	(11)	+/-
			- BTL			6,7		
			- Strom			6,2		
		Raps ^d - Biodiesel			2,5	(11)	+/-	
		Getreide ^d	- Wärme			4,0	(11)	
- Co-Verbrennung Stroh				3,0	(11)	+/-		
- Ethanol zu Benzin				1,8	(11)			
Hackschnitzel ^d - pur f. Strom				13,1	(11)			
	- Co-Verbrennung f. Strom			18,2	(11)	++		
	- Wärme			9,7	(11)			
	KUP – vorher AF, vorher DG					?		
Pro-aktiv	Renaturierung von Mooren / Wiedervernässung	bis zu 50	(12)	1,13 (IPPC) 12,2 (UBA Meck.V.)	(10)	+		
	Paludikultur					?		
	Umwandlung AF zu DF - Ø	5,3	(8)			+++		
	- erste 20 bzw. 100 Jahre	5,5 bzw. 2,4	(1)					
	Aufgabe der Flächennutzung, Sukzession - vorher AF	1,1 bis 2,2	(5; 3)			++		
Aufforstung - vorher AF	1,8 bis 5,1	(5)			++			

^a Positive Werte entsprechen CO₂-Sequestrierung, negative Werte CO₂-Freisetzung, teilweise errechnet aus C-Angaben; ^b Es werden alle THG berücksichtigt, teilweise errechnet aus C_{aq}-Angaben; ^c + positiver, - negativer, +/- teils positiver / teils negativer Beitrag zum Klimaschutz, ^d Vermeidungsleistung, AF – Ackerfläche, DG – Dauergrünlandfläche.

Quelle: eigene Berechnung und Zusammenstellung nach: ((1) Poeplau *et al.*, 2011; (2) Guo u. Gifford, 2002; (3) Wiesmeier *et al.*, 2011; (4) UBA, 2012; (5) Freibauer *et al.*, 2004; (6) Höll *et al.*, 2009; (7) Janssens *et al.*, 2005; (8) Vleeshouwers u. Verhagen, 2002; (9) UBA, 2011a; (10) Neufeldt, 2005; (11) WBA u. BMELV, 2008; (12) SMELF, 2011)

Anhangstabelle 5: Übersicht zu primär ordnungspolitischen Instrumenten auf EU-Ebene.

Politische & Rechtliche Grundlage / Programm	Geltung ab	Änderungen & Erläuterungen
Fünftes Umweltprogramm der Europäischen Kommission	01.02.1993	- effizientere Energienutzung und Senkung des fossilen Energieverbrauchs wurde erstmalig konkretisiert
KOM(96) 576 – Grünbuch <i>Energie für die Zukunft: erneuerbare Energiequellen – Grünbuch für eine Gemeinschaftsstrategie</i>	20.11.1996	- EE können einen „bedeutenden Beitrag zum Gesamtenergieverbrauch“ in der EU leisten aber das Potenzial der EU wird ungleichmäßig und unzureichend genutzt - Definition von „Biomasse“ als Energieträger - Mangel an ausreichenden Normen bei Biomasse festgestellt - ermäßigte Steuersätze oder Steuerbefreiung für EE und Biomasse in Aussicht gestellt - Potenzial der Biomasse im Jahr 2010 etwa 10 % und im Jahr 2025 ca. 20 % des Energiebedarfs der EU
KOM (97) 599 – Weißbuch <i>Energie für die Zukunft: erneuerbare Energieträger – Weißbuch für eine Gemeinschaftsstrategie und Aktionsplan</i>	26.11.1997	- Ziel: EE-Anteil am Bruttoinlandsverbrauch der EU bis 2010 auf 12 % verdoppeln - Zielvorschlag: 7 % Anteil biogener Kraftstoffe bis 2010 und 20 % bis 2020 erreichen
KOM (2000) 769 – Grünbuch <i>Hin zu einer europäischen Strategie für Energieversorgungssicherheit</i>	29.11.2000	- hohes Potenzial NaWaRo wird bescheinigt - Vorschlag der Steuerermäßigung
KOM (2001) 69 <i>Mitteilung über die Umsetzung der Gemeinschaftsstrategie und des Aktionsplans zu erneuerbaren Energiequellen (1998 – 2000)</i>	16.02.2001	- Empfehlungen zu den Themen: Strategieentwicklung, sektorale Zielentwicklung, Förderung der Biomasse, Abbau rechtlicher und administrativer Hindernisse, etc.
EE-EG 2001 – Erneuerbare-Energien-Richtlinie <i>RL 2001/77/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 27.09.2001 zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt</i>	27.09.2001	- der Anteil EE am Stromverbrauch ist bis 2010 auf mindestens 12,5 % zu steigern
EU-Biokraftstoffrichtlinie RL 2003/30/EG <i>Richtlinie 2003/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor</i>	08.05.2003	- Zielformulierung des Anteils von Biokraftstoffen in der EU bis 2010: 5,75 % und bis 2020: 10 % (dabei min. 4 % 2 nd Generation Fuel)
KOM (2004) 366 <i>Bewertung der Auswirkung von Rechtsinstrumenten und anderen Instrumenten der Gemeinschaftspolitik auf die Entwicklung des Beitrags erneuerbarer Energiequellen in der EU und Vorschläge für konkrete Maßnahmen</i>	26.05.2004	- Bericht der Kommission gemäß Art. 3 der RL 2001/77/EG zum Anteil von EE in der EU
Cross-Compliance VO <i>VO (EG) Nr. 73/2009 des Rates vom 19.01.2009, Direktzahlungsverpflichtungsverordnung</i>	01.01.2005	- jährlich aktuelle Informationsbroschüre „Cross Compliance 2011“
KOM (2005) 627 <i>Mitteilung der Kommission vom 07.12.2005 bezüglich der Förderung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen</i>	28.02.2006	
KOM (2006) 105 – Grünbuch <i>Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie</i>	08.03.2006	

KOM (2006) 849 <i>Maßnahmen im Anschluss an das Grünbuch – Bericht über den Stand der Maßnahmen für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen</i>	10.01.2007	- Strom aus Biomasse deckt 2 % des Gesamtstromverbrauchs der EU
KOM (2006) 848 <i>Fahrplan für erneuerbare Energien – Erneuerbare Energien im 21. Jahrhundert: Größere Nachhaltigkeit in der Zukunft</i>	10.01.2007	- Anteil EE am Gesamtenergieverbrauch in der EU auf 20 % bis 2020 steigern - Maßnahmenbeschreibung der Förderung EE bei Strom, Biokraftstoff, Wärme und Kälte
EE-EG 2009 – Erneuerbare-Energien-Richtlinie <i>RL 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der RL 2001/77/EG und 2003/30/EG</i>	23.04.2009	- Feststellung des deutschen Anteils der EE am Bruttoendenergieverbrauch 2005: 8,5 % - Berichtspflicht der Mitgliedsstaaten in Form eines Nationalen Aktionsplan für EE - EU-Richtlinien zu Strom (RL 2001/77/EG) und Biokraftstoffen (RL 2003/30/EG) geändert, anschließend abgelöst - EE-Anteil am EU-Energieverbrauch min. 20 % bis 2020, Deutschland Anteil bis 2020 auf 18% steigern - min. 10 % der Kraftstoffe im EU-Verkehrssektor aus EE (Biokraftstoffe der 2. Generation 2-fache Anrechnung, EE-Strom für Elektroautos 2,5-fache Anrechnung, EE-Strom für Zügen 1-fach)

Quelle: eigene Zusammenstellung u.a. (Europäische Kommission, 1996; Kloepfer, 2008; Europäische Union, 2011)

Anhangstabelle 6: Übersicht zu primär ordnungspolitischen Instrumenten auf Landesebene.

Politische & Rechtliche Grundlage / Programm	Geltung ab	Änderungen & Erläuterungen
BayBO – Bayerische Bauordnung <i>Art. 57 Abs. 1 Nr. 5f</i>	04.08.1997	- ab 01/2008 sind Biomasselager für Biogasanlagen nicht mehr genehmigungsfrei
BayBodSchG – Bayerisches Bodenschutzgesetz <i>Bayerisches Gesetz zur Ausführung des Bundes-Bodenschutzgesetzes vom 23.02.1999</i>	01.03.1999	
BayNatSchG – Gesetz über den Schutz der Natur, die Pflege der Landschaft und die Erholung in der freien Natur <i>von 1973, in der gültigen Fassung vom 23.12.2005</i>	23.12.2005 (Neufassung)	- mit Inkrafttreten des novellierten BNatSchG zum 01.03.2010 in Teilen außer Kraft gesetzt - 4. Novellierung vom 23.12.2005: Anpassungen des Art. 13d (1) an das BNatSchG - 3. Novellierung vom 18.8.1998 bez. der FFH-Richtlinie u. Biotopschutz, Anpassung an das BNatSchG
VAwS – Anlagenverordnung <i>Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe vom 18.01.2006 geänd. durch VO vom 15.02.2008 geändert durch VO vom 30.11.2008</i>	01.03.2008	- bezieht sich u. a. auf Anlagen zum Lagern und Abfüllen von Jauche, Gülle und Silagesicker-säfte (JGS) - Bezug auf Regeln der Technik für Gärfuttermilos und Güllebehälter (DIN 11622)

Quelle: eigene Zusammenstellung

Anhangstabelle 7: Übersicht zu primär ordnungspolitischen Instrumenten auf Bundesebene.

Politische & Rechtliche Grundlage / Programm	Geltung ab	Änderungen & Erläuterungen
BlmSchG – Bundes-Immissionsschutzgesetz <i>Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge</i> - neugefasst durch B. v. 26.09.2002 BGBl. I S. 3830; zuletzt geändert durch Artikel 1 G. v. 26.11.2010 BGBl. I S. 1728	01.04.1974 (ursprüngliche Fassung)	- THG der Herstellung von Biokraftstoffen sind hierbei zu berücksichtigen: ab 2015 wird die Verpflichtung zur Beimischung nach Gesamtreduktion der emittierten Treibhausgase berechnet: ab 2015 Reduktion um 3 %, ab 2017 um 4,5 % und ab 2020 um 7 % - Anrechnung von Biomethan aus Biogasanlagen als Biokraftstoff
EnWG – Energiewirtschaftsgesetz 1998 (BGBl. I S.730)	24.04.1998	- Einschränkungen für Monopolstrukturen in der Energieversorgung, mehr Wettbewerb durch verhandelte Netzzugänge
GenTG – Gentechnikgesetz <i>Gesetz zur Regelung der Gentechnik vom 16.12.1993, geändert am 09.12.2010</i>	01.07.1990	- kein kommerzieller Anbau von Bt-Mais
GzG – Flächengleichstellungsgesetz <i>Gesetz zur Gleichstellung stillgelegter und landwirtschaftlich genutzter Flächen vom 10.07.1995, geändert am 09.12.2010</i>	01.01.1994	- für den Anbau von Kurzumtriebskulturen genutzte Flächen gelten weiterhin als landwirtschaftlich genutzte Flächen u. sind als stillgelegte Flächen für Direktzahlungsansprüche berechtigt
BBodSchG – Bundes-Bodenschutzgesetz <i>Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten vom 17.03.1998, geändert am 09.12.2004</i>	01.03.1999	- insb. § 17 „Gute fachliche Praxis in der Landwirtschaft“ relevant für den Anbau nachwachsender Rohstoffe - keine aktuellen Änderungen
KWKG 2000 – Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz 2000 <i>Gesetz zum Schutz der Stromerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung</i>	12.05.2000	- sog. Vorschaltgesetz zur Bestandssicherung von KWK-Anlagen
BiomasseV – Biomasseverordnung <i>VO über die Erzeugung von Strom aus Biomasse zum EEG-00 vom 21.06.2001, geändert am 09.08.2005</i>	28.06.2001	- Umwelanforderungen relevant für das EEG-00 erstmalig definiert
Mineralölsteuergesetz – Erhöhung der Mineralölsteuer auf Erdgas	14.11.2002	- führte nahezu zu einer Verdopplung der Brennstoffsteuer: ab dem 01.01.2003 betrug die Mineralölsteuer auf Erdgas statt 0,35 dann 0,55 Ct/kWh und Heizöl 6,14 Ct/l
KWKG 2002 – Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz 2002 <i>Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung vom 19.03.2002 (BGBl. I S. 1092), zuletzt geändert durch Art. 1 des Gesetzes vom 25.10.2008 (BGBl. I S. 2101)</i>	01.04.2002	- Reduktion der CO ₂ Emissionen bis 2005 um 10 Mio. t a ⁻¹ und bis 2010 um 23 Mio. t a ⁻¹ , mind. jedoch um 20 Mio. t a ⁻¹ - Anschluss-, Abnahme- und Vergütungspflicht: Netzbetreiber für Strom aus KWK-Anlagen - Bonus-Förderung, Modernisierungsförderung, Förderung neuer Kleinanlagen und Brennstoffzellen bis Ende 2015, Fördersumme 4,4 Mrd. € - Monitoring und Zwischenüberprüfung 2004
EnWG – Energiewirtschaftsgesetz 2005 <i>Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung vom 07.07.2005 (BGBl. I S. 1970, 3621), das zuletzt durch Art. 2 des Gesetzes vom 04.11.2010 (BGBl. I S. 1483) geändert worden ist</i>	07.07.2005	- regulierte Netzzugänge für Energie - sektorale Förderansatz zugunsten von EE
EnergieStG – Energiesteuergesetz <i>Artikel 1 G. vom 15.07.2006; geändert am 09.12.2010</i>	31.07.2006	- Ablösung des Mineralölsteuergesetzes
BioKraftQuG – Biokraftstoffquotengesetz <i>Gesetz zur Einführung einer Biokraftstoffquote durch Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und zur Änderung energie- und stromsteuerrechtlicher Vorschriften</i>	01.01.2007	- Änderung wirksam im Energiesteuerrecht und Immissionsschutzrecht - Mischquote 2010: 6,75 %, bezogen auf den Energiegehalt
DüV – Düngeverordnung <i>VO über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der „guten fachlichen Praxis“ beim Düngen, Neufassung 27.02.2007, geänd. 31.07.2009</i>	27.01.2007	- es wird diskutiert, inwiefern Gärreste in die Düngebilanz einfließen sollen

GenTPflEV – Gentechnik-Pflanzenerzeugungs-verordnung <i>VO über die gute fachliche Praxis bei der Erzeugung gentechnisch veränderter Pflanzen vom 07.04.2008</i>	11.04.2008	- gfp bei der Erzeugung gentechnisch veränderter Pflanzen
DüMV – Düngemittelverordnung <i>VO über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln, geändert am 14.12.2009</i>	20.12.2008	- u.a. Regelung zu anaeroben Aufbereitung von organischen Stoffen (Gärresten)
BioSt-NachV – Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung <i>VO über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von flüssiger Biomasse zur Stromerzeugung vom 29.07.2009</i>	24.08.2009	- Verordnung gefordert nach § 64 Abs. 2 Nr. 1 EEG-09
AusglMechV – Ausgleichsmechanismusverordnung <i>VO zur Weiterentwicklung des bundesweiten Ausgleichsmechanismus vom 17.07.2009 (BGBl. I S. 2101)</i>	17.07.2009	- Direktvermarktung von EE-Strom seitens der Übertragungsnetzbetreiber ab 2010 gestattet - transparentere Berechnung der EEG-Umlage
Biokraft-NachV – Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung <i>VO über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Biokraftstoffen vom 30.10.2009, geändert am 22.06.2010</i>	02.11.2009	- Nachhaltigkeitsstandards festgelegt
AusglMechAV – Ausgleichsmechanismus-Ausführungsverordnung <i>VO zur Ausführung der Verordnung zur Weiterentwicklung des bundesweiten Ausgleichsmechanismus</i>	22.02.2010	- transparente Veröffentlichung der EEG-Umlage durch die Übertragungsnetzbetreiber
BNatSchG – Bundesnaturschutzgesetz <i>Gesetz zur Neuregelung des Rechts des Naturschutzes und der Landschaftspflege</i>	01.03.2010	- bundeseinheitliche Rechtsgrundlage, bisherige Rahmenrecht wurde abgeschafft
WHG – Wasserhaushaltsgesetz <i>Gesetz zur Neuregelung des Wasserrechts</i>	01.03.2010	- bundeseinheitliche Rechtsgrundlage, bisherige Rahmenrecht wurde abgeschafft
1. BImSchV – Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen <i>Erste VO zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Art. 1 Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen vom 26.01.2010</i>	22.03.2010	- Getreide und Stroh ist Regelbrennstoff für bestimmte Anwendergruppen - engere Grenzwerte für den Schadstoffausstoß, neue Anforderungen an Brennstoffe
ErosionsSchV – Erosionsschutzverordnung <i>VO des Ministeriums für Ländlichen Raum, Ernährung und Verbraucherschutz zur Einteilung landwirtschaftlicher Flächen nach dem Grad der Erosionsgefährdung vom 29.05.2010</i>	01.07.2010	Neuregelung des Erosionsschutzes
Kabinettsbeschlüsse zur Energiewende - Gesetzesentwurf zur Neuregelung energiewirtschaftsrechtlicher Vorschriften - Gesetzesentwurf über Maßnahmen zur Beschleunigung des Netzausbaus Elektrizitätsnetze (NABEG) - Gesetzesentwurf zur Neuregelung des Rechtsrahmens für die Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EEG) - Gesetzesentwurf zum 13. Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes (AtomG) - Gesetzesentwurf zur Änderung des Gesetzes zur Errichtung eines Sondervermögens "Energie- und Klimafonds" (EKFG-ÄndG) - Gesetzesentwurf zur steuerlichen Förderung von energetischen Sanierungsmaßnahmen an Wohngebäuden - Gesetzesentwurf zur Stärkung der klimagerechten Entwicklung in den Städten und Gemeinden - Eckpunkte Energieeffizienz - EEG-Erfahrungsbericht 2011	06.06.2011	- Begrenzung der Kernenergienutzung bis Ende 2022 - dynamischer Ausbau der erneuerbaren Energien - Modernisierung des Stromnetzes - Steigerung der Energieeffizienz

Quelle: eigene Zusammenstellung u.a. nach (BMU, 2002; 2008b; 2010a; Kloepfer, 2008; Egner u. Fuchs, 2009; BMWi, 2011)

Anhangstabelle 8: Übersicht zu den wichtigsten anreizpolitischen Instrumenten auf EU-Ebene.

Politische & Rechtliche Grundlage / Programm	Geltung ab	Änderungen & Erläuterungen
Verwendung von Stilllegungsflächen zur Rohstoffherzeugung <i>Änderungsverordnung (EG) Nr. 993/2007</i> <i>VO (EG) Nr. 1973/2004</i> <i>VO (EG) Nr. 1782/2003</i>	1999	- 2009 wurde die obligatorische Stilllegung abgeschafft (2008 bereits ausgesetzt)
Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt <i>RL 2001/77/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27.09.2001 zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt</i>	27.09.2001	- Vereinheitlichung innerhalb der EU - Liberalisierung der Märkte - Abbau staatlicher Eingriffe.
EU Biokraftstoffrichtlinie <i>RL 2003/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 08.05.2003 zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor</i>	08.05.2003	- Mindestanteil an Biokraftstoffen und „anderen erneuerbaren Kraftstoffen“ - Ziele der RL: bis 31.12.2005: 2 % Mischquote, bis 31.12.2010: 5,75 %
Mid-Term-Review: Sonderbeihilfe für Energiepflanzen <i>VO (EG) Nr. 1782/2003</i>	29.09.2003	- Einführung 2003, letztmalig 2009 gewährt - während der Zeit Prämienkürzung von ursprünglich 42 € ha ⁻¹ in 2006 auf rd. 32 € ha ⁻¹ im Jahre 2008
EG-Energiesteuerrichtlinie <i>RL 2003/96/EG des Rates vom 27.10.2003 zur Restrukturierung der gemeinschaftlichen Rahmenvorschriften zur Besteuerung von Energieerzeugnissen und elektrischem Strom</i>	27.10.2003	- erlaubt Mitgliedsstaaten die steuerliche Begünstigung biogener Anteile im Kraftstoff oder biogener Reinkraftstoffe
ELER-Verordnung <i>VO (EG) Nr. 1698/2005 über die „Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raumes“</i>	20.09.2005	- Umsetzung durch das BayZAL im Geltungszeitraum 2007 – 2013
EU-Strategie für Biokraftstoffe <i>KOM(2006) 34 endg. - Amtsblatt C 67 vom 18.03.2006</i>	08.02.2006	- sieben Schwerpunkte zur Förderung der Erzeugung und Verwendung von Biokraftstoffen durch die Mitgliedstaaten und die Entwicklungsländer
ZMO – Reform der Zuckermarktordnung	01.07.2006	- Senkung der Rübenmindestpreise und der garantierten Zuckerpreise, Bildung eines Restrukturierungsfonds etc.
Stilllegungsverpflichtung auf 0 % gesetzt <i>VO (EG) 1107/2007 vom 26.09.2007</i>	26.09.2007	
Programm Intelligente Energie – Europa (IEE) <i>Teil des Rahmenprogramms für Wettbewerbsfähigkeit und Innovation (CIP) der EU</i>	2007-2013	- Unterstützung europäischer Projekte, bis zu 75 % Anteilsförderung möglich - Budget: 730 Mio. €
Abschaffung der obligatorischen Stilllegung im Rahmen des „Health Check“ zur GAP	2009	

Quelle: eigene Zusammenstellung, u.a. (Kloepfer, 2008; Europäische Union, 2011; Bystricky, 2008)

Anhangstabelle 9: Übersicht zu den wichtigsten anreizpolitischen Instrumenten auf Bundesebene.

Rechtliche Grundlage / Programm	Geltung ab	Änderungen & Erläuterungen
StromEinspG – Stromeinspeisungsgesetz <i>Gesetz über die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien in das öffentliche Netz vom 07.12.1990</i>	01.01.1991	- Vorreiter des EEG
Ökologische Steuerreform <i>Paket mehrstufiger Gesetzesänderungen zw. 1999 - 2004 Gesetz zum Einstieg in die ökologische Steuerreform</i>	24.03.1999	- legte die Grundlage für die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien
EEG-00 – Erneuerbare-Energien-Gesetz 2000	01.04.2000	- siehe da
EEG-04 – Erneuerbare-Energien-Gesetz 2004	01.01.2004	- siehe da
Forschungsförderung für Erneuerbare Energien <i>BMU</i>	ab 2004	- 2011: 128 Mio. € (vorgesehen) - 2010: 120 Mio. € - 2009: 109,5 Mio. € - 2008: 150 Mio. € - 2007: 75 Mio. €
5. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung <i>„Innovation und neue Energietechnologien“</i>	01.01.2006	Das BMWi hat am 16.12.2010 die Laufzeit des 5. Energieforschungsprogramms bis zum 31.12.2011 verlängert
IEKP – Integriertes Energie- und Klimaprogramm – 1. Paket <i>Forschungsprogramm der Bundesregierung</i>	05.12.2007	- Ziel: Reduktion von THG-Emissionen bis 2020 um 40 % gegenüber 1990
IEKP – Integriertes Energie- und Klimaprogramm – 2. Paket <i>Forschungsprogramm der Bundesregierung</i>	18.06.2008	- Liberalisierung im Messwesen (Messzugangs-VO) - Netzausbau (Gesetz zur Beschleunigung des Ausbaus der Höchstspannungsnetze) - Energieeinspar-VO, EnEG, Heizkosten-VO
EEWärmeG – Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz <i>Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich vom 07.06.2008</i>	01.01.2009	- Ziel: Steigerung der Wärmenutzung von derzeit rd. 6,6 % auf 14 % - Verpflichtende Wärmenutzung im Neubau - Förderung im Altbaubereich, u. A. durch MAP
EEG-09 – Erneuerbare-Energien-Gesetz 2009 <i>Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich und zur Änderung damit zusammenhängender Vorschriften vom 25.10.2008</i>	01.01.2009	- Ziel: Anteil der EE am Stromverbrauch bis 2020 auf mind. 30 % zu steigern - weitere Ausdifferenzierung der Vergütungsregelungen für Strom aus Biomasse - Erhöhung des NaWaRo- und KWK-Bonus - Stärkung kleinerer Anlagen / Gülleeinsatz
Nationaler Biomasseaktionsplan	04.2009	- verfasst von BmELV und BMU
BioKraftFändG – Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen <i>vom 15.07.2009 BGBl. I S. 1804 (Nr. 41), 3108</i>	15.07.2009	- stärkerer Fokus auf eine Minderung von THG-Emissionen, - Einsatz von biogener Treibstoffe der 2. Generation - Absenkung der Mindest-Mischquote auf 5,25 % in 2009, ab 2010 bis 2014 konstant bei 6,25 % bezogen auf den Energiegehalt (Quotenänderung siehe BImSchG) - Änderung betrifft BImSchG, Energiesteuergesetz u. Erneuerbare-Energien-WärmeGesetzes
Energiekonzept der Bundesregierung <i>Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung</i>	28.11.2010	- zeitliche Verschiebung des Atomausstiegs - Senkung des Energieverbrauch um 20 % bis 2020 Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch - 2020 min. 35 % - 2030 min. 50 % - 2040 min. 65 % - 2050 min. 80 %

MAP – Marktanreizprogramm zur Förderung Erneuerbarer Technologien im Wärmebereich <i>Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt</i>	15.03.2011	- 2011: 420 Mio. € (vorgesehen) - 2010: 380 Mio. € - 2009: 400 Mio. € - 2008: 236 Mio. € - 2007: 142 Mio. €
6. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung <i>auf Basis des Energiekonzeptes</i>	03.08.2011 (verabschiedet)	- Forschungsschwerpunkte werden bis zum Jahr 2020 festgeschrieben: u.a. intelligente Netztechnik und Speichertechnologien
EEG-12 – Erneuerbare-Energien-Gesetz 2012 <i>Gesetz zur Neuregelung des Rechtsrahmens für die Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien</i>	04.08.2011 (verabschiedet) 01.01.2012 (gültig)	Änderungen im Bereich Biogas - Grundvergütung inkl. jährliche Degression von 2 % - Einführung von EVK I / EVK II (mit/ohne Gülle) - Vergütung für Vergärung von Bioabfällen - Gasaufbereitungsbonus - Markt-, Management- u. Flexibilitätsprämie - „Maisdeckel“ (max. 60 % Mais, CCM o. Getreide) - Wärmerestriktion / Mindestgülleinsatz 60 % - min. 80 % Gülle Kleinanlagen bis 75 kW _{el} - Verweilzeitrestriktionen
KfW Programm Erneuerbare Energien – Premium <i>Anteilig gestützt durch das MAP des BMU</i>	2012	- KfW-Darlehen: 2011: 500 Mio. €; 2010: 340 Mio. € Neu sind Tilgungszuschüsse des BMU für: - große Solarkollektoren, Wärmespeicher, Wärmenetze, Biogasaufbereitungsanlagen, Biomasseanlagen und Tiefengeothermie

Quelle: (BmELV u. BMU, 2009; Kloepfer, 2008; BAFA, 2010; Emmann *et al.*, 2012)

Anhangstabelle 10: Übersicht zu den anreizpolitischen Instrumenten auf Landesebene.

Rechtliche Grundlage / Programm	Geltung ab	Änderungen & Erläuterungen
1. Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe in Bayern	1990	
Beschluss des Bayer. Landtags Drs. 13/2835 <i>Umsetzung der energiepolitischen Ziele</i>	11.10.1995	„Konsequente Anwendung von Wärmeschutzmaßnahmen und erneuerbaren Energien, auch soweit derzeit noch nicht voll konkurrenzfähig, als Vorbild- und Schaufensterfunktionen bei Sanierungen und Neubauten der öffentlichen Hand. ...“
Beschluss des Bayer. Landtags Drs. 13/11924 <i>Verstärkte Nutzung des bayerischen Energiepotenzials Vergütung für Strom aus regenerativen Energien</i>	08.07.1998	
Klimaschutzkonzept der Bayerischen Staatsregierung	17.10.2000	- Ziel: CO ₂ -Einsparpotenziale „bestmöglich“ auszuschöpfen - Forschung
BioKomm	06.2001 – 31.12.2010	- Vergabe d. d. FNR - Anlagen ab einem Jahresenergiebedarf von 500 MWh - keine Förderung für Anlagen auf Pelletbasis
BioHeiz500 – Bayerische Förderrichtlinie für Biomasseheizwerke	01.09.2001	- Anlagen im Leistungsbereich von 100-500 kW - Förderung: 60 DM je kW und 60 DM je m Wärmeleitung, plus (je nach Größe des notwendigen Gebäudes) 7.500 bis 30.000 DM, Verdopplung bei besonders geringen CO- und Staubemissionen bei Erstmessung
Programm: Diversifizierung in ländlichen Gebieten	06.2001	- Errichtung von Biogasanlagen mit 15 % der Investitionssumme gefördert (max. 100.000 DM)

Klimaschutzkonzept der Bayerischen Staatsregierung – Fortschreibung 2003	2003	- Ziel: „Mittelfristig“ 5 % Anteil der Biomasse am PEV (nach eigenen Angaben, Stand 2003: 3,65 %) - 1998 bis 2002 (zusätzlich zum Haushaltsansatz) 28,1 Mio. € für die verstärkte Biomassenutzung bereitgestellt - Nutzung von EU-Mittel aus dem Europäischen Fonds für Regionalentwicklung (EFRE) in Höhe von 9,2 Mio. € für Biomasseheizwerke in so genannten <i>Phasing-out</i> und Ziel-2 (neu)-Gebieten
2. Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe in Bayern 2003	2003	- Festbrennstoffe aus der Forstwirtschaft und der Holzbe- und -verarbeitenden Industrie zur Wärmeerzeugung - biogene Kraftstoffe, Biogas mit KWK
Beschluss des Bayer. Landtags Drs. 15/1222 <i>Fotovoltaikanlagen auf staatlichen Liegenschaften</i>	17.06.2004	
AZP – Bayerisches Agrarzuschussprogramm <i>früher Agrarinvestitionsförderprogramm (AFP)</i> <i>Richtlinie des Bayer. Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten zur Einzelbetrieblichen Investitionsförderung vom 11.01.2011 Nr. G4-7271-7642</i>	bis 2004	- 20 bis 35 % der förderfähigen Gesamtkosten - Fotovoltaikanlagen, Holzvergasungsanlagen und sonstige Anlagen zur Stromerzeugung auf Basis fester Biomasse (z.B. Holz, Miscanthus) sowie Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung auf Basis Pflanzenöl, Bio-Diesel oder Bioethanol sind von der Förderung ausgeschlossen. - keine BiogASFörderung (etc.) seit EEG-04
Programm Biokraftstoffe in der Landwirtschaft		- Vergabe durch die FNR im Auftrag des BMELV - für die Land- und Forstwirtschaft oder Kommunal- und Bauwirtschaft / Verkehrssektor
3. Gesamtkonzept Bayern zur Energiepolitik 2004	2004	
Beschluss des Bayer. Landtags Drs. 15/3097 <i>Biomasse zur Wärmeversorgung staatlicher Liegenschaften</i>	06.04.2005	
Beschluss des Bayer. Landtags Drs. 15/4040 <i>Wettbewerb im Energiesektor - für eine klimaschonende und preisgünstige Energieversorgung in Bayern</i>	29.09.2005	„Zum Schutz des Klimas soll die CO ₂ -neutrale und CO ₂ -freie Energieerzeugung im Rahmen des bayerischen Energiemixes kontinuierlich ausgebaut werden.“
4. Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe in Bayern 2005	2005	
Das Landesentwicklungsprogramm Bayern 2006	2006	
Klimaprogramm Bayern 2020 – Minderung von Treibhausgasen, Anpassung an den Klimawandel, Forschung und Entwicklung des Bay StMUGV	11/2007	- Informationskampagnen und Ausstellungen, „Beratungsoffensive“ - Kurzumtriebskulturen als neues Thema - Aufbau eines Beratungsnetzwerks - Informationskampagne zu E85 - 350 Mil. € in 4 Jahren
5. Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe in Bayern	29.08.2007	
Beschluss des Bayer. Landtags Drs. 15/9405 Erleichterungen bei der Nutzung von Photovoltaik auf Dächern der staatlichen Liegenschaften	27.11.2007	
Beschluss des Bayer. Landtags Drs. 15/9958 <i>Wärmenetze im Bereich der erneuerbaren Energien fördern</i>	14.02.2008	
6. Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe in Bayern 2009	11/2009	- Biogaseinspeisung neues Thema
BayZAL – Bayerisches Zukunftsprogramm Agrarwirtschaft und Ländlicher Raum 2007 bis 2013 <i>Änderungen / Anpassungen zum 20.08.2008</i>	2007-2013	Änderungen im Schwerpunkt 2 – Verbesserung der Umwelt und der Landschaft - KULAP – Teil A, Bayerisches VNP - Beihilfen im Forstsektor
Richtlinie BioKlima <i>Richtlinie des StMELF zur Förderung der CO₂-Vermeidung durch Biomasseheizanlagen (BioKlima)</i>	12.01.2010	- Förderung von Biomasseheizwerken die mehr als 500 t CO ₂ in 7 Jahren vermeiden

Quelle: (BStMWIVT, 2004; StMELF, 2006; StMUGV, 2003; StMELF, 2005; BStMWIVT, 2006; StMELF, 2007; 2009; TFZ, 2011; Bayer. Landtag, versch. Jahre; Bayerische Staatsregierung u. BayStMUGV, 2007)

Anhangstabelle 11: Kalkulatorisches Güllepotenzial im Landkreis Donau-Ries

	Gülle [l] pro mittl. Jahresbe- stand	oTS [kg _{oTS}] * TS-Faktor [◊] * oTS- Faktor	Biogas [m ³]	CH ₄ [m ³]	Energie [‡] [kWh _{el}] Netto, el. Wirkungs- grad 34 %	Tiere [Stück] Bestand 2006	Energie [MWh _{el}]
Bullen (Durchschnittswert männl. Rinder 0,5 – 1 Jahr u. 1 – 2 Jahre)	10.750	* 0,075 * 0,8 = 645 kg _{oTS}	* 370 l/kg _{oTS} = 238,7 m ³	* 0,55 = 131,3 m ³	* 3,4 = 446,4 kWh _{el}	21.034	9.390 MWh _{el}
Nachzuchtfärsen (insgesamt)	27.050 * 0,4 = 10.820	–	–	–	–	–	–
Milchkuh (ohne Nachzucht)	24.700	–	–	–	–	–	–
Milchkuh (Durchschnittswert inkl. gesamte Nachzucht)	35.500	* 0,075 * 0,8 = 2.130 kg _{oTS}	* 370 l/kg _{oTS} = 788,1 m ³	* 0,55 = 433,5 m ³	* 3,4 = 1.474 kWh _{el}	19.019*	28.034 MWh _{el}
Zuchtsauen [†] (mit 20 Ferkel)	8.500	* 0,05 * 0,8 = 340 kg _{oTS}	* 400 l/kg _{oTS} = 136 m ³	* 0,6 = 81,6 m ³	* 3,4 = 277,4 kWh _{el}	17.081	4.738 MWh _{el}
Mastschwein (ab ca. 50 kg)	3.000	* 0,05 * 0,8 = 120 kg _{oTS}	* 400 l/kg _{oTS} = 48 m ³	* 0,6 = 28,8 m ³	* 3,4 = 97,9 kWh _{el}	62.175	6.087 MWh _{el}
Summe aus Gülle	–	–	–	–	–	–	48.249 MWh _{el}
Potenzielle Leistung aus Gülle[‡]							6,89 MW_{el}

[◊] Rind: 7,5 %, Schwein 5 % [†] inkl. Nachzucht 0,2 * 3 [‡] Energiegehalt 10 kWh je m³ CH₄, * Jahr 2007, [‡] Annahmen: 7.000 Stunden pro Jahr durchschnittliche Auslastung der Biogasanlagen.

Quelle: Kennzahlen: (KTBL, 2005; LfL, 2008), Bestandszahlen: (AELF Nördlingen, 2012; BayLfStaD, versch. Jahre)

IV. INDEX DER TIER- UND PFLANZENARTEN

<i>Fauna</i>	
Bachforelle (<i>Salmo trutta fario</i>).....	207
Bekassine (<i>Gallinago gallinago</i>)	145
Braunkehlchen (<i>Saxicola rubetra</i>)	145
Dorngrasmücke (<i>Sylvia communis</i>)	137
Eisvogel (<i>Alcedo atthis</i>)	91
Eremit (<i>Osmoderma eremita</i>).....	139
Feldhamster (<i>Cricetus cricetus</i>)	59, 60, 203
Feldlerche (<i>Alauda arvensis</i>).....	129, 132, 135, 207
Gemeiner Regenwurm (<i>Lumbricus terrestris</i>)	133
Goldammer (<i>Emberiza citrinella</i>)	135, 137
Grauammer (<i>Emberiza calandra</i>)	145
Großer Brachvogel (<i>Numenius arquata</i>).....	91, 145, 196
Großtrappe (<i>Otis tarda</i>)	90
Hausschaf (<i>Ovis orientalis aries</i>).....	19, 58
Heidelerche (<i>Lullula arborea</i>).....	129, 135
Kiebitz (<i>Vanellus vanellus</i>).....	145, 207
Kranich (<i>Grus grus</i>).....	90
Ortolan (<i>Emberiza hortulana</i>).....	129
Rotschenkel (<i>Tringa totanus</i>).....	145
Schafstelze (<i>Motacilla flava</i>).....	129, 207
Sumpfrohrsänger (<i>Acrocephalus palustris</i>).....	137
Uferschnepfe (<i>Limosa limosa</i>).....	145
Veilchenblauer Wurzelhalsschnellkäfer (<i>Limonicus violaceus</i>).....	139
Wachtelkönig (<i>Crex crex</i>).....	145
Wasserbüffel (<i>Bubalus arnee</i>)	19
Weißstorch (<i>Ciconia ciconia</i>)	68
Westliche Honigbiene (<i>Apis mellifera</i>)	202
Westlicher Maiswurzelbohrer (<i>Diabrotica virgifera</i>)	128, 136
Wiesenpieper (<i>Anthus pratensis</i>)	145
Wiesenschafstelze (<i>Motacilla flava</i>)	135, 137
Wiesenweihe (<i>Circus pygargus</i>) ...	59, 60, 64, 68, 138, 203, 207
<i>Flora</i>	
Ackerbohne (<i>Vicia faba</i>).....	133
Bastard-Knöterich (<i>Fallopia (Reynoutria) × bohemica</i>).....	137, 138
Bergahorn (<i>Acer pseudoplatanus</i>).....	63
Breitblättriger Rohrkolben (<i>Typha latifolia</i>).....	18
Durchwachsene Silphie (<i>Silphium perfoliatum</i> L.)	138
Eberesche (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	63
Erbse (<i>Pisum sativum</i>)	133
Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>)	63
Europäische Stechpalme (<i>Ilex aquifolium</i>)	95, 96
Gemeine Fichte (<i>Picea abies</i>)	61, 62
Gemeine Kiefer (<i>Pinus sylvestris</i>).....	61
Gemeiner Lein (<i>Linum usitatissimum</i>).....	25
Gemeines Schilf (<i>Phragmites australis</i>)	18
Gerste (<i>Hordeum vulgare</i>)	60, 68, 128, 138
Gewöhnliche Traubenkirsche (<i>Prunus padus</i>).....	63
Hainbuche (<i>Carpinus betulus</i>).....	90
Hanf (<i>Cannabis sativa</i>)	133, 202
Hopfen (<i>Humulus lupulus</i>).....	61, 68
Italienisches Raygras (<i>Lolium multiflorum</i>)	105

Japanischer Stauden-Knöterich (<i>Fallopia japonica</i>)	137, 138	Senf (<i>Sinapis alba</i> L.).....	160, 206
Kartoffel (<i>Solanum tuberosum</i>).....	17, 126, 127, 133	Sommerlinde (<i>Tilia cordata</i>).....	63
Korbweide (<i>Salix viminalis</i>).....	140	Sonnenblume (<i>Helianthus annuus</i>)	25, 126, 127, 128, 129, 130, 205
Lupine (<i>Lupinus</i> spp.).....	133	Sorghum-Hirsen (<i>Sorghum</i> spec.).....	135, 202
Mais (<i>Zea mays</i>) ...	24, 60, 68, 90, 95, 105, 106, 126, 127, 130, 132, 136, 138, 147, 151, 159, 187, 192, 196, 199, 200, 203, 206, 211, 214	Stieleiche (<i>Quercus robur</i>).....	61, 63
Miscanthus (<i>Miscanthus x giganteus</i>)	99, 134, 135, 202, 205, 215	Sudangras (<i>Sorghum sudanense</i>)...130, 135, 136, 138, 202, 205	
Ölpalme (<i>Elaeis guineensis</i>)	31, 103, 201	Sumpfstendelwurz (<i>Epipactis palustris</i>).....	91
Ölrettich (<i>Rapbanus sativus</i> subsp. <i>oleiformes</i>).....	160	Topinambur (<i>Helianthus tuberosus</i> L.)133, 136, 137, 138, 202, 205	
Pappel (<i>Populus</i> spp.).....	91, 99, 140, 199, 202	Torfmoose (<i>Sphagnum</i> spec.).....	16, 199
Pfeifengras (<i>Molini</i> spp.)	90	Triticale (<i>X Triticosecale</i> Wittm.).....	129
Phacelia (<i>Phacelia</i> spp.).....	160, 206	Ufer-Segge (<i>Carex riparia</i>)	18
Raps (<i>Brassica napus</i>)30, 31, 34, 126, 127, 128, 146, 187, 199, 201, 203, 211, 214		Vogel-Kirsche (<i>Prunus avium</i>)	63
Roggen (<i>Secale cereale</i>).....	129, 138, 153	Wasserschwaden (<i>Glyceria maxima</i>).....	18
Rohrglanzgras (<i>Phalaris arundinacea</i>)	18	Weide (<i>Salix</i> spp.) ...	19, 91, 99, 140, 142, 199, 202
Rotbuche (<i>Fagus sylvatica</i>)	61	Weizen (<i>Triticum aestivum</i> L.).....	24, 31, 35, 60, 68, 126, 128, 129, 138
Rot-Klee (<i>Trifolium pratense</i>).....	105	Westliche Balsampappel (<i>Populus trichocarpa</i>) ...	140
Rumex OK2-Ampfer (<i>Rumex patientia</i> L. x <i>Rumex</i> <i>tianschanicus</i> A. Los.).....	138	Winterlinde (<i>Tilia platyphyllos</i>).....	63
Sachalin-Knöterich (<i>Fallopia (Reynoutria)</i> <i>sachalinensis</i>)	137, 138	Zitterpappel (<i>Populus tremula</i>)	140
Schwarz-Erle (<i>Alnus glutinosa</i>)	18, 19	Zuckerhirse (<i>Sorghum bicolor</i>).....	135, 138
		Zuckerrübe (<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> var. <i>altissima</i>) 17, 30, 31, 68, 127, 132, 133, 137, 150	

DANKSAGUNG

Mein Dank gilt zunächst dem Ordinarius Prof. Dr. h.c. Alois Heißenhuber am Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues für die Überlassung des Themas, die großzügig gewährte Förderung und die impulsgebenden und bereichernden Gespräche während dieser Zeit. Gleichauf bedanke ich mich bei Herrn Prof. Dr. Jochen Kantelhardt für die Übernahme des Koreferates und die richtungsweisenden Ideen und wertvollen Hinweise. Herrn Prof. Dr.-Ing. Stephan Pauleit möchte ich für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes danken.

Der ganzen Crew am Lehrstuhl danke ich für die äußerst kollegiale und konstruktive Zusammenarbeit in den vergangenen Jahren, vor allem Lena Schaller, Dr. Martin Kapfer, Dr. Christine Krämer, Dr. Robert Schätzl, Monika Zehetmeier, Dr. Stefan Rauh, Dr. Hubert Pahl, den tatkräftigen studentischen Hilfskräften Julia Wegele, Margarete Steinhuber, Anna Gruber und Claire Lesur, und nicht zu vergessen, Frau Rosemeyer und Frau Weigmann. Weiterhin gilt mein Dank Dr. Martin Wiesmeier und Martin Lechleitner, die ebenfalls ihren Teil zum Gelingen der Arbeit beisteuerten.

Ferner möchte ich mich bei allen Damen und Herren in Behörden, Ämtern und Verbänden in den Untersuchungsregionen bedanken, ohne deren aufgeschlossene Mitarbeit diese Promotionsarbeit nicht hätte realisiert werden können. Insbesondere den Landwirten mit ihren Familien gilt hierbei mein Dank.

Auch meiner eigenen Familie und Stefanie mit Charlotte, die mich durch alle Fahrwasser der Promotion begleitet haben, möchte ich an dieser Stelle meinen Dank aussprechen.

Ganz besonderen Dank schulde ich Herrn Prof. Dr. Helmut Hoffmann für das unermüdliche Interesse und die stete hilfsbereite Unterstützung bei allen Fragen dieser Arbeit und darüber hinaus.

Weihenstephan, im Juli 2013

Rico Hübner