

# **Evaluierung und Untersetzung der relevanten Regelungen zu Naturschutzanliegen bei der Stromerzeugung aus Biomasse im aktuell verabschiedeten Erneuerbare-Energien-Gesetz**

## **Endbericht**

### **DBFZ**

**Mattes Scheftelowitz**

**Walter Stinner**

**Ronny Wirkner**

**Janet Witt**

**Jaqueline Daniel-Gromke**

### **Bosch & Partner**

**Wolfgang Peters**

**Sven Schicketanz**

**Sebastian Dijks**

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum  
gemeinnützige GmbH

Torgauer Straße 116  
04347 Leipzig

Tel.: +49 (0)341 2434-112  
Fax: +49 (0)341 2434-133

[www.dbfz.de](http://www.dbfz.de)  
[info@dbfz.de](mailto:info@dbfz.de)

Zuwendungsgeber ( Bundesamt für Naturschutz  
FG II 4.3 – FKZ: 3512 82 0800  
Karl-Liebknecht-Str. 143  
04277 Leipzig

Ansprechpartner: DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH  
Torgauer Straße 116  
04347 Leipzig  
Tel.: +49 (0)341 2434-112  
Fax: +49 (0)341 2434-133  
E-Mail: [info@dbfz.de](mailto:info@dbfz.de)  
Internet: [www.dbfz.de](http://www.dbfz.de)

**Mattes Scheftelowitz**  
Tel.: +49 (0)341 2434-592  
E-Mail: [mattes.scheftelowitz@dbfz.de](mailto:mattes.scheftelowitz@dbfz.de)

**Dr. rer. nat. Ronny Wirkner**  
Tel.: +49 (0)341 2434-458  
E-Mail: [ronny.wirkner@dbfz.de](mailto:ronny.wirkner@dbfz.de)

Erstelldatum: 21.11.2014

Projektnummer DBFZ: 3330015

Projektnummer  
Zuwendungsgeber: FKZ 3512 82 0800

Gesamtseitenzahl + Anlagen 102

i.A. Mattes Scheftelowitz

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungs- und Symbolverzeichnis.....</b>	<b>IV</b>
<b>1 Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Hintergrund und Zielstellung .....</b>	<b>6</b>
<b>3 Entwicklung im Bioenergiebereich .....</b>	<b>8</b>
<b>4 Naturschutzfachliche Regelungen .....</b>	<b>12</b>
4.1 Regelungen innerhalb des EEG .....	12
4.2 Regelungen außerhalb des EEG .....	13
<b>5 Ökologische Aspekte ausgewählter Einsatzstoffe.....</b>	<b>16</b>
5.1 Methodische Grundlagen / Vorgehensweise.....	16
5.2 Kategorisierung der Einsatzstoffe .....	17
5.2.1 Ausgewählte Einsatzstoffe - Anbaubiomasse.....	17
5.2.2 Erläuterungen zu den Kulturen und Anbauverfahren.....	18
5.2.3 Reststoffe .....	30
5.3 Potenzielle Auswirkungen der Einsatzstoffe .....	34
5.3.1 Wirkungen der Anbaubiomasse .....	35
5.3.2 Wirkungen der Bereitstellung von Reststoffen .....	37
5.4 Ökologische Bewertung der Einsatzstoffe .....	38
5.4.1 Anbaubiomasse.....	38
5.4.2 Reststoffe .....	63
<b>6 Ökonomische Bewertung des Einsatzes ökologisch wertvoller Substrate .....</b>	<b>69</b>
6.1 Flächenbezogene Betrachtung .....	69
6.1.1 Angebaute Alternativsubstrate .....	69
6.1.2 Pflanzenbauliche Reststoffe .....	75
6.2 Anlagenbezogene Betrachtung .....	75
<b>7 Ergänzende Fördersysteme zum EEG .....</b>	<b>77</b>
7.1 Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM) .....	77
7.2 Greening .....	78
7.3 Anwendung der Fördersysteme .....	79
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>83</b>
<b>Tabellenverzeichnis (optional).....</b>	<b>85</b>
<b>Literatur- und Referenzverzeichnis .....</b>	<b>86</b>
<b>A 1 Greening und AUM der Bundesländer im Vergleich .....</b>	<b>91</b>
<b>A 2 Stromgestehungskosten Modellanlagen.....</b>	<b>97</b>

## Abkürzungs- und Symbolverzeichnis

Abkürzung	Erklärung
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BHKW	Blockheizkraftwerk
Biokraft-NachV	Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung
BioSt-NachV	Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BNatschG	Bundesnaturschutzgesetz
CCM	Corn-Cob-Mix
ct/kWh	Cent je Kilowattstunde
DBFZ	Deutsches Biomasseforschungszentrum
DDR	Deutsche Demokratische Republik
DG	Dauergrünland
DirektZahlVerpflG	Direktzahlungen-Verpflichtungengesetz
DirektZahlVerpflV	Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
ELER-Vo	Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums-Verordnung
EVK	Einsatzstoffvergütungsklasse
FFH	Flora-Fauna-Habitat
FKZ	Förderkennzeichen
GP	Ganzpflanze
GPS	Ganzpflanzensilage
ha	Hektar
i.V.m.	In Verbindung mit
K	Kalium

Abkürzung	Erklärung
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
KULAP	Programm zur Förderung umweltgerechter Landwirtschaft, Erhaltung der Kulturlandschaft, Naturschutz und Landschaftspflege
KUP	Kurzumtriebsplantage
Mio.	Millionen
MW <sub>el</sub>	Mega Watt elektrisch
N	Stickstoff
NawaRo	Nachwachsende Rohstoffe
NRR	Nationale Rahmenregelung
P	Phosphor
PAK	Projektbegleitender Arbeitskreis
PÖL	Pflanzenöl
PSM	Pflanzenschutzmittel
So	Sommergetreide
TS	Trockensubstanz
Wi	Wintergetreide
ZF	Zwischenfrucht

## 1 Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen

Gegenwärtig wird ein erheblicher Anteil der Erneuerbaren Energien aus Biomasse bereitgestellt. Dies wird sich in den nächsten Jahren fortsetzen. Durch das novellierte EEG-2014 wird jedoch der weitere Ausbau der Stromerzeugung aus Biomasse deutlich reduziert. Die politischen Rahmenbedingungen müssen eine abgestimmte und nachhaltig tragfähige Strategie zur weiteren Nutzung der Bioenergie vorgeben. Ziel des vorliegenden Projektes war es, die Ansätze zur Einbindung der Ziele des Naturschutzes in die politischen Rahmenbedingungen zur Förderung der Stromerzeugung aus Biomasse zu eruieren. Dazu wurden verschiedene Biomassen hinsichtlich ihrer Umweltwirkungen analysiert und bewertet. Anhand der vorgenommenen Bewertung sollten die besonders naturverträglichen Biomassen identifiziert werden, für die eine besondere Förderung gerechtfertigt ist. Im Projektverlauf wurde die angestrebte Weiterentwicklung der Einsatzstoffvergütungsklassen des EEG-2012 durch die Novellierung des EEG-2014 hinfällig. Das EEG-2014 sieht keine gesonderte Vergütung für den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen vor, außerdem wurde die Vergütungshöhe erheblich abgesenkt. Daher wurde geprüft, welche Fördermöglichkeiten über das EEG hinaus existieren.

In der kritischen, öffentlichen Diskussion zum Anbau von Energiepflanzen zur Erzeugung von Strom und Wärme werden vor allem regionale Problemlagen gespiegelt, die in Deutschland unterschiedlich stark ausgeprägt sind. In den vorrangig betroffenen Regionen mit hohen Maisanteilen ist durch die hohe Viehdichte nicht selten bereits ein Flächendruck zu verzeichnen, der durch die zusätzliche Biogaserzeugung noch erhöht wurde. Übersehen wird dabei in der Regel, dass besonders der Anbau von Biomasse zur Biogaserzeugung, aber auch der Anbau von Festbrennstoffen, z.B. in Kurzumtriebsplantagen unter Umständen auch Synergieeffekte im Hinblick auf die Erreichung von Naturschutzziele ermöglichen kann. So erlaubt die Biogaserzeugung bspw. auch die Verwertung von Reststoff-Biomassen aus der Landschaftspflege mit relativ geringen Trockensubstanzgehalten und entsprechend geringer Transportwürdigkeit. Weiterhin können Anbaukulturen, die in der Fütterung heutiger Hochleistungsviehbestände nur noch eine untergeordnete Rolle spielen, zur Biogaserzeugung eingesetzt werden (z.B. Zwischenfruchtaufwüchse). Die immer einseitiger werdenden Fruchtfolgen könnten durch den Anbau von Biogassubstrat zum Teil erweitert werden. Durch eine gezielte Ausgestaltung der EEG-Vergütungen könnten diese möglichen Synergieeffekte gezielt gefördert werden. Der Wegfall der Einsatzstoffvergütungsklassen im EEG-2014 ist in dieser Hinsicht als kontraproduktiv zu bewerten.

Im Rahmen des Projektes konnte in Zusammenarbeit mit dem projektbegleitenden Arbeitskreis (PAK) und gestützt durch einen Expertenworkshop herausgearbeitet werden, dass einige Anbaukulturen, v.a. Dauerkulturen, Futterbaugemenge und andere Leguminosengemenge, Zwischenfruchtgemenge sowie erhaltenes Dauergrünland verglichen mit der Referenzkultur Winterweizen positivere Einflüsse auf die meisten naturschutzfachlichen Schutzgüter haben. Dies gilt ungeachtet des insgesamt hohen Einflusses den Fruchtfolge, Standort, Management und Grenzliniendichte vor allem auf die biotischen Naturschutzparameter nehmen. An erster Stelle steht das zweischürige Dauergrünland mit ausschließlich positiver Wirkung. Als erheblich positiver gegenüber den anderen Anbaukulturen wurden die Wirkungen auf das Schutzgut Flora sowie die potenziellen Konfliktfelder Lebensraumeignung für Vögel und auf die Humusbilanz bewertet. Gleichzeitig weisen die Ergebnisse auch für intensiv bewirtschaftetes Dauergrünland (> 3 Schnitte) sowie für Klee- und Ackergras überwiegend positive Wirkungen auf. Einzig das Ackergras wurde hinsichtlich der Wirkungen auf die Begleitflora negativer

eingeschätzt als die Referenzkultur. Zudem überwiegend mit positiveren Wirkungen bewertet wurden die einjährigen und mehrjährigen Wildpflanzen. Deren Wirkungen wurden im Vergleich zu anderen Anbauoptionen, insbesondere bezogen auf das Schutzgut Flora und die Lebensraumeignung für Blütenbesucher, als erheblich positiver bewertet. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass viele dieser Kulturen in der normalen landwirtschaftlichen Nutzung aktuell keine oder kaum eine Bedeutung (mehr) haben. Dies gilt besonders für die neue Kultur Durchwachsene Silphie. Deren Auswirkungen auf Natur und Landschaft wurden im Vergleich zur Referenzkultur mit Ausnahme der Auswirkungen im Bereich Landschaftsbild/Sichtbeziehungen und Avifauna überwiegend positiv bewertet. Aber auch die zunehmend seltener angebauten Zwischenfrüchte weisen fast ausschließlich positivere Wirkungen auf und sind als naturverträglichere Einsatzstoffe zu bewerten.

Offensichtlich wurde, dass der Einsatz von Reststoffen aus der Landschaftspflege grundsätzlich zu befürworten ist, sofern es sich um Biomasseanfall im Zuge von naturschutzfachlichen Pflegemaßnahmen handelt, der anderenfalls auf der Fläche belassen werden würde. Weiterhin sind mit sicherungs- und nutzungstechnischen Unterhaltungsmaßnahmen, wie bspw. an Gewässern und Straßen, in der Regel positive Wirkungen auf Natur und Landschaft verbunden, wenn das Material von den Flächen entfernt und anschließend energetisch verwertet wird. Prämisse dabei ist die Vermeidung verwertungsorientierter Intensivierungen der durchzuführenden Maßnahmen, wie sie bspw. im Bereich der Hecken- und Knickpflege vereinzelt bereits zu beobachten ist.

Für den Bereich der Reststoffe wurde auch die Nutzung von landwirtschaftlichen Reststoffen wie Rübenblätter, Stroh, Gülle und Festmist bewertet. Bspw. kann die Nutzung von Rübenblättern z.T. entscheidend zur Verringerung von Nährstoffauswaschungen beitragen. Die Vergärung von Gülle und Festmist in Biogasanlagen vermeidet in erheblichem Maße Methanemissionen. Insbesondere bei Festmist kommt die Vermeidung von Lachgas- und Ammoniakemissionen hinzu. Die Vergärung dieser Stoffströme bewirkt keinerlei direkte oder indirekte Nutzungskonkurrenzen, soweit die Gärreste anschließend stofflich genutzt werden.

Zur anschließenden ökonomischen Bewertung wurden nur solche Substrate herangezogen, bei denen eine breitere Anwendung als Biogassubstrat aus wirtschaftlicher Sicht wahrscheinlich ist. Die Annahmen dazu beruhen maßgeblich auf der vorhandenen Anbauerfahrung als auch auf den zu erwartenden Flächen- und Gaserträgen der Substrate. Betrachtet wurden daher Klee gras (in 2 Varianten), Durchwachsene Silphie und eine Wildpflanzenmischung. Da die Nutzung von Biomasse aus KUP derzeit im Rahmen des EEG nur marginal ist, wurden diesbezüglich keine Wirtschaftlichkeitsrechnungen durchgeführt.

Aufbauend auf den in der Studie durchgeführten Analysen wurden Überlegungen zu wesentlichen Konsequenzen und Optionen des Einsatzes von naturverträglicheren Substraten angestellt. Ziel war es, die zentralen Voraussetzungen für den Einsatz der vorteilhaften Substrate in Bestands- und Neuanlagen zu definieren. Dazu wurden abschließend Handlungsempfehlungen formuliert.

Auf der Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse aus den Analysen und Expertendiskussionen lassen sich zur Erreichung einer erhöhten Naturverträglichkeit der Bereitstellung von Biomasse zur energetischen Verwertung die folgende Handlungsempfehlungen formulieren.

### Handlungsempfehlungen Bewertungsmethodik/Bewertungsergebnis

Die naturverträglichere Bereitstellung von Biomasse spielt im Kontext der Bioenergie, aber auch in der landwirtschaftlichen Bodennutzung allgemein eine zunehmend bedeutende Rolle. Mit der im Projekt entwickelten und angewandten Experten gestützten Bewertungsmethode lassen sich Anbaukulturen identifizieren, die naturverträglicher sind als andere. Diese Anbaukulturen sollten verstärkt in die Nutzung gelangen.

Über den Bereich der Bioenergienutzung hinausgehend kann die anhand der Bewertungsmatrix durchgeführte Bewertung der Naturverträglichkeit auch für die allgemeine Bewertung der Naturverträglichkeit von Anbaukulturen in der Landwirtschaft angewendet werden, wie sie z.B. für die Entwicklung von Förderkriterien die im Rahmen von AUM und Greeningmaßnahmen erforderlich sind.

Mit diesen Nutzungsperspektiven verdeutlichen die Projektergebnisse gleichzeitig den Bedarf zur Weiterentwicklung der Methode im Hinblick auf die Präzisierung und Validität der ermittelbaren Ergebnisse. Es ist daher zu empfehlen, die erprobte Methode hinsichtlich der Struktur der Bewertungsmatrix und deren Inhalte sowie der Bewertungsansätze in einem erweiterten Expertendiskurs weiterzuentwickeln.

### Handlungsempfehlungen für die Biomassebereitstellung für Neuanlagen

Mit dem Wegfall der Einsatzstoffvergütungsklassen gem. BiomasseVO im EEG 2014 war die im Vorhaben angestrebte Neuordnung dieser Klassen nicht mehr zielführend. Während die Förderung von naturverträglichen Anbaubiomassen deshalb im EEG-Kontext zunächst keine weitere Bedeutung hat, bleibt die Forderung bestehen, dass sich eine besondere Förderung von Biomasse zur Bioenergieerzeugung auf solche Kulturen konzentrieren sollte, deren Anbau einerseits Vorteile für abiotische und biotische Naturschutzparameter bietet und die zudem zur üblichen Futter- und Nahrungsmittelerzeugung nur geringe Bedeutung haben.

Für den Fall, dass zukünftig wieder eine Förderung der Nutzung von bestimmten Biomassen, die über die EEG-Grundvergütung hinausgeht, erfolgen soll, kann nachfolgende Positivliste als Grundlage dienen. In die Positivliste wurden die, nach derzeitigem Kenntnisstand, besonders nachhaltigen Substrate aufgenommen. Einige Substrate, besonders aus dem Bereich der Dauerkulturen, sind wegen des derzeitigen geringen Wissenstandes noch nicht in der Liste aufgeführt.

In eine Positivliste sollten nach derzeitigem Erkenntnisstand die folgenden besonders nachhaltigen Substrate aufgenommen werden:

#### Biogaserzeugung:

- Leguminosen und Leguminosen-Gemenge als Zwischenfrüchte, einjährige, überjährige und mehrjährige Kulturen
- Dauergrünlandaufwüchse
- Wildpflanzengemenge (auch als Blühstreifen, Blühflächen, Schonstreifen, Ackerrandstreifen)
- Durchwachsene Silphie



- Ackergras (als Zwischenfrucht, einjährige, überjährige und mehrjährige Kultur)
- Zwischenfrüchte, auch ohne Leguminosenanteil
- Gülle und Festmist (außer Geflügelmist und Geflügeltrockenkot)
- Stroh
- Rübenblatt
- Reste von Feldgemüse\*
- Landschaftspflegematerial
- Material aus der Gewässerunterhaltung und Wasserpflanzen
- Straßenbegleitgrün
- Halmgut aus kommunalen Grünanlagen.

### Festbrennstoffe:

- Agrarholz im Kurzumtrieb
- Landschaftspflegematerial.

Im Bereich der Nutzung von Wirtschaftsdünger lautet eine deutliche Handlungsempfehlung, Investitionsförderungsmaßnahmen im Bereich des Stallbaus und der Gülletechnik auf eine mögliche Biogasnutzung abzustimmen. Bei Förderung größerer Stallbaumaßnahmen sollte die Biogasnutzung eventuell verpflichtend sein. Aktuell gibt es Stallbauförderungen, bei denen externe Güllelager explizit ausgeschlossen werden. Dies führt zu technischen Lösungen der Güllelagerung unter dem Stall, die eine Biogasnutzung der Gülle in Kleinanlagen während der gesamten Betriebszeit (min. 20 Jahre) des Stalles wirtschaftlich kaum möglich erscheinen lassen.

### Handlungsempfehlungen für die Biomassebereitstellung für Bestandsanlagen

Ein wichtiges Ziel muss es sein, die Biomassebereitstellung für bestehende Anlagen zunehmend auf naturverträglichere Kulturen umzustellen. Dazu ist nach Wegen zu suchen, wie die dabei anfallenden Mehrkosten aufgefangen werden können. Mögliche Optionen sind eine spezifische Förderung dieser Kulturen im Rahmen von Agrarumweltmaßnahmen (AUM) oder Greeningmaßnahmen.

In Tabelle 1-1 sind Mehrkosten je Hektar, die in Kapitel 6 ermittelt wurden, sowie die Zahlungen geeigneter AUM- und Greeningmaßnahmen gegenübergestellt. Die Spannweite gibt dabei die minimale und maximale Förderhöhe, in Abhängigkeit von der Fördermaßnahme und des Bundeslandes, an. Ausgehend von der gewählten Fördermaßnahme kann ein Teil der berechneten Mehrkosten gedeckt werden. Bei zusätzlicher Anrechnung der AUM als Greeningmaßnahme sinkt die Höhe der Kompensation deutlich und wird zum Teil auf null reduziert. In Bayern würde, bei der AUM für Gewässer- und Erosionsschutzstreifen bei dem Anbau von durchwachsener Silphie bzw. einer Wildpflanzenmischung sogar ein geringer Überschuss, von bis zu 122 EUR/ha erwirtschaftet. Aufgrund des Düngeverbots bieten sich solche Flächen vor allem für Wildpflanzenmischungen mit Leguminosen an.

Tabelle 1-1 Übersicht Mögliche Kompensation von Mindererträgen ökologisch wertvoller Substrate durch AUM und Greeningmaßnahmen

Kultur	Mehrkosten EUR /ha	Förderhöhe AUM EUR/ha	Förderhöhe AUM+Greening EUR/ha	Fehlbetrag bei AUM EUR/ha	Fehlbetrag bei AUM + Greening EUR/ha
Kleegras	619	92 - 510	-	527 - 109	619
Kleegras extensiv	916	56 - 760	Bis - 380	860 - 156	536
Durchwachsene Silphie	858	75 - 920	55 - 540	783 - +62	803 - 318
Wildpflanzenmischung	798	75 - 920	55 - 540	723 - +122	743 - 258

Einige der in Kapitel 7.1 aufgeführten AUM unterliegen Restriktionen bezüglich der Größe der förderfähigen Flächen. Hier sollte geprüft werden ob die Begrenzung von AUM auf Randstreifen sinnvoll ist, oder ob kleinere Flächen komplett über bestimmte AUM wie Pufferstreifen, Blühstreifen oder Erosionsschutzstreifen gefördert werden können. Andere Restriktionen betreffen bspw. die Saadmischung (Gräsermischung) für Gewässer- und Erosionsschutzstreifen. Hier sollte eine Erweiterung der förderfähigen Kulturen geprüft werden, damit diese Maßnahmen auch für Wildpflanzenmischungen und Durchwachsene Silphie geöffnet werden. Ebenso sollte die Erlaubnis zur Nutzung des Aufwuchses in einigen AUM geprüft werden. Die Nutzung des Aufwuchses ist bisher bei einer Reihe von AUM nicht gestattet, bzw. nicht eindeutig geregelt. Hier sollte geprüft werden, ob der durch die Nutzung des Aufwuchses stattfindende Nährstoffentzug sich positiv auf Schutzaspekte auswirkt.

Zu beachten ist, dass aufgrund der Ausgestaltung stets nur ein kleiner Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche eines Betriebes Förderung im Rahmen von AUM erhalten kann. Eine großflächige Inanspruchnahme von Fördermitteln aus AUM zur Substratbereitstellung für Biogasanlagen ist damit ausgeschlossen. Dennoch kann die Nutzung kleinerer Mengen naturverträglicher Substrate dadurch angereizt werden.

### Handlungsempfehlungen für die landwirtschaftliche Bodennutzung jenseits der Bioenergienutzung

Die Diskussion mit Experten und Akteuren im Bereich der Bioenergie hat erneut verdeutlicht, dass die Bereitstellung von Anbaubiomasse zur energetischen Verwertung nicht alleine Treiber der Konflikte zwischen der Landwirtschaft und den Zielen des Naturschutzes ist. Vielmehr stellen die allgemeine Intensivierung und die steigende Flächennachfrage bei sinkender Nutzfläche ebenfalls wesentliche Konfliktursachen dar. Der entwickelte Bewertungsansatz sowie die damit erarbeiteten Bewertungsergebnisse bilden eine gute Grundlage für die generelle Förderung einer naturverträglicheren landwirtschaftlichen Bodennutzung. Der Ansatz sollte daher konsequent weiter verfolgt werden, um eine qualifizierte fachliche Grundlage für eine naturschutzfachlich angemessene Förderpolitik zu schaffen.

## 2 Hintergrund und Zielstellung

Die Energiebereitstellung aus Biomasse trägt gegenwärtig und voraussichtlich auch zukünftig einen erheblichen Anteil an der Strombereitstellung aus Erneuerbaren Energien bei. Gemäß der Zielsetzung der Bundesregierung (Stand August 2014) soll die Bioenergie zur Strombereitstellung zukünftig jedoch nur noch einen maximalen Ausbaupfad von 100 MW<sub>el</sub> neu installierter Leistung haben.

Der weitere Ausbau der energetischen Biomassenutzung muss in einer abgestimmten und nachhaltig tragfähigen, politischen Strategie erfolgen. Deren Einbindung und Harmonisierung mit den Zielen des Naturschutzes wird im Rahmen des Vorhabens „Evaluierung und Umsetzungen der relevanten Regelungen zu Naturschutzanliegen bei der Stromerzeugung aus Biomasse im aktuell verabschiedeten Erneuerbare-Energien-Gesetz“ (Umweltforschungsplan 2012, FKZ 3512 82 0800) untersucht.

Mit der Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) zum 1. Januar 2012 ergaben sich insbesondere im Biogas- und Festbrennstoffbereich neue Anforderungen und Vergütungshöhen für Anlagenbetreiber, welche die Attraktivität von ausgewählten Stoffströmen erhöhten. Daraus folgten neue Problem- und Fragestellungen, die für die Naturverträglichkeit der Bioenergienutzung von zentraler Bedeutung sind.

Während der Projektlaufzeit wurde das EEG erneut novelliert und trat in seiner neuen Fassung am 01.08.2014 in Kraft. Im EEG-2014 wurden gegenüber dem EEG-2012 die Vergütungshöhen erheblich reduziert, außerdem wird der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen oder anderen Substraten nicht mehr gefördert. Einzige Ausnahmen sind Anlagen zur Vergärung von Bioabfällen und sogenannte Güllekleinanlagen, bei denen die Vergütungshöhe des EEG-2012 beibehalten wird.

Im vorliegenden Forschungsvorhaben wurden deshalb, aufbauend auf dem bei den Auftragnehmern vorhandenen Wissen die Herausforderungen des EEG-2012 vor dem Hintergrund der begrenzten Biomasseverfügbarkeit und mit der Zielstellung einer möglichst nachhaltigen und naturverträglichen Nutzung analysiert. Ferner wurden die neuen Rahmenbedingungen des EEG-2014 berücksichtigt und unter anderen weiteren Fördermöglichkeiten für bestimmte Biomassen außerhalb des EEG untersucht.

Die Auswirkungen der Stromerzeugung aus Biomasse auf Natur und Landschaft ergeben sich in erster Linie aus einer Veränderung der Art und Intensität der land- und forstwirtschaftlichen Bodennutzung. Dabei sind die damit verbundenen Konflikte mit den Zielen des Naturschutzes und der Landschaftspflege abhängig von den jeweiligen landschaftlichen und standörtlichen Voraussetzungen.

Ausgehend von diesen Fragestellungen untergliedert sich die Studie in folgende Arbeitspakete:

- Arbeitspaket 1: Naturschutzfachliche Regelungen im EEG
- Arbeitspaket 2: Entwicklungen im Bioenergiebereich (Anlagen, Einsatzstoffe, Flächenbedarf)
- Arbeitspaket 3: Ökologische Analyse ausgewählter Einsatzstoffe
- Arbeitspaket 4: Ökonomische Analyse ausgewählter Einsatzstoffe
- Arbeitspaket 5: Gesamtbewertung und Handlungsempfehlungen
- Arbeitspaket 6: Übergreifende Fragestellungen

### *Abgrenzung zu und Synergien mit thematisch benachbarten BfN-Vorhaben*

*Für die Projektbearbeitung war es erforderlich thematische Doppelungen mit anderen BfN-Vorhaben zu vermeiden. Eine Abgrenzung war diesbezüglich gegenüber dem parallel von der Universität Hohenheim in Kooperation mit der Hochschule Ostwestfalen-Lippe (HS-OWL) und dem Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg – Forchheim durchgeführten Vorhaben „Biomassekulturen der Zukunft aus Naturschutzsicht“ (FKZ 3511 82 150) notwendig.*

*Beide BfN-Vorhaben befassen sich mit Auswirkungen von Anbaubiomasse für den Energiesektor auf Natur und Landschaft. Erklärtes Ziel des Vorhabens „Biomassekulturen der Zukunft aus Naturschutzsicht“ ist es, die direkten Auswirkungen verschiedener Energiekulturen auf die Biodiversität zu erfassen und daraus Empfehlungen für die künftige Ausgestaltung von Produktionssystemen und begleitenden Förderprogrammen abzuleiten. Dazu werden verschiedene landwirtschaftliche Kulturen zur Produktion von Biomasse für den Energiesektor in Bezug auf ihre Wirkungen auf die Artenvielfalt erfasst und bewertet. Die Artenvielfalt wird über 6 Artengruppen in zwei Untersuchungsregionen erfasst. Die Artengruppen stehen stellvertretend für verschiedene ökologische Funktionen in Agrarökosystemen. Das standardisierte Untersuchungsdesign basiert auf gebräuchlichen und mit vergleichsweise geringem Aufwand reproduzierbaren Feldmethoden (Vegetationsaufnahmen, Bodenfallen, Transekterfassungen, Zeiterfassungen). Anhand der Ergebnisse wird eine vergleichende Abschätzung der Auswirkungen von Anbaubiomasse auf die Artenvielfalt in den verschiedenen Kulturen mit Bezug zu den Referenzkulturen Mais (angenommene Ungunstkultur für Biodiversität) und Blümmischungen (angenommene Gunstkultur für Biodiversität) vorgenommen.*

*Im Gespräch zwischen Sven Schicketanz (Bosch & Partner GmbH, Berlin) und Prof. Dr. Martin Dieterich (Universität Hohenheim) im Juli 2012 wurden die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den beiden Projekten sowie mögliche Synergien diskutiert.*

*Trotz ähnlicher Zielstellung waren die Vorhaben inhaltlich und methodisch klar voneinander trennbar. So stellte die Artenvielfalt in diesem Vorhaben zunächst nur einen Aspekt der untersuchten naturschutzfachlichen Schutzgüter Boden, Wasser, Fauna, Flora, Biodiversität und Landschaftsbild dar. Die Bewertung erfolgte hier anhand der entwickelten Methodik für eine Experten-basierte Beurteilung der Wirkungen von Anbaukulturen auf die Schutzgüter von Natur und Landschaft.*

*Zudem kann das Vorhaben „Biomassekulturen der Zukunft aus Naturschutzsicht“ belastbare Daten und auch methodische Ansätze liefern, die hier in AP3 und AP4 einfließen. Mit Hilfe dieser Detailinformationen fand im Wesentlichen eine Ergänzung der Bewertungsgrundlagen für die Experteneinschätzung statt. Weiterführend ist die Abstimmung von entwickelten Handlungsempfehlungen zwischen den beiden BfN-Forschungsvorhaben sinnvoll. Die Verknüpfung der Ergebnisse und der kontinuierliche Austausch sind hierbei von wesentlicher Bedeutung.*

### 3 Entwicklung im Bioenergiebereich

Die Strombereitstellung aus Biomasse wird im Rahmen des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vergütet. Das EEG wurde im Jahr 2000 eingeführt und in den Jahren 2004, 2009, 2012 und 2014 novelliert. Der überwiegende Teil der Strombereitstellung aus Biomasse erfolgt durch Biogas, gefolgt von der Nutzung fester (holzartiger) Biomasse.

Ende des Jahres 2013 waren ca. 7.700 Biogasanlagen in Betrieb (siehe Abbildung 3-1). Der größte Zubau im Biogasbereich erfolgte nach den Novellierungen des EEG-2004 und 2009, da die Rahmenbedingungen attraktiv für Anlagenbetreiber waren. Mit der Novellierung des EEG-2012 wurden die Vergütungshöhen gegenüber dem EEG-2009 abgesenkt, um den Zubau zu verringern. Ziele des EEG-2012 waren eine weitere Steigerung der Effektivität und Effizienz der Strombereitstellung aus Biomasse sowie die Fokussierung der Erschließung von Reststoffen. Außerdem sollte mit Einführung der Einsatzstoffvergütungsklassen der Einsatz „ökologisch wertvoller“ Substrate angereizt werden.

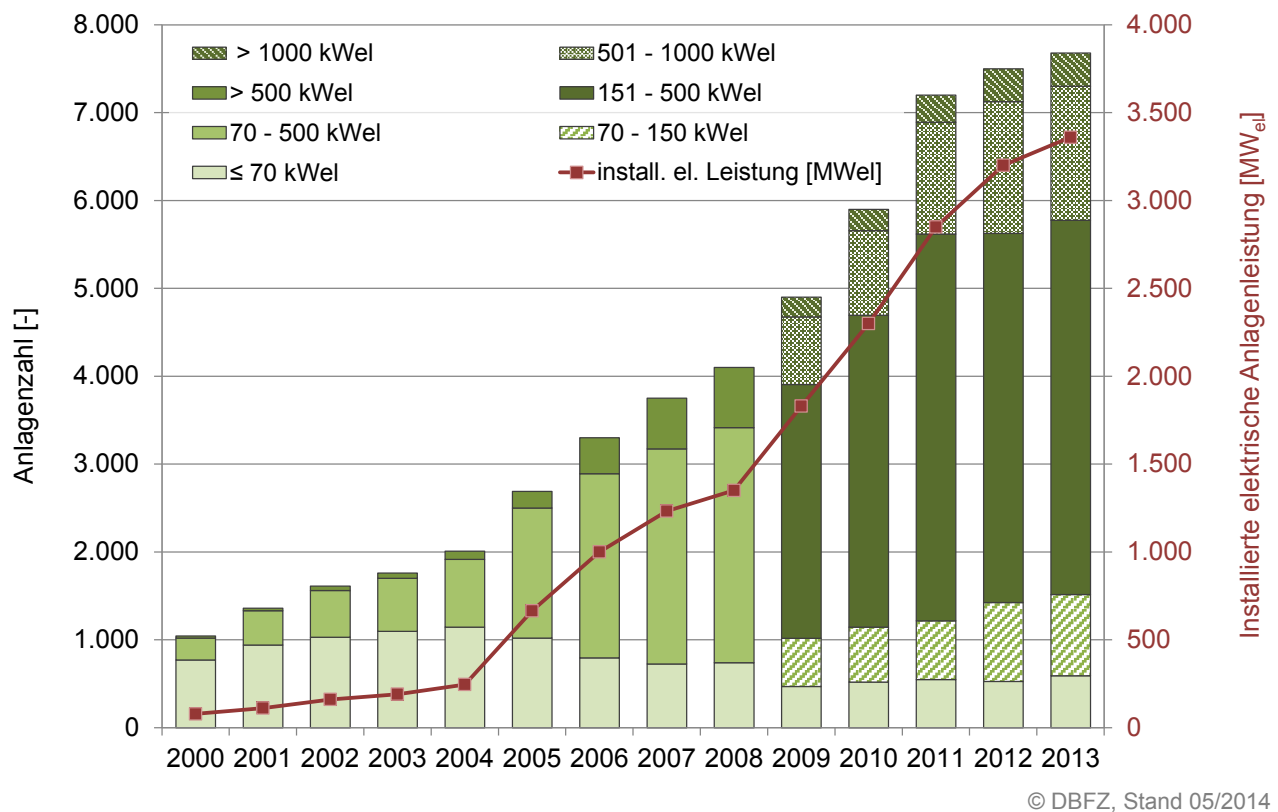


Abbildung 3-1 Biogasanlagenentwicklung in Deutschland 2000-2013 (Anlagenanzahl differenziert nach Leistungsklassen und gesamter installierter elektrischer Anlagenleistung), Mai 2014

In der Abbildung 3-2 ist der Substrateinsatz von Biogasanlagen masse- und energiebezogen dargestellt. Die Daten dazu wurden in der jährlich durchgeführten DBFZ-Betreiberbefragung erhoben. Massebezogen werden 48 % der Substrate durch nachwachsende Rohstoffe bereitgestellt, 44 % durch Gülle und Mist, sowie 6 % von Reststoffen und 2 % kommunale Bioabfälle. Bezogen auf den Energiegehalt wird mit 77 % der überwiegende Anteil der Biogasproduktion durch NawaRo erzeugt, wovon wiederum der größte Anteil auf Maissilage entfällt (73 % der NawaRo entfallen auf Mais).

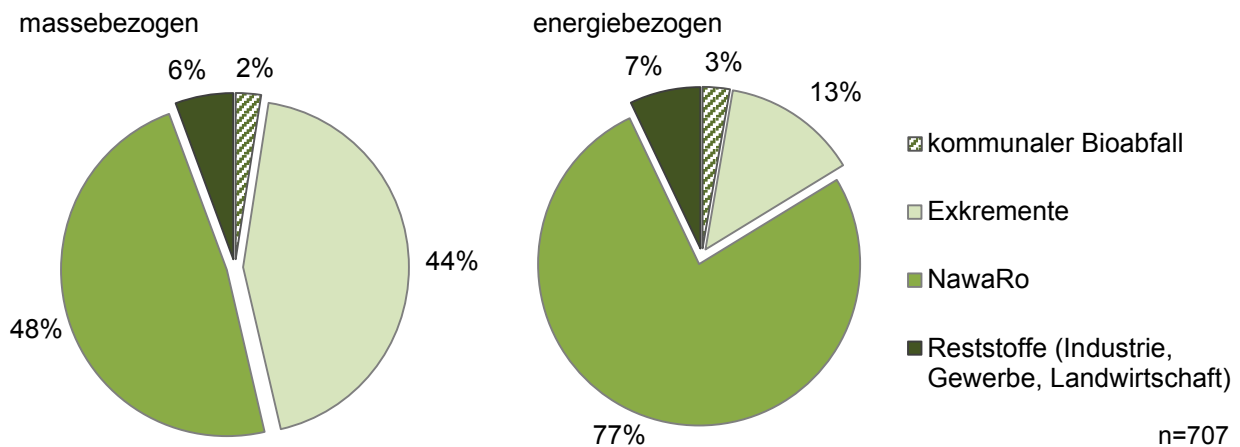


Abbildung 3-2 Masse- und energiebezogener Substrateinsatz in Biogasanlagen, differenziert nach Substratkategorien (DBFZ-Betreiberbefragung 2014)

Durch den umfangreichen Einsatz von Mais zur Biogasproduktion, werden dieser Ackerkultur die größten Auswirkungen auf Natur und Landschaft zugeschrieben. Die Entwicklung der Maisanbaufläche ist in Abbildung 3-3 ersichtlich. Die Maisanbaufläche hat sich von ca. 1,7 Mio. ha Mais im Jahr 2006 auf 2,5 Mio. ha im Jahr 2013 ausgedehnt. Die Anteile von Körnermais und Silomais als Futtermittel blieben dabei relativ konstant, so dass die Flächenzunahme auf die vermehrte Nutzung von Mais als Biogassubstrat zurück zu führen ist. Der überwiegende Anteil des Silomaises wird jedoch weiterhin als Futter für die Tierproduktion verwendet.

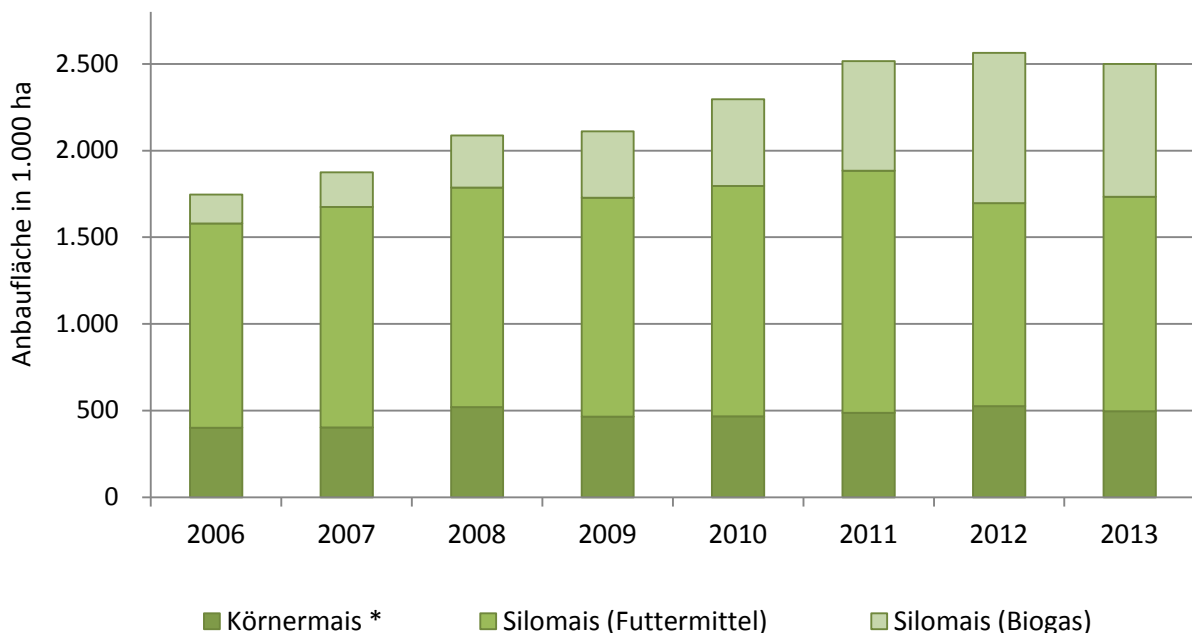


Abbildung 3-3 Entwicklung der Maisanbaufläche in Deutschland von 2006 bis 2013 (FNR e. V., 2013)

Mit der Einführung des EEG erfolgte ebenfalls ein Ausbau von Anlagen zur Strombereitstellung aus fester Biomasse. Während in den letzten Jahren vor allem kleinere Anlagen errichtet wurden, flachte der Zubau von installierter Leistung ab. Der Trend ist vor allem durch die Technologieentwicklung der thermo-chemischen Holzvergasung bedingt. Allein im Jahr 2013 wurden ca. 126 dieser Anlagen errichtet. Der Zubau von größeren Anlagen verlangsamte sich in den letzten Jahren (siehe Abbildung 3-4).

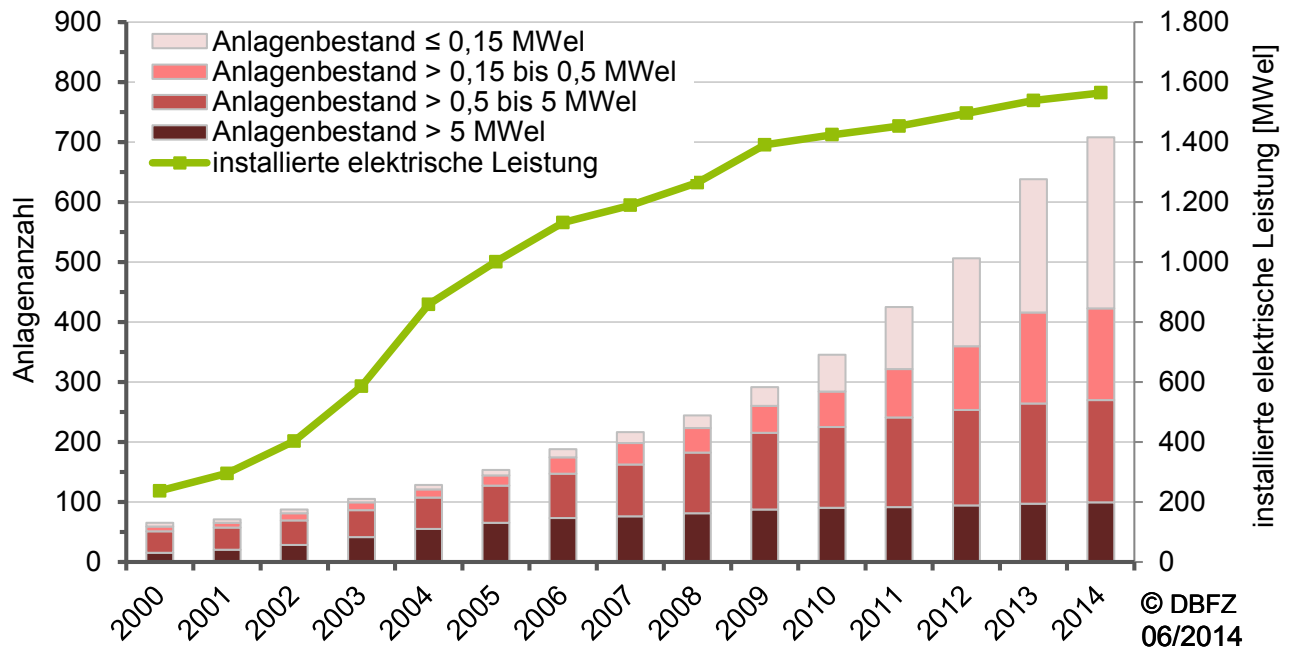


Abbildung 3-4 Entwicklung der nach dem EEG vergütungsfähigen Stromerzeugung aus fester Biomasse in Deutschland, ohne die Stromerzeugung in Kleinst-KWK-Anlagen < 10 kWel und Kraftwerken mit Biomasse-Mitverbrennung sowie ohne den nicht nach EEG vergüteten Stromerzeugung

In Abbildung 3-5 ist der Brennstoffeinsatz in Biomasse-HKW und Holzvergäsern dargestellt. Der Brennstoffeinsatz wurde in einer Betreiberbefragung in den Jahren 2013 und 2014 durch das DBFZ erhoben. Größere Anlagen setzen überwiegend Althölzer ein, in geringeren Mengen werden aber auch Waldresthölzer, Landschaftspflegematerial und Rinde verbrannt. In kleineren Anlagen wird hingegen überwiegend Waldrestholz eingesetzt. Die Nutzung von Holzhackschnitzeln aus Kurzumtriebsplantagen spielt in der Strombereitstellung aus Biomasse derzeit keine Rolle.

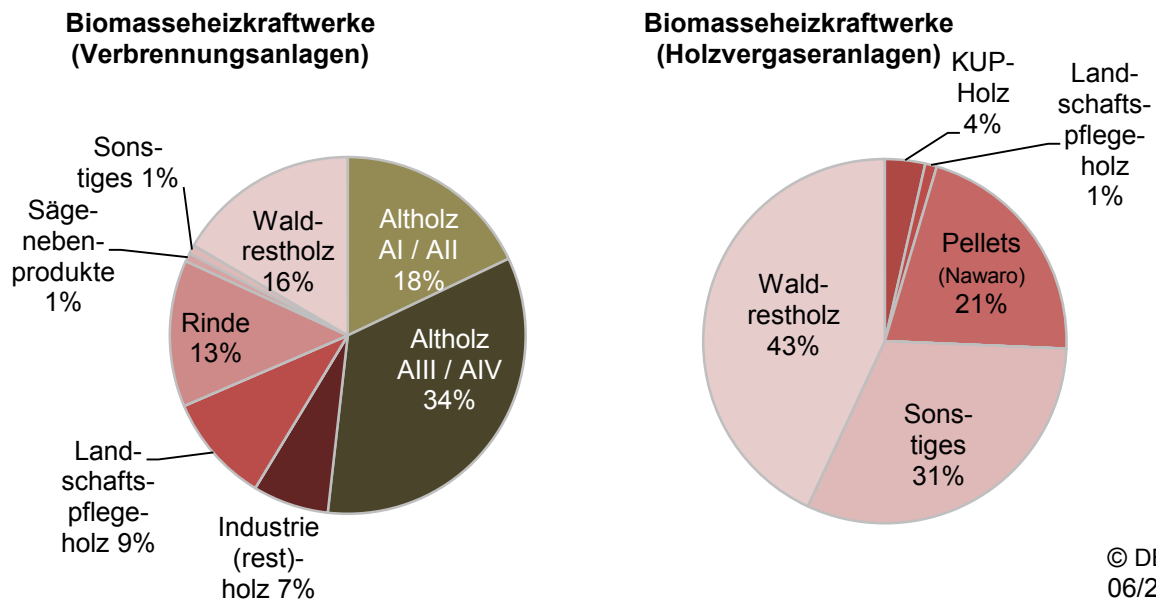


Abbildung 3-5 Angaben zum Brennstoffeinsatz (im Betriebsjahr 2013) von Betreibern von Biomasse-HKW: (Verbrennungsanlagen links und Holzvergaseranlagen rechts laut Betreiberbefragung (Bezugsjahr 2013, DBFZ 06/2014)

Strom aus Pflanzenöl-BHKW (PÖL-BHKW) wird seit dem 01.01.2012 für Neuanlagen nicht mehr nach dem EEG vergütet. Daher erfolgte nur noch ein sehr geringer Zubau im Rahmen von Inselanwendungen mit Naturschutzanspruch (z.B. alpine Hütten). Derzeit sind noch ca. 1.000 PÖL-BHKW in Betrieb. Die Anlagen setzen überwiegend Palmöl und zu einem geringen Anteil Rapsöl als Brennstoff ein, Letzteres stammt überwiegend aus heimischer Produktion.

Aufgrund der fehlenden Förderfähigkeit für neue PÖL-BHKW und des relativ geringen Anteils heimischer Bioenergeträger in diesem Bereich werden im vorliegenden Bericht weder die Naturverträglichkeit von Raps noch alternative Biomassen für PÖL-BHKW diskutiert.



## 4 Naturschutzfachliche Regelungen

Nachfolgend werden die naturschutzfachlich relevanten Regelungen des EEG-2012 sowie weitere, den Bioenergiebereich betreffende, Regelungen aufgeführt.

### 4.1 Regelungen innerhalb des EEG

Mit dem EEG-2012 sollte eine weitere Ausdehnung der Maisanbaufläche beschränkt werden. Dazu wurde für Neuanlagen der Einsatz von Mais zur Biogasproduktion auf maximal 60 % Masseprozent je Jahr begrenzt. Außerdem wurde der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen, die im EEG-2009 noch pauschal mit dem NawaRo-Bonus vergütet wurden, in ein abgestuftes System von Einsatzstoffvergütungsklassen überführt. Die Einsatzstoffvergütungsklassen umfassen in der Klasse 0 Substrate, die keine gesonderte Vergütung bekommen. In dieser Klasse befinden sich vor allem Reststoffe der Lebensmittelverarbeitung, die ohnehin anfallen und nicht zielgerichtet zur Bioenergieproduktion bereitgestellt werden. Die Einsatzstoffvergütungsklasse I umfasst vor allem etablierte Ackerkulturen, die gezielt angebaut werden, sowie Waldrestholz. Diese Substrate erhalten einen Bonus von 2,5-6 ct/kWh, in Abhängigkeit von der Größenklasse der Anlage. In der Einsatzstoffvergütungsklasse II sind Substrate aufgeführt, deren Nutzung einen zusätzlichen ökologischen Nutzen verspricht. Hierzu zählen beispielsweise Gülle und Mist (Emissionsvermeidung), Leguminosen (natürliche Stickstoffdüngung), Landschaftspflegematerial und Blühstreifen (Biotopfunktion) u.a. Tabelle 4-1 gibt zu den Regelungen innerhalb des EEG-2012 eine kurze Übersicht. Die Abgrenzung der Substrate sowie deren Zuordnung zu den Einsatzstoffvergütungsklassen I und II sind tlw. nicht eindeutig geregelt. So sind Hülsenfrüchte als Ganzpflanze in der Einsatzstoffvergütungsklasse I aufgeführt und als Leguminosengemenge in der Einsatzstoffvergütungsklasse II. Gras und Klee gras sind ebenfalls jeweils in der Klasse I und II aufgeführt.

Tabelle 4-1 Naturschutzfachliche Regelungen im Erneuerbare-Energien-Gesetz 2012

EEG2012 Regelung	Beabsichtigte Wirkung der Regel im Hinblick auf die Minderung von Naturschutzkonflikten	Wirksamkeit - Praktischer Vollzug
Maisdeckel (§27 Abs. 5 Nr. 1)	Begrenzung des Maisanbaus zur Minderung der Monotonisierung und damit einhergehender ökologischer Folgen	Maisdeckel ist bei EEG-2012 Anlagen wirksam, insgesamt geringe Flächenwirkung, da Altanlagen nicht betroffen sind.
Einsatzstoffvergütungsklassen (§27 Abs. 2 i.V.m. Biomasseverordnung)	Förderung bestimmter Biomassesubstrate; Anreiz zur Nutzung alternativer, u.a. naturschutzrelevanter Biomassen	Einführung von Einsatzstoffvergütungsklassen

## 4.2 Regelungen außerhalb des EEG

Die Biomassebereitstellung zur energetischen Verwertung wird neben den Regelungen des EEG durch weitere gesetzliche Rahmenbedingungen beeinflusst, diese gesetzlichen Rahmenbedingungen sind in Tabelle 4-2 aufgeführt.

Die Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung (Biokraft-NachV) und die Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung (BioSt-NachV) regeln, welche Biomassen im Kraftstoffbereich im Rahmen der Biokraftstoffquote bzw. im Strombereich als flüssige Biomasse eingesetzt werden dürfen. Per Gesetz ist die Bundesregierung seit Inkrafttreten des novellierten EEG-2009 ermächtigt weitere Regelungen für den Anbau der im Rahmen des EEG genutzten Biomasse hinsichtlich einer nachhaltigen Bewirtschaftung land- und forstwirtschaftlicher Flächen zu erlassen. Bisher gelten die Regelungen, das EEG betreffend, jedoch nur für flüssige Biomasse.

Die weiteren Rahmenbedingungen wie die Verordnung (EU) 1305/2013, die Cross-Compliance Regelungen, die Verordnung (EG) 73/2009, das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) und die Bauleitplanung beeinflussen die Bereitstellung von Biomasse zur energetischen Nutzung ebenfalls. Diese Regelungen stellen jedoch die Rahmenbedingungen für den gesamten landwirtschaftlichen Sektor da, während die Biokraft-NachV und die BioSt-NachV explizit Nachhaltigkeitsanforderungen für die energetische Biomassenutzung definieren.

## 4 Naturschutzfachliche Regelungen



Tabelle 4-2 Naturschutzfachliche Regelungen im Fachrecht

Regelung außerhalb des EEG 2012	Beabsichtigte Wirkung der Regel im Hinblick auf die Minderung von Naturschutzkonflikten	Wirksamkeit - Praktischer Vollzug
1. Biokraft-NachV (§§ 4-7) und BioSt-NachV (§ 4-7)	Es darf keine Biomasse von Flächen mit einem hohen Naturschutzwert für die biologische Vielfalt: bewaldete Flächen, Naturschutzzwecken dienende Flächen, Grünland mit großer biologischer Vielfalt oder Flächen mit hohem Kohlenstoffbestand wie Feuchtgebiete oder Torfmoore eingesetzt werden. Anbau und Ernte der Biomasse sind aber zulässig, wenn sie den jeweiligen Naturschutzzwecken nicht zuwiderlaufen (BIOKRAFT-NACHV (idF. v. 2009); BIOST-NACHV (idF. v. 2009)).	Gilt bisher nur für flüssige Biomasse zur Stromerzeugung und für den Biokraftstoffbereich
2. Vo (EU) Nr. 1305/2013, ELER-VO (Agrarumweltmaßnahmen)	<p>Insbesondere im Rahmen des Anwendungsbereiches der ELER-Verordnung beziehen länderspezifische Agrar- und Umweltmaßnahmen wie z.B. die Förderung der Biodiversität und der Schutz des Bodens vor Erosion nicht selten auch Anbaukulturen ein, die auch die in Einsatzstoffliste II bezogenen Strukturen, wie Blühflächen oder den Anbau von Phacelia, z.B. im Kontext des über KULAP geförderten Mulchsaatverfahrens betreffen.</p> <p>Mindeststandards wären in diesem Zusammenhang: Schutz des Bodens, Erhaltung des Anteils der organischen Substanz im Boden durch geeignete Praktiken, Erhaltung der Bodenstruktur durch geeignete Maßnahmen, ein Mindestmaß an landschaftspflegerischen Instandhaltungsmaßnahmen und die Vermeidung einer Zerstörung von Lebensräumen.</p>	Teilweise bestehende Regelungen, die die Nutzung solcher Biomasse untersagen, wirken kontraproduktiv. Die Möglichkeit einer Nutzung (unter Beachtung des Schutzes des Bodens, der Erhaltung des Anteils der organischen Substanz im Boden durch geeignete Praktiken, der Erhaltung der Bodenstruktur durch geeignete Maßnahmen, eines Mindestmaßes an landschaftspflegerischen Instandhaltungsmaßnahmen und der Vermeidung einer Zerstörung von Lebensräumen) könnte die Attraktivität solcher Maßnahmen deutlich steigern.
3. Cross-Compliance-Regelungen Artikel 6 (Guter landwirtschaftlicher und ökologischer Zustand)	(1) Die Mitgliedstaaten stellen sicher, dass alle landwirtschaftlichen Flächen, insbesondere diejenigen, die nicht mehr für die Erzeugung genutzt werden, in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand erhalten bleiben. Die Mitgliedstaaten legen auf nationaler oder regionaler Ebene auf der Grundlage des in Anhang III vorgegebenen Rahmens Mindestanforderungen für den guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand fest; sie berücksichtigen dabei die besonderen Merkmale der betreffenden Flächen, einschließlich Boden- und Klimaverhältnisse, Bewirtschaftungssysteme, Flächennutzung, Fruchtwechsel, Wirtschaftsweisen und Betriebsstrukturen. Die Mitgliedstaaten legen keine Mindestanforderungen fest, die nicht in dem genannten Rahmen vorgesehen sind.	Die Regelungen des Cross-Compliance entsprechen der guten fachlichen Praxis in der Landwirtschaft und werden umgesetzt. Allerdings sind hinsichtlich bestimmter Faktoren, wie Erosionsschutz, die Regelungen des Cross-Compliance nicht ausreichend (BRÄUNING, 2010) und zusätzliche Agrarumweltmaßnahmen nötig.
4. VO (EG) Nr. 73/2009 (Dauergrünland-erhaltungsgebot)	In Folge ermächtigt §5 das DirektZahVerpflG die Länder zum Erlass einer Rechtsverordnung, Grünlandumbruch zu verbieten bzw. zu beschränken (Genehmigungspflicht), was bis zur Verpflichtung umgebrochenes Grünland wieder einzusäen oder auf anderen Flächen Dauergrünland anzulegen, führen	Regelungen werden umgesetzt.

## 4 Naturschutzfachliche Regelungen



	kann, immer bezogen auf das Referenzjahr 2003.	
5. BNatSchG § 5 Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft (gute fachliche Praxis)	2) Bei der landwirtschaftlichen Nutzung sind neben den Anforderungen, die sich aus den für die Landwirtschaft geltenden Vorschriften und aus § 17 Absatz 2 des Bundes-Bodenschutzgesetzes ergeben, insbesondere die folgenden Grundsätze der guten fachlichen Praxis zu beachten: eine standortangepasste Bewirtschaftung, der Schutz und die Verbindung von Biotopen, eine im Verhältnis zur bewirtschafteten Fläche ausgewogene Tierhaltung, der Schutz des Grünlandes in bestimmten Gebieten, die Erhaltung von Boden, Wasser, Flora und Fauna sowie Aufzeichnungen über den Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln.	Hier wäre eine sachgerechte Anpassung zur Gleichstellung mit der landwirtschaftlichen Tierhaltung notwendig, um Missstände zu verhindern: „eine im Verhältnis zur bewirtschafteten Fläche ausgewogene Tierhaltung, und Biogaserzeugung unter Berücksichtigung ausgewogener Nährstoffbilanzen und Anbauverhältnisse sowie der Versorgung des Bodens mit organischer Substanz“
6. Bauleitplanung (Flächennutzungsplan)	Privilegierungstatbestand Biogasanlagen des § 35 Abs. 1 Nr. 6 BauGB unter Buchst. b) lediglich, dass „die Biomasse ... überwiegend aus dem Betrieb oder überwiegend aus diesem und aus nahe gelegenen Betrieben“ stammt. Das Bundesverwaltungsgericht hat insoweit entschieden, dass vorbehaltlich siedlungsstruktureller oder betriebsspezifischer Besonderheiten des Einzelfalls Betriebsflächen dann „nahe gelegen“ sind, wenn sie nicht weiter als 15 bis 20 km von der Biogasanlage entfernt sind (BVerwG, U. v. 11.12.2008 - 7 C 6.08 -, ZNER 2009, S. 52, Rn. 26). Der übrige Teil der eingesetzten Biomasse (immerhin knapp die Hälfte) unterliegt auch bei landwirtschaftlichen Biogasanlagen hinsichtlich seines Herkunftsortes keinen Beschränkungen.  Der einzige realistische Weg, den Energiepflanzenanbau in bestimmte Bahnen lenken zu können, dürfte darin bestehen, auf Gemeindeebene vorhabenbezogene Bebauungspläne hinsichtlich nicht privilegierter Biogasanlagen aufzustellen und in diesem Zusammenhang eine vertragliche Vereinbarung mit dem jeweiligen Betreiber zu treffen, die auch Art und Umfang des Anbaus der Einsatzstoffe sowie ggf. deren Herkunft regelt (vgl. dazu oben 4.1.3.2). Hier obliegt es der Kommune und dem Betreiber, eine im jeweiligen Einzelfall sinnvolle und naturverträgliche Lösung zu finden.	Hier liegt eine Ungleichbehandlung gegenüber der Tierhaltung vor. Der Privilegierungstatbestand ist in Bezug auf die Tierhaltung deutlich großzügiger gestaltet.
7. Greening	Die gegenwärtige GAP stellt über die bestehenden Grundanforderungen hinaus (Cross Compliance) höhere Ansprüche an Umweltleistungen im Rahmen eines sogenannten „Greenings“. Diese mit einem Umfang von 30% der Direktzahlungen einhergehende Flächenprämie wird nur gewährt, wenn konkrete zusätzliche Umweltleistungen erbracht werden.	Neue Förderbedingungen, von Umsetzung kann ausgegangen werden.

## 5 Ökologische Aspekte ausgewählter Einsatzstoffe

Ursprünglicher Anlass der Analyse im Arbeitspaket 3 war die nach §27 Abs. 2 des EEG i.V.m. der Biomasseverordnung erfolgten Zuordnung von Anbaukulturen in unterschiedliche Einsatzstoffvergütungsklassen mit dem Ziel, die Energieerzeugung aus besonders naturverträglichen Einsatzstoffen speziell zu vergüten. Mit der Untersuchung sollte die Einordnung der Substrate in die Einsatzstoffvergütungsklassen (EVK) aus naturschutzfachlicher Sicht überprüft werden. Dabei wurde vorrangig die Vorteilhaftigkeit der Einsatzstoffe der Vergütungsklasse II gegenüber den geringer vergüteten Einsatzstoffen der Klasse I analysiert. Im Hintergrund wurde dabei auch der Frage nachgegangen, ob eine Bewertung von Anbaukulturen hinsichtlich ihrer Naturverträglichkeit grundsätzlich überhaupt möglich ist oder die Naturverträglichkeit vielmehr von den Anbauverfahren und den Standorteigenschaften abhängig ist. Aufbauend auf den Ergebnissen wurden anschließend aus naturschutzfachlicher Sicht Vorschläge für eine neue Kategorisierung von Anbaukulturen erarbeitet.

Aufgrund der erneuten Novellierung des EEG im Jahr 2014 und der damit einhergehenden Abschaffung der Einsatzstoffvergütungsklassen wurde die ursprünglich geplante Neuordnung der Klassen jedoch hinfällig. Der Arbeitsinhalt wurde daher erweitert in Bezug auf die Prüfung, inwieweit die Nutzung naturschutzfachlich wertvoller Biomassen über verschiedene Agrarumweltprogramme angereizt wird (siehe Kapitel 6 - 7).

Um angemessene Lösungen für die mit dem Ausbau der Bioenergienutzung verbundenen Naturschutzkonflikte entwickeln zu können, müssen die naturschutzfachlichen Anforderungen auf der einen Seite und das EEG mit seinen Effekten und Steuerungsmöglichkeiten auf der anderen Seite gleichermaßen in den Blick genommen werden.

Von zunehmender Bedeutung für die Bioenergie sind Reststoffe aus der Landschaftspflege und der landwirtschaftlichen Produktion. Die Nutzung dieser Substrate wird allgemein mit positiven Wirkungen im Bereich des Naturschutzes verbunden.

### 5.1 Methodische Grundlagen / Vorgehensweise

Kenntnisse über die ökologischen Wirkungen der Bereitstellung von Einsatzstoffen sind die Grundlage für naturschutzfachliche Bewertungen der energetischen Nutzung von Biomasse. Aufgrund der komplexen Wirkzusammenhänge und der Vielzahl möglicher Einsatzstoffe bietet sich eine systematisierte Betrachtung an. Dafür ist grundlegend zwischen Anbaubiomasse und Reststoffen zu unterscheiden, denn die jeweiligen Rahmenbedingungen der Biomassebereitstellung zur energetischen Nutzung weichen zum Teil stark voneinander ab.

Aufbauend auf der Recherche einschlägiger Literatur sowie aktueller Studien erfolgte zunächst eine gutachterliche Kategorisierung relevanter Einsatzstoffe, unterschieden nach Anbaubiomasse und Reststoffbiomasse. Diese bildete die Grundlage für die auf der Einordnung der Wirkungen unterschiedlicher Kulturen sowie ihrer Anbau- und Erntevarianten basierenden, ökologischen Analyse von Einsatzstoffen in der Bioenergieerzeugung. Im Anschluss wurde eine Auswahl von Anbaukulturen in Abstimmung mit dem AG festgelegt, welche im Vorhaben hinsichtlich ihrer Wirkung auf die naturschutzfachlichen Schutzgüter im Rahmen einer Expertenbefragung zu bewerten war. Aus den

Ergebnissen der Experteneinschätzung ließen sich abschließend Hinweise für die naturschutzfachliche Überprüfung der Anbaukulturen und der Einsatzstoffklassen ableiten.

## 5.2 Kategorisierung der Einsatzstoffe

Die im Rahmen des Vorhabens zu untersuchenden Reststoffe auf der einen Seite sowie Anbaukulturen und die damit verbundenen relevanten Anbauverfahren auf der anderen Seite sind in vieler Hinsicht unterschiedlich. Voraussetzung für die Analyse war deshalb die Kategorisierung und Beschreibung der Einsatzstoffe. Aufgrund der sehr großen Anzahl möglicher Einsatzstoffe und Bereitstellungspfade bzw. Bewirtschaftungsformen erfolgte zunächst eine Auswahl praxisrelevanter sowie neuer, aus Naturschutzsicht vorteilhafter Anbaukulturen. Ziel war es, eine handhabbare Anzahl der diskussionswürdigen Einsatzstoffe, insbesondere aus den Einsatzstoffvergütungsklassen, zu erhalten. Die Auswahl wurde abschließend mit den Experten des projektbegleitenden Arbeitskreises (PAK) diskutiert und in Abstimmung mit dem Auftraggeber festgelegt.

Im Folgenden werden zuerst die ausgewählten Einsatzstoffe aus dem Bereich der Anbaubiomasse beschrieben. Anschließend erfolgt die Beschreibung der Reststoffe aus der Landschaft und Landwirtschaft, die für eine energetische Nutzung in Frage kommen.

### 5.2.1 Ausgewählte Einsatzstoffe - Anbaubiomasse

Die Auswahl der zu untersuchenden Kulturen und Verfahren erfolgte unter der Prämisse zunächst Einsatzstoffe zu berücksichtigen, welche praxisrelevant sowie voraussichtlich mit naturschutzfachlichen Vorteilen verbunden sind. Kulturen aus der Einsatzstoffvergütungsklasse II wurden entsprechend übernommen, obwohl die Kulturen zum Teil unzureichend definiert sind. Dabei ist die letztlich getroffene Auswahl keinesfalls abschließend und kann jederzeit durch weitere Anbaukulturen oder -verfahren ergänzt werden. Zu den ausgewählten Kategorien gehören:

- Anbaukulturen mit vermuteter vorteilhafter Wirkung auf die naturschutzfachlichen Schutzgüter, (darin enthalten die Kulturen der EVK II).
- Die drei aktuell wesentlichsten Biogaskulturen: Silomais, Grassilage und Getreide-Ganzpflanzensilage.
- Die wichtigsten als Kurzumtriebsplantagen (KUP) angebauten Arten.

Die drei Kategorien umfassen sechs annuelle Hauptfrüchte, 13 über/mehrfährige Hauptfrüchte, die Zwischenfrucht Phacelia sowie weitere Anbaukulturen mit und ohne Leguminosen als auch verschiedene für den Kurzumtrieb geeignete Arten. Weiterhin enthalten ist eine Vielzahl unterschiedlicher Anbau- und Erntevarianten. Eine entsprechende Übersicht geben Tabelle 5-1 bis

### Reststoffe aus der Landschaft

Bei der Pflege und Unterhaltung von Vegetationsflächen in der Landschaft fallen ebenfalls Biomassen an, welche energetisch verwertet werden können (vgl. **Fehler! Ungültiger Eigenverweis auf Textmarke.**). Das anfallende Material aus unterschiedlichen Biotoptypen lässt sich übergeordnet in Grün-, Strauch- und Baumschnitt gliedern. Für die Biogasproduktion ist lediglich der Grünschnitt von Relevanz.

Die Pflege und der damit verbundene Anfall von Biomassereststoffen aus der Landschaft sind meist aufgrund bestehender naturschutzfachlicher und nutzungs- bzw. sicherungstechnischer Anforderungen notwendig. Das Aufkommen ist also von der Intention, die Biomasse energetisch zu verwerten, unabhängig. Daraus folgt, dass eine Bewertung der Naturverträglichkeit, anders als beim gezielten Anbau von Biomasse zur energetischen Nutzung, allein auf den alternativen Umgang mit dem Material abstellen muss. Wesentliche Grundlage für die Bewertung sind deshalb die aus der energetischen, im Vergleich zur sonst üblichen Nutzung resultierenden Effekte.

Tabelle 5-5. Diese zeigen, dass bei der Auswahl der Kulturen in Verbindung mit Anbau- und Erntevarianten neben den annualen Hauptfrüchten ein Augenmerk auf über- und mehrjährige Anbaukulturen gelegt wurde.

Tabelle 5-1 Auswahl der im Vorhaben zu bewertender annualer Hauptfrüchte

Anbaufrucht	Anbau- und Erntevarianten
<b>Annuelle Hauptfrüchte</b>	
Winterweizen	Körner (Wi)
Silomais	in Einzelkornsaat in Mulchsaat mit Untersaat Corn-Cob-Mix (CCM) / Lieschkolbenschrot
Sorghum	in Einzelkornsaat in Mulchsaat mit Untersaat
Getreide Ganzpflanzensilage	GP (Wi) GP (So)
Gemenge mit Leguminosen (z.B. Wickroggen, Wintererbsen-Winterroggen-Gemenge (Wi); Sommergetreide mit Erbsen, Wicken, Ackerbohnen (So))	GP (Wi) GP (So)
Wildpflanzen	Blühstreifen, Blühflächen, Schonstreifen, Ackerrandstreifen

Bei den Früchten, die sowohl zur Energieerzeugung als auch für Nahrungs- und Futtermittelzwecke angebaut werden, sind die Anbauverfahren grundsätzlich ähnlich. Allerdings ist der Pflanzenschutzmitteleinsatz bei den Kulturen zur Ganzpflanzenernte, wie sie zur Biogaserzeugung verwendet werden, deutlich geringer als bei vielen Markfrüchten. Kulturen, die außerhalb der Biogaserzeugung nicht oder kaum verwertet werden können, z.B. Leguminosengemenge oder Wildpflanzenmischungen, werden üblicherweise während der Kulturzeit nicht mit Pflanzenschutzmitteln behandelt.

## 5.2.2 Erläuterungen zu den Kulturen und Anbauverfahren

### Winterweizen (Kornnutzung)

Die Erzeugung von Körnergetreide zur Biogaserzeugung unterscheidet sich im Prinzip nicht von der Getreideerzeugung für andere Zwecke. In der Praxis wird allerdings, v.a. bei den aktuellen



Marktpreisen, Getreide nicht gezielt zur Körnerproduktion für die Biogaserzeugung angebaut. Vielmehr werden häufig Bestände, die wegen Qualitätsbeeinträchtigungen (z.B. Lagergetreide mit Auswuchs oder Fusarienbefall) nur eingeschränkt für den Nahrungs- und Futtermittelsektor geeignet sind, zur Biogaserzeugung geerntet und eingelagert. Gerade in 2014 zeigte sich der Vorteil der Verwertungsmöglichkeit im energetischen Bereich. Aufgrund der Witterungsbedingungen ging Getreide in einigen Regionen in hohem Umfang ins Lager ohne dass ein Drusch möglich war. Die Körner weisen dann üblicherweise erhöhte Gehalte an Fusariumtoxinen auf, v.a. Deoxynivalenol (DON). Durch die Nutzung solcher Getreidemengen im Biogasbereich wird, für nicht im Futter- oder Nahrungsmittelsektor verwertbares Getreide, eine Verwendung ermöglicht.

### Silomais

Da die Biogaserzeugung im Vergleich zur heute üblichen intensiven Tierproduktion etwas weniger eng definierte Qualitätsansprüche an die Aufwüchse stellt, umfasst der Anbau von Silomais zum Zweck der Biogaserzeugung gegenüber üblichem Futtermais ein etwas breiteres Sorten- und damit Qualitätsspektrum:

- Es besteht kein expliziter Bedarf an pansenstabiler Stärke (= hoher Kolbenanteil) zur Erreichung hoher Leistungen.
- Bei Nutztieren besteht die Notwendigkeit, das Futter in ca. 24h zu verwerten, demgegenüber beträgt die Verweilzeit in Biogasanlagen mit Energiepflanzen üblicherweise 40-100 Tage.
- Es können höhere Anteile an Grünmasse verwertet werden.
- Ein geringerer TS Gehalt (=Silage mit höheren Essigsäureanteilen) beeinträchtigt im Unterschied zur Futteraufnahme nicht die Vergärung.
- Bei geeigneter Siloanlage kann selbst Silosaft, der sich bei niedrigen TS-Gehalten bildet, in der Biogasanlage verwertet werden. Allerdings sind dann die technischen Voraussetzungen und die Einflüsse niedrigerer TS-Gehalte auf die Transportkosten zu beachten.

Weitgehend werden aber die gleichen Sorten und Anbauverfahren wie bei der Erzeugung von Futtermais eingesetzt. Es kommen hier jedoch im Vergleich zur Futtererzeugung in deutlich höherem Maße Anbauverfahren mit späterer Saat nach Winterzwischenfrüchten oder GPS zum Tragen, weil das Risiko geringerer TS-Gehalte weniger problematisch ist. Außerdem werden teilweise großrahmige, weniger kolbenbetonte Sorten mit höherer Reifezahl/FAO – Zahl angebaut (EDER & EDER, 2009). Diese produzieren mehr Biomasse und weisen aufgrund höherer Bestände und stärkerer Beschattung teils eine höhere Unkrautunterdrückung auf (z.B. gegen schwer bekämpfbare Wurzelunkräuter). Dies kann den Pflanzenschutzmittelaufwand für die Folgekulturen reduzieren. In warmen Jahren können solche Sorten die Vegetationszeit im Herbst besser ausnutzen. Dies bedingt dann spätere Erntezeitpunkte. Dann muss allerdings das Risiko feuchterer Bodenbedingungen zur Ernte beachtet werden. Wegen der intensiveren öffentlichen Diskussionen um die mit der Energiepflanzenerzeugung verbundene Monotonisierung der Landschaft und dem wachsenden Bewusstsein der werden Projekte und Anbauverfahren gefördert, die z.B. Blühstreifen oder ganzjährige Begrünung vorsehen („Projekt Farbe ins Feld“, 2010).



Beim Anbau von Kolbenmais (Körnermais) Corn-Cob-Mix (CCM) oder Lieschkolbenschrot der in wenigen größeren Biogasanlagen eingesetzt wird, gibt es keine Unterschiede gegenüber dem Anbau für Futterzwecke.

### **Sorghum**

Hirsen haben zur Biogaserzeugung in Deutschland lediglich dort eine Bedeutung, wo sie als Ganzpflanzen eingesetzt werden. Sie können daher als biogasbedingte Erweiterung des Anbauspektrums angesehen werden. Anbaubedingungen und Habitus haben zwar gewisse Ähnlichkeiten mit Mais, die Anbauzeiträume sind jedoch etwas später und die Wasser- sowie Nährstoffnutzungseffizienz höher (JÄCKEL, 2013). Unter phytosanitären Gesichtspunkten sind bei zu erwartendem Anbauumfang Vorteile zu erwarten und auch bei der Humusreproduktionsleistung können gegenüber dem Mais auf Grund der intensiveren Wurzelbildung eventuell bessere Wirkungen erwartet werden. Dazu sind jedoch langjährige Forschungen notwendig (JÄCKEL, 2013; JÄCKEL & THEIß, 2013).

### **Getreide zur Nutzung als Ganzpflanzensilage**

Getreide Ganzpflanzensilage hat außerhalb der Biogaserzeugung nur im Rinderbereich eine gewisse, dort aber sehr geringe Bedeutung. Zur Biogaserzeugung können im Vergleich zur Futternutzung höhere Unkrautanteile toleriert werden (keine Einschränkungen bzgl. Schmackhaftigkeit, Giftpflanzenanteilen etc.).

Wesentlich ist hingegen der Unterschied gegenüber dem Getreideanbau zur Körnerproduktion. Im Vergleich dazu können bei Getreide Ganzpflanzensilage zur Biogaserzeugung meist ohne größere Probleme Beikräuter toleriert werden, soweit diese den gesamten Biomasseertrag nicht erheblich reduzieren. Auch Mischbestände verschiedener Sorten und Arten (Menggetreide) sind möglich. Wenn dies im Management berücksichtigt wird, kann die floristische Biodiversität erhöht werden, vermutlich auch die faunistische.

Ein wesentlicher Unterschied bei Getreide Ganzpflanzensilage gegenüber dem Getreideanbau zur Körnerproduktion sind die deutlich früheren und dabei variableren Erntezeitpunkte, meist im Bereich der Milch- bis Teigreife. Dabei müssen auch die abweichenden Optionen zur Nachnutzung (Zweitfruchtbau, Zwischenfruchtbau) berücksichtigt werden.

### **Gemenge mit Leguminosen**

Als Leguminosengemenge werden insbesondere Wickroggen, Wintererbsen-Winterroggen-Gemenge (Wi); Sommergetreide mit Erbsen, Wicken sowie Ackerbohnen (So) angebaut und eingesetzt.

Für Gemenge mit Leguminosen gelten, soweit es sich, wie oben beispielhaft genannt, um Getreidegemenge handelt, die gleichen Anbauzeiträume wie für Getreide Ganzpflanzensilagen. Gegenüber diesen sind einige Managementaspekte eindeutig positiver zu bewerten. Dies gilt insbesondere für den weitgehenden Verzicht auf Pflanzenschutzmaßnahmen. Neben den Beikräutern liefern auch die Leguminosen positive Beiträge für die faunistische Vielfalt. Dies gilt insbesondere für Gemenge, die in Verbindung mit den Erntezeitpunkten längere Blühzeiträume für blütenbesuchende Insekten anbieten. Zentrale Notwendigkeit dazu ist ein ausreichender Leguminosenanteil. Dieser lässt sich sehr einfach und eindeutig über eine Begrenzung der Düngung mit leicht verfügbarem Stickstoff

steuern. Beispielsweise könnte die Stickstoffdüngung für Leguminosengemenge in Hauptfruchtstellung auf max. 50 kg N/ha/a aus Düngemitteln mit einem C/N- Verhältnis  $< 15$  begrenzt werden, um eine erhöhte Vergütung zu erhalten. Damit könnte die Grunddüngung über C-reiche organische Dünger (strohreicher Festmist, separierte feste Gärreste) abgedeckt werden, ohne den Leguminosenanteil mit seinen positiven Wirkungen einzuschränken. Zur Kontrolle reichen die Unterschrift des produzierenden Landwirts sowie stichprobenartige Kontrollen der nach Cross Compliance notwendigen Nährstoffbilanzen. Ein sinnvoller Ertrag lässt sich bei knapper Stickstoffdüngung nur mit ausreichenden Leguminosenanteilen sichern. Damit sind gleichzeitig erhebliche Einsparungen an mineralischem N-Dünger verbunden, weil die N-reichen Gärreste auf bedürftigen anderen Kulturen genutzt werden müssen und dort Mineraldünger ersetzen.

Damit werden erstens die mit der Einsparung von Mineraldünger eingesparten Emissionen an Treibhausgasen (produktionsseitige energiebedingte und Lachgasemissionen) erzielt. Die Lachgasemissionen aus Gärrest-N nach Ausbringung werden dabei gemäß dem aktuellen Stand des Wissens als vergleichbar zu den Emissionen nach Mineraldüngereinsatz (je 1 % des Dünges N werden in Lachgas umgewandelt). Außerdem führt die Verminderung der Düngung auf den Flächen mit Leguminosengemengen direkt zu einer Minderung der Lachgasemissionen, soweit die N-reichen Aufwüchse geerntet werden. Ein wichtiger Effekt von Leguminosengemengen ist die höhere Humusproduktion gegenüber reinem Ganzpflanzengetreide (KÖRSCHENS u. a., 2004).

### **Wildpflanzen**

Wildpflanzengemenge bzw. Blümmischungen haben zunächst eine sehr breite Amplitude bezüglich des möglichen Managements. Sie können als linienförmige Elemente (Randstreifen, Schneisenstreifen) in annuelle Kulturen eingebunden sein sowie auf Grenzertragsflächen, Restflächen oder normalen Anbauflächen überjährig, einjährig oder mehrjährig flächendeckend angebaut werden.

Generell bedeuten Wildpflanzengemenge bzw. Blümmischungen einen weitgehenden Verzicht auf chemischen Pflanzenschutz. Dadurch erhöhen sie die floristische Biodiversität und vermutlich häufig auch die faunistische Biodiversität. Vergleichbar zur Darstellung für die Leguminosengemenge kann auch bei den Wildpflanzengemengen bzw. Blümmischungen das Stickstoffmanagement sein, soweit ausreichende Leguminosenanteile vorhanden sind.

Die streifen- oder mosaikartige Integration von solchen Gemengen erhöht die Grenzflächendichte der Agrarlandschaft und erhöht auf diese Weise die Biodiversität. Mit steigender Kulturdauer sind zunehmend positive Effekte auf die Biodiversität, die Vermeidung von Erosion sowie von Stoffausträgen in Grund- und Oberflächengewässer, die Verbesserung der Infiltration als auch die Verbesserung der Humusproduktionsleistung zu erwarten.

In der Einsatzstoffvergütungskategorie sind Blühstreifen, Blühflächen, Schonstreifen, Ackerrandstreifen und Wildblumenaufwuchs in einer Kategorie zusammengefasst. Von den einzelnen Typen mit unterschiedlichen Ausprägungen sind jedoch differenzierte Auswirkungen auf Natur und Landschaft zu erwarten. Ebenfalls wesentlich für das jeweilige Wirkspektrum sind die Ausstattung und das Management der zunächst unspezifischen Pflanzenmischungen.

Für viele Insekten sind relativ kleine Ackerrandstreifen als Habitate ausreichend. Idealerweise liegen diese entlang von Hecken oder Baumgruppen. Vögel und kleine Säugetiere bedürfen hingegen

Blühstreifen von mindesten zehn Meter Breite für eine entsprechende Nahrungs- und Rückzugsrelevanz. Blühstreifen innerhalb von Ackerschlägen begünstigen vor allem die Vernetzung von Lebensräumen in der Landschaft. Blühflächen bieten vornehmlich für Honig- und einige Wildbienenarten ein reiches Nektar- und Pollenangebot (KRONENBITTER & OPPERMANN, 2013). Schonstreifen, z.B. entlang von Biotopen, Hecken, Gewässern und auf erosionsgefährdeten Hängen dienen vornehmlich als Puffer und Erosionsschutz und erfüllen somit einen anderen naturschutzfachlichen Zweck (OPPERMANN u. a., 2012). Bei Wildblumenaufwüchsen steht der Blühaspekt ebenfalls nicht zwangsläufig im Vordergrund.

Neben den verschiedenen Flächentypen und -funktionen sind die Eigenschaften des ein-, über- oder mehrjährigen Anbaus von maßgeblicher Bedeutung für die Auswirkungen auf die naturschutzfachlichen Schutzgüter. Wildtieren bieten die mehrjährigen Blühflächen und -streifen im Regelfall die besten Lebensbedingungen. Dabei bestehen mehrjährige Mischungen häufig sowohl aus Kultur- als auch aus Wildpflanzen. So haben sich bspw. Wildbienen an bestimmte, häufig aus regionalem Saatgut stammende Wildpflanzen angepasst. An bestimmten Standorten können langsam wachsende Wildpflanzen sich ggf. nicht gegen schnell ausbreitende, sommerkeimende Unkräuter durchsetzen. In diesem Fall sind ein- oder überjährige Mischungen zu bevorzugen, da diese häufig aus durchsetzungsfähigen Kulturpflanzen bestehen. Damit geht jedoch der besonders positiv zu wertende Aspekt von überjährigen Mischungen, nämlich die frühe Blüte im zweiten Jahr, verloren. Denn die im April oder Mai gesäten einjährigen Mischungen blühen erst im Juni. Für viele Bienenarten ist dieser Zeitpunkt relativ spät (KRONENBITTER & OPPERMANN, 2013).

### Wildpflanzen mit Leguminosenanteil

Durch einen Leguminosenanteil werden Wildpflanzenmischungen weiter aufgewertet. Alle Leguminosenarten bilden in Dauerbeständen Blüten und erweitern so das Nahrungsspektrum für Blütenbesucher. Als Nahrungsgrundlage sind sie auch von Kleinsäugetern geschätzt, die wiederum die wichtigste Nahrungsquelle für Beutegreifer sind. Die biologische N<sub>2</sub>-Fixierung vermindert den Stickstoffdüngungsbedarf des Bestandes und erlaubt, einen Teil des Gärrestes zu konventionellen Marktfrüchten zu düngen. So kann u.U. bei diesen Früchten Mineraldünger-Stickstoff eingespart werden.

Tabelle 5-2 Auswahl der im Vorhaben bewerteten über/mehrjährigen Hauptfrüchte

Anbaufrucht	Anbau- und Erntevarianten
<b>über/mehrjährige Hauptfrüchte</b>	
Ackergras (Grassilage)	(>3 Schnitte)
Dauergrünland	(>3 Schnitte) (2 Schnitte)
Kleegras	(>3 Schnitte) unter zusätzlicher Berücksichtigung einer Obergrenze zur N-Düngung
Sida	GP
Szarvasigras	GP
Miscanthus	GP

Durchwachsene Silphie	GP
Igniscum/ Knöterich	GP
Energie-Ampfer	GP
Lupine	GP
Wildpflanzen mit Leguminosenanteil	Blühstreifen, Blühflächen, Schonstreifen, Ackerrandstreifen
Topinambur	Kraut

### Durchwachsene Silphie

Neben den traditionellen Futterbaugemengen (Klee- oder Luzernegrasbestände) gehören vor allem mehrjährige Kulturen zu den aussichtsreichen, besonders naturverträglichen Substraten zur Biogaserzeugung. Von den aussichtsreichsten dieser Kulturen (Durchwachsene Silphie, mehrjährige Wildpflanzengemenge, *Sida Hermaphrodita* und Szarvasigras) ist die Durchwachsene Silphie die bekannteste. Auf Grund der Bearbeitung als Futterpflanze in der DDR und der Bearbeitung als Biogassubstrat durch die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) bestehen für die Silphie auch die größten Anbauerfahrungen in Deutschland.

Die ursprünglich aus Nordamerika stammende durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum*) aus der Familie der Korbblütler (Asteraceae) bildet nach einem Rosettenstadium im Saat oder Pflanzjahr über viele Nutzungsjahre (>10) dichte und hohe Bestände. Die gelben, sonnenblumenähnlichen Blüten im Spätsommer stellen eine Bereicherung für das Landschaftsbild und für Blütenbesucher dar. Aus dem dichten Wurzelsystem lässt sich auf sehr gute Bodenschutzwirkungen, eine gute Humusreproduktion und die Minimierung von Nährstoffauswaschungen in Gewässer, bei effizienter Verwertung organischer Dünger schließen. Spätestens nach dem Etablierungsjahr kann auf chemischen Pflanzenschutz und Mineraldünger verzichtet werden. Die Kultur bildet keine Ausläufer, invasive Tendenzen sind nicht zu erwarten.

### Sida

Die aus Nordamerika stammende *Sida hermaphrodita*, Virginia- oder Futtermalve gehört zur artenreichen Gattung *Sida* aus der Familie der Malvengewächse (*Malvaceae*). Sie ist eine wüchsige Dauerkultur, die ein stark verzweigtes Wurzelsystem bildet, das bis zu 3 Meter Tiefe erreicht. Daraus lässt sich auf sehr gute Bodenschutzwirkungen, eine gute Humusreproduktion und die Minimierung von Nährstoffauswaschungen in Gewässer bei effizienter Verwertung organischer Dünger schließen.

In Deutschland kann bisher kaum auf Anbauerfahrung zurückgegriffen werden, im benachbarten Polen wird sie versuchsweise jedoch seit den 50er Jahren angebaut. Die Blütenbildung über einen langen Zeitraum im Sommer bietet eine gute Grundlage für Blütenbesucher, die geringe Bewirtschaftungsintensität (organische Düngung im Frühjahr und eine maximal zweimalige Ernte im Herbst bzw. im Sommer und Spätherbst/Winter) bietet gute Rückzugsräume. Die Kultur bildet keine Ausläufer, invasive Tendenzen sind nicht zu erwarten (FNR, 2014).

### Szarvasigras

In Deutschland wird Szarvasigras, das auch als Riesenweizengras oder ungarisches Gras bezeichnet wird, versuchstechnisch seit 2009 in Triesdorf bearbeitet. Nach der Etablierung bildet es mehrjährig

ausdauernde Bestände. Auch bei dieser Kultur lässt sich auf sehr gute Bodenschutzwirkungen, eine gute Humusanreicherung und die Minimierung von Nährstoffauswaschungen in Gewässer bei effizienter Verwertung organischer Dünger schließen. Auch bei dieser Kultur sind keine invasiven Tendenzen bekannt.

### **Ackergras**

Ackergras kann ohne chemischen Pflanzenschutz problemlos etabliert und bewirtschaftet werden. Über einen Schröpfschnitt und die Folgeschnitte werden die meisten Beikräuter vor der Samenreife abgeschöpft. Damit wird auch der Aufwand an Pflanzenschutzmittel (PM) in der Fruchtfolge minimiert. Dies gilt nicht nur für Herbizide, sondern durch Brechung der Infektionsketten und Habitats für Schädlinge auch für andere PM. Ackergrasbestände sind sehr konkurrenzstark. Nach der Abschöpfung der Beikräuter ist die Ausprägung der floristischen Biodiversität entsprechend relativ gering. Ackergras bietet jedoch, wenn auch in geringerem Ausmaß als Klee- oder Luzernegras oder Grünlandbestände eine Lebensgrundlage für Kleinsäuger, besonders Mäuse. Nach jedem Schnitt verlieren diese ihre Deckung, stellen also eine gute Beute für Greifvögel dar. Wegen der hohen Regenwurmabundanz sind die Flächen auch für Arten, die sich von Regenwürmern und Schnecken ernähren, interessant.

### **Dauergrünland**

Dauergrünland kann ohne chemischen Pflanzenschutz weitgehend problemlos bewirtschaftet werden (s. Ackergras). Die Erhaltung von DG ist eine wirksame Maßnahme zum Bodenschutz der entsprechenden Flächen (Humusvorrat, Erosion). Auch sind Einträge in Gewässer aus DG-Flächen üblicherweise gering. Intensiv geführte DG-Bestände sind wegen der guten Konkurrenzkraft leistungsfähiger Grünlandpflanzen floristisch meist recht artenarm. Bezüglich des N-Einsatzes benötigen grasreiche, intensiv geführte DG-Bestände, ähnlich wie intensiv geführte Ackergrasbestände, relativ hohe N-Gaben bezogen auf die produzierte Trockenmasse. Dies liegt an den vergleichsweise hohen Proteingehalten, die erzielt werden sollen. Hohe N-Gaben bedeuten hohe Lachgasemissionen. Bei verringerter N-Düngung können gute Erträge durch ausreichende Leguminosenanteile (v.a. Weiß- oder Rotklee) erreicht werden. Dies hat erhebliche Vorteile für die Treibhausgasbilanzen und für die Biodiversität. Zu beachten ist, dass insbesondere weißkleereiche Bestände auch im Herbst noch ein hohes Blütenangebot für entsprechende Insekten bereitstellen.

### **Klee-Gras**

Für Klee-Gras gelten die für Ackergras dargestellten Zusammenhänge in besonderer Form. Die Einflüsse auf die Biodiversität sind durch die Leguminosen deutlich stärker positiv (siehe auch DG). Der positive Effekt der Mineraldüngereinsparung durch biologische N<sub>2</sub>-Fixierung kommt ferner hinzu.

**Miscanthus** ist in seinen Standortsansprüchen ähnlich dem Mais zu bewerten und benötigt zur Nutzung seines vergleichsweise hohen Ertragspotenzials gut durchwurzelbare und wasserversorgte Böden. Seine Nährstoffansprüche liegen unter denen der bereits beschriebenen Intensivkulturen, jedoch über klassischen Agrarbaumarten, was sich ebenfalls auf den Entzug von Nährstoffen über das Erntegut bezieht. Dieser könnte jedoch über die Wahl des Erntezeitpunktes reduziert werden, da im Herbst einerseits eine Rückverlagerung der Nährstoffe in die Rhizome erfolgt und andererseits durch den Laubfall im Winter ein Großteil im Kreislauf verbleibt und es durch den hohen Anteil organischen

Materials zu einem kontinuierlichen Humusaufbau kommt. Eine regelmäßige Nährstoffrückführung ist somit nur nach einer Identifikation von Mangelversorgungen zwingend erforderlich.

Durch die relativ geringe Konkurrenzstärke vornehmlich im Anlagejahr hat die intensive Saatbettvorbereitung und Herbizidanwendung bei der Etablierung von *Miscanthus* einen hohen Stellenwert. Fehlstellen können im Nachhinein nur schwer ausgeglichen werden, weshalb ferner bei der Pflanzung eine versetzte Anlage von Vorteil ist. Eine mechanische Unkrautbekämpfung mittels Striegel und Hacke ist ebenfalls möglich, im ersten Jahr aufgrund der noch empfindlichen Pflanzen jedoch nur in vorsichtiger Ausführung. Letztere würde wiederum die Biodiversität positiv beeinflussen. *Miscanthus*bestände weisen im Vergleich zum Mais eine höhere Artenvielfalt auf, ähnlich den von Schilfbeständen. Aufgrund der reduzierten Bearbeitungsintensität und des höheren Nischenanteils (horstweiser Wuchs), haben Beikräuter eine höhere Überlebenschance, welche wiederum Insekten als Nahrungsquelle dienen und damit die Biodiversität erhöhen (TFZ 2009).

### **Igniscum/ Knöterich**

Auch beim Riesenknöterich handelt es sich um eine mehrjährige Pflanze, auch bei dieser Kultur lässt sich auf sehr gute Bodenschutzwirkungen und die Minimierung von Nährstoffauswaschungen in Gewässer bei effizienter Verwertung organischer Dünger schließen. Die Humusreproduktion dürfte auf Grund des schwächeren Wurzelwerks geringer sein, als bei den o.g. Früchten (DBFZ, 2014). Bisherige Praxiserfahrungen zeigen Erträge bzw. im Biogasbereich Gasausbeuten, welche deutlich unter den Erwartungen liegen. Die Angaben, nach denen die zur Biogaserzeugung angebotene Sorte keine Ausläufer bildet und daher nicht invasiv sei, kann mangels Erfahrung nicht beurteilt werden. Für Riesenknöterich selbst ist die Invasivität bekannt, dies sollte bei möglichem Anbau berücksichtigt werden.

### **Energie-Ampfer**

Energie-Ampfer oder Rumex wurde im letzten Jahrhundert in der Ukraine unter dem Namen Savnat als Futterpflanze gezüchtet. In der EU ist die pflanzenbauliche Bearbeitung nur aus Tschechien bekannt. Es kann als vieljährige Dauerkultur angebaut werden, die tiefe Pfahlwurzel schließt auch den Unterboden gut auf. Auch bei dieser Kultur lässt sich auf sehr gute Bodenschutzwirkungen und die Minimierung von Nährstoffauswaschungen in Gewässer bei effizienter Verwertung organischer Dünger schließen. Von den Ertragserwartungen, den Standort- und Bewirtschaftungsansprüchen her scheint Rumex auch unter Naturschutzaspekten vielversprechend. Zur invasiven Tendenzen gibt es zwar keine bekannten Ergebnisse, allerdings sind mit Blick auf das Verbreitungsverhalten einheimischer Ampferarten unter Berücksichtigung der Wuchshöhe und vermutlichen Konkurrenzkraft des Rumex invasive Tendenzen zu erwarten. Ein möglicher Anbau sollte also auf ausreichende Entfernung zu angrenzenden Grünland- und Ruderalflächen, besonders in Gewässernähe achten. Gegebenenfalls sollte ein Randstreifen als Futterbaubestand mit hoher Schnitthäufigkeit angelegt werden (z.B. Weißklee-Weidelgrasgemenge), um eine Ausbreitung zu verhindern und gleichzeitig ganzjährig Blütenbesuchern Nahrung zu bieten.

### **Lupine**

Die Staudenlupine könnte ebenso wie Steinklee eine Dauerleguminose zur Aufwertung bzw. Rekultivierung karger Standorte (z.B. Kippenböden) sein. Die tiefe Durchwurzelung des Bodens, die geringen Standortansprüche, der Humusaufbau und die biologische N<sub>2</sub> - Fixierung prädestinieren diese



Kultur dafür. Da die Staudenlupine prinzipiell während des ganzen Sommers blüht, bietet sie in der nahrungsarmen Zeit eine gute Futtergrundlage für Blütenbesucher. Bei einem möglichen Anbau sind allerdings Vorkehrungen wegen der bekannten invasiven Tendenzen zu beachten. Insbesondere sollte kein Anbau in der Nähe von Ruderalflächen erfolgen. Ein intensiver schnittgenutzter Randstreifen sollte als Schutzmaßnahme gegen eine ungehinderte Ausbreitung geprüft werden.

### Topinambur

Topinambur kann ein- oder mehrjährig angebaut werden, es können sowohl die oberirdischen Stengel als auch die unterirdischen frostfesten Sprossknollen geerntet werden. Entsprechend unterschiedlich sind auch die ökologischen Auswirkungen einzuschätzen: Ist die Knollenernte angestrebt, ist eine Rodung notwendig, der Boden wäre also während des Winters und zeitigen Frühjahrs ungeschützt (vergleichbar zu Rüben oder Kartoffeln). Ist die reine Krauternte angestrebt, ist dies hingegen unproblematisch. Wegen der invasiven Tendenzen sollte ein Anbau in der Nähe von Auenbereichen unterbleiben und Vorkehrungen gegen eine Verbreitung getroffen werden. Zur effektiven Beseitigung nach Ende der Kultur hat sich die Beweidung mit Schweinen bewährt, die die Sprossknollen auswühlen. Auch ein intensiv mehrschurig genutzter Futterbau-Leguminosenbestand (z.B. Weißklee-Weidelgras) dürfte eine effektive Maßnahme zur Bereinigung der Flächen nach Kulturende darstellen.

Tabelle 5-3 Auswahl der im Vorhaben bewerteten Zwischenfrüchte

Anbaufrucht	Anbau- und Erntevarianten
<b>Zwischenfrüchte</b>	
Phacelia	GP, Einzelbeispiel für Sommerzwischenfrucht ohne Leguminosen, bewertet, da explizit in EK 2 der Biomasseverordnung 2012 erwähnt
Zwischenfruchtgemenge mit Leguminosen	Blanksaat Sommerzwischenfrucht (z.B. Gras-Perserklee/Alexandrinerklee; Nichtleguminosen-Sommerwicken, Grünfuttererbse, Ackerbohnen, Sommerklee oder Lupinen) Blanksaat Winterzwischenfrucht (z.B. Landsberger Gemenge; Klee gras; Winterroggen-Wintererbse-Gemenge; Wickroggen)
Zwischenfruchtgemenge ohne Leguminosen	Blanksaat Sommerzwischenfrucht (z.B. Einjähriges Weidelgras; Buchweizen; Sommerkruzifere; Sommergräser) Blanksaat Winterzwischenfrucht (z.B. Welsches-Weidelgras; Grünroggen; Winterrüben)

### Zwischenfrüchte (z.B. Winterrüben, Phacelia)

Zwischenfrüchte, z.B. Winterrüben und Phacelia haben vielfältige positive Einflüsse auf Agrarökosysteme, die in der Ausprägung von ihrer Bewirtschaftung bestimmt werden. Sie dienen dem Bodenschutz durch Humusmehrung, Beschattung, Durchwurzelung und erweitern das Nahrungsspektrum für Insekten und Kleinsäuger. Durch die unkrautunterdrückende Wirkung und die Brechung von Infektionsketten bieten sie pflanzenbauliche Vorteile und können aus Naturschutzsicht den chemischen Pflanzenschutz vermindern. Dazu ist allerdings auf eine Auswahl passend zur Fruchtfolge zu achten. Phacelia und Buchweizen können hier eine besondere Rolle spielen, weil deren Familien als Kulturpflanzen keine (Phacelia) bzw. kaum eine (Buchweizen) Rolle spielen.

Generell ermöglichen Zwischenfrüchte die Verbesserung und Erhaltung wichtiger Bodenfunktionen, den Schutz der Gewässer vor verschiedenen Einträgen. Sie erhöhen die Biodiversität in der Feldflur und sind eine Bereicherung fürs Landschaftsbild. Die letzten beiden Effekte gelten besonders, wenn blühende Arten eingesetzt werden und auch zur Blüte kommen. Über verschiedene Mechanismen kann der Einsatz von Zwischenfrüchten auch den Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel (PM) in der Fruchtfolge vermindern. Der Anbau von Zwischenfrüchten selbst erfordert keinerlei PM-Einsatz.

Zwischenfrüchte können Nährstoffüberschüsse der Hauptkulturen vor der Auswaschung schützen. Allerdings setzt dies voraus, dass sie im Spätsommer/ Herbst nicht gedüngt werden

### **Zwischenfrüchte mit Leguminosen**

Bei Einsatz von Leguminosen in Zwischenfruchtgemengen kann ohne wesentliche Ertragsverluste (z.B. Ausnahme Weidelgras) auf eine N-Düngung verzichtet und damit Lachgasemissionen vermieden werden. Dies bedeutet einen zusätzlichen Gewinn über biologische  $N_2$ -Fixierung in Marktfruchtregionen (vgl. Stinner 2011)

Die N-Versorgung der Zwischenfrüchte erfolgt dabei zum überwiegenden Teil aus der Mobilisierung mineralischer N-Vorräte inkl. der Nachmineralisierung. Hinsichtlich der Entleerung der Bodenvorräte sind sie gegenüber den Leguminosen meist bevorteilt, v.a., wenn sowohl grasartige als auch krautige Partner in Mischung sind, mit einer entsprechend optimierten Wurzelraumnutzung.

Die Gärreste können dann gezielt zu nicht-legumen Marktfrüchten appliziert werden, müssen dafür aber bis zum passenden Ausbringungszeitraum gelagert werden. Wenn Zwischenfrüchte ohne N-Düngung, d.h. ohne Düngemittel mit einem C/N- Verhältnis  $< 15$  eine erhöhte Vergütung erhalten, wird verhindert, dass Betriebe mit übermäßiger Ausbringung von Gärrest/Gülle aus Gründen fehlender gebauter Lagerkapazitäten besonders gefördert werden. Damit könnte die Grunddüngung über C-reiche organische Dünger (strohreicher Festmist, separierte feste Gärreste) abgedeckt werden, ohne den Leguminosenanteil mit seinen positiven Wirkungen einzuschränken. Zur Kontrolle in der Praxis sind die Unterschrift des produzierenden Landwirts sowie stichprobenartige Kontrollen der nach Cross Compliance notwendigen Nährstoffbilanzen ausreichend. Ein sinnvoller Ertrag lässt sich bei knapper Stickstoffdüngung nur mit genügenden Leguminosenanteilen sichern. Damit sind gleichzeitig erhebliche Einsparungen an mineralischem N-Dünger verbunden, weil die N-reichen Gärreste auf bedürftigen anderen Kulturen genutzt werden können und dort Mineraldünger ersetzen.



## Energieholz / Kurzumtriebsplantagen

Tabelle 5-4 Auswahl der im Vorhaben bewerteten Kulturen für Kurzumtriebsplantagen (KUP)

Anbaufrucht	Anbau- und Erntevarianten
<b>Kurzumtriebsplantagen (KUP)</b>	
Pappel	Flächen, mittlere Umtrieb (3-5Jahre) Streifen, mittlere Umtrieb (3-5Jahre) Flächen, langer Umtrieb (>5 Jahren) Streifen, langer Umtrieb (>5 Jahren)
Weide	Flächen, kurzer Umtrieb (0-3 Jahre) Streifen, kurzer Umtrieb (0-3 Jahre) Flächen, mittlere Umtrieb (3-5 Jahren) Streifen, mittlere Umtrieb (3-5Jahre)
Robinie	Flächen Streifen
heimische Arten (BLE übergreifend)	Flächen Streifen

Für den Anbau von Agrarholz auf nationaler Ebene nutzt man zum überwiegenden Teil die Baumarten Pappel und Weide, insbesondere deren ertragsstarke Hybriden. Ursächlich sind, neben den förderrechtlichen Vorgaben betreffs der Beihilfefähigkeit auf landwirtschaftlichen Flächen (BLE, 2010), Entscheidungsparameter wie z.B. schnelles Jugendwachstum, sicheres Anwuchsverhalten, sehr gutes und lang anhaltendes Stockausschlagsvermögen und eine vergleichsweise hohe Dichtstandsverträglichkeit. Weitere vorwiegend ökonomische Gründe für die Nutzung von Pappel- und Weidenarten ist ihre leichte und kostengünstige Vermehrbarkeit (Stecklinge) und die relativ geringen Ansprüche an die Standortqualität, sofern ausreichend Wasser in der Vegetationszeit zur Verfügung steht. Hinsichtlich der geringen Ansprüche an den Standort gibt es ferner noch prädestinierte Baumarten, wie z.B. die Robinie oder Aspe, welche jedoch auf Seiten der Vermehrbarkeit wesentlich aufwendiger und damit kostenintensiver<sup>1</sup> sowie auf Seiten der Erträge weniger erwarten lassen, weshalb sie letztlich in deutlich geringerem Umfang angebaut werden.

In Abhängigkeit der standörtlichen Voraussetzungen und des Produktionszieles kann Agrarholz hinsichtlich seines Anbauportfolios die möglicherweise größte Bandbreite innerhalb der Energiepflanzen aufweisen. Ob nun begründet als Steckholz oder bewurzelte Pflanze, in Form eines Plantagenblocks oder Streifensystems, können auch die Anbauverfahren entsprechend variieren. Ferner ist über die Wahl der Umtriebszeit und möglicher gestaffelter Ernten eine hohe Flexibilität hinsichtlich standortsadaptierter Befindlichkeiten gegeben. Klassische Kriterien von Dauerkulturen wie z.B. eine vergleichsweise extensive Bewirtschaftung sowie eine Nutzungsdauer von deutlich über 20 Jahren führen explizit beim Agrarholz zu einer Reihe positiver boden- und bestandsökologischer Auswirkungen.

<sup>1</sup> Keine Vermehrung über Stecklinge möglich, Anbau erfolgt i.d.R. über bewurzeltes Pflanzenmaterial.

Hinsichtlich der Anbauverfahren von Agrarholz unterscheidet man einerseits zwischen der Begründung der Fläche mittels vegetativen Vermehrungsgutes oder aber bewurzelter Pflanzen. Das vegetative Vermehrungsgut wird in Form von Stecklingen, Steckruten oder Setzstangen in den Boden gebracht. Die ökonomischste und auch gebräuchlichste Variante ist die Verwendung von Stechhölzern. Trotz des bereits erwähnten extensiven Charakters von Agrarholz bezieht sich dieses Charakteristikum nicht auf die Etablierungsphase. Durch die erst noch zu erfolgende Bewurzelung der Stecklinge und die entsprechend geringe Konkurrenzkraft gegenüber der Begleitvegetation, verlangt der erfolgreiche Anbau eine gründliche Pflanzbettvorbereitung und den Einsatz von Herbiziden. Hinsichtlich Düngung ist auf landwirtschaftlichen Flächen lediglich nach langjähriger Nutzung bzw. durch Bodenuntersuchungen festgestellte zurückgehende Nährstoffgehalte eine Erhaltungsdüngung notwendig. Hinsichtlich der Biodiversität sind aufgrund des Dauerkulturcharakters mehrheitlich positive Effekte zu erwarten, was aufgrund einer starken Standortsabhängigkeit jedoch nicht verallgemeinert werden kann. Beispielsweise ist bezogen auf die Phytobiodiversität eine ausgeprägte Vegetationsdynamik von Offenlandarten hin zu Arten der Waldgesellschaften feststellbar, was je nach Priorisierung unterschiedlich bewertet werden kann. Im Zuge des Agrarholzanbaus ist es jedoch mehr als bei anderen Dauerkulturen möglich, bestimmte Zielsetzungen auch in Richtung einer Priorisierung der Biodiversität durch Anpassung des Flächenmanagements (linienförmige Systeme, Staffelung der Bewirtschaftungsintervalle, Baumartenauswahl und Pflanzdichte, etc.) zu erreichen.

Die **Pappel** ist aktuell mit den zur Verfügung stehenden Hochleistungsklonen die zuwachsstärkste Baumart im Kontext des nationalen Agrarholzanbaus. Ihre Leistungsfähigkeit kommt vornehmlich bei mittleren bis langen Umtriebszeiten zum Tragen. Hinsichtlich des Anbauverfahrens gibt es im Falle der Stecklingsnutzung keine großen Unterschiede zur Weide, die Pflanzverbände orientieren sich vornehmlich an der Umtriebszeit und der anvisierten Ernte- und Pflagechnik. Ob eine maschinelle Pflanzung oder Handpflanzung gewählt wird, ist abhängig von der Flächengröße und dem Pflanzverband, ökonomische Gründe sprechen jedoch in der Regel für ein maschinelles Pflanzverfahren. Für die Etablierungsphase ist relativ unabhängig von der Umtriebszeit eine gründliche Pflanzbettvorbereitung inkl. Herbizideinsatz notwendig. Letzterer erhöht sich unter Umständen bei längeren Umtriebszeiten für die Etablierungsphase aufgrund eines späteren Bestandschlusses (geringere Pflanzenanzahl/Fläche). Extensivere Varianten gäbe es über die Verwendung von Steckruten, was wiederum sehr standortsabhängig ist. Bezüglich des Düngedarfs kann die bereits getroffene Aussage bestätigt werden und ist auf landwirtschaftlichen Flächen erst nach konkreter Identifikation einer vorliegenden Unterversorgung notwendig. Hinsichtlich der Biodiversität ist insbesondere bei großblättrigen Sorten eine relativ schnelle Vegetationsdynamik zu verzeichnen, d.h. ein Wechsel von Offenlandarten zu Waldarten, was im Falle bestimmter Zielarten individuell berücksichtigt werden muss. Abgesehen von der Etablierungsphase findet keine Herbizidbehandlung und nur in Ausnahmefällen ein Pestizideinsatz statt.

Die auf kürzere Umtriebszeiten ausgerichtete **Weide** ist hinsichtlich ihrer Begründung mit der Pflanzung von Pappelstecklingen vergleichbar und hat lediglich bezogen auf die Erntefrequenz einen höheren Maschineneinsatz zu verzeichnen. Bezüglich der Beikrautbekämpfung mit Herbiziden gibt es ebenfalls keine wesentlichen Unterschiede zur Pappel.

Bezüglich der Düngung konnten bei der Weide im Gegensatz zur Pappel deutliche Effekte der Ertragssteigerung festgestellt werden, was sich vornehmlich auf eine gezielte Düngung mit Stickstoff

bezieht (KNUST, 2013). Eine Düngenotwendigkeit ist jedoch auf landwirtschaftlichen Standorten, wie bereits erwähnt, nur nach langer Nutzungsdauer und identifizierten Mangelsituationen erforderlich.

Die **Robinie** ist im Vergleich zu den bereits beschriebenen Baumarten prädestiniert für warme und schlecht wasserversorgte Standorte, wo sie sich aufgrund ihrer höheren Trockentoleranz gegenüber anderen Baumarten durchsetzen kann und dennoch mittlere Erträge erwirtschaftet werden können. Aufgrund der geringen Standortsansprüche und symbiotischen Stickstoffbindung ist eine Düngung der Flächen nicht erforderlich. Besagte Nährstoffanreicherung bzw. ihr Neophytencharakter sind bei der standörtlichen Auswahl insbesondere in der Nähe naturschutzfachlich wertvoller Biotope zu berücksichtigen und mit entsprechenden Mindestabständen zu begegnen.

Hinsichtlich der Anbauverfahren muss aufgrund der schwerer umzusetzenden vegetativen Vermehrbarkeit auf bewurzelt Pflanzmaterial zurückgegriffen werden, was sich (ebenso wie bei der Aspe) auf die Intensität des Anbauverfahrens sowohl ökologisch als auch ökonomisch negativ auswirkt. Eine Beikrautbekämpfung ist trotz der größeren Konkurrenzfähigkeit einer bewurzelten Pflanze in der Regel notwendig. Hinsichtlich des Pestizideinsatzes gibt es aufgrund der sowohl in den Blättern als auch im Holz enthaltenen toxischen Proteinen kaum relevante Schaderreger, welche eine Bekämpfung relevant machen würden.

**Heimische Arten (BLE übergreifend)** Eine Einmischung oder Begründung von Kurzumtriebsplantagen mittels autochthoner Baumarten ist aus naturschutzfachlicher Sicht in der Regel vorteilhaft, wird jedoch einerseits aus rahmenrechtlichen (Einhaltung der BLE-Liste zur Beibehaltung der Beihilfefähigkeit) und ökonomischen Gründen mit Bezug auf die Ertragsfähigkeit der betreffenden Baumarten nicht in der Praxis in Erwägung gezogen. Innerhalb der BLE-Liste hat man jedoch genügenden Spielraum, um auch auf besondere Standortkonstellationen zu reagieren und hinsichtlich Struktur, Artenmischung etc. die Zielsetzung hinsichtlich einer höheren Biodiversität mehr in den Fokus zu rücken.

### 5.2.3 Reststoffe

Ebenfalls im Rahmen des Vorhabens betrachtet werden die von zunehmender Bedeutung geprägten Reststoffe aus der Landschaft. Die Auswahl relevanter Reststoffe umfasst Material aus der Landschafts- und Grünflächenpflege sowie Stroh als auch tierische Reststoffe der EVK II, wie Festmist und Gülle.

#### Reststoffe aus der Landschaft

Bei der Pflege und Unterhaltung von Vegetationsflächen in der Landschaft fallen ebenfalls Biomassen an, welche energetisch verwertet werden können (vgl. **Fehler! Ungültiger Eigenverweis auf Textmarke.**). Das anfallende Material aus unterschiedlichen Biotoptypen lässt sich übergeordnet in Grün-, Strauch- und Baumschnitt gliedern. Für die Biogasproduktion ist lediglich der Grünschnitt von Relevanz.

Die Pflege und der damit verbundene Anfall von Biomassereststoffen aus der Landschaft sind meist aufgrund bestehender naturschutzfachlicher und nutzungs- bzw. sicherungstechnischer Anforderungen notwendig. Das Aufkommen ist also von der Intention, die Biomasse energetisch zu verwerten, unabhängig. Daraus folgt, dass eine Bewertung der Naturverträglichkeit, anders als beim gezielten Anbau von Biomasse zur energetischen Nutzung, allein auf den alternativen Umgang mit dem Material

abstellen muss. Wesentliche Grundlage für die Bewertung sind deshalb die aus der energetischen, im Vergleich zur sonst üblichen Nutzung resultierenden Effekte.

Tabelle 5-5 Auswahl relevanter Reststoffkategorien und deren Reststoffquellen

Reststoffkategorie	Reststoffquelle
Reststoffe aus der Landschaft	<b>Naturschutzfachliche Anforderung zur Pflege</b> Mager-, Trocken- und Halbtrockenrasen (Grünschnitt) Moore (Grünschnitt, Baum- und Strauchschnitt) <b>Zwergstrauchheiden (Baum- und Strauchschnitt )</b> Ruderalfluren (Grünschnitt, Baum- und Strauchschnitt)
	<b>Nutzungs- bzw. Sicherungstechnische Anforderung zur Unterhaltung</b> Streuobstwiesen (Grünschnitt, Baumschnitt) Feldgehölze, (Wall)hecken, Knicks der offenen Landschaft (Baum- und Strauchschnitt ) Ufer- und Verlandungsbereiche stehender und fließender Gewässer, Röhricht, Ried, Unterwasservegetation (Grünschnitt, Baum- und Strauchschnitt) Verkehrswegeränder (Grünschnitt, Baum- und Strauchschnitt) Öffentliche Grünanlagen (Grünschnitt, Baum- und Strauchschnitt)
Reststoffe aus der Landwirtschaft	Wirtschaftsdünger (Geflügel, Pferde, Rinder, Schafe, Ziegen, Schweine) Stroh Rübenblatt

Im Folgenden werden verschiedene Biotoptypen im Hinblick auf Zeitpunkten sowie der Art und Weise typischer Pflege- und Unterhaltungsmaßnahmen beschrieben. Darüber hinaus werden jeweils die qualitativen Eigenschaften des dabei anfallenden Materials sowie dessen alternativ zur energetischen Nutzung praktizierte Verwertung oder Entsorgung beschrieben. Auf dieser Grundlage werden die Reststoffkategorien im Anschluss gutachterlich bewertet.

Die Biotoptypen **Mager-, Trocken- und Halbtrockenrasen** umfassen krautige Offenlandstandorte, die auch ohne Rechtsverordnung oder Einzelanordnung nach § 30 BNatSchG unter besonderem Schutz stehen. Aufgrund der auf nährstoffarme Standorte angewiesenen Vegetation ist eine Entnahme der Biomasse erforderlich, um die Biotoptypen zu erhalten. Die Maßnahmen, i.d.R. ein- bis zweimalige Mahd pro Jahr, dienen vornehmlich der Eindämmung natürlicher Sukzessionsstadien. Das dabei anfallende Material besteht aus Gräsern (bspw. Schillergras oder Borstgras) und Kräutern und wird nicht selten kompostiert. Alternativ werden die genannten Grünlandtypen zum Teil im lockeren Gehüt beweidet oder kontrolliert abgebrannt. Letzteres vor allem dann, wenn die Mahd und die Bergung des Materials durch besondere Gegebenheiten, wie Bodenunebenheiten, Steinhäufen, Felsen oder Hanglagen erschwert wird (THRÄN u. a., 2009).

Zu den **Mooren** zählen Hoch-, Übergangs- und Niedermoore sowie Sümpfe, welche die Übergänge zum Niedermoor bilden. Die Vegetation setzt sich u.a. aus Torfmoosen, Rasenbinsen, karnivoren Pflanzen, Wollgras, Seggen, Rohrglanzgras, Wald-Simsen und Hochstauden zusammen. Zur Wiederherstellung oder zum Erhalt des naturschutzfachlichen Wertes der Flächen sind viele Moore aufgrund von Störungen des Wasserhaushaltes und aus Gründen des Arten- und Biotopschutzes auf Maßnahmen in einem Pflegerhythmus von etwa fünf bis acht Jahre angewiesen (THRÄN u. a., 2009). Das bei der

Entbuschung und Entkusselung von Moorheiden anfallende Material umfasst neben krautigem Material auch erhöhte Mengen holziger Anteile (LFULG, 2009).

Bei der Pflege von **Zwergstrauchheiden**, einem ebenfalls nach § 30 BNatSchG gesetzlich geschützten Vegetationstyp der Heidelandschaften (Sand-, Wachholder-, Ginsterheiden), fällt in erster Linie Landschaftspflegeholz an. Drei Viertel der Zwergstrauchheiden in Deutschland sind durch Sukzession gefährdet und auf eine regelmäßige Pflege angewiesen, wobei eine alternative Bewirtschaftung, die die Erhaltung der Biotope gefährdet, gesetzlich verboten ist. Da sich dieser Vegetationstyp durch unterschiedlich starke Bewuchs- und Sukzessionsstadien auszeichnet, besteht das anfallende Material größtenteils aus Stamm- und Astmaterial aus dem Rückschnitt von Pionierbaumarten wie Birken und Kiefern (LFULG, 2009). Das Material, das beim manuellen Schnitt anfällt, wird gegenwärtig überwiegend zerkleinert und auf der Fläche belassen oder verbrannt.

**Hecken, Knicks und Feldgehölze** sind traditionelle und prägende Struktur- und Biotopenelemente der Kulturlandschaft mit wichtigen ökologischen Funktionen, u.a. Lebensraumfunktionen für Pflanzen und Tiere (THRÄN u. a., 2009). Zum langfristigen Erhalt dieser landschaftlichen Strukturelemente sind Pflegemaßnahmen durchzuführen (WIEGMANN, K. u. a., 2007). In erster Linie ist es notwendig bestimmte Gehölze in gewissen Abständen sukzessive auf den Stock zusetzen. Kopfweiden werden bspw. alle fünf bis 15 Jahre in den Monaten Oktober bis Februar geschnitten (LFULG, 2009). Traditionell wurde das anfallende Material als Brennholz genutzt. Dieser Bedarf war zwischenzeitlich deutlich zurückgegangen (FACHDIENST NATURSCHUTZ, 1999), erlebt aber mit der jüngsten Entwicklung verstärkter Holzbedarfe eine verstärkte Nachfrage.

**Streuobstwiesen** sind ein kulturhistorisches, jahrhundertealtes Element in der freien Landschaft. Es werden weiträumig unterschiedliche Obstsorten angebaut. Die besondere Bedeutung der Streuobstwiese im Gegensatz zur herkömmlichen Obstplantage liegt in der großen Artenvielfalt der Flora und Fauna. Die Altersstruktur der Bäume ist dabei sehr heterogen. Alte Bäume, die zum Teil abgestorben sind, bleiben stehen. Zusammen mit dem artenreichen Unterwuchs bieten die Flächen einen idealen Lebensraum für viele Pflanzenarten und Tiere aller Gattungen. Spezifisch auf die Kulturform angewiesen sind bspw. der Gartenrotschwanz, der Wiedehopf und der Wendehals, die auf der Streuobstwiese ihren bevorzugten Lebensraum haben. Zur Pflege der häufig kleinparzellierten Streuobstwiesen werden einerseits die Wiesen kurz gehalten und andererseits der Baumbestand geschnitten. Auf den Wiesen wird entweder Weidevieh eingesetzt oder manuell geerntet. Die Erhaltungsschnitte der Bäume sind alle drei bis fünf Jahre nötig und werden bei Kernobst im Herbst und Winter sowie bei Steinobst im Sommer durchgeführt. Ohne die Pflegemaßnahmen kommt es häufig zur Verbreitung von Neophyten wie bspw. der Goldrute oder dem Japanischen Staudenknöterich (NABU, 2012; THRÄN u. a., 2009).

Die Vegetation auf **Ruderalstandorten** ist überwiegend krautig. Darunter fallen anthropogen überprägte Flächen innerhalb von Siedlungen sowie im Bereich von Industrie- und Entsorgungsanlagen aber auch aufgegebene landwirtschaftliche Nutzflächen. Ruderalvegetationen können in einem älteren Stadium zudem Gehölzbestände aufweisen. Aufgrund der anthropogen stark veränderten oder gestörten Flächenfunktionen erfolgt in der Regel keine wirtschaftliche Nutzung. Häufig abwechslungsreiche Standortfaktoren auf engem Raum führen zu vielfältigen Vegetationsformen und Artenzusammensetzungen (LFULG, 2009). Soll dieses Stadium erhöhter Biodiversität aus Naturschutzgründen erhalten bleiben, ist eine regelmäßige Pflege erforderlich. Das anfallende holzige und halmgutartige Material wird auf der Fläche verblasen oder kompostiert. Aus Naturschutzsicht kann

im Gegensatz dazu, eine Sukzession an gewissen Standorten wünschenswert sein. In der Konsequenz bedeutet das den Verbleib der Biomasse auf der Fläche.

Die Unterhaltung von **Ufer- und Verlandungsbereichen stehender und fließender Gewässer** ist aus wasserbaulichen Gründen zur Erhaltung des Abflusses erforderlich. Dazu werden ein- bis zweimal jährlich Unterhaltungsmaßnahmen durchgeführt bei denen vor allem krautige und halmgutartige Biomasse anfällt. Neben den klassischen Röhrichten, Rieden sowie Unterwasservegetation, werden dabei auch Böschungen mit Gras- und Gehölzbewuchs regelmäßig gepflegt. Röhrichte und Riede befinden sich an Flachwasser- und Uferrandbereichen und werden alle zwei bis fünf Jahre entfernt. Typische Baum- und Strauchgesellschaften an feuchten und nassen Standorten sind Erlen und Weiden, die je nach Bedarf geschnitten werden (THRÄN u. a., 2009). Die krautigen und halmgutartigen Aufwüchse werden in der Regel am Standort gemulcht und nur bei großem Bedarf von den Flächen entnommen.

Auch **Verkehrswegeränder (Straßen und Bahntrassen)** werden regelmäßig aus Sicherheitsgründen unterhalten. Während entlang der Bahntrassen überwiegend krautige und halmgutartige Biomasse gemäht wird, fällt an Straßenrändern in besonderem Maße holzige Biomasse an. Das anfallende Material wird teilweise auf der Fläche zerkleinert und verteilt. Selten wird die holzige Biomasse direkt verbrannt, häufiger wird sie abtransportiert und daraufhin teilweise thermisch verwertet (FEGER u. a., 2009). Die halmgutartige und krautige Biomasse wird kompostiert oder am Standort gemulcht.

Bei der Pflege von **öffentlichen Grünanlagen** fallen regelmäßig krautige und halmgutartige Materialien aus Beet-, Rasen- und Wiesenflächen sowie holziges Material aus der Gehölzpflege an (FEGER u. a., 2009). Zu den öffentlichen Grünflächen zählen Parks, Friedhöfe und Sportplätze. Die Bergung der anfallenden Biomasse ist zum Erhalt der Nutzungsfunktion vorgesehen und erfolgt in der Regel über Kompostieranlagen.

### Reststoffe aus der Landwirtschaft

In Zuge der landwirtschaftlichen Produktion fallen unterschiedliche Reststoffe an. Insbesondere tierische Reststoffe, aber auch solche des Biomasseanbaus kommen für die Vergärung zur Biogasproduktion in Frage. Im Folgenden werden landwirtschaftliche Reststoffe im Zusammenhang mit deren Anfall beschrieben. Auf dieser Grundlage werden die Kategorien im Anschluss gutachterlich bewertet.

Zu den tierischen Reststoffen zählen **Rinder- und Schweinegülle, Rinder- und Schweinefestmist, Geflügelmist, Geflügeltrockenkot, Pferdemist, Schafmist** sowie **Ziegenmist**. Die bei der Viehhaltung anfallenden Reststoffe eignen sich allgemein zur energetischen Verwertung in Biogasanlagen. Sie besitzen ein gewisses Gaspotenzial, welches sich aus den schwer verdaulichen Anteilen des Viehfutters zusammensetzt. Die Hauptargumente für den Einsatz liegen jedoch in ihrer Bedeutung als wichtiges Cosubstrat in pflanzenvergärenden Anlagen. Dort wirken sie auf die ablaufenden Prozesse durch ihre hohe Pufferkapazität, die bei der Vergärung stabilisiert. Sie liefern Stickstoffverbindungen (Ammonium:  $\text{NH}_4^+$ ) und Spurenelemente, welche das Wachstum der Mikroorganismen optimieren können. Insbesondere durch die wachsenden Betriebsgrößen in der Tierhaltung und die gestiegenen Umweltaanforderungen an die weitere Nutzung der Exkrememente müssen alternative Verwertungswege für die anfallende Gülle bzw. den anfallenden Festmist gefunden werden. Der größte Mengenanteil fällt



dabei vor allem bei der Haltung von Rindern und Schweinen an. Die Potenziale sind damit abhängig von der Entwicklung der regionalen Viehbestände.

Im Rahmen des landwirtschaftlichen Anbaus von Biomasse fallen bestimmte Reststoffe an. Pflanzenbauliche Koppelprodukte wie Stroh von Getreide, Öl- und Eiweißfrüchten, Maisrestpflanzen, Rübenblatt, Feldgemüsereste und nicht erntewürdige Bestände können grundsätzlich zur Biogaserzeugung genutzt werden (STINNER & RENSBERG, 2011). Im Rahmen der Studie werden zunächst die wichtigsten Reststoffe **Stroh und Rübenblatt** in die Bewertung einbezogen.

Beim Anbau von Getreide und Raps fällt Stroh als Ernterückstand an. Es ist Nebenprodukt der Körnergewinnung und bestehend aus ausgedroschenen, weitgehend trockenen Halmen/ Stängeln und Blättern von Getreide, Ölsaaten sowie Körnerleguminosen. Das Mengenaufkommen ist von der Anbaufläche und der Kultur abhängig. Die Aufnahme und Bereitstellung des Materials ist mit herkömmlicher landwirtschaftlicher Technik möglich. Dabei wird Stroh traditionell stofflich, als Einstreu in der Tierhaltung sowie als Humus- und Nährstoffquelle zur Sicherung der Standortqualität durch den Verbleib auf dem Acker genutzt. Der Bedarf für die Tierhaltung ist dabei mit der Entwicklung der Viehbestände und der Halterungsformen verbunden. Stroh lässt sich energetisch grundsätzlich flexibel zur Strom-, Wärme- und Biokraftstoffproduktion einsetzen (DBFZ, 2012).

### **Rübenblatt**

Rübenblatt, meist mit Anteilen des Rübenkopfes, verbleibt üblicherweise nach der Ernte der Rüben auf der Fläche. Es ist leicht abbaubar und stickstoffreich und weist einen geringen TS-Gehalt auf (THAYSEN, 2012). Das Material wird also sehr schnell mineralisiert, vor Winter wird jedoch durch den meist nachfolgenden Winterweizen nur eine geringe Stickstoffmenge aufgenommen. Je nach Boden und Witterungsbedingungen besteht also ein erhebliches Verlustrisiko für den Stickstoff über Winter. Verluste treten vor allem als Nitratauswaschungen ins Grundwasser und als Denitrifizierung, verbunden mit klimawirksamen Lachgasemissionen (Flessa et al. 1995) auf. Die Nutzung solch stickstoffreicher Erntereste (zu denen auch Feldgemüsereste mit ihren sehr hohen Stickstoffrückständen gehören), v.a. vor Winter ist also nicht in erster Linie wegen des erschließbaren Reststoffpotenzials, sondern v.a. zur Minimierung von N-bedingten Emissionen wichtig. Die Gärreste können dann im Frühjahr entsprechend dem Pflanzenbedarf gedüngt werden. Technisch ist die Nachrüstung zur Blattbergung bei etwa der Hälfte der Rübenroder möglich (mit seitlichem Auswurf). Es muss beachtet werden, dass in Jahren mit ungünstigen Bodenbedingungen zur Ernte zwischen dem Schutz des Bodens vor Kompaktierung und der Minimierung N-bürtiger Emissionen abgewogen werden muss. Da bei Sammlung der Rübenblätter die Überfahrt eines zusätzlichen Transportfahrzeugs notwendig ist.

## **5.3 Potenzielle Auswirkungen der Einsatzstoffe**

Der Anbau von Biomasse aber auch die Bereitstellung von Reststoffen kann mit Auswirkungen auf Natur und Landschaft verbunden sein. Grundlage einer vergleichenden Bewertung der Naturverträglichkeit ist die Kenntnis über potenzielle Auswirkungen der Einsatzstoffe auf die Ziele des Naturschutzes.

### 5.3.1 Wirkungen der Anbaubiomasse

Grundlegend beeinflussen mehrere Faktoren die möglichen Auswirkungen des **Anbaus von Energiepflanzen** auf die **Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege**. Dazu zählen neben den Wirkungen der Anbaukultur und dem Anbauverfahren auch die Standorteigenschaften und naturschutzfachlichen Funktionen der für den Anbau genutzten Flächen, die Fruchtfolge sowie weitere Managementvorgaben, bspw. spezifische Schnittzeitpunkte von Ackergras.

Mit Bezug auf die Zielstellung des Vorhabens wurde vornehmlich die Wirkung der Anbaukulturen betrachtet, welche als Einsatzstoffe für die Biogasproduktion dienen. Da eine Vielzahl der Einsatzstoffe auf diversen Wegen erzeugt und bereitgestellt wird und damit zum Teil das Eintreten oder Ausbleiben erheblicher Auswirkungen verbunden sein kann, werden für bestimmte Kulturen ergänzende Anbauverfahren, in Form von Anbau- und Erntevarianten, einbezogen. Die Wirkintensitäten sind dann differenziert zu betrachten, je nachdem, welche Anbau- und damit verbundene Bodenbearbeitungsform bewertet wird. Zu diesen kulturartenspezifischen Wirkungen von Energiepflanzen und deren Anbauverfahren auf die Umweltgüter gibt es in wissenschaftlichen Untersuchungen allgemein nur wenige Aussagen. Aus diesem Grund war es im Rahmen des Vorhabens erforderlich, die Bewertung maßgeblich durch Experten durchführen zu lassen (Delphi-Methode).

Obwohl die Auswirkungen der Anbaukulturen und die daraus resultierende Konfliktintensität mit Zielen des Naturschutzes auch wie oben beschrieben von Faktoren abhängig sind, die die Verhältnisse am Standort betreffen, lassen sich aus den bestehenden Kenntnissen zentrale Wirkungen der Kulturen und daraus resultierende potenzielle Konfliktfelder ableiten, die es genauer zu analysieren gilt. Dabei bietet es sich an, sich an den bekannten naturschutzfachlichen Schutzgütern zu orientieren. Im Vorhaben wurde als Grundlage dazu eine gutachterliche Einordnung der Wirkungen von Anbaukulturen und -verfahren hinsichtlich der folgenden Schutzgüter durchgeführt:

- Boden
- Grundwasser und Oberflächengewässer
- Biodiversität (Flora und Fauna)
- Landschaftsbild

Die Auswahl der Schutzgüter spiegelt die potenziellen Konfliktbereiche beim Anbau von Bioenergiepflanzen wieder. Dazu zählen beispielsweise Bodenerosion, Schadstoffeinträge aber auch mögliche Beeinträchtigungen von Lebensräumen oder der Erholungs- und Erlebnisfunktion. Die mit den Anbaukulturen verbundenen Wirkfaktoren können zu einer Reihe potenzieller Konfliktfeldern führen<sup>2</sup>. Eine zur Beurteilung heranzuziehende Übersicht der relevanten Konfliktfelder ist in Tabelle 5-6 dargestellt.

---

<sup>2</sup> Konfliktfelder sind Funktionsbereiche der Schutzgüter in denen eine negative Auswirkung auftreten kann aber nicht muss. Andere Auswirkung der Kulturen und Verfahren auf Natur und Landschaft können grundsätzlich auch positive sein.



Tabelle 5-6 Potenzielle Konfliktfelder und Wirkungen der Anbaukulturen und -verfahren sowie der Reststoffe aus der Landschaft

Konfliktfeld	Erläuterung
Humusbilanz	Wirkungen auf die humuszehrenden bzw. humusmehrenden Faktoren und Prozesse innerhalb der Humusbilanzierung
Bodenverdichtung	Wirkungen auf die Eigenstabilität des Bodengefüges
Winderosion	Wirkungen auf den Abtransport von Bodenmaterial durch Kräfte des Windes (DIN 19706)
Wassererosion	Wirkungen auf den Abtransport von Bodenmaterial durch Kräfte des Wassers (DIN 19708)
Stickstoffeintrag	Wirkungen auf die Auswaschung des nicht von der Pflanze genutzten Stickstoffes ins Grundwasser oder Oberflächengewässer
weiterer Schadstoffeintrag	Wirkungen auf die Eintragspfade weiterer relevanter Schadstoffe
Lebensraumeignung Brutvögel	Wirkungen auf die Bedingungen, Faktoren und Prozesse die die Lebensraumeignung für Brutvögel im Halboffenland (z.B. Neuntöter, Dorngrasmücke, Grauammer, Baumpieper) beeinflussen Wirkungen auf die Bedingungen, Faktoren und Prozesse die die Lebensraumeignung für Brutvögel im Offenland (Feldlerche, Schafstelze) beeinflussen
Lebensraumeignung Beutegreifer	Wirkungen auf die Bedingungen, Faktoren und Prozesse die die Lebensraumeignung für Beutegreifer im Offenland (Rotmilan, Mäusebussard) beeinflussen Wirkungen auf die Bedingungen, Faktoren und Prozesse die die Lebensraumeignung für Beutegreifer im Halboffenland (z.B. Baumfalke, Wespenbussard) beeinflussen
Lebensraumeignung Säuger	Wirkungen auf die Bedingungen, Faktoren und Prozesse die die Lebensraumeignung für Säugetieren beeinflussen
Lebensraumeignung Laufkäfer	Wirkungen auf die Bedingungen, Faktoren und Prozesse die die Lebensraumeignung für Laufkäfern beeinflussen
Lebensraumeignung Spinnen	Wirkungen auf die Bedingungen, Faktoren und Prozesse die die Lebensraumeignung für Spinnen beeinflussen
Lebensraumeignung Blütenbesucher	Wirkungen auf die Bedingungen, Faktoren und Prozesse die die Lebensraumeignung für Blütenbesuchern beeinflussen
Begleitflora	Wirkungen auf die Bedingungen, Faktoren und Prozesse die die Artenvielfalt in der Begleitflora beeinflussen
Agrobiodiversität	Wirkungen auf die Fruchtartendiversität
Pflanzenschutzmitteleintrag	Wirkung auf die Eintragspfade von PSM ins Grundwasser oder Oberflächengewässer
Sichtbeziehung	Wirkungen auf Sichtachsen in Zusammenhang mit der Wuchshöhe
Erholungseignung	Wirkungen auf die Eigenart, Vielfalt und/oder Schönheit der Landschaft

Neben den naturschutzfachlichen Auswirkungen spielen bei der Bewertung der Naturverträglichkeit auch Klimaschutzaspekte eine Rolle. Zu betrachten sind dabei die Wirkungen der Anbaukulturen und der -verfahren auf das Klima im Sinne der Treibhausgasbilanz von Anbaukulturen. Die Ergebnisse der

Bilanzierungen und damit die Wirkungen werden durch den Kraftstoffbedarf, den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, die Stickstoffbilanz sowie die Humusbilanz definiert.

Wie Eingangs beschrieben sind die durch die Anbaukulturen potenziell hervorgerufenen Auswirkungen (Nachteilige Veränderungen der Schutzgüter und Funktionen von Natur und Landschaft) auch von den Eigenschaften des Standortes, der Fruchtfolge oder des weiteren Management abhängig. Die Konfliktintensität ist dabei häufig von den Eigenschaften des jeweiligen Standorts und dem Landschaftsraum abhängig. Die Standorteigenschaften, die u.a. durch die Boden- und Wasserverhältnisse, das Klima sowie die Strukturen in der Landschaft definiert sind, können bestimmte Wirkungen von Anbaukulturen kompensieren und andere nicht. Zum Teil besitzen die Wirkungen der jeweiligen Vor- und Nachfrucht, also die Fruchtfolge, bedeutenden Einfluss auf die Konfliktintensität der Anbaukultur. So kann die als Vorfrucht eingesetzte Kultur bspw. zu einem verbesserten Nährstoffangebot führen und somit den Düngemiteleinsatz und damit verbundene Wirkungen reduzieren. Entsprechendes gilt auch für weitere Managementmaßnahmen bei der Bereitstellung der Biomasse zur energetischen Nutzung. Durch diese können entscheidende Wirkungen vermindert oder gestärkt werden. Bspw. sind die Erntezeitpunkte ein wesentlicher Faktor für die Konfliktintensität mit der Fauna. Diese raumbezogenen Faktoren wurden im Kontext der Projektziele zusätzlich betrachtet.

### 5.3.2 Wirkungen der Bereitstellung von Reststoffen

Die **energetische Verwertung der anfallenden Reststoffe** ist mit potenziellen Wirkungen auf die Ziele des Naturschutzes verbunden. Für die Bewertung der Wirkungen von Reststoffen war insbesondere deren Bereitstellung für die energetische Verwertung im Vergleich zu den Wirkungen sonstiger Verwertungs- oder Entsorgungswege zu prüfen. Die Wirkungen eigentlicher Pflegemaßnahmen bei denen die Biomasse anfällt wurden hierfür nicht betrachtet, da dieses nicht zum Zweck der energetischen Nutzung geschieht. Unter der Prämisse, dass der Biomasseanfall im Zuge naturschutzfachlicher und nutzungs- sowie sicherungstechnischer Unterhaltungs- und Pflegemaßnahmen anfällt, sollte vielmehr ermittelt werden, in welchem Umfang durch die energetische Nutzung tatsächlich Synergien mit den Zielen des Naturschutzes zu erwarten sind und wo keine Wirkzusammenhänge oder Risiken für negative Wirkungen auf Natur und Landschaft bestehen.

**Positive Auswirkungen** aus Naturschutzsicht entfaltet eine energetische Nutzung in der Regel dort, wo naturschutzfachliche Pflegemaßnahmen zu einem Anfall von Biomasse führen und diese zum Zweck der Verwertung von der Fläche entfernt werden, anstatt sie dort zu belassen. Mit der Entnahme der Biomasse von der Fläche erfolgt ein Nährstoffentzug, durch den sich die Standorteigenschaften für die besonders seltenen und schützenswerten Lebensräume und deren Arteninventar in der Regel verbessern. Zudem sind damit für bestimmte Standorte auch positive Wirkungen auf die Bodenfunktionen und das Landschaftsbild verbunden.

Weiterhin sind im Hinblick auf die energetische Verwertung von Gülle und Festmist positive Wirkungen anzunehmen. Im Gegensatz zur direkten Ausbringung der Substrate als Wirtschaftsdünger verringert die Vergärung die Geruchsemissionen der Gülle, was sich günstig auf die Erholungsfunktion auswirkt.

Durch eine energetische Nutzung der anfallenden Biomasse können grundsätzlich auch **negative Wirkungen** auf Natur und Landschaft hervorgerufen werden, wenn die Biomasse aufgrund der Verwertungsoptionen von den Flächen entnommen wird, obwohl ein Verbleib aus naturschutzfachlicher

Sicht sinnvoller wäre. Weiterhin bestehen ggf. naturschutzinterne Zielkonflikte die bei der maßnahmengerechten Entnahme der anfallenden Biomasse gleichermaßen zu positiven wie negativen Wirkungen führen. Beispielsweise könnte der Verbleib von Biomasse auf bestimmten Flächen zur Bildung von Lebensräumen oder einer Stärkung von Naturhaushaltsfunktionen führen und gleichzeitig negative Folgen für den Nährstoffhaushalt der Fläche haben.

Es ist also grundlegend davon auszugehen, dass die Bereitstellung anfallender Biomasse, im Vergleich zum Verbleib des Materials auf den Flächen, mit veränderten Wirkungen auf Natur und Landschaft verbunden ist. Dabei können die Unterschiede jedoch so geringer ausgeprägt sein, dass keine wesentlichen Wirkzusammenhänge erkennbar werden. In diesen Fällen werden weder positive noch negative Wirkungen angenommen. Das gilt auch für die Bewertung der Auswirkungen der energetischen Nutzung des anfallenden Materials im Vergleich zu dessen alternativer Verwertung oder Entsorgung. Im Hinblick auf naturschutzfachliche Belange sind hier keine relevanten Unterschiede zu erwarten.

### 5.4 Ökologische Bewertung der Einsatzstoffe

Zentraler Zweck der Bewertung ist es, Einsatzstoffe für die Stromerzeugung aus Biomasse zu identifizieren, bei denen sich eine vergleichsweise positive Wirkung auf Natur und Landschaft entfaltet. Gleichzeitig wird ein Bewertungsansatz entwickelt, der auch für andere Fragestellungen im Zusammenhang mit einer naturverträglicheren Gestaltung der Landwirtschaftlichen Bodennutzung genutzt werden kann. Ziel der systematischen Darstellung ausgewählter Einsatzstoffe aus den Bereichen Anbaubiomasse und Reststoffe in Kapitel 5.2 war zunächst eine Differenzierung der bisherigen Betrachtung und darauf aufbauend die vergleichende Bewertung der Wirkintensitäten der einzelnen Kulturen. In Verbindung mit den in Kapitel 5.3 beschriebenen potenziellen Wirkungen, erfolgt darauf aufbauend eine vergleichende Bewertung möglicher Synergien und Konflikte mit den Zielen und Belangen des Naturschutzes und der Landschaftspflege.

Im Folgenden werden zunächst die Bewertungsmethoden für Anbau- und Reststoffbiomassen erläutert. Jeweils anschließend werden die ermittelten Ergebnisse dargestellt. Anhand der gewonnenen Erkenntnisse folgt eine Diskussion der Ergebnisse sowie der gewählten Vorgehensweise. Abschließend werden allgemeine Handlungsempfehlungen für einen naturverträglichen Aus- und Umbau der Bioenergie formuliert.

#### 5.4.1 Anbaubiomasse

Grundlage für die Bewertung der Anbaubiomasse ist die Weiterentwicklung der methodischen Ansätze aus den Arbeiten des BfN-Projektes „Flächeneffektive Bioenergienutzung aus Naturschutzsicht“ (PETERS u. a., 2010). Dort wurde eine expertengestützte Konfliktanalyse hinsichtlich der Naturverträglichkeit von Einsatzstoffen zur energetischen Nutzung durchgeführt. Die naturschutzfachliche Bewertung von Anbaubiomasse ist aufgrund der komplexen Wirkzusammenhänge und der vergleichsweise geringen Wissensdichte in diesem Bereich mit wesentlichen Herausforderungen verbunden. Aufbauend auf dem methodischen Ansatz von Peters (PETERS u. a., 2010) wurde ein Bewertungsraster erarbeitet, welches eine differenzierte und übersichtliche Darstellung der Zusammenhänge zwischen Anbaukultur/-verfahren und naturschutzfachlichen Schutzgütern ermöglicht. Dies erlaubt es den Gutachtern und externen Experten Einschätzungen zur Wirkintensität der relevanten Einsatzstoffe vorzunehmen.

Um eine möglichst umfassende und gleichzeitig praktikable Bewertung vornehmen zu können, ist es erforderlich das komplexe Wirkgefüge bei der Biomassebereitstellung hinsichtlich der Wirkung der Anbaukultur in Zusammenhang mit dem jeweiligen Anbauverfahren aufzuschlüsseln. Besondere Beachtung finden dabei die Wirkprofile der Anbaukulturen. Für die Bewertung der Wirkintensität ist die Naturverträglichkeit im Sinne der Aufrechterhaltung eines guten Zustands der Umweltgüter sowie der Sicherung der Naturhaushalts- und Landschaftsfunktionen wesentliches Kriterium.

Zusätzlich werden Aspekte der Invasivität bestimmter Energiepflanzen bei der Beurteilung der Wirkung von Einsatzstoffen auf Natur und Landschaft gesondert berücksichtigt. Dazu zählen die Beurteilung potenziell invasiver Arten wie Igniscum, Topinambur, Energie-Ampfer, Staudenlupine oder Robinie.

### Methodik

Das entwickelte Bewertungsraster dient als Instrument für die **systematische, naturschutzfachliche Einordnung** der relativen Naturverträglichkeit des Anbaus der Einsatzstoffe – unterschieden nach Anbaukultur und soweit erforderlich deren gängigen Anbauverfahren. Zentrales Ziel war es, die Bewertung der ausgewählten Anbaukulturen und deren Anbauverfahren anhand eines vorgegebenen Bewertungsrasters durch Experten bewerten zu lassen. Dabei wurden die Einflüsse der Fruchtfolgen wie die des Standortes auf die Naturverträglichkeit des Anbaus bewusst ausgeblendet. Zudem ist zu beachten, dass ausschließlich die direkten Wirkungen des Energiepflanzenanbaus in die Bewertung der Naturverträglichkeit einbezogen wurden und nicht die ggf. aus Verdrängungseffekten oder eine Erhöhung des Flächendrucks auf die landwirtschaftliche Fläche insgesamt resultierenden Effekte. Auch kumulative Effekte wurden nicht in die Betrachtung einbezogen. Obwohl die Methodik diesen wesentlichen Limitierungen unterliegt, erlaubt sie Rückschlüsse auf die Wirkintensitäten der Kulturen zur energetischen Verwertung und die daraus resultierende relative Naturverträglichkeit.

Die mit der Wirkung von Anbaukultur/-verfahren verbundenen Veränderungen im Naturhaushalt konnten dabei, aufgrund komplexer Zusammenhänge und des notgedrungen unvollständigem Stand des Wissens, selten als absolut negativ oder positiv bewertet werden. Für die Analyse wird daher eine **„relative Bewertung“** gewählt, bei der eine Einschätzung der Wirkung der Fruchtart (z. B. Silomais) in Verbindung mit einem möglichen Anbauverfahren (z. B. als Einzelkornsaat) im Vergleich zur Wirkung einer Referenzfrucht/-verfahren erfolgt. Als Referenz wurde Winterweizen in einem näher bestimmten konventionellen Anbauverfahren<sup>3</sup> festgelegt. Bewertet wurde die Wirkintensität jeweils hinsichtlich der zentralen Konfliktfelder mit den Belangen des Naturschutzes, die in Kapitel 5.3 erläutert und detailliert dargestellt sind.

Wichtig ist, dass hier zunächst ausschließlich die **Intensität der Wirkung** der Anbaukulturen/-verfahren beurteilt werden sollte (siehe grüner Kasten in Abbildung 5-1). Nach dem Denkmodell Ursache-Wirkung-Betroffener sind die verschiedenen Anbaukulturen/-verfahren (=> Ursachen) grundsätzlich mit spezifischen Wirkungen und Wirkintensitäten verbunden.

---

<sup>3</sup> Winterweizen, Körner; Herbstfurche, Saatbettbereitung, ohne Zwischenfruchtanbau, üblich geführt (Herbizideinsatz im Nachauflauf und im Frühjahr, Halmverkürzer, 2x Fungizideinsatz, kein Insektizid, keine Sikkation), hohes Ertragsniveau, Korn/Strohverhältnis 1, N-Düngung und N-Ausgleichsdüngung mineralisch als Kalkammonsalpeter

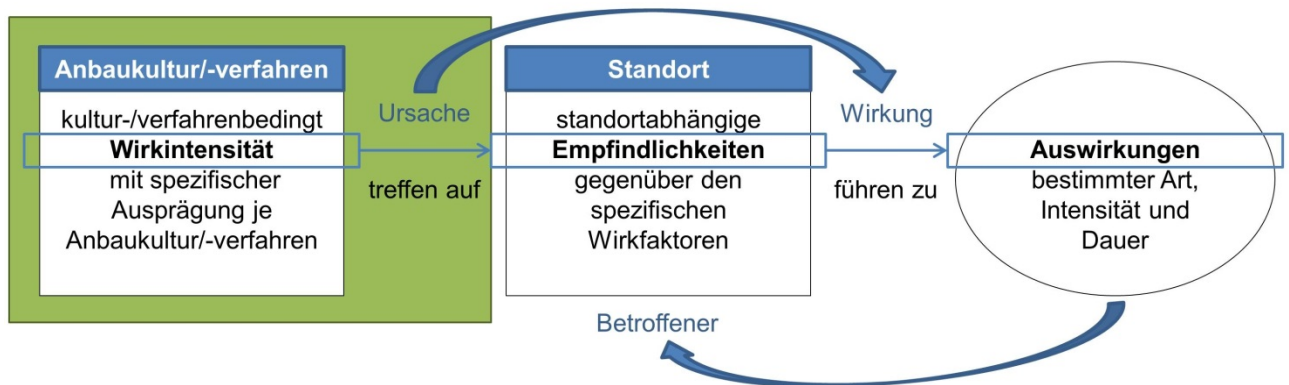


Abbildung 5-1 Konfliktanalyse auf der Sachebene anhand des Denkmodells Ursache-Wirkung-Betroffener

Nach dem Modell wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass die Wirkungen auf den umgebenden Raum (=> Betroffener) mit seinen bestehenden naturräumlichen Eigenschaften und Empfindlichkeiten treffen. Die sich daraus ergebende Konfliktintensität ist dabei einerseits von der Wirkintensität von Anbaukultur/-verfahren und zum anderen von der Empfindlichkeit des Standorts bestimmt. Dabei gilt: Je größer die Intensität der Wirkungen auf der einen Seite und je empfindlicher und wertvoller die Schutzgüter bzw. Funktionen im betroffenen Raum auf der anderen Seite, desto größer ist die Konfliktintensität.

Für die hier beschriebene Bewertung der Anbaukulturen geht es allerdings zunächst **nicht** darum, die Konfliktintensität zu beurteilen, welche sich ergibt, wenn die Anbaukulturen/-verfahren an einem konkreten Standort mit seinen spezifischen Empfindlichkeiten realisiert werden. Mit der Methode wird vielmehr nur das **Verhältnis zwischen den unterschiedlichen Wirkintensitäten** der Anbaukulturen/-verfahren und ihre die daraus resultierende relative Naturverträglichkeit bewertet. Auf diese Weise wird eine vergleichende Rangordnung der Kulturen im Verhältnis zur Referenzfrucht (hier Weizen) ermittelt (vgl. Abbildung 5-2).



Abbildung 5-2 Bewertungssystem für relative Vorteilhaftigkeit der Anbaukulturen/-verfahren im Vergleich zur Referenzfrucht

Die **Bewertung der Wirkintensität** und der daraus abzuleitenden Naturverträglichkeit wurde differenziert bezogen auf einzelne Schutzgüter bzw. Naturhaushaltfunktionen vorgenommen. Dazu wurde eine siebenstufige Klassifizierung verwendet und die befragten Experten aufgefordert, die Anbaukulturen/-verfahren vergleichend zur Referenzfrucht einzustufen: positiveren Wirkungen (grün), vergleichbare Wirkungen (gelb) oder negativere Wirkungen (rot).

Im Rahmen dieser Expertenbewertung sollten in der Bewertungsmatrix auch Hinweise auf besondere Einflüsse der Fruchtfolge, des Standortes sowie des weiteren Managements kenntlich gemacht werden. Wie in Abbildung 5-3 dargestellt, konnten die Experten angeben, wenn einer oder mehrere der Faktoren das Konfliktfeld insgesamt deutlich stärker beeinflussen als dies die Wirkintensität der Kultur und ihr

Anbauverfahren tun. Dies kann ein zusätzlicher Hinweis oder auch eine ausschließliche Feststellung sein.

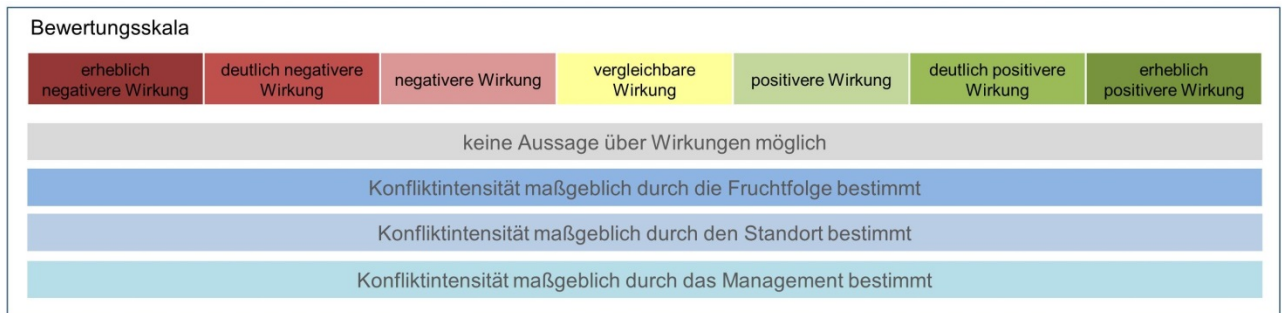


Abbildung 5-3 Bewertungsskala und mögliche Zusatzinformationen zur Bewertung der Wirkintensität der Anbaukulturen/-verfahren

Grundlage der Auswertung bildet eine aggregierte Bewertungsmatrix in der alle Experteneinschätzungen berücksichtigt wurden. Die Aggregation der einzelnen Experteneinschätzungen erfolgte durch Bildung des Modalwertes. Anschließend wurde die Gesamtbewertung anhand einer statistischen Analyse und fachlichen Interpretation der Bewertungsmatrix vorgenommen. Es erfolgt keine schematische Aggregation zu einem Gesamtwert je Anbaukultur, sondern eine schutzgutbezogene differenzierte Bewertung der Konfliktfelder. Die abschließende Beurteilung der Wirkintensität und damit der Naturverträglichkeit wird auf der Grundlage der Bewertungsmatrix verbal durchgeführt.

### Vorgehensweise

Die Bewertung der Einsatzstoffe erfolgte in drei Schritten. Zunächst wurde durch die Auftragnehmer eine erste gutachtliche Einschätzung der Wirkungen auf der Grundlage aktueller Studien und Literatur vorgenommen (vgl. Abbildung 4 3). Im zweiten Schritt wurden die Experten gebeten, aufbauend auf der aus der Literaturlauswertung abgeleiteten Einschätzung und den bestehenden Rahmenbedingungen, ihrerseits entsprechende Einschätzungen vorzunehmen. Den befragten Experten wurde dabei freigestellt zu welchen Konfliktfeldern und Anbaukulturen/-verfahren sie vor dem Hintergrund ihres jeweiligen Fachwissens eine Einschätzung vornehmen. Zudem konnten die Experten kenntlich machen, wenn die Wirkungen ihrer Meinung nach im Wesentlichen standortabhängig, fruchtfolgeabhängig oder besonders stark vom weiteren Management abhängig seien. Zur abschließenden Bewertung wurden die Experteneinschätzungen im Rahmen eines im Januar 2014 durchgeführten Expertenworkshop diskutiert.

Der erste Schritt umfasste die Auswertung von Literatur zu den Auswirkungen von relevanten Energiepflanzen auf die Schutzgüter Natur und Landschaft. Im Rahmen des Vorhabens wurden im Wesentlichen die nachfolgend aufgeführten Studien und Forschungsvorhaben herangezogen:

- Optimierungen für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland (PETERS & KRÖPPEL, 2008)
- Perspektive der Biogasgewinnung aus nachwachsenden Rohstoffen - Bewertung von Substratalternativen zu Silomais (STINNER & RENSBERG, 2011)



- Empfehlungen der "Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt" Bodenschutz beim Anbau nachwachsender Rohstoffe (UBA, 2008)
- Standortangepasste Anbausysteme für Energiepflanzen. EVA I (FNR, 2010)
- Energiepflanzen für Biogasanlagen Brandenburg. EVA II (ADAM u. a., 2012)
- Energiepflanzen für Biogasanlagen Bayern. EVA II (AIGNER u. a., 2012)
- Umweltwirkungen eines zunehmenden Energiepflanzenanbaus (RIPPEL, 2008)
- Ökologischer Landbau und Bioenergieerzeugung – Zielkonflikte und Lösungsansätze (MEYER & PRIEFER, 2012)
- Biomassekulturen der Zukunft aus Naturschutzsicht (parallelvorhaben; Uni Hohenheim unveröffentlicht)
- Landschafts- und Biodiversität beim Biomasseanbau (RIEDL, U., 2012)
- Forschungsbericht BWPLUS (KAULE u. a., 2011)
- Aufbauend auf der Analyse der Studien erfolgte eine erste Einschätzung der Wirkintensität bzw. Naturverträglichkeit der Kulturen durch die Bearbeiter der Studie (vgl. Abbildung 5-4).

# 5 Ökologische Aspekte ausgewählter Einsatzstoffe



Wirkungen der für die Biogaserzeugung relevanten Anbaukulturen und -verfahren auf das Klima im Vergleich zur Referenzfrucht Weizen (Winter, Körner)		Wirkungen der für die Biogaserzeugung relevanten Anbaukulturen und -verfahren auf die Schutzgüter Natur und Landschaft im Vergleich zur Referenzfrucht Weizen (Winter, Körner)																		
Treibhausgasbilanz	Anbaufrucht	Anbauverfahren	Boden				Wasser	Fauna					Flora			Landschaftsbild				
			Humusbilanz	Bodenverdichtung	Winderosion	Wassererosion	Stickstoffeintrag	Lebensraumeignung Brühvögel im Halboffenland (z.B. Neuntöler, Dongrasmücke, Graumammer, Baumpeiper)	Lebensraumeignung Brühvögel im Offenland (Feldlerche, Schafstelze)	Lebensraumeignung Beutegreifer im Halboffenland (z.B. Baumfalke, Wespenbussard)	Lebensraumeignung Beutegreifer im Offenland (Rotmilan, Mäusebussard)	Lebensraumeignung Säuger	Lebensraumeignung Laufkäfer	Lebensraumeignung Spinnen	Lebensraumeignung Blütenbesucher	Begleitflora	Agrobiodiversität	Pflanzenschutz mitteleintrag	Sichtbeziehung	Erhaltungseignung
<b>Annuelle Hauptfrüchte</b>																				
	Winterweizen	Körner (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Silomais	in Einzelkornsaat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		in Mischsaat	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		in Breitsaat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		mit Untersaat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Sorghum	Com. Cob. Mix (CCM) / Lieschkolbenschrot	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		in Einzelkornsaat	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Getreide Ganzpflanzensilage	in Mischsaat																		
		in Breitsaat mit Untersaat																		
	Gemenge mit Leguminosen (z.B. Wickenroggen, Winterroggen, Sommergetreide mit Erbsen, Wicken, Ackerbohnen (Bo))	GP (W)																		
		GP (Bo)	0	0	0	0	0	+	+						+		++	0	+	
	Wildpflanzen	Blühstreifen, Blühflächen, Schonsstreifen, Ackerrandstreifen																		
<b>Über/Mehrjährige Hauptfrüchte</b>																				
	Ackergras (Grassilage)	>3 Schnitte	+	+	+	+	+	0	0	+	+	+	+					+	+	+
	Dauergrünland	>3 Schnitte	++	+	++	++	++	+	+	+	+	+	+					+	+	+
		2 Schnitte	+++	++	++	++	++	++	+++	+++	+++	+++	++		+++		+++	++	++	++
	Klee	>3 Schnitte	++	+	++	++	+	0	0	+	+	+						++	+	+
	Sida	GP	+++	++	++	++	++											+		
	Szarvasgras	GP																		
	Miscanthus	GP	+++	0	++	++	++											+	-	
	Durchwachsene Silphie	GP	+++	++	++	++	++											+		
	Ignacum/ Koldierich	GP	+++	++	++	++	++											+		
	Energie-Ampfer	GP	+++	++	++	++	++											+		
	Lupine	GP	+++	++	++	++	++											++		
	Wintererbsen	GP																		
	Wildpflanzen mit Leguminosenanteil	Blühstreifen, Blühflächen, Schonsstreifen, Ackerrandstreifen	+++	++	++	++	++											+++		
	Topfnambur	Kraut	+	++	+	+	+	+	+									+		
<b>Zwischenfrüchte</b>																				
	Phacelia	GP																		
	Anbaukulturen mit Leguminosen	Blanksaat Sommerzwischenfrucht (z.B. Gras-Personenleise/Reisandernleise; Nichtleguminosen Sommerwicken, Grünfüttererbsen, Ackerbohnen, Sommerklee oder Lupinen)	++	0	++	++	++												++	
		Blanksaat Winterzwischenfrucht (z.B. Landsberger Gemengte Luzernegras, Klee, Winterroggen-Wintererbsen-Gemenge, Wickenroggen)	+++	+	++	++	++													++
	Anbaukulturen ohne Leguminosen	Blanksaat Sommerzwischenfrucht (z.B. Einjähriges Weidelgras, Buchweizen, Sommerkleearten, Sommergräser)	+	+	++	++	++													++
		Blanksaat Winterzwischenfrucht (z.B. Weisches-Weidelgras, Grünroggen, Wintererbsen)	+	0	++	++	++													++
<b>KUP</b>																				
	Pappel	Flächen, mittlere Umtriebs (3-5 Jahre)	++	0	++	++	++												+	+
		Streifen, mittlere Umtriebs (3-5 Jahre)	++	0	++	++	++												++	+
		Flächen, langer Umtriebs (>5 Jahre)	++	0	++	++	++												+	+
		Streifen, langer Umtriebs (>5 Jahre)	++	0	++	++	++												+	+
	Weide	Flächen, kurzer Umtriebs (0-3 Jahre)	++	0	++	++	++												+	+
		Streifen, kurzer Umtriebs (0-3 Jahre)	++	0	++	++	++												+	+
	Robinie	Flächen, mittlere Umtriebs (3-5 Jahre)	++	0	++	++	++												+	+
		Streifen, mittlere Umtriebs (3-5 Jahre)	++	0	++	++	++												+	+
	heimische Arten (BLE obertreffend)	Flächen	++	0	++	++	++												+	+
		Streifen	++	0	++	++	++												+	+

Abbildung 5-4 Bewertungsmatrix mit gutachterlicher Einschätzung der Wirkintensitäten von unterschiedlichen Anbaubiomassen/-verfahren



Im zweiten Schritt wurden den Experten als Grundlage für die fachliche Einschätzung zusätzlich abgestimmte Annahmen zu den Unterschieden zwischen dem Energiepflanzenanbau und dem traditionellen Futter- und Nahrungsmittelanbau zur Verfügung gestellt. Diese beziehen sich insbesondere auf die Bereiche des Pflanzenschutzmitteleinsatzes und der Gärrestrückführung.

### Annahmen zu Spezifika des Energiepflanzenanbaus in der Landwirtschaft

Spezifika des Energiepflanzenanbaus und der Biogasnutzung sind im Wesentlichen ein reduzierter Einsatz von Pflanzenschutzmittel (PSM) sowie die Gärrestdüngung. Für die Bewertung der Wirkintensität von Anbaukulturen und -verfahren sind dahingehend allgemeine Annahmen zum Einsatz von Pflanzenschutzmittel, der Gärrestaubsbringung sowie der Handhabung des ggf. anfallenden Strohs vorzusetzen.

Hinsichtlich des Einsatzes von Pflanzenschutzmittel wird davon ausgegangen, dass der PSM-Einsatz im Energiepflanzenanbau im Vergleich zum Anbau der Kultur für Nahrungs- oder Futtermittelzwecke reduziert ist. Vor allem bei Insektiziden und Fungiziden ist ein allgemein geringerer Einsatz zu beobachten. Ein Herbizideinsatz ist nicht für alle Kulturen möglich und wirkt sich damit direkt auf die Bewertung einzelner Umweltwirkungen (z. B. Biodiversität) aus. Die folgende Tabelle 5-7 zeigt exemplarisch den geringeren PSM-Einsatz anhand der Änderungen der normierten Behandlungsindices.

Tabelle 5-7 Exemplarischer Überblick der Änderungen des PSM Einsatzes beim Energiepflanzenanbau im Vergleich zu Nahrungs- und Futtermittelanbau (nach Rippel 2008, S.39)

Fruchtart	Änderungen des normierten Behandlungsindex
Biodiesel-Raps	+/- 0 Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln unterscheidet sich nicht vom herkömmlichen Anbau von Food-Raps. Auch im Hinblick auf eine Optimierung der Netto-Energiebindung ist eine entsprechende Pflanzenschutzintensität nötig (Deike et al., 2006).
Bioethanol-Zuckerrüben	+/- 0
Bioethanol-Getreide	- 0,25 bis +0,25
Getreide zur Verbrennung	-0,5 bis 0
Biogas-Mais (als Hauptkultur)	- 0,25 bis +0,25 Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln beschränkt sich beim Biogas-Mais nahezu ausschließlich auf den Herbizideinsatz. Damit bestehen keine grundsätzlichen Unterschiede zum Maisanbau für Futterzwecke.
Biogas-Mais (als Zweitkultur)	-1,0 bis -0,25
GPS-Getreide	-1,0 bis -0,5 Bei der Getreide-GPS-Produktion für Biogasanlagen ist aufgrund des früheren Erntetermins und der geringeren Bedeutung von Ährenkrankheiten von einer geringeren Intensität des Pflanzenschutzes auszugehen.

GPS-Raps

-0,5 bis -0,25

Bei annuellen Hauptfrüchten ist anzumerken, dass beispielsweise Mais üblicherweise eine Saatgutbeizung sowie zwei Herbizidmaßnahmen erhält. Standortabhängig ist in Regionen ohne Fruchtwechsel, bei Gefährdung durch den Maiszünsler eine zusätzliche Insektizidmaßnahme nötig. Der PSM-Einsatz ist damit im Vergleich zu anderen annuellen Früchten (Getreide, Rüben, andere Nahrungspflanzen) eher gering. Eine Minimierung des Herbizideinsatzes kann hier, ebenso wie bspw. bei Sonnenblume und Hirse, durch die mechanische Unkrautbekämpfung (Maschinenhacke) erreicht werden. Während Rüben zu den sehr intensiv geführten Kulturen zählen und einen vergleichsweise hohen PSM-Einsatz erforderlich machen, bedeuten Futterbaugemenge und Dauergrünland den Wegfall des Bedarfs an PSM. Der Anbau von Kulturen wie z.B. Futterbaugemengen (Luzerne-Klee-Gras-Gemenge), oder auch ansonsten unüblichen Früchten, z.B. Topinambur zur Biogasproduktion kann beispielsweise den einseitigen Unkraut-, Schädlings- und Krankheitsdruck durchbrechen und so ertragserhöhend wirken sowie den PSM-Einsatz im Anbausystem vermindern (STINNER & RENSBERG, 2011). Hinsichtlich des Pflanzenschutzes deuten die bisherigen Ergebnisse daraufhin, dass Ganzpflanzengetreide und Ackergräser einen Verzicht auf Herbizidmaßnahmen ohne Mindererträge tolerieren können (FNR, 2010).

Besonders bei einer Zweikulturnutzung (nicht bioenergiespezifisch) (DVL & NABU, 2007) und bei mehrjährigen Kulturen ist von einer Reduzierung auszugehen, da durch die ganzjährige Bodenbedeckung ein vergleichsweise geringer PSM-Einsatz nötig ist. Allgemein ist der Einsatz von PSM beim Anbau von Zwischenfrüchten nicht notwendig bzw. vermindert sogar, ebenso wie Futterbaugemenge den PSM-Bedarf für die übrigen Früchte der Fruchtfolge (STINNER & RENSBERG, 2011).

Die mehrjährigen Kurzumtriebsplantagen (KUP)-Gehölze benötigen theoretisch keine PSM. Dem Vorteil des Verzichts auf PSM während des Anbaus ist jedoch ggf. die Anwendung eines Totalherbizids vor der Ausbringung der Setzlinge gegenüber zustellen (BFN, 2012; BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BFN), 2010; DOYLE u. a., 2007; DRL, 2005; RODE, 2005).

Für die zu bewertenden Anbaukulturen und -verfahren werden zwei Typen des PSM-Einsatzes unterschieden:

- Üblicherweise kein PSM-Einsatz in der Kultur und Reduktion von PSM in der Fruchtfolge (Folgefucht oder Nachbarkulturen durch Nützlingsförderung)
- Geringerer PSM-Einsatz gegenüber Referenzfrucht (Behandlungen)

Auf der Landschaftsebene kann die starke Zunahme der Maisanbauflächen bei zeitgleicher Verdrängung anderer intensiver Kulturen (z. B. Kartoffeln) in der Gesamtschau zu einer Reduzierung des Einsatzes von PSM führen. Dabei muss jedoch die durch den verstärkten Maisanbau bedingte Ausbreitung von Schädlingen berücksichtigt werden. Denn dieses kann sekundär wiederum zu einem verstärkten Einsatz von PSM führen (RIPPEL, 2008).

Hinsichtlich der Gärrestausbringung, die mit der Biogasnutzung im Energiepflanzenanbau zwingend erforderlich wird (Entsorgung plus Düngung), sind bestimmte Wirkungen anzunehmen. So hat die

Gärrestdüngung direkten Einfluss auf die Bewertung einzelner Umweltwirkungen (z. B. Gewässerschutz) ist dabei jedoch nicht zwingend mit Anbaukulturen oder -verfahren verbunden. Anzumerken ist weiterhin, dass eine Gärrestausrückführung nicht für alle Kulturen sinnvoll ist. Aus diesen Gründen wird die Thematik gesondert betrachtet.

Auf der Grundlage dieser Informationen erfolgte dann die Einschätzung durch die Experten.

Die vorliegenden Ergebnisse der Experteneinschätzungen wurden anschließend im Rahmen eines Expertenworkshops diskutiert. Dieser dritte Schritt zielte zunächst darauf ab, methodische und strukturelle Fragen zur Bewertungsmatrix zu erörtern. Darüber hinaus konnten die getroffenen Einschätzungen der Experten mit den Teilnehmern rückgekoppelt werden. Dies ermöglichte die Identifizierung strittiger Ergebnisse und damit eine erste Validierung der getroffenen Aussagen.

Weiterführend wurden die Ergebnisse anhand statistischer Methoden ausgewertet und validiert. Dazu erfolgte zunächst die Aufbereitung der Daten. Für die Darstellung der Experteneinschätzungen wurde der Modus aus allen erhaltenen Antworten gebildet. Im Fall von zwei oder mehr Modi wurde alternativ der Mittelwert aus den Modi verwendet. Um mögliche Unsicherheiten der ermittelten Modalwerte abzubilden wurde der p-Wert<sup>4</sup> berechnet. Dieser bezieht die Varianz und die Anzahl der abgegebenen Antworten (Stichprobenzahl) ein. Ebenfalls statistisch ausgewertet wurden die Angaben zu den ausgelagerten Einflussfaktoren der Standorteigenschaften, der Fruchtfolge sowie des weiteren Anbaumanagement.

Ziel der statistischen Analyse war es zum einen, die Ergebnisse der Befragung zu analysieren und die dabei auftretenden Unsicherheitsfaktoren bei der Bewertung darzustellen. Zum anderen diente die Anwendung statistischer Verfahren dazu, weitere Erkenntnisse über die Struktur und den Inhalt der Bewertungsmatrix zu erhalten. Letztere wurden auch für die Weiterentwicklung der Bewertungsmatrix herangezogen. Zur Identifizierung von Ähnlichkeitsstrukturen innerhalb des Datensatzes wurden zwei unterschiedliche statistische Clusteranalysen angewendet.

Für die Analyse der Ähnlichkeiten zwischen den Anbaufrüchte/-verfahren kam die Methode des K-means Clustering zu Einsatz. In diesem sogenannten partitionierenden Clusterverfahren wird zunächst eine Anzahl von Gruppen (k) festgelegt in denen infolgedessen die Elemente geclustert werden. In diesem Fall wurden die Anbaufrüchte/-verfahren in 4, 6 und 10 k aufgeteilt um die Ähnlichkeitsstruktur zu erkennen.

---

<sup>4</sup> Der p-Wert ist das Ergebnis des Vergleiches von zwei Hypothesen, der Nullhypothese und der Alternativhypothese. Hier ist die Nullhypothese die Annahme, dass die Einschätzungen gleichverteilt zwischen einer deutlich negativeren (-2) und einer erheblich positiveren Wirkung (3) im Vergleich zur Referenz (Winterweizen) liegen. Die Alternativhypothese ist die Annahme, dass die Daten normalverteilt sind. Um sich zwischen den Hypothesen am besten entscheiden zu können, wird zunächst die Varianz der Daten berechnet. Infolge dessen wird ermittelt, wie wahrscheinlich es ist, dass gleichverteilte Daten diese oder eine geringere Varianz besitzen. Das Ergebnis ist der p-Wert, der in diesem Test durch eine Simulation ermittelt wird. Der P-Wert nimmt Werte zwischen Null und Eins an. Je kleiner der Wert ist, desto unwahrscheinlicher ist die Nullhypothese. Für die Auswertung wurde ein üblicher Grenzwert von 0,05 festgelegt. Das Ergebnis ist damit statistisch signifikant, wenn die Nullhypothese verworfen wird. Diese Schwelle wurde ebenfalls gewählt um eine Aussage über die Sicherheit der Einstufung zu treffen. Bei einem Wert unter 0,05 wird die Einstufung als sich erachtet, unter 0,1 als teilweise unsicher, unter 0,2 als unsicher, unter 0,4 als deutlich unsicher und ab 0,4 als sehr unsicher. Neben der Varianz fließt der Stichprobenzahl mit in den p-Wert und bestimmt somit die Unsicherheit mit.

Um Aussagen über die Ähnlichkeiten zwischen den betrachteten Konfliktfeldern treffen zu können, ist eine hierarchische Clusteranalyse durchgeführt worden. Hierbei handelt es sich um ein distanzbasiertes Verfahren, bei dem eine geringe Distanz für eine starke Ähnlichkeit der Elemente steht. Das Ergebnis der Methode ist in einer Baumstruktur dargestellt. Je ähnlicher sich zwei Elemente sind, desto früher werden sie in einen Zweig zusammengeführt.

Die Ergebnisse der Experteneinschätzung in Zusammenhang mit den gewonnenen Erkenntnissen aus dem Expertenworkshop sowie der statistischen Analyse, bildeten die Grundlage für eine Interpretation und Diskussion der vorliegenden Bewertung der Wirkungen der Anbaukulturen für Biomasse zur energetischen Verwertung.

### Ergebnisse

Im Rahmen der Befragung wurden 28 Experten aus Wissenschaft, Verwaltung, Verbänden und Planung mit unterschiedlicher Expertise in Energiepflanzenanbau, Agrarökologie und Biodiversität, Avifauna sowie weiteren Bereichen angeschrieben. Die Bitte um fachliche Unterstützung durch Ausfüllen der Bewertungsmatrix resultierte in einem Rücklauf von 12 Expertentabellen (etwa 43 %) in denen zum Teil Expertenwissen mehrerer Personen eingeflossen ist. Die Experten stammen aus den Fachgebieten Biologie, Landespflege, Geographie, Agrarwissenschaften, Landschaftsplanung und Vegetationsökologie.

Das Ergebnis der Expertenbefragung weist zu allen aufgeführten Anbaukulturen und -verfahren sowie Konfliktfeldern der Matrix Einschätzungen auf. Lediglich ein geringer Anteil der Einschätzungen wurde nur von vier oder weniger Experten vorgenommen. Die hohe Anzahl der getroffenen Einschätzungen zeigte zum einen die Relevanz des Themas und zum anderen, dass eine Unterscheidung der Wirkungen verschiedener Anbauverfahren mit Hilfe der vorgestellten Methode durchgeführt werden konnte.

Im Verlauf der Bearbeitung und Expertendiskussion hatten sich allerdings bestimmte Hinweise verdichtet, die eine Anpassung der Bewertungsmatrix erforderlich machten. Es wurde offensichtlich, dass einige abgefragte Anbaukulturen und Konfliktfelder nicht relevant bzw. nicht auf diese Weise bewertet werden konnten. In der Konsequenz wurden das Konfliktfeld Stickstoffeintrag sowie das Anbauverfahren Breitsaat bei Silomais und Sorghum aus der Bewertungsmatrix entfernt.

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte statistisch sowie fachlich-inhaltlich. In die gutachterliche Interpretation der Ergebnisse flossen Hinweise und Diskussionsbeiträge der Experten aus den durchgeführten Workshops ein. Im Folgenden werden die Ergebnisse bezogen auf Anbaukulturen/-verfahren dargestellt und interpretiert.

Wirkungen der für die Biogaserzeugung relevanten Anbaukulturen und -verfahren auf die Schutzgüter Natur und Landschaft im Vergleich zur Referenzfrucht Weizen (Winter, Körner)																		
Anbaufrucht/-verfahren		Boden				Fauna								Flora			Landschaftsbild	
Anbaufrucht	Anbauverfahren	Humusbilanz	Bodenverdichtung	Winderosion	Wassererosion	Lebensraumeignung Brutvögel im Halboffenland <sup>d</sup>	Lebensraumeignung Brutvögel im Offenland <sup>e</sup>	Lebensraumeignung Beutegreifer im Halboffenland <sup>f</sup>	Lebensraumeignung Beutegreifer im Offenland <sup>g</sup>	Lebensraumeignung Säuger	Lebensraumeignung Laufkäfer	Lebensraumeignung Spinnen	Lebensraumeignung Blütenbesucher	Begleitflora	Agrobiodiversität	Pflanzen schutzmitteleintrag	Sichtbeziehung	Erholungsseignung
<b>Annuelle Hauptfrüchte</b>																		
Winterweizen	Körner (Wi)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Silomais	in Einzelkomsaat	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	in Mulchsaat	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	mit Untersaat	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Corn-Cob-Mix (CCM) / Lieschkolbenschrot	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Sorghum	in Einzelkomsaat	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	in Mulchsaat	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	mit Untersaat	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Getreide Ganzpflanzensilage	GP (Wi)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	GP (So)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Gemenge mit Leguminosen <sup>1</sup>	GP (Wi)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	GP (So)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Wildpflanzen	Blühstreifen, Blühflächen, Schonstreifen, Ackerrandstreifen	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>Über/Mehrjährige Hauptfrüchte</b>																		
Ackergras (Grassilage)	(>3 Schnitte)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Dauergrünland	(>3 Schnitte)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	(2 Schnitte)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Kleegras	(>3 Schnitte)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Sida	GP	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Szarvasigras	GP	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Miscanthus	GP	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Durchwachsene Silphie	GP	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Igniscum/Knöterich	GP	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Energie-Ampfer	GP	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Lupine	GP	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Winterrüben	GP	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Wildpflanzen mit Leguminosenanteil	Blühstreifen, Blühflächen, Schonstreifen, Ackerrandstreifen	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Topinambur	Kraut	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Abbildung 5-5 Bewertungsmatrix der Experteneinschätzungen zur Wirkintensität von relevanten Anbaukulturen/-verfahren auf die Schutzgüter Natur und Landschaft (Teil 1)

Wirkungen der für die Biogasproduktion relevanten Anbaukulturen und -verfahren auf die Schutzgüter Natur und Landschaft im Vergleich zur Referenzfrucht Weizen (Winter, Körner)																		
Anbaufrucht und -verfahren		Boden				Fauna							Flora			Landschaftsbild		
Anbaufrucht	Anbauverfahren	Humusbilanz	Bodenverdichtung	Winderosion	Wässererosion	Lebensraum- eignung Brutvögel im Halboffenland <sup>1</sup>	Lebensraum- eignung Brutvögel im Offenland <sup>2</sup>	Lebensraum- eignung Beutegreifer im Halboffenland <sup>3</sup>	Lebensraum- eignung Beutegreifer im Offenland <sup>4</sup>	Lebensraum- eignung Säuger	Lebensraum- eignung Laufkäfer	Lebensraum- eignung Spinnen	Lebensraum- eignung Blütenbesucher	Begleitflora	Agrobiodiversität	Pflanzen schutzmittleintrag	Sicht- beziehung	Erholungs- eignung
<b>Zwischenfrüchte</b>																		
Phacelia	GP	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Anbaukulturen mit Leguminosen	Blanksaat Sommerzwischenfrucht <sup>3</sup>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Blanksaat Winterzwischenfrucht <sup>4</sup>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Anbaukulturen ohne Leguminosen	Blanksaat Sommerzwischenfrucht <sup>5</sup>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Blanksaat Winterzwischenfrucht <sup>6</sup>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>KUP</b>																		
Pappel	Flächen, mittlere Umtrieb (3-5 Jahre)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Streifen, mittlere Umtrieb (3-5 Jahre)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Flächen, langer Umtrieb (>5 Jahre)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Streifen, langer Umtrieb (>5 Jahre)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Weide	Flächen, kurzer Umtrieb (0-3 Jahre)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Streifen, kurzer Umtrieb (0-3 Jahre)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Flächen, mittlere Umtrieb (3-5 Jahre)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Streifen, mittlere Umtrieb (3-5 Jahre)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Robinie	Flächen	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Streifen	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
heimische Arten <sup>2</sup>	Flächen	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Streifen	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>Legende</b>																		
Erheblich positivere Wirkungen als Winterweizen, Korn		■	sichere Einstufung (p-Wert: ≤ 0,05)															
Deutlich positivere Wirkungen als Winterweizen, Korn		■	teilweise unsichere Einstufung (p-Wert: ≤ 0,10)															
Positivere Wirkungen als Winterweizen, Korn		■	unsichere Einstufung (p-Wert: ≤ 0,20)															
Vergleichbare Wirkungen wie Winterweizen, Korn		■	deutlich unsichere Einstufung (p-Wert: ≤ 0,40)															
Negativere Wirkungen als Winterweizen, Korn		■	sehr unsichere Einstufung (p-Wert: > 0,40)															
Deutlich negativere Wirkungen als Winterweizen, Korn		■	NA	extrem unsichere Einstufung (kein p-Wert, aufgrund nur einer Bewertung)														
<sup>1</sup> z.B. Wickroggen, Wintererbsen-Winterroggen-Gemenge (Wi); Sommergetreide mit Erbsen, Wicken, Ackerbohnen (So) <sup>2</sup> analog zur Liste der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) <sup>3</sup> z.B. Gras-Perserklee/Alexandrinerklee; Nichtleguminosen-Sommerwicken, Grünfuttererbsen, Ackerbohnen, Sommerklee oder <b>Lupinen</b> <sup>4</sup> z.B. Landsberger Gemenge; <b>Luzernegras</b> ; <b>Kleegrass</b> ; Winterroggen-Wintererbsen-Gemenge; Wickroggen <sup>5</sup> z.B. <b>Einjähriges Weidelgras</b> ; Buchweizen; Sommerkruziferen; Sommergräser <sup>6</sup> z.B. Welsches-Weidelgras; Grünroggen; <b>Winterrüben</b> <sup>7</sup> z.B. Neuntöter, Dorngrasmücke, Grauammer, Baumpieper <sup>8</sup> z.B. Feldlerche, Schafstelze <sup>9</sup> z.B. Baumfalken, Wespenbussard <sup>10</sup> z.B. Rotmilan, Mäusebussard																		

Abbildung 5-6 Bewertungsmatrix der Experteneinschätzungen zur Wirkintensität von relevanten Anbaukulturen/-verfahren auf die Schutzgüter Natur und Landschaft (Teil 2)

Die Auswertung der Experteneinschätzungen in der Bewertungsmatrix zeigt die **Wirkintensitäten der Anbaukulturen**. Verteilt auf die 17 potenziellen Konfliktfelder lassen sich Informationen ablesen.

Das einzige Substrat mit ausschließlich positiver Wirkung stellt das zweischürige Dauergrünland dar. Im Vergleich zur Referenzfrucht wurde die Wirkintensität durchgängig positiver bis erheblich positiver eingeschätzt. Als erheblich positiver wurden die Wirkungen auf das Schutzgut Flora sowie die potenziellen Konfliktfelder Lebensraumeignung für Vögel und Humusbilanz bewertet. Die relative Vorzüglichkeit von extensivem Dauergrünland wird durch die Ergebnisse des K-means Clustering unterstrichen (vgl. Abbildung 5-9 ). Dauergrünland mit höchstens zwei Schnitten unterscheidet sich in der Experteneinschätzung statistisch von allen anderen Kulturen und Verfahren.

Wirkungen der für die Biogasferzeugung relevanten Anbaukulturen und -verfahren auf die Schutzgüter Natur und Landschaft im Vergleich zur Referenzfrucht Weizen (Winter, Körner)																		
Anbaufrucht/-verfahren		Boden				Fauna						Flora		Landschaftsbild				
Anbaufrucht	Anbauverfahren	Humusbilanz	Bodverdichtung	Winderosion	Wassererosion	Lebensraumeignung Brutvögel im Halboffenland <sup>7</sup>	Lebensraumeignung Brutvögel im Offenland <sup>8</sup>	Lebensraumeignung Beutegreifer im Halboffenland <sup>9</sup>	Lebensraumeignung Beutegreifer im Offenland <sup>10</sup>	Lebensraumeignung Säuger	Lebensraumeignung Laufkäfer	Lebensraumeignung Spinnen	Lebensraumeignung Blütenbesucher	Begleitflora	Agrobiodiversität	Pflanzen schutzmitteleintrag	Sichtbeziehung	Erholungsseignung
		<b>Über/Mehrjährige Hauptfrüchte</b>																
Dauergrünland	(2 Schnitte)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>Legende</b>																		
Erheblich positivere Wirkungen als Winterweizen, Korn		■	sichere Einstufung (p-Wert: ≤ 0,05)															
Deutlich positivere Wirkungen als Winterweizen, Korn		■	■	teilweise unsichere Einstufung (p-Wert: ≤ 0,10)														
Positivere Wirkungen als Winterweizen, Korn		■	■	unsichere Einstufung (p-Wert: ≤ 0,20)														
Vergleichbare Wirkungen wie Winterweizen, Korn		■	■	deutlich unsichere Einstufung (p-Wert: ≤ 0,40)														
Negativere Wirkungen als Winterweizen, Korn		■	■	sehr unsichere Einstufung (p-Wert: > 0,40)														
Deutlich negativere Wirkungen als Winterweizen, Korn		■	NA	extrem unsichere Einstufung (kein p-Wert, aufgrund nur einer Bewertung)														
<sup>7</sup> z.B. Neuntöter, Dorngrasmücke, Grauammer, Baumpieper <sup>8</sup> z.B. Feldlerche, Schafstelze <sup>9</sup> z.B. Baumfalke, Wespenbussard <sup>10</sup> z.B. Rotmilan, Mäusebussard																		

Abbildung 5-7 Experteneinschätzungen zur Wirkintensität von Dauergrünland (2 Schnitte) auf die Schutzgüter Natur und Landschaft

Im Vergleich dazu wurde eine intensive Bewirtschaftung von Dauergrünland (>3 Schnitte) hinsichtlich der Konfliktfelder in den Schutzgütern Fauna, Flora und Landschaftsbild z.T. deutlich negativer eingeschätzt. Das resultiert in erster Linie aus der einseitigen Zusammensetzung und dichten Beständen der Futterarten, in denen Bodenbrüter keinen Nistplatz finden. Das intensiv bewirtschaftete Grünland liegt in seiner Wirkintensität statistisch nahe bei den betrachteten Zwischenfrüchten (vgl. Abbildung 5-8 ). Auch den Zwischenfrüchten wurden überwiegend positivere Wirkungen gegenüber der Referenzfrucht zugesprochen. Insbesondere auf die Konfliktfelder der Schutzgüter Boden und Wasser entfalten diese eine deutlich positivere Wirkung.

Das k-means clustering gruppiert die über- und mehrjährigen Hauptfrüchte in einem Cluster, also mit ähnlichen Wirkintensitäten. Diese Gruppe weist überwiegend positivere Wirkungen gegenüber der Referenzfrucht auf. Insbesondere auf die Konfliktfelder des Schutzgutes Boden entfalten diese eine



deutlich positivere Wirkung. Auch für die Gemenge mit Leguminosen ergeben sich durchweg vergleichbare oder positivere Wirkungen als bei Winterweizen.

Dem entgegengesetzt, weisen die annuellen Hauptfrüchte Sorghum und Mais vergleichsweise negativere Wirkintensitäten auf. Das trifft mit Ausnahme der Lebensraumeignung für Säuger (positivere Wirkung), Agrobiodiversität und PSM-Einsatz (vergleichbare Wirkungen) auch für den Anbau von Silomais in Einzelkornsaat zu. Etwas weniger negativ wird Sorghum in Einzelkornsaat bewertet. Die Unterschiede zwischen Mais und Sorghum sind nach Expertenaussagen fachlich nicht nachvollziehbar. Es wurde angenommen, dass das negative Image des Maisanbaus als Biogas-Substrat zu einer entsprechend differenzierten Bewertung geführt hat.

Ähnliche Wirkintensitäten wie Winterweizen weisen die Winter- und Sommergetreide auf. In Bezug auf einzelne Konfliktfelder wurden Wirkungen positiver (Lebensraumeignung für Käfer) sowie negativer (Humusbilanz, Lebensraumeignung für Brutvögel) eingeschätzt. Die statistische Analyse (k-mean) bestätigt die Nähe zu Winterweizen.

Wildpflanzen sind die einjährige Anbaufrucht mit der positivsten Bewertung. Die Wirkungen auf die Flora und die Lebensraumeignung für Blütenbesucher wurden im Vergleich als erheblich positiver eingeschätzt. Der Grund liegt vorrangig in den Blüheffekten der verwendeten Pflanzen. Gleichzeitig lagen bei der Bewertung verstärkte Unsicherheiten vor. Diese sind im Wesentlichen auf die vielfältigen Möglichkeiten des Anbaus, in Streifen unterschiedlicher Breite als Ackerrand oder flächig, zurückzuführen. Das k-means clustering gruppierte die einjährigen und über-/mehrjährige Wildpflanzen und zeigte damit eine, trotz der Unsicherheiten, bestehende Nähe der Einschätzungen.

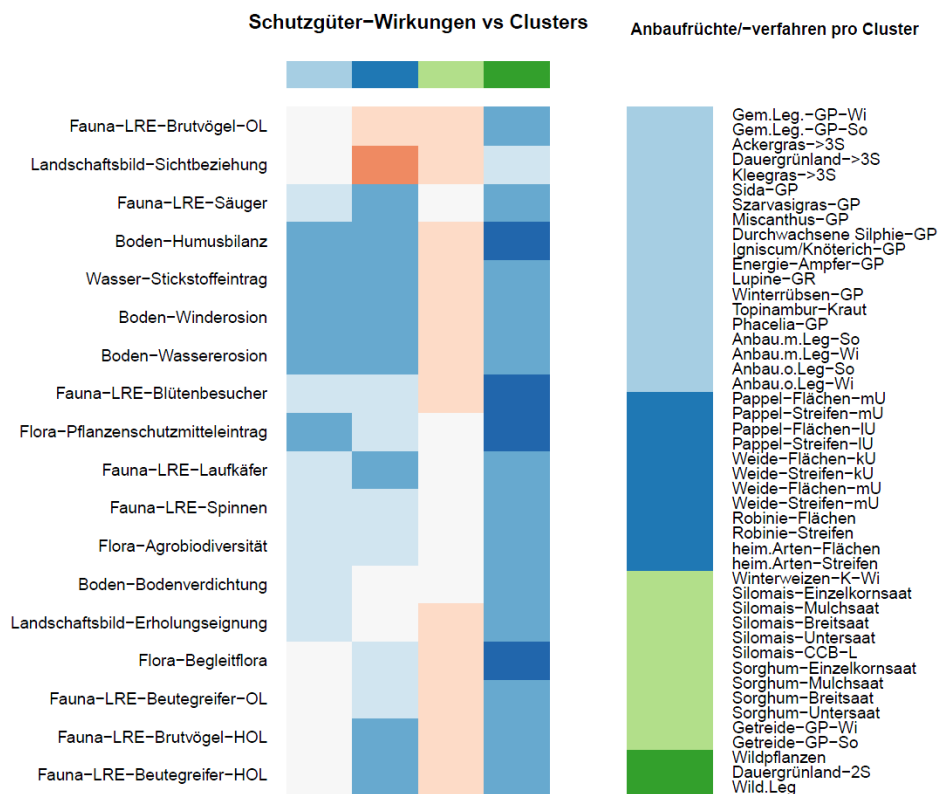


Abbildung 5-8 K-means Clustering der Anbaufrüchte/-verfahren (vier Cluster)

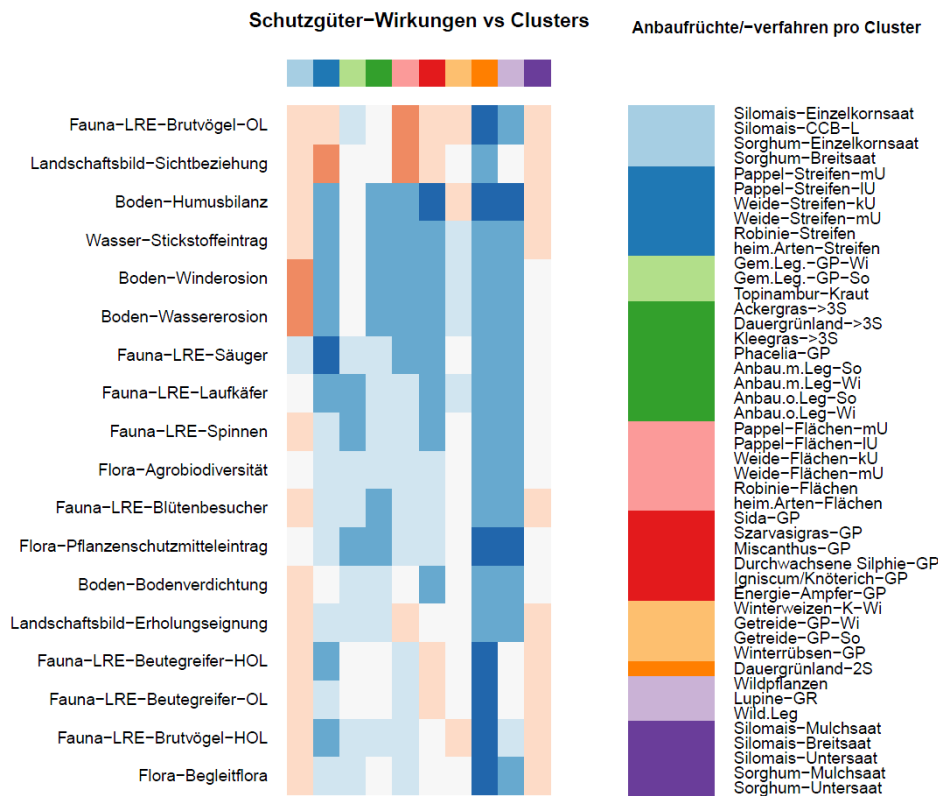


Abbildung 5-9 K-means Clustering der Anbaufrüchte/-verfahren (zehn Cluster)

### Diskussion zur Bewertung von Wildpflanzen

Im Rahmen der durchgeführten Workshops zur Expertenbefragung und den Ergebnisse der Bewertungsmatrix, wurden die Einschätzungen zur Wirkung des Anbaus von Blühstreifen/Wildpflanzen diskutiert. Hintergrund war die auffällig große Unsicherheit mit der die Experteneinschätzungen versehen waren.

Deutlich wurde, dass die von den Experten getroffenen Einschätzungen stark von den jeweiligen Erfahrungen mit dem Management von Blühstreifen/Wildpflanzen zusammenhängen. Die große Varianz bei den Expertenantworten und die häufige Nennung von zusätzlichen Einflussfaktoren sind auf die zu unspezifische Kategorisierung zurückzuführen.

Der Anbau von Blühstreifen/Wildpflanzen findet in unterschiedlicher Art und Weise statt. Die Anbaustrategien unterscheiden sich zum einen in ihrer Form. Je nachdem, ob Blühflächen oder -streifen, Schon- oder Ackerrandstreifen oder Wildpflanzenaufwüchse im Allgemeinen in den Vordergrund gestellt wurden, fiel die Einschätzung der Experten unterschiedlich aus. Zum anderen unterscheiden sich die Aussaat- und Erntetermine. Verschiedene Termine können dabei zu negativen Wirkungen in bestimmten Konfliktfeldern führen. Insbesondere hinsichtlich des Schutzgutes Avifauna sind die Zeitpunkte im Verhältnis zur Brutzeit entscheidend. Für spezielle, einjährige Biogas-Saatmischungen erfolgt die Saat überwiegend erst nach der Hauptkultur. Dies wirkt sich nach Expertenaussagen negativ auf die frühe Brut aus. Denn dieser Zeitpunkt ist für viele Arten, vor allem Bodenbrüter, zu spät. Durch Anforderungen einer frühen Einsaat im Rahmen von AUM wird dieses Risiko minimiert. Methodisch würde ein festgelegter Saattermin (z.B. spätestens 15. April) sowie die

Definition der Anbauvariante (z.B. Breite der Ackerstreifen 3 Meter oder 12 Meter) die Sicherheit der Experteneinschätzung erhöhen.

Die einzelnen Flächen erfüllen aus Naturschutzsicht unterschiedliche Zwecke (vgl. Kapitel 5.2.1) und sollten differenzierter betrachtet werden. Eine Kategorisierung sollte von Biologen genau definiert werden, so dass nur tatsächlich positiv Wirkungen gefördert werden. Fraglich ist vor allem, ab welcher Breite des Blühstreifens ein deutlicher Nutzen für die Fauna entsteht. Erste Einschätzungen bestätigen positive Auswirkungen für Vögel und Insekten ab einer Breite von 3 Metern. Allerdings sei diese verschwindend gering, insbesondere im Vergleich zu einer Breite von 12 Metern, wo eine sehr gute Eignung als Habitat für Vögel und Insekten vorhanden sei. Hinweise können hier die AUM-Programmen der Bundesländer liefern.

Die Wirkungen von Kurzumtriebsplantagen sind allgemein sehr positiv bewertet worden. Negativere Wirkungen wurden nur hinsichtlich der Lebensraumeignung für Brutvögel im Offenland und dem Schutzgut Landschaftsbild gesehen. Dort sind beim Anbau von KUP laut Experteneinschätzung deutlich negativere Wirkungen zu erwarten als bei den meisten anderen Anbaufrüchten. Die große Streuung der Einschätzungen für KUP im Konfliktfeld Erholungseignung ist wahrscheinlich auf die sehr subjektive und landschaftsabhängige (Ausgeräumte Landschaft vs. Mittelgebirge) Einschätzung zurückzuführen. Zudem stehen KUP über mehrere Jahre in hohen Beständen, andere hochwachsende Arten (bspw. Miscanthus) werden häufiger geschnitten. Im Gegensatz zu anderen Produktionsverfahren sind bei KUP die Varianzen schutzgutübergreifend überproportional größer. Das K-means Clustering verdeutlicht, dass es bei KUP einen Unterschied macht, ob sie in Streifen oder Flächen angebaut werden.

Die Bewertungsmatrix wurde hinsichtlich der bestehenden **Unsicherheiten der Experteneinschätzung** statistisch analysiert. Die Auswertung zeigt, dass rund zwei Fünftel der Einschätzungen deutliche Unsicherheiten aufwiesen. Bezüglich der Häufigkeit gemachter Angaben lassen sich Muster erkennen. Einzelne Anbaukulturen und bestimmte Konfliktfelder sind besonders betroffen.

Wirkungen der für die Biogasferzeugung relevanten Anbaukulturen und -verfahren auf die Schutzgüter Natur und Landschaft im Vergleich zur Referenzfrucht Weizen (Winter, Körner)																				
Anbaufrucht/-verfahren		Boden				Wasser	Fauna							Flora			Landschaftsbild			
Anbaufrucht	Anbauverfahren	Humusbilanz	Bodenverdichtung	Winderosion	Wassererosion	Stickstoffeintrag	Lebensraumeignung Bradvögel im Halboffenland <sup>7</sup>	Lebensraumeignung Bradvögel im Offenland <sup>8</sup>	Lebensraumeignung Beutegreifer im Halboffenland <sup>9</sup>	Lebensraumeignung Beutegreifer im Offenland <sup>10</sup>	Lebensraumeignung Säuger	Lebensraumeignung Laufkäfer	Lebensraumeignung Spinnen	Lebensraumeignung Blütenbesucher	Begleitflora	Agrobiodiversität	Pflanzen schutzmitteleintrag	Sichtbeziehung	Erholungseignung	
							<b>Annuelle Hauptfrüchte</b>													
Silomais	in Breitsaat	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Sorghum	■	NA	NA	NA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
<b>Über/Mehrfährige Hauptfrüchte</b>																				
Szarvasigras	GP	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
<b>Legende</b>																				
Erheblich positivere Wirkungen als Winterweizen, Korn		■		sichere Einstufung (p-Wert: ≤ 0,05)																
Deutlich positivere Wirkungen als Winterweizen, Korn		■		teilweise unsichere Einstufung (p-Wert: ≤ 0,10)																
Positivere Wirkungen als Winterweizen, Korn		■		unsichere Einstufung (p-Wert: ≤ 0,20)																
Vergleichbare Wirkungen wie Winterweizen, Korn		■		deutlich unsichere Einstufung (p-Wert: ≤ 0,40)																
Negativere Wirkungen als Winterweizen, Korn		■		sehr unsichere Einstufung (p-Wert: > 0,40)																
Deutlich negativere Wirkungen als Winterweizen, Korn		■		extrem unsichere Einstufung (kein p-Wert, aufgrund nur einer Bewertung)																
<sup>7</sup> z.B. Neuntöter, Dorngrasmücke, Grauammer, Baumpieper <sup>8</sup> z.B. Feldlerche, Schafstelze <sup>9</sup> z.B. Baumfalke, Wespenbussard <sup>10</sup> z.B. Rotmilan, Mäusebussard																				

Abbildung 5-10 Anbaufrüchte/-verfahren mit starker Unsicherheit in Einstufung

Bei den Anbaukulturen/-verfahren sind die Einschätzungen für die Breitsaat von Silomais und Sorghum überwiegend unsicher. Rückschlüsse aus der Expertendiskussion ließen darauf schließen, dass dieses Anbauverfahren keine Praxisrelevanz aufweist und nur vereinzelte Einschätzungen vorgenommen werden konnten. Auch die Einschätzungen zum Szarvasigras wiesen große Unsicherheiten auf. Hier liegt die Begründung ebenfalls in der fehlenden Praxisrelevanz. Für die in Deutschland junge Anbaukultur wurden bisher nur wenige Kenntnisse aus Anbauversuchen gewonnen.

Betrachtet man die vorliegenden Unsicherheiten aus der Perspektive der 17 Konfliktfelder, wird offensichtlich, dass von allen Konfliktfeldern die Lebensraumeignung von Laufkäfern und Spinnen die größte Varianz aufweisen. Aus den Hinweisen der Experten wurde ersichtlich, dass in diesem Konfliktfeld unterschiedliche Arten mit unterschiedlichen Habitatansprüchen zusammengefasst wurden. Dadurch erfolgten die Einschätzungen wahrscheinlich unter Berücksichtigung verschiedener Voraussetzungen und führten so zu sehr heterogenen Ergebnissen. Zudem besteht über die häufig sehr spezielle Ökologie der Laufkäfer und Spinnen allgemein nur geringes Wissen. Daraus folgte, dass das Konfliktfeld hinsichtlich der Unterscheidung von Säugern, Spinnen und Laufkäfern weiter zu differenzieren wäre. Ebenfalls deutliche Unsicherheiten bestehen bei der Bewertung der Lebensraumeignung von Halboffen- und Offenland für Vögel. Die Varianzen (vgl. p-Wert) sind bei der Einschätzung der Schutzgüter Flora und Fauna im Allgemeinen höher als bei den Schutzgütern Boden und Landschaftsbild. D.h. die Verschiedenheit und somit die Streuung der Antworten bei der Bewertung von Lebensraumeignungen für Tiere und Pflanzen ist tendenziell größer als bei der Bewertung von Erosion, Bodenverdichtung, Humusbilanz sowie beim Landschaftsbild und der Erholungseignung. Auch

hier könnte es daran liegen, dass die Habitatbedürfnisse der Vogelarten sehr unterschiedlich sind und eine weitere Differenzierung erforderlich ist.

Wirkungen der für die Biogaserzeugung relevanten Anbaukulturen und -verfahren auf die Schutzgüter Natur und Landschaft im Vergleich zur										Wirkungen der für die Biogaserzeugung relevanten Anbaukulturen und -verfahren auf die Schutzgüter Natur und Landschaft im Vergleich zur Referenzfrucht Weizen (Winter, Körner)									
Anbaufrucht und -verfahren					Fauna					Anbaufrucht und -verfahren					Fauna				
Anbaufrucht	Anbauverfahren	Lebensraumeignung Brutvögel im Halboffenland <sup>7</sup>	Lebensraumeignung Brutvögel im Offenland <sup>8</sup>	Lebensraumeignung Belegreifer im Halboffenland <sup>9</sup>	Lebensraumeignung Belegreifer im Offenland <sup>10</sup>	Lebensraumeignung Säuger	Lebensraumeignung Laufkäfer	Lebensraumeignung Spinnen	Lebensraumeignung Blütenbesucher	Anbaufrucht	Anbauverfahren	Lebensraumeignung Brutvögel im Halboffenland <sup>7</sup>	Lebensraumeignung Brutvögel im Offenland <sup>8</sup>	Lebensraumeignung Belegreifer im Halboffenland <sup>9</sup>	Lebensraumeignung Belegreifer im Offenland <sup>10</sup>	Lebensraumeignung Säuger	Lebensraumeignung Laufkäfer	Lebensraumeignung Spinnen	Lebensraumeignung Blütenbesucher
Annuelle Hauptfrüchte										Zwischenfrüchte									
Winterweizen	Körner (Wi)	0	0	0	0	0	0	0	0	Phacelia	GP	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Silomais	in Einzelkornsaat	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Anbaukulturen mit Leguminosen	Blanksaat Sommerzwischenfrucht <sup>3</sup>	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	in Mulchsaat	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐		Blanksaat Winterzwischenfrucht <sup>4</sup>	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	in Breitsaat	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Anbaukulturen ohne Leguminosen	Blanksaat Sommerzwischenfrucht <sup>5</sup>	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	mit Untersaat	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐		Blanksaat Winterzwischenfrucht <sup>6</sup>	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	Com-Cob-Mix (CCM) / Lieschkolbenschrot	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	KUP									
Sorghum	in Einzelkornsaat	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Pappel	Flächen, mittlere Umtrieb (3-5 Jahre)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	in Mulchsaat	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐		Streifen, mittlere Umtrieb (3-5 Jahre)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	in Breitsaat	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐		Flächen, langer Umtrieb (>5 Jahre)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	mit Untersaat	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐		Streifen, langer Umtrieb (>5 Jahre)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Getreide Ganzpflanzensilage	GP (Wi)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Weide	Flächen, kurzer Umtrieb (0-3 Jahre)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	GP (So)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐		Streifen, kurzer Umtrieb (0-3 Jahre)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Gemenge mit Leguminosen <sup>1</sup>	GP (Wi)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Robinie	Flächen, mittlere Umtrieb (3-5 Jahre)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	GP (So)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐		Streifen, mittlere Umtrieb (3-5 Jahre)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Wildpflanzen	Bühstreifen, Blühflächen, Schonstreifen, Ackerrandstreifen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Robinie	Flächen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐		Streifen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Über/Mehrjährige Hauptfrüchte										Legende									
Ackergras (Grassilage)	>3 Schnitte	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	heimische Arten <sup>2</sup>	Flächen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Dauergrünland	>3 Schnitte	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐		Streifen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	(2 Schnitte)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐										
Kleegrass	>3 Schnitte	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Erheblich positivere Wirkungen als Winterweizen, Korn		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	sichere Einstufung (p-Wert: ≤ 0,05)
Sida	GP	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Deutlich positivere Wirkungen als Winterweizen, Korn		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	teilweise unsichere Einstufung (p-Wert: ≤ 0,10)
Szarvasigras	GP	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Positivere Wirkungen als Winterweizen, Korn		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	unsichere Einstufung (p-Wert: ≤ 0,20)
Miscanthus	GP	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Vergleichbare Wirkungen wie Winterweizen, Korn		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	deutlich unsichere Einstufung (p-Wert: ≤ 0,40)
Durchwachsene Silphie	GP	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Negativere Wirkungen als Winterweizen, Korn		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	sehr unsichere Einstufung (p-Wert: > 0,40)
Igniscum/ Knöterich	GP	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Deutlich negativere Wirkungen als Winterweizen, Korn		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	extrem unsichere Einstufung (kein p-Wert, aufgrund nur einer
Energie-Ampfer	GP	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	<sup>7</sup> z.B. Neurtötler, Dorngrasmücke, Grauammer, Baumpieper <sup>8</sup> z.B. Feldlerche, Schafstelze <sup>9</sup> z.B. Baumfalke, Wespenbussard <sup>10</sup> z.B. Rotmilan, Mäusebussard									
Lupine	GP	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐										
Winterrüben	GP	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐										
Wildpflanzen mit Leguminosenanteil	Bühstreifen, Blühflächen, Schonstreifen, Ackerrandstreifen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐										
Topinambur	Kraut	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐										

Abbildung 5-11 Konfliktfelder mit starker Unsicherheit in Einstufung

In weiteren Fällen liegt die Begründung aber auch in einer Kombination aus unbekanntem Arten und ungewissen Wirkungen auf einzelne Schutzgüter. Dies trifft nach Rückschlüssen aus der Expertendiskussion zum einen auf die Auswirkungen der potenziell invasiven Arten Igniscum und Energie-Ampfer in den Konfliktbereichen Begleitflora und Agrobiodiversität zu. Die Wirkung von Phacelia ist zum anderen in Bezug auf die Bodenverdichtung und die Erosion ungewiss.

### Naturverträglichkeit potenziell invasiver Arten

Im Rahmen der durchgeführten Expertenworkshops wurde über die potenziell invasiven Kulturen der Bewertungsmatrix diskutiert. Zu diesen zählen Igniscum, Lupine, Energie-Ampfer, Topinambur und Robinie. Durch die Experteneinschätzung und anhand der Bewertungsmatrix wurde dieses Konfliktpotenzial nicht berücksichtigt. Im Zuge der Interpretation der Ergebnisse sollte das potenzielle Invasionsrisikos jedoch einbezogen werden. Dazu werden die o.g. Anbaukulturen im Folgenden hinsichtlich ihrer potenziellen Invasivität beschrieben.

Werden für die Erzeugung von Biomasse zur Stromgewinnung invasive Arten genutzt, können Konflikte mit den Zielen des Naturschutzes entstehen. Unter invasiven Arten sind gebietsfremde Arten zu verstehen, die in Gebiete außerhalb ihrer natürlichen Lebensräume eingeführt werden und dort in der Lage sind sich zu etablieren und einheimische Arten zu verdrängen. Zwar werden nicht alle eingeschleppten Arten zu Problemfällen, aber da Vorhersagen über die Anpassungsfähigkeit und das Ausbreitungspotenzial von Arten in neuen Lebensräumen sehr schwierig sind, ist das Risiko unkalkulierbar. Im Wesentlichen können natürliche oder naturnahe Lebensräume erheblich beeinträchtigt werden. Dabei kann es durch den Anbau oder den unsachgemäßen Umgang mit invasiven Arten auch zu Auswirkungen auf empfindlichen Nachbarflächen kommen (räumliche und zeitliche Dimension). Zu beachten ist zudem, dass Auswirkungen nicht heimischer Arten möglicherweise erst auftreten, wenn der Anbauumfang eine gewisse Größe erreicht hat. Je mehr Anbauflächen von invasiven Kulturen in sensiblen Gebieten liegen, desto höher ist das Risiko von Beeinträchtigungen in angrenzenden Schutzgebieten.

Mit dem Naturschutzinstrument der „naturschutzfachlichen Invasivitätsbewertung“ (NEHRING u. a., 2013) wurde ein Listensystem entwickelt um die Gefährdung der Biodiversität und Verbreitung der Arten zu kategorisieren. Weiterführend werden Maßnahmen zur Verhinderung der Ausbreitung gebietsfremder Arten zugänglich gemacht. Die Bewertungsliste dient hier der Einordnung der zu betrachteten, potenziell invasiven Energiepflanzen. In Anlehnung an die Invasivitätsbewertung des BfN wird im Folgenden eine Risikoeinschätzung vorgenommen.

Der Staudenknöterich **Igniscum** (*Fallopia sachalinensis* F. Schmidt) ist auf der Schwarzen Liste - Managementliste des BfN<sup>5</sup>. Es handelt sich bei dieser Kultur um eine Kreuzung aus dem Ausläufer treibenden Sachalinknöterich (*Fallopia sachalinensis*) und dem Japanischen Staudenknöterich (*Fallopia japonica*). Die neue Züchtung bildet runde Horste aus und kann sich dadurch nicht unkontrolliert ausbreiten, womit invasivem Verhalten zumindest entgegen gewirkt wird (FNR, 2012). Trotzdem wird die Kultur als hochinvasiv eingeschätzt und sollte nicht auf Standorten angebaut werden, wo eine ungewollte Ausbreitung erleichtert wird wie bspw. an Fließgewässern. Zudem müssen gewisse Vorsichtsmaßnahmen bei der Pflege und Ernte getroffen werden und somit ist mit einem relativ hohen Investitionsaufwand zu rechnen (FNR 2012).

Die sogenannte **Energieampfer** (*Rumex schavnat*) wurde aus *Rumex patencia* und *Rumex*

<sup>5</sup> Schwarze Liste - Managementliste: Enthält im Bezugsgebiet wild lebend vorkommende invasive gebietsfremde Arten, deren Vorkommen kleinräumig sind und für die keine geeigneten Sofortmaßnahmen bekannt sind ODER deren Vorkommen schon großräumig sind, dass Maßnahmen nur in Einzelfällen sinnvoll sind.



*tianschanicus* gekreuzt (FNR, 2012). Die Samen überdauern 30-40 Jahre im Boden. Nach der Pflanzung ist eine unkontrollierte Ausbreitung kaum zu verhindern. Zudem wird beim Biogasprozess befürchtet, dass sich die noch keimfähige Ampfersamen über die Gärreste verbreiten können (FNR, 2012). Der Energie-Ampfer befindet sich zwar nicht auf den Listen des BfN, aber das Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Nördlingen rät von einem Anbau ab.

Die in der Biomasseverordnung 2012 gelistete **Staudenlupine** (*Lupinus polyphyllus*) befindet sich ebenfalls auf der Schwarzen Liste - Managementliste des BfN. Das Risiko der invasiven Ausbreitung der Lupine sollte weiter untersucht und Anbaustrategien ggf. angepasst werden (STINNER & RENSBERG, 2011). In Folge der invasiven Ausbreitung führt eine größere Lupinendeckungen zu einem Verlust der Artenvielfalt. So wurde nach Lauterbach & Nehring, (NEHRING u. a., 2013) auf Bergwiesen der Rhön eine geringere Artendiversität nachgewiesen. Zudem wird dort von einer negativen Beeinflussung artenreicher montaner und submontaner Wiesengesellschaften mit hohem Naturschutzwert ausgegangen.

Beim **Topinambur** (*Helianthus tuberosus*) handelt es sich um ein leicht verwilderndes, invasives Knollengewächs, welches sich auf der Grauen Liste - Handlungsliste befindet<sup>6</sup>. Bei der Auswirkung auf heimische Arten besteht Forschungsbedarf, obgleich eine Gefährdung angenommen wird. Insbesondere an Flussauen sind nach Nehring (NEHRING u. a., 2013) Dominanzbestände zu beobachten, in denen heimische Arten stark zurückgedrängt werden. Infolge dessen besteht an gewässernahen Standorten Erosionsgefahr bei Hochwasser, da der Standort im Winterhalbjahr vegetationsfrei bleibt (NEHRING u. a., 2013).

Obwohl die **Robinie** (*Robinia pseudoacacia*) eine fast überall in Deutschland angebaute Baumart in der Forstwirtschaft ist und eine Alternative zu importiertem Tropenholz darstellt, wird sie als problematischer Neophyt betrachtet (ZENTRALVERBAND GARTENBAU E.V., 2008). Sie bedroht die Biodiversität bestimmter Standorte und wird deswegen auf der Schwarzen Liste - Managementliste<sup>7</sup> geführt. Grund dafür ist ihre Fähigkeit zur symbiotischen Stickstoffbindung, die einen Düngeeffekt hat. An bestimmten Standorten kann dies eine Veränderung der Artenzusammensetzung zur Folge haben. Dadurch sind vor allem seltene Biotoptypen wie Magerrasen betroffen. Auf die Pflanzung in Reichweite gefährdeter Vegetationstypen und Offenlandbiotope sollte aufgrund des hohen Regenerationsvermögens durch Stockausschlag und Wurzelausläufer verzichtet werden, solange die Ausbreitung nicht kontrolliert werden kann (ZENTRALVERBAND GARTENBAU E.V., 2008). Weitere mögliche Langzeitauswirkungen insbesondere für die biologische Vielfalt werden vermutet, sind aber bisher nicht genauer untersucht (BfN, 2012).

Drei der fünf betrachteten gebietsfremden Arten (Igniscum, Staudenlupine und Robinie) sind in der Schwarzen Liste des BfN aufgeführt und werden somit als invasiv eingestuft, wo hingegen Topinambur als potenziell invasiv (Graue Liste des BfN) gilt. Der Energie-Ampfer stellt eine neue Züchtung dar die

---

<sup>6</sup> Graue Liste - Handlungsliste: Enthält jene gebietsfremden Arten, für die begründete Annahmen vorliegen, dass sie entweder heimische Arten direkt gefährden oder Lebensräume so verändern, dass dies (indirekt) heimische Arten gefährdet. Die negativen Auswirkungen sind auf Grund ungenügenden Wissensstands derzeit nicht endgültig zu beurteilen, aber ausreichend, um Maßnahmen zu begründen.



sich bisher nicht in der Liste des BfN wiederfindet. Da für diese Kulturen gelten muss, dass sie zumindest an bestimmten Standorten, z.B. in unmittelbarer Nähe zu gefährdeten Vegetationstypen, nicht angebaut werden sollten, um eine ungewollte Ausbreitung zu vermeiden, kann hier keine Naturverträglichkeit attestiert werden.

Allerdings besteht weiterhin starker Forschungsbedarf in diesem Bereich, der einen naturverträglichen Einsatz ggf. ermöglichen könnte.

Die Kennzeichnung der Experten zu **Standort-, Fruchtfolge-, Managementabhängigkeiten** (vgl. Abbildung 5-12 und Abbildung 5-13) zeigt die Bedeutung dieser Einflussfaktoren. Einzelne Konfliktfelder, vor allem Stickstoffeintrag und Humusbilanz, sowie bestimmte Anbaukulturen und -verfahren, wie einjährige Wildpflanzen, unterliegen einer starken Abhängigkeit von den zusätzlichen Faktoren. In der ersten Runde der Expertendiskussion stellte sich heraus, dass der Stickstoffeintrag bedeutend von weiteren Einflussfaktoren abhängig ist. In der Konsequenz wurde das Konfliktfeld aus der Bewertungsmatrix entfernt.

Wirkungen der für die Biogaserzeugung relevanten Anbaukulturen und -verfahren auf die Schutzgüter Natur und Landschaft im Vergleich zur Referenzfrucht Weizen (Winter, Körner)																		
Anbaufrucht/-verfahren		Boden				Fauna								Flora			Landschaftsbild	
Anbaufrucht	Anbauverfahren	Humusbilanz	Bodenverdichtung	Winderosion	Wassererosion	Lebensraumneigung Brutvögel im Halboffenland <sup>7</sup>	Lebensraumneigung Brutvögel im Offenland <sup>8</sup>	Lebensraumneigung Beutegreifer im Halboffenland <sup>9</sup>	Lebensraumneigung Beutegreifer im Offenland <sup>10</sup>	Lebensraumneigung Säuger	Lebensraumneigung Laufkäfer	Lebensraumneigung Spinnen	Lebensraumneigung Blütenbesucher	Begleitflora	Agrobiodiversität	Pflanzen schutzmitteleintrag	Sichtbeziehung	Erholungsseignung
<b>Annuelle Hauptfrüchte</b>																		
Winterweizen	Körner (Wi)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Silomais	in Einzelkomsaat				M/F						M/F/S							
	in Mulchsaat				F/M/S						F/M/S							
	mit Untersaat				F/M/S								M/S					
	Corn-Cob-Mix (CCM) / Lieschkolbenschrot				M/S													
Sorghum	in Einzelkomsaat		S/M		M/F/S						S/F/M			S/F/M				
	in Mulchsaat	M/S/F	M/S/F	F/S/M	F/M/S		M/S/F			M/S/F	F/M/S	M/S/F	M/F/S				S/M/F	
	mit Untersaat				M/F/S													
Getreide Ganzpflanzensilage	GP (Wi)	M/F			M/F						M/S/F							
	GP (So)	M/F																
Gemenge mit Leguminosen <sup>1</sup>	GP (Wi)										M/S/F							
	GP (So)										M/S/F							
Wildpflanzen	Blühstreifen, Blühflächen, Schonstreifen, Ackerrandstreifen		S/F/M	F/S/M	F/M/S	S/M/F	M/S/F	M/S/F	M/S/F	M/S/F	M/S/F	M/S/F	S/F/M				M/S/F	
<b>Über/Mehrjährige Hauptfrüchte</b>																		
Ackergras (Grassilage)	(>3 Schnitte)	M/S	M/S				M/S				M/S	M/S	M/S					
Dauergrünland	(>3 Schnitte)	M/S	M/S								M/S	M/S	M/S					
	(2 Schnitte)	M/S	M/S															
Kleegras	(>3 Schnitte)	M/S	M/S									M/S	S/M/F					
Sida	GP	M/S	M/S															
Szarvasigras	GP																	
Miscanthus	GP	M/S																
Durchwachsene Silphie	GP	M/S																
Igniscum/Knöterich	GP	M/S																
Energie-Ampfer	GP	M/S																
Lupine	GP	M/S																
Winterrüben	GP	M/S/F																
Wildpflanzen mit Leguminosenanteil	Blühstreifen, Blühflächen, Schonstreifen, Ackerrandstreifen	S/M	S/F/M				M/S/F											
Topinambur	Kraut																	

Abbildung 5-12 Bewertungsmatrix der Experteneinschätzungen zur Wirkintensität von relevanten Anbaukulturen/-verfahren auf die Schutzgüter Natur und Landschaft und der Einfluss zusätzlicher Faktoren (1. Teil)

Wirkungen der für die Biogasproduktion relevanten Anbaukulturen und -verfahren auf die Schutzgüter Natur und Landschaft im Vergleich zur Referenzfrucht Weizen (Winter, Körner)																		
Anbaufrucht und -verfahren		Boden				Fauna							Flora			Landschaftsbild		
Anbaufrucht	Anbauverfahren	Humusbilanz	Bodenverdichtung	Winderosion	Wasserosion	Lebensraumtauglichkeit Brutvögel im Halboffenland <sup>1</sup>	Lebensraumtauglichkeit Brutvögel im Offenland <sup>2</sup>	Lebensraumtauglichkeit Beutegreifer im Halboffenland <sup>3</sup>	Lebensraumtauglichkeit Beutegreifer im Offenland <sup>4</sup>	Lebensraumtauglichkeit Säuger	Lebensraumtauglichkeit Laufkäfer	Lebensraumtauglichkeit Spinnen	Lebensraumtauglichkeit Blütenbesucher	Begleitflora	Agrobiodiversität	Pflanzen schutzmitteleintrag	Sichtbeziehung	Erholungsseignung
<b>Zwischenfrüchte</b>																		
Phacelia	GP																	
Anbaukulturen mit Leguminosen	Blanksaat Sommerzwischenfrucht <sup>3</sup>	M			M/F/S													
	Blanksaat Winterzwischenfrucht <sup>4</sup>	M					M											
Anbaukulturen ohne Leguminosen	Blanksaat Sommerzwischenfrucht <sup>5</sup>	M			M/F/S													
	Blanksaat Winterzwischenfrucht <sup>6</sup>	M					M											
<b>KUP</b>																		
Pappel	Flächen, mittlere Umtrieb (3-5 Jahre)	M											M/S					S/M
	Streifen, mittlere Umtrieb (3-5 Jahre)	M											M/S	S/M				S/M
	Flächen, langer Umtrieb (>5 Jahre)	M											M/S					S/M
	Streifen, langer Umtrieb (>5 Jahre)	M											M/S	S/M				S/M
Weide	Flächen, kurzer Umtrieb (0-3 Jahre)	M																S
	Streifen, kurzer Umtrieb (0-3 Jahre)	M												S/M				S/M
	Flächen, mittlere Umtrieb (3-5 Jahre)	M																S/M
	Streifen, mittlere Umtrieb (3-5 Jahre)	M												S/M				S/M
Robinie	Flächen																	
	Streifen																	S/M
heimische Arten <sup>2</sup>	Flächen																	S/M
	Streifen												S/M					S/M
<b>Legende</b>																		
Erheblich positivere Wirkungen als Winterweizen, Korn			S	Wirkungen maßgeblich standortabhängig														
Deutlich positivere Wirkungen als Winterweizen, Korn			F	Wirkungen maßgeblich fruchtfolgeabhängig														
Positivere Wirkungen als Winterweizen, Korn			M	Wirkungen maßgeblich abhängig von weiterem Management														
Vergleichbare Wirkungen wie Winterweizen, Korn																		
Negativere Wirkungen als Winterweizen, Korn																		
Deutlich negativere Wirkungen als Winterweizen, Korn																		
<sup>1</sup> z.B. Wickroggen, Wintererbsen-Winterroggen-Gemenge (Wi); Sommergetreide mit Erbsen, Wicken, Ackerbohnen (So) <sup>2</sup> analog zur Liste der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) <sup>3</sup> z.B. Gras-Perserklee/Alexandrinerklee; Nichtleguminosen-Sommerwicken, Grünfuttererbsen, Ackerbohnen, Sommerklee oder <b>Lupinen</b> <sup>4</sup> z.B. Landsberger Gemenge; <b>Luzernegras</b> ; <b>Klee</b> gras; Winterroggen-Wintererbsen-Gemenge; Wickroggen <sup>5</sup> z.B. <b>Einjähriges Weidelgras</b> ; Buchweizen; Sommerkruziferen; Sommergräser <sup>6</sup> z.B. Welsches-Weidelgras; Grünroggen; <b>Winterrüben</b> <sup>7</sup> z.B. Neuntöter, Domgrasmücke, Grauammer, Baumpieper <sup>8</sup> z.B. Feldlerche, Schafstelze <sup>9</sup> z.B. Baumfalke, Wespenbussard <sup>10</sup> z.B. Rotmilan, Mäusebussard																		

Abbildung 5-13 Bewertungsmatrix der Experteneinschätzungen zur Wirkintensität von relevanten Anbaukulturen/-verfahren auf die Schutzgüter Natur und Landschaft und der Einfluss zusätzlicher Faktoren (2. Teil)

Hinsichtlich der betrachteten Anbaukulturen wurde deutlich, dass die angeführten Kulturen der Einsatzstoffvergütungskategorie II nicht alle eine zusätzliche Vergütung aufgrund ihrer naturschutzfachlichen Vorzüglichkeit erhalten sollten. Im Ergebnis kann zu folgenden Anbaukulturen/-verfahren (Tabelle 5-8) ein Urteil über deren vergleichsweise naturverträglichere Nutzung mit großer Sicherheit getroffen werden

Tabelle 5-8 Übersicht der vergleichsweise naturverträglichen Anbaukulturen

Anbaukultur/-verfahren	Experteneinschätzung Anzahl der Konfliktfelder (positiver/vergleichbar/negativer)	Bemerkungen (Unsicherheiten, Praxisrelevanz, usw.)
Dauergrünland (max. 2 Schnitte)	17/0/0	Große Sicherheit bei der Bewertung
Dauergrünland (> 3 Schnitte)	16/1/0	Große Sicherheit bei der Bewertung
mehrfährige Wildpflanzen mit Leguminosenanteil	14/3/0	Stark Managementabhängig
Einjährige Wildpflanzen	16/1/0	Stark Managementabhängig;
Gemenge mit Leguminosen GP	(Wi) 8/9/0 (So) 10/7/0	-
Kleegrass (> 3 Schnitte)	15/2/0	-
Ackergras (Grassilage; > 3 Schnitte)	14/2/1	-
Durchwachsene Silphie	12/3/2	Geringe Praxisrelevanz und sehr große Unsicherheit im Bereich Avifauna
Zwischenfrüchte mit Leguminosen	(Wi) 10/7/0	sehr große Unsicherheit im Bereich Laufkäfer und Spinnen
Zwischenfrüchte ohne Leguminosen	(Wi) 8/9/0 (So) 13/4/0	sehr große Unsicherheit im Bereich Laufkäfer und Spinnen
KUP (Pappel, Weide, Robinie, heimische Arten nach BLE)	zwischen 14/2/1 und 12/2/3	Deutliche Unterschiede zwischen flächigem und streifen Anbau

Für die weiteren betrachteten Anbaukulturen trifft dieses Urteil nicht zu oder kann nicht mit Sicherheit getroffen werden. Dies beruht zum einen auf den maßgeblichen Unsicherheiten in der Experteneinschätzung als auch auf den gekennzeichneten weiteren Einflussfaktoren. Dabei wurden zum einen die Unsicherheiten in der Experteneinschätzung als auch die Kennzeichnung weiterer wesentlicher Einflussfaktoren berücksichtigt.

### Diskussion und Ausblick

Die Expertenbefragung und anschließende intensive Diskussion der Bewertungsergebnisse haben ergeben, dass die angewendete Methode fachlich gerechtfertigt und im Sinne einer naturverträglichen

Gestaltung der Bioenergienutzung zielführend ist. Im Ergebnis weisen bestimmte Anbaukulturen/-verfahren eine vergleichsweise höhere Naturverträglichkeit auf. Es ist daher festzuhalten, dass sich die Vorgehensweise für eine vergleichende Bewertung von Einsatzstoffen aus Naturschutzsicht besonders anbietet.

Mit Hilfe der Bewertungsmethodik können besonders naturverträgliche Anbaukulturen/-verfahren identifiziert und in entsprechende Maßnahmen integriert werden.

Zunächst Bedarf es dazu jedoch einer **Anpassung und Weiterentwicklung der Methodik**. Denn im Zuge der Expertendiskussion wurden die Unsicherheiten der Bewertung deutlich. Diese hängen im Wesentlichen mit Wissenslücken und Forschungsbedarf, aber auch mit der Struktur der Bewertungsmatrix sowie mit dem Vorgehen bei der Expertenbefragung zusammen. Das gilt vor allem für neue Kulturen, aber auch die naturschutzfachlichen Wirkprofile traditioneller Anbaukulturen/-verfahren sind bislang nicht vollständig erforscht.

Die Verbesserungsvorschläge der Experten zur Steigerung der Aussagesicherheit beziehen sich in erster Linie auf den Aufbau der Bewertungsmatrix. Die zu betrachtenden Anbaukulturen/-verfahren sind hinsichtlich ihrer Praxisrelevanz und Definition zu prüfen. Weiterhin haben die Kommentare und Hinweise der Experten Anpassungsbedarf aufgezeigt. In Verbindung mit der häufig genutzten Möglichkeit zu kennzeichnen, dass die Ausprägung der Konfliktintensität vom Standort, der Fruchtfolge oder weiterem Management abhängig ist, deutet darauf hin, dass bestimmte Konfliktfelder aber voraussichtlich auch einige Kulturen und Verfahren, dieser Bewertung nicht zugänglich sind. Zudem sollte eine erneute Durchführung der Expertenbefragung einen größeren Kreis von Experten umfassen. Durch die größere Stichprobe könnten Unsicherheiten in folgenden Untersuchungen vermieden werden und die Aussagekraft der Ergebnisse erhöht werden.

Wichtig ist dabei die Überprüfung und fachliche Konkretisierung der gewählten Konfliktfelder. Eine Ausrichtung auf andere Anbaukulturen ist jederzeit möglich. Im Rahmen des Vorhabens konnten mit Hilfe der statistischen Auswertung der Ergebnisse bereits erste Ansatzpunkte zur Weiterentwicklung identifiziert werden. Das Hierarchical Clustering zeigt wie ähnlich sich die Schutzgüter in Hinblick auf die Einschätzungen der Wirkungen aller betrachteten Anbaukulturen sind. Die Ergebnisse der Analyse werden in einem Dendrogramm dargestellt. Je ähnlicher zwei Elemente sind, desto früher werden sie in einen Zweig zusammengeführt (vgl. Abbildung 5-14).

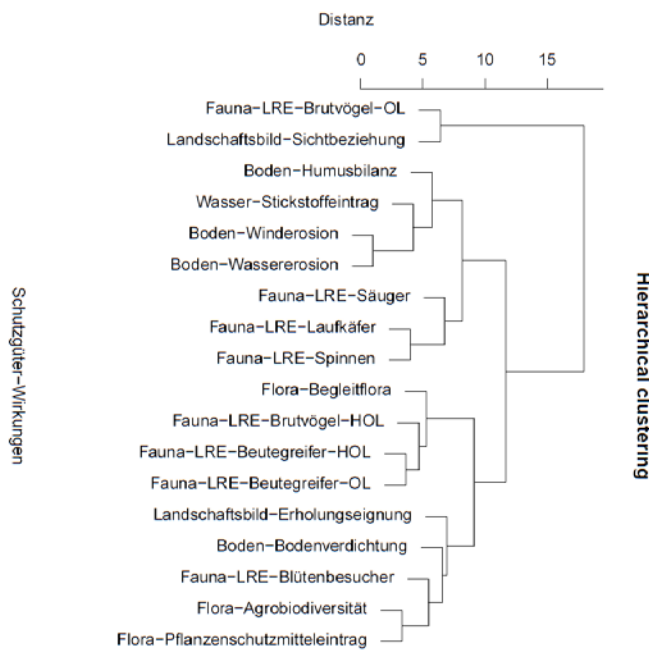


Abbildung 5-14 Hierarchische Clustering der naturschutzfachlichen Schutzgüter und ihrer Wirkungen

Im Ergebnis wird deutlich, dass die Konfliktfelder Wind- und Wassererosion als erstes gruppiert werden. Hier stimmen die Experteneinschätzungen über alle Anbaukulturen betrachtet besonders stark überein. Fachlich liegt die Übereinstimmung nahe, da die Wirkungen, die von den Anbaukulturen ausgehen können, in der Regel beide Erosionsformen gleichermaßen betreffen. So erfolgt Wind- oder Wassererosion besonders bei spät schließenden Reihenstrukturen wie Mais und Sorghum sowie bei Arten und Verfahren bei denen von einer stärkeren mechanischen Bodenbelastung ausgegangen werden kann, in der Regel unabhängig davon, ob der Abtransport des Bodenmaterials durch Kräfte des Windes oder des Wassers induziert wurde. Aufgrund der geringen Unterschiede hinsichtlich der Wirkungen von Anbaukulturen ließen sich diese beiden Konfliktfelder verbinden. Ebenfalls geringe Unterschiede sind bei der Lebensraumeignung von Beutegreifern im Offen- und Halboffenland sowie Spinnen und Laufkäfern zu beobachten. In diesen Fällen stellt sich die Frage, ob die Artengruppen noch weiter differenziert werden müssten um eindeutigere Aussagen treffen zu können oder ob die Lebensraumansprüche so ähnlich sind, sodass eine Unterscheidung nicht notwendig ist. Dagegen spricht, dass die Lebensraumeignung für Brutvögel des Offenlandes sich im Dendrogramm weit entfernt von der übrigen Avifauna befindet und eine Unterscheidung von Bedeutung ist.

Neben der Bewertungsmatrix steht die Durchführung der Expertenbefragung im Fokus der notwendigen Weiterentwicklung der Bewertungsmethodik. Aufgrund der Wissenslücken und des Forschungsbedarfs ist es erforderlich, die Bewertung der Naturverträglichkeit auf eine möglichst große Stichprobe von Experteneinschätzungen zu beziehen. Weiterführend können gestufte Befragungen und Rückkoppelungen mit den Experten die Validität der Aussagen zusätzlich erhöhen.

## 5.4.2 Reststoffe

Die Bewertung von Reststoffen erfolgt losgelöst von der Bewertungsmatrix für Anbaubiomasse. Aufgrund der wesentlichen Eigenschaft des Anfallens von Biomassereststoffen, bietet sich eine verbal-argumentative Vorgehensweise an. Damit wird eine differenzierte Betrachtung der diversen

Reststoffquellen und deren unterschiedlicher Rahmenbedingungen außerhalb eines festen Bewertungsrasters ermöglicht.

Die Grundannahme im Fall von Reststoffen aus der Landschaft ist, dass der Biomasseanfall ein Nebenprodukt naturschutzfachlicher und sicherungstechnischer Maßnahmen ist. Es besteht also zunächst kein verwertungsbezogenes Anbaukonzept. In der Regel ist die Entnahme der anfallenden Biomasse aus Naturschutzsicht gewünscht. Zentrales Anliegen ist die Vermeidung einer Nährstoffanreicherung. Allerdings kann dies aufgrund fehlender finanzieller Mittel nicht immer gewährleistet werden. Aus dieser Diskrepanz erwachsen ökologische und ökonomische Chancen für die energetische Verwertung dieser Reststoffe. Dabei ist es unerheblich, ob die Flächen aus naturschutzfachlichen oder sicherungstechnischen Gründen gepflegt bzw. unterhalten werden. Bewertet werden soll die Wirkung der Entnahme zur energetischen Nutzung der Reststoffbiomasse gegenüber der aktuellen Verfahrensweise. Eine deutlich untergeordnete Rolle spielen dabei die Wirkungen die mit dem Aufwuchs der jeweiligen Pflanze verbunden sind.

Landwirtschaftliche Reststoffe sind Nebenprodukte der Produktionsprozesse. Eine Vielzahl der anfallenden Materialien befindet sich dabei bereits in unterschiedlichen Nutzungspfaden. Die energetische Verwertung bietet einen zusätzlichen Pfad. Sie stellt insbesondere für bisher wenig oder gar nicht genutzte Reststoffe eine Verwertungsoption dar. Ausgangspunkt für die Bewertung im Fall von Gülle und Festmist ist das direkte Ausbringen der Substrate auf der landwirtschaftlichen Fläche. Für die Koppelprodukte, Rübenblatt und Stroh, wird vom anteiligen Verbleib auf dem Acker ausgegangen (vgl. Kapitel 5.2.2).

Im Folgenden wird zunächst die Vorgehensweise der Bewertung von Reststoffen näher beschrieben. Anschließend werden die Ergebnisse dargestellt. Dabei wird die Unterscheidung der verschiedenen Reststoffkategorien entsprechend der Einteilung in Kapitel 5.2.3 fortgesetzt. Im Abschluss werden die ermittelten Ergebnisse kritisch diskutiert und ein Ausblick auf den bestehenden Forschungsbedarf gegeben.

### Methodik und Vorgehensweise

Bei der Bewertung der ausgewählten Reststoffe aus der Landschaft und Landwirtschaft zur energetischen Nutzung wird im Gegensatz zur Anbaubiomasse ein verbal-argumentativer Ansatz verfolgt. Bewertet werden die Wirkungen der energetischen Verwertung der ausgewählten Reststoffe. Als Referenz für die Bewertung wird der typische Stoffstrom des Materials angenommen. Für die naturschutzfachliche Bewertung ist somit in erster Linie die Flächenkategorie entscheidend, auf der die Reststoffe anfallen.

Grundlage für die Bewertung war die Analyse einschlägiger Studien und Forschungsvorhaben zur energetischen Verwertung von Reststoffen. In einem ersten Schritt erfolgte die Auswertung der folgenden Quellen:

- Gutachterliche Einordnung des Landschaftspflegebonus im EEG 2009 (THRÄN u. a., 2009)
- Natur- und bodenschutzgerechte Nutzung von Biomasse-Dauerkulturen (FEGGER u. a., 2009)
- Bioenergie und Naturschutz: Sind Synergien durch die Energienutzung von Landschaftspflegeresten möglich? (WIEGMANN, K. u. a., 2007)



- Fachdienst Naturschutz, Landespflege Merkblatt 1 – Heckenpflege (FACHDIENST NATURSCHUTZ, 1999)
- Landschaftsökologische Grundlagen zum Schutz, zur Pflege und zur Neuanlage von Feldhecken in Mecklenburg-Vorpommern (LENSCHOW, U. u. a., 1999)
- Biodiversität und Energieholz (NATURSCHUTZSTIFTUNG DAVID, 2014)

Die in Kapitel 5.2.3 vorgenommene Kategorisierung von Reststoffen aus der Landschaft und aus der Landwirtschaft wird bei der Bewertung fortgeführt. In erster Linie wird ermittelt, in welchem Umfang eine energetische Nutzung des Materials tatsächlich Synergien mit den Zielen des Naturschutzes erwarten lässt. Weiterführend werden ebenso mögliche negative Wirkungen auf Natur und Landschaft sowie fehlende Wirkzusammenhänge betrachtet. Aufbauend auf den gewonnenen Erkenntnissen, werden in einem zweiten Schritt relevante Wirkungen der Reststoffkategorien geordnet und durch gutachterliche Einschätzungen bewertet.

In den folgenden Ausführungen werden Wirkzusammenhänge der betreffenden Schutzgüter aufgezeigt und Hinweise auf positive und negative Wirkungen gegeben. Abschließend wird die Naturverträglichkeit der energetischen Nutzung der Reststoffe beurteilt.

### Ergebnisse

Im Rahmen der Analyse ausgewählter Reststoffe wurden sechs Studien und Forschungsvorhaben eingehend auf ihre Wirkungen und potenziellen Synergien sowie Konflikte untersucht. Im Folgenden werden die Ergebnisse der gutachterlichen Bewertung einer energetischen Nutzung von Reststoffen aus der Landschaft sowie aus der Landwirtschaft erläutert.

#### Reststoffe aus der Landschaft

Die Bewertung der Naturverträglichkeit des Einsatzes von Reststoffen aus der Landschaft für energetische Zwecke erfolgte allgemein nach der unterschiedlichen Bereitstellung. Dazu werden die Wirkungen beispielhaft anhand konkreter Biomassequellen erläutert. Wichtige Kriterien waren zunächst die Hintergründe, die zum Anfall der Biomasse führen. Hier konnte zwischen naturschutzfachlichen Anforderungen und solchen aus nutzungs- und sicherheitstechnischen Gründen unterschieden werden. Je nach Hintergrund können durch die energetische Verwertung der Biomasse verschiedene potenzielle Synergien oder Konflikte erreicht werden (vgl. Kapitel 5.3.2).

Synergien mit den Zielen des Naturschutzes entfaltet eine energetische Nutzung immer dort, wo die naturschutzfachlichen Pflegemaßnahmen zu einem Anfall von Biomasse führen und dieser zudem von der Fläche zu entfernen ist. Zu beobachten ist dies besonders auf **Mager-, Trocken- und Halbtrockenrasen, Mooren, Zwergstrauchheiden sowie Streuobstwiesen und Ruderalfluren**. Beispielsweise wird die Entfernung von Strauch- und Baumwuchs in Mooren und Sümpfen im Rahmen von Renaturierungsmaßnahmen und zur Erhaltung ursprünglicher Strukturen durchgeführt. So werden die, für die Avifauna häufig von lokaler, regionaler und nationaler Bedeutung, herausragenden Brutgebiete auf Hochmoorstandorten erhalten und damit die natürlich vorkommenden Arten begünstigt (Öko-Institut, 2007). Heide-Lebensräume und deren Flora und Fauna (THRÄN u. a., 2009), insbesondere die Calluna-Heide ist von periodischen Nutzungen durch Biomasseentnahme abhängig. Die regelmäßige Entbuschung und Entkusselung dient zudem dem Erhalt des Landschaftsbildes, nicht zuletzt, da Heiden als besonders prägende Kulturlandschaften gelten (LFULG, 2009). Die

Vegetationsform der Ruderalfluren ist auf kleinstem Raum sehr abwechslungsreich, da bereits geringe Änderungen einzelner Standortfaktoren zu Veränderungen in der Artenzusammensetzung führen. Diese Eigenschaften der Ruderalvegetation geben Aufschluss über die für die potenziell energetische Nutzung wichtigen Charakteristika. Es handelt sich dabei meist um krautige Vegetation, die in einem älteren Stadium auch holzig sein kann. Die anfallende Biomasse ist dadurch einerseits sehr heterogen und die energetische Verwendung als eher schwierig einzustufen. Andererseits bestehen kaum Nutzungskonkurrenzen. Aus Naturschutzsicht kann eine Sukzession an gewissen Standorten wünschenswert sein, was mit dem Verbleib der Biomasse auf den Flächen einhergehen würde. Nicht auszuschließen sind daher Zielkonflikte zwischen einer energetischen Nutzung und Naturschutzbelangen, da potenzielle Biomassepotenziale eingeschränkt werden (LFULG, 2009). Aus Kostengründen kann zum einen die Pflege dieser Flächen sowie zum anderen der Abtransport von Biomasse in der Praxis nicht immer gewährleistet werden. Durch den Kostenausgleich kann eine energetische Nutzung des Materials besonders in diesen Fällen zu einer echten Synergie mit dem Naturschutz führen.

Entsprechende Synergien zwischen den naturschutzfachlichen Pflegezielen und einer energetischen Nutzung des anfallenden Materials sind für **Hecken, Knicks und Feldgehölze** in vielen Fällen bereits etabliert. Mit der steigenden Nachfrage von Energieholz wurden die holzigen Potenziale aus der Landschaftspflege verstärkt nachgefragt. Neben dem Ausgleich der Pflegekosten konnte zusätzlicher Bedarf an Pflegemaßnahmen durch die energetische Nutzung gedeckt werden. Damit sind positive Wirkungen auf die Ziele des Naturschutzes verbunden.

Durch die Pflegemaßnahmen werden wichtige Funktionen erhalten. Ein hoher Strauchbewuchs und regelmäßige Pflege sind bei Hecken gute Voraussetzungen für eine hohe Artenvielfalt und wirken der Überalterung entgegen. Dazu gilt nach Lenkschow (o.J.) allgemein, dass je struktureicher eine Feldhecke ist, umso vielfältiger ist auch ihre Tierwelt. Insbesondere in waldarmen Regionen sind Hecken und Knicks prägendes Merkmal der Kulturlandschaft. Ihre Pflege trägt dort besonders zur Erhaltung eines struktureichen Landschaftsbildes bei (THRÄN u. a., 2009).

Es können jedoch auch negative Folgen auftreten. Wird das anfallende Material nicht von der Fläche entfernt, also kompostiert oder energetisch genutzt, verbleibt es auf der Fläche. Dies geschieht entweder durch die Verbrennung der Biomasse oder durch das Häckseln und Verblasen vor Ort. Weiterhin kommt es durch die weiteren Gehölzentnahmen in der Offenlandschaft zu einer Abnahme der Baum- und Strauchschichten. Infolge der Freistellungsmaßnahmen nehmen in der Regel nicht-charakteristische und naturschutzfachlich weniger wertvolle Pflanzenarten, zumeist Ruderal- und Segetalarten zu. Dies ist auf das höhere Nährstoff- und Feuchtigkeitsniveau zurückzuführen. Zu Letzt besteht hier insbesondere das potenzielle Risiko der Übernutzung des Gehölzbestandes zu energetischen Zwecken. Somit kann es zu einem Zielkonflikt mit dem Naturschutz kommen.

Im Fall der aus nutzungs- und sicherungstechnischen Gründen durchzuführenden Unterhaltungsmaßnahmen, sind bei der Gewässer- und Verkehrswegeunterhaltung sowie der Pflege öffentlicher Grünflächen Synergien mit Zielen des Naturschutzes verbunden. Der Schnitt und die Entfernung der **Ufer- und Verlandungsbereiche stehender und fließender Gewässer, Röhricht, Ried, Unterwasservegetation** trägt aus naturschutzfachlicher Sicht zur Verbesserung der ökologischen Funktionen bei. Indem das Material aus den Gewässern, aber auch von den Gewässerrändern und -böschungen entfernt wird, werden Nährstoffe entzogen und so einer Eutrophierung dieser vorgebeugt. Darüber hinaus kann die Pflege von Böschungen und Gewässerrändern dem Landschaftsbild

zugutekommen und die Erholungsfunktion des Gewässers verbessern (Thrän et al. 2009; S. 15). Die Pflege der **Straßen- und Wegränder** dient zunächst der Aufrechterhaltung der Verkehrssicherheit. Synergien zu den Zielen des Naturschutzes werden hier durch den Nährstoffentzug sowie den Erhalt der Qualität des Landschaftsbildes erzeugt. Insbesondere Biomassen von untergeordneten Straßen und Wegen können eine hohe Bedeutung für das Landschaftsbild aufweisen (Thrän et al. 2009; S. 15f). Gegenüber der typischen Mulchung der holzigen, krautigen und halmgutartigen Biomasse auf den Randflächen, stellt die Entnahme zur energetischen Verwertung oder auch Kompostierung ein naturverträglicheres Vorgehen dar. **Parkanlagen** leisten häufig einen wertvollen Beitrag zur Artenvielfalt und müssen in regelmäßigen Abständen gepflegt werden, indem Biomasse entnommen wird. Insbesondere große Landschaftsparks haben die vorrangige Funktion innerhalb von Städten landschaftsgebundene Erholung und Naturerleben zu ermöglichen (THRÄN u. a., 2009). Bisher werden diese Biomasseströme in der Regel kompostiert. Aufgrund der Kosten für den Abtransport verbleibt die anfallende Biomasse bisher oft auf den Flächen (THRÄN u. a., 2009). Auch hier kann die energetische Nutzung zu einem Kostenausgleich und damit zu Synergien mit dem Naturschutz führen.

### Reststoffe aus der Landwirtschaft

Die Bewertung der Naturverträglichkeit des Einsatzes von Reststoffen aus der Landwirtschaft für energetische Zwecke erfolgte im Vergleich zur traditionellen Nutzung.

Der Einsatz von **Wirtschaftsdünger** als Gärsubstrat besitzt positive Wirkungen auf Natur und Landschaft. Zunächst entstehen bei der Nutzung von Gülle und Festmist keine Konkurrenzen zu einer möglichen Verwendung als Dünger, da die anfallenden Gärreste gleichermaßen ausgebracht werden können. In viehwirtschaftlich geprägten Regionen sind im Zuge der Nutzung als Wirtschaftsdünger zum Teil erhebliche Nährstoffbelastungen der Schutzgüter Boden und Wasser zu beobachten. Synergien mit den Zielen des Naturschutzes entstehen dann, wenn das Gärsubstrat im Anschluss als Dünger genutzt wird und so weitere Wirtschaftsdünger oder zum Teil Mineraldünger ersetzt. In den Gärsubstraten sind die Nährstoffe teilweise besser pflanzenverfügbar. Zudem sind Gärreste aufgrund der Mineralisierung im Vergleich zu Gülle in der Regel besser verträglich. Darüber hinaus vermeidet die Vergärung von Gülle und Festmist in Biogasanlagen in erheblichem Maße Methanemissionen. Bei Festmist kommt die Vermeidung von Lachgasemissionen und Ammoniakemissionen hinzu.

Auch die Verwertung von **Stroh und Rübenblättern** kann mit positiven Wirkungen verbunden sein. Gegenüber der traditionellen Nutzung zur Humusreproduktion oder Einstreu, werden bei der Vergärung von Stroh humusproduktionswirksame Stoffe über die Gärreste auf das Feld zurückgeführt. Auf verdichtungsgefährdeten Standorten muss bezüglich Rübenblatt bei nasser Herbstwitterung und demzufolge nassem Boden unter Bodenschutzaspekten über Ernte oder Verbleib auf dem Feld entschieden werden. Die Entfernung stickstoffreicher pflanzenbaulicher Reststoffe wie Rübenblätter verhindert Nitratauswaschungen (STINNER & RENSBERG, 2011). Die energetische Verwertung von diesen Koppelprodukten kann in der Fruchtfolge zur Reduzierung des PSM-Einsatzes führen, da Krankheitserreger und Schädlinge mit geerntet werden und im Verarbeitungsprozess abgetötet werden.

### Ausblick

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Nutzung von Reststoffen aus der Landschaft und Landwirtschaft überwiegend Synergien mit dem Naturschutz erwarten lässt. Innerhalb vieler Biotope sind Maßnahmen der Landschaftspflege notwendig um Biotopstrukturen zu erhalten bzw. zu

verbessern und somit dem Schutz der Artenvielfalt gerecht zu werden. Neben den positiven Auswirkungen auf die Biodiversität ergeben sich Synergien in Verbindung mit dem Landschaftsbild und der Erholungsfunktion sowie Belangen des Wasser- und Bodenschutzes. Pflegemaßnahmen tragen häufig zur Aufrechterhaltung besonders prägender Kulturlandschaften bei. Der Abtransport und die Nutzung von Grün-, Strauch- und Baumschnitt dienen vor allem dem Nährstoffentzug auf den Flächen und verhindert Eutrophierung.

Negative Auswirkungen auf Natur und Landschaft können sich auf denjenigen Flächen ergeben, auf denen eine Sukzession naturschutzfachlich wünschenswert ist und trotzdem eine Materialentnahme zur energetischen Verwertung erfolgt. Naturschutzfachlich unerwünschte Effekte auf Artenzusammensetzungen und Biotopstrukturen können die Folge sein. Die Intensität der Landschaftspflegemaßnahmen kann überdies ein Konfliktfeld darstellen. Übermäßig gepflegte Strukturelemente können sich negativ auf das Landschaftsbild und somit die Erholungsfunktion in der Landschaft auswirken.

Für eine energetische Nutzung ist zu empfehlen, ausschließlich Material zu verwerten, welches im Rahmen von naturschutzfachlichen Pflegeanforderungen anfällt. Allgemein ist zu gewährleisten, dass die Aufnahme und energetische Verwertung nicht zu einer Verschiebung der Maßnahmen über das naturverträgliche Maß hinaus führt.

Bei der Verwertung von Koppelprodukten aus der Landwirtschaft können Zielkonflikte im Bereich des Bodenschutzes entstehen. Der Aufwand und Nutzen der Substratverwertung sollte weiter untersucht werden. Die energetische Nutzung von Wirtschaftsdünger ist aus Naturschutzsicht zu befürworten. Empfehlenswert ist die Verwertung in der Biogasanlage jedoch nur, sofern der Transportaufwand nicht zu negativen Wirkungen führt.

## 6 Ökonomische Bewertung des Einsatzes ökologisch wertvoller Substrate

Prinzipiell eignen sich gerade Biogasanlagen, um ökologisch wertvolle Substrate zu nutzen und somit die Agrarlandschaften aufzuwerten. Schließlich können anaerob alle Biomassen vergoren werden, die nicht zu sehr lignifiziert/verholzt sind, z.B. halmgutartige Pflanzen bis hin zu Stroh. Im Vergleich zur Produktion von Marktfrüchten ist für Biogassubstrat keine hohe Reinheit in Bezug auf Stärke, Zucker, Öl oder Protein notwendig. Im Vergleich zur Verwertung als Futter für Rinder oder andere Rauhfutterfresser spielen Aspekte wie Schmackhaftigkeit keine Rolle. Biogasanlagen können auch an sekundäre Inhaltsstoffe und Giftstoffe adaptiert werden. Hemmnisse für den Einsatz solcher Substrate bestehen teilweise in fehlendem Wissen und notwendigen technischen Anpassungen, vor allem aber in ökonomischer Hinsicht.

### 6.1 Flächenbezogene Betrachtung

Für die Beispielrechnungen ausgewählt wurden neben den pflanzenbaulichen Reststoffen Stroh und Rübenblatt verschiedene über- oder mehrjährige Kulturen, die im Rahmen der ökologischen Bewertung der Einsatzstoffe als besonders vorteilhaft bewertet wurden. Für diese Substrate wurden neben der Berechnung der Auswirkungen auf die Stromgestehungskosten über das Anlagenmodell, auch die flächenbezogenen Mehrkosten berechnet (siehe Tabelle 6-1). So wird ersichtlich, welche Ausgleichszahlungen notwendig wären, um außerhalb des EEG den Ersatz von Maissilage durch die entsprechenden Substrate anzuregen.

#### 6.1.1 Angebaute Alternativsubstrate

Zur konkreten Bewertung wurden im Vergleich zu Silomais die Anbausubstrate Klee gras, Klee gras extensiv, d.h. maximal zweischürig entsprechend der Anforderungen für Landschaftspflegematerial, Durchwachsene Silphie sowie eine mehrjährige Wildpflanzenmischung bewertet. Die Anbaukulturen und Verfahren wurden so gewählt, dass eine Förderung über Agrarumweltmaßnahmen möglich ist (siehe Kapitel 7). Entsprechend der Verbreitung und Bedeutung der verschiedenen Energiepflanzen ist die Datenbasis für die Berechnungen unterschiedlich fundiert. So sind die Kosten für die verbreiteten Kulturen Maissilage und normal geführtes Klee gras in (KTBL, 2006) aufgeführt.

Für das extensiv, nur zweischürig geführte Klee gras gemäß der Definition für Landschaftspflegematerial laut Anlage 3 Einsatzstoffe der Einsatzstoffvergütungsklasse II der Biomasseverordnung (BIOMASSEV, 2012) wurden die Kosten separat auf folgende Weise ermittelt.

- **Direktkosten:** Die Direktkosten enthalten ausschließlich Saatgut (5 EUR/kg bei einem Bedarf von 30 kg/ha, ergo 150 EUR Saatgut/ha, Verteilung auf insgesamt 5 Schnitte, davon je 2 in den Hauptfruchtjahren und einen als Herbstschnitt der Untersaat), Chemischer Pflanzenschutz ist nicht notwendig. Es wurde keine Grunddüngung zu diesem extensiven Klee gras angerechnet (Rückführung der Grundnährstoffe P und K zusammen mit dem biologisch fixierten N innerhalb der Fruchtfolge zu anderen Kulturen); Die Saat wurde als Untersaat gerechnet (d.h. Verzicht auf Bodenbearbeitung und Walzen zur Saat, Einsparung von 60 EUR/ha),

- Die Arbeiterledigungskosten wurden über den KTBL-Feldarbeitsrechner (KTBL, 2014) selbst berechnet.
- Die Fix- bzw. Gemeinkosten wurden mangels anderer Daten den Fixkosten für normal (also intensiver) angebautes Klee gras aus (KTBL, 2006) gleichgesetzt

Es muss berücksichtigt werden, dass gerade bei Luzerne- bzw. Klee gras eine breite Variation der Gaserträge entsprechend der Bestandsführung bzw. insbesondere dem Alter der Bestände möglich ist (siehe (KEYMER, 2014)). Besonders bei dem extensiv angebauten Klee gras scheinen bei gutem Erntemanagement höhere Gasausbeuten als der eingesetzte Wert für Landschaftspflegematerial möglich. In diesem Falle würde sich die Wirtschaftlichkeit verbessern und der Bedarf an Ausgleichszahlungen gegenüber den berechneten Werten verringern.

Die Berechnungen für die Durchwachsene Silphie basieren auf dem KTBL Energiepflanzenrechner, genutzt am 3.7.2014; Die dort nicht verfügbaren Fixkosten beruhen auf dem Wert für Silomais nach (KTBL, 2006) berechnet. Der höhere Wert gegenüber Silomais liegt daran, dass die Fixkosten inklusive des Pflanzjahres, in dem keine Ernte stattfindet, auf die 12 Nutzungsjahre verteilt wurden. Basis ist gleicher TM-Ertrag wie Silomais, (mittlerer Ertrag, 35 % TS). Der TS-Gehalt der Silphiesilage beträgt 28 %.

Die Basis-Quelle zur Berechnung der Kosten für Blümmischungen/ Wildpflanzen sind die Ergebnisse des FNR-Projekts zum Anbau mehrjähriger Wildpflanzenmischungen der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (VOLLRATH & WERNER, 2014). Auch wenn die ersten Ergebnisse mit verbesserten Mischungen 20 % Mehrertrag zeigen, wurden 0 % Ertragserhöhung einbezogen. Hintergrund ist der bei Einführung in die Praxis vermutete Anbau auf schlechteren Flächen, da besonders auf solchen Flächen extensiv zu führende Kulturen ihre Vorteile ausspielen können. Der für die Berechnungen herangezogene Wert für die Methanausbeute entsprechend der Biomasseverordnung scheint auch für die Wildpflanzenmischung nach den Ergebnissen des FNR Projektes übertreffbar zu sein (32% TM, Methanertrag 293 NI/kg im Vergleich zu Silomais mit 338 NI/kg;). Die in der Quelle nicht aufgeführten betrieblichen Fixkosten wurden aus dem Wert für Silomais aus (KTBL, 2006) berechnet.

**Exkurs Opportunitätskosten:** Bei den Berechnungen der Substratkosten wurden aus mehreren Gründen keine Opportunitätskosten angesetzt.

- Die Vergleichbarkeit würde leiden: Die standardmäßig bei DBFZ-Kalkulationen eingesetzten Preise von Mais sind die betrieblichen Durchschnittskosten, die in der Betreiberbefragung 2014 erhoben wurden. Diese liegen mit 37 EUR/t deutlich unter dem Wert von 44 EUR/t Silomais, die nach derselben Betreiberbefragung für extern zugekauften Mais gezahlt werden müssen. Es kann vermutet werden, dass in dem höheren Preis für zugekaufte Silage neben höheren Transportkosten auch Opportunitätskosten enthalten sind. In dem innerbetrieblichen Satz sind sie vermutlich nicht enthalten.
- Die Anrechnung von Opportunitätskosten würde bedeuten, dass dem Landwirt der Gewinnanspruch aus alternativen Produktionsverfahren (z.B. Anbau von Stoppelweizen) per se zugestanden würde. Die Energiepflanzenproduktion würde also per se schon mit diesem Gewinnanspruch ausgewiesen, der bei vollständigem Kostenausgleich vom Stromverbraucher bezahlt werden müsste.



- Die Einbeziehung von Opportunitätskosten würde die Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse massiv einschränken. Alle Ansätze können sich nur auf einen konkreten Modellfall beziehen. Sowohl die Ertragsrelationen verschiedener Früchte, als auch die regionalen Fruchtfolgen, Erträge etc. unterscheiden sich erheblich. Selbst die Preise unterscheiden sich regional in Abhängigkeit von der Viehdichte als wesentlicher Kenngröße für den regionalen Verbrauch pflanzenbaulicher Produkte sowie in Abhängigkeit von den Transportentfernungen zu Häfen und Verbrauchszentren.

Wenn die betriebswirtschaftliche Vergleichbarkeit des Energiepflanzenanbaus erreicht werden soll, z.B. vor betrieblichen Entscheidungen (z.B. Anfrage zur Belieferung einer bestehenden Anlage, die Investition in neue Anlagen auf Energiepflanzenbasis ist bei den derzeitigen Rahmenbedingungen wirtschaftlich nicht tragfähig), sollten natürlich Opportunitätskosten einbezogen werden. Durch diese verringert sich die Attraktivität des Energiepflanzenanbaus, im Prinzip müssten also notwendige Ausgleichszahlungen entsprechend höher ausfallen, damit das betriebswirtschaftliche Ergebnis des landwirtschaftlichen Unternehmens gleich bleibt.

Dabei muss berücksichtigt werden, ob die Energiepflanzenkultur, z.B. im Falle von Dauerkulturen, eher auf schlechteren Standorten angebaut werden, auf denen nur geringere oder keine Opportunitätskosten (wegen höherer Kosten und/oder geringerer Marktleistungen der Alternativkultur) anzusetzen sind. Beispielhaft wurden für Thüringen die Opportunitätskosten recherchiert, die in den dortigen Ackerbauregionen auf Basis des Stoppelweizens zu kalkulieren sind. Dieser ist dort die schwächste Kultur einer typischen Fruchtfolge und wird daher am ehesten durch eine Alternativkultur ersetzt. Hintergrund ist, dass er wegen des Anbaus nach Weizen und dem entsprechend höheren Unkraut- und Krankheitsdruck sowie der häufig schlechteren Nährstoffverwertung einerseits höhere Betriebsmittelaufwendungen benötigt. So werden typischerweise gegenüber normalem Winterweizen eine zusätzliche Fungizidbehandlung und häufig eine zusätzliche Herbizidbehandlung in Tankmischung sowie ggf. eine zusätzliche Insektizidbehandlung benötigt. Das führt daher zu höheren Werten als in Tabelle 6-1) dargestellt. Gleichzeitig sind die Erträge normalerweise geringer im Vergleich zu Weizen nach Blattfrucht (Raps, Rüben, Mais). Im Falle Thüringens betragen die Opportunitätskosten auf Basis von Stoppelweizen 419 EUR/ha (DEGNER, 2013).

Tabelle 6-1 Vergleich der Behandlungshäufigkeit (gesamt) der PAPA-Erhebungen der wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturpflanzen der Jahre 2011 und 2012 (JULIUS-KÜHN-INSTITUT, 2014)

Jahr	Winterweizen	Wintergerste	Winterraps	Kartoffeln	Zuckerrüben	Mais
2012	4,1	3,5	5,6	9,4	5,2	1,3

In Regionen ohne Marktfruchtalternative, v.a. flächenknappen Futterbauregionen, gilt diese Vorgehensweise strenggenommen nicht. Zu beachten ist auch, dass reale Kosten, Erträge, Preise im betrachteten Jahr variieren können. Die Opportunitätskosten basieren aber immer auf „historischen“ Daten, idealerweise mehrjährig. Die Preise für wenig transportwürdige Güter wie Silagen bilden sich immer auf regionalen Märkten, daher gibt es hier entsprechend deutliche regionale Abweichungen. Gerade für „alternative“ Kulturen mehrjähriger Arten müssen häufig abweichende Faktoren eingesetzt werden, da diese typischerweise auf innerbetrieblichen Ungunststandorten (hoher Anteil Vorgewende, Erosionsneigung, kleine Schläge) angelegt werden. Dies ließe sich bestenfalls betriebsindividuell berechnen oder mit individuell geschätzten pauschalen Abschlägen. Sogenannte weiche Faktoren



können über das Konzept der Opportunitätskosten nicht oder nur mit hohem Aufwand berücksichtigt werden. Beispiele sind die bessere Verteilung von Arbeitsspitzen, demzufolge eine bessere Auslastung von Maschinen und Arbeitskräften, ggf. resultierend eine gründlichere Arbeitserledigung mit besseren Ergebnissen, aber auch das Durchbrechen von Unkraut- und Infektionsketten durch Einbindung bestimmter Energiepflanzen in enge Fruchtfolgen. Die so mögliche Reduzierung pflanzenbaulicher Probleme und langfristige Einsparung chemischer Pflanzenschutz aufwendungen wird nicht nur in der Anbauberatung sondern auch von Betriebsleitern als Entscheidungsgrund für bestimmte Energiekulturen genannt.

In Einzelfällen können die innerbetrieblichen Vorteile durch Ausgliederung ungünstiger Schläge für extensive Dauerkulturen oder durch Eingliederung und Nutzung von Kulturen wie z.B. Klee gras erheblich sein. Letzteres gilt z.B. für ökologisch wirtschaftende Marktfruchtbetriebe (STINNER, 2011). In solchen Fällen kann bereits unterhalb der berechneten und in Tabelle 6-2 ausgewiesenen Ausgleichszahlungen ein Anreiz zum Anbau solcher Alternativkulturen gegeben sein.

## 6 Ökonomische Bewertung des Einsatzes ökologisch wertvoller Substrate



Tabelle 6-2: Kostenvergleich alternativer Anbaukulturen und Ausgleichsbedarf für Substratalternativen zum Silomais

	Silomais (20 ha) <sup>8</sup>	Kleegras 4 schnittig (20 ha) <sup>8</sup>	Kleegras 2-schnittig (2 Hauptfruchtjahre, für AUM geeignet) <sup>9</sup>	Durchwachsene Silphie <sup>9</sup>	Wildpflanzenmischung <sup>9</sup>
Direktkosten (EUR/ha)	551	314	60	420	155
Kosten Arbeitserledigung (EUR/ha)	262	403	354	777	626
Fixe Kosten (EUR/ha) <sup>10</sup>	718	845	845	777	718
Summe (EUR/ha)	1.531	1.562	1.259	1.974	1.499
Ertrag (t/ha)	44	31	24	51	30
TS-Gehalt in %	35 %	35 %	40 %	28 %	ca. 26 %
Spez. Kosten (EUR/t)	35	50	52	39	51
Spez. Methanertrag m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /t FM <sup>11</sup>	106	86	43	67	72
Kosten pro m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> ohne Opportunitätskosten u. ohne Ausgleichszahlung	0,33	0,58	1,21	0,58	0,70

<sup>8</sup> (KTBL, 2006)

<sup>9</sup> Datengrundlage siehe Text

<sup>10</sup> 1) Fixe Kosten, Gemeinkosten: Zu dieser Kostengruppe werden alle Direkt-, Arbeitserledigungs-, Gebäude- und Flächenkosten gezählt, die auf Betriebsebene für die Organisation und Verwaltung der Produktion entstehen, aber einem einzelnen Produktionsverfahren nicht eindeutig zuzuordnen sind. Sie zählen daher zu den Gemeinkosten. Sie werden den einzelnen Produktionsverfahren nach bestimmten Schlüsseln zugeordnet. In den Flächenkosten sind Kosten für Gemeinbedarf wie Wege, Fahrflächen enthalten, Pachtkosten für Acker- oder Grünlandflächen sind nicht enthalten (KTBL, 2006)

<sup>11</sup> Werte nach Biomasseverordnung, Wert für Kleegras normal analog Ackergras, EK 1, Wert für Kleegras extensiv analog Landschaftspflegematerial EVK 2, letzterer Wert könnte unterschätzt sein. Höhere Gasausbeuten würden zu geringerem Ausgleichsbedarf führen.

	Silomais (20 ha)	Kleegras 4 schnittig (20 ha)	Kleegras 2-schnittig (2 Hauptfruchtjahre, für AUM geeignet)	Durchwachsene Silphie	Wildpflanzenmischung
Wert des Substrates gleichgesetzt zu Methanerzeugung Silomais (ohne Berücksichtigung Verweilzeitaspekt etc.)	35	28	14	22	24
Methanertrag pro ha unter Berücksichtigung von 10 bzw. 15% Silierverlust ( $\text{m}^3 \text{CH}_{4,\text{N}}/\text{ha}$ ) <sup>12</sup>	4.198	2.266	877	2.904	1.836
Stromerzeugung pro ha unter Berücksichtigung eines el. Wirkungsgrades von 40 % (kWh/ha)	16.742	9.037	3.497	11.581	7.322
Vergütungsdifferenz gemäß EEG 2012 (EUR/ha)	0	0/181 <sup>13</sup>	70	232	146
Bedarf Ausgleichszahlung bei gleicher Vergütung (EEG 2009)	0	676	916	858	798
Bedarf Ausgleichszahlung bei gleicher Vergütung (EEG 2009) unter Berücksichtigung des Maispreises von 37 EUR/t gemäß Betreiberumfrage 2014 für Silomais aus innerbetrieblicher Erzeugung <sup>14</sup>	0	619	894	787	754
Bedarf Ausgleichszahlung unter Berücksichtigung von EK 2 (EEG 2012) <sup>15</sup>	0	619/438	824	555	608

<sup>12</sup> Vereinfachung: Die Silierverluste hängen u.a. von den Eigenschaften des Siliergutes ab. Für Silomais ist der Wert von 10 % mit guter fachlicher Praxis erreichbar. Für die übrigen, stärker gepufferten Silagen (Protein- und Kationenpuffer) werden 15 % angenommen

<sup>13</sup> Einordnung in Einsatzstoffvergütungsklassen strittig, siehe Kapitel 4.1

<sup>14</sup> Laut Betreiberbefragung 2014 des DBFZ betragen die Kosten für Silomais bei innerbetrieblicher Erzeugung 37 EUR/t, bei externem Zukauf 44 EUR/t. Es fällt auf, dass die Differenz zu den Kosten nach (KTBL, 2006) (für einen 20 ha-Schlag), bei dem kein Pachtansatz berücksichtigt ist, relativ gering ist; Diese Differenz kann übliche Werte für die Pacht von Ackerflächen nicht ausgleichen

<sup>15</sup> Berücksichtigung für höhere Vergütung entsprechend EK II laut Anlage 3 der Biomasse-Verordnung (BIOMASSEV, 2012)

### 6.1.2 Pflanzenbauliche Reststoffe

Bei den pflanzenbaulichen Reststoffen Stroh und Rübenblatt fallen keine zusätzlichen Inanspruchnahmen von Betriebsfläche an. Direktkosten fallen lediglich für die Lagerung (z.B. Silofolie) an. Die Kosten wurden mittels KTBL-Feldarbeitsrechner ermittelt. Die Ausbringung der anteilig anfallenden Gärreste wurde den Reststoffen zugeordnet, da die Nährstoffe ohne die Zwischennutzung in der Biogasanlage auf dem Acker verblieben wären. Beim Stroh wurde eine Aufbereitung eingerechnet.

Es wurden keine Gutschriften für anderweitige Einsparungen vorgenommen. So führen die Ernte von Rübenblatt im Herbst und die Ausbringung des stickstoffreichen Gärrestes in der Vegetationsperiode zur Steigerung der N-Effizienz. Für einen Marktfruchtbetrieb bedeutet das Mineraldüngereinsparungen. Dies wird in Abhängigkeit von den Boden- und Witterungsbedingungen in den einzelnen Jahren unterschiedlich ausgeprägt sein. Zur Quantifizierung fehlen jedoch Daten. Durch die Strohnutzung können Einsparungen im Bereich des Mähdruschs (Verzicht auf Betrieb des Unterflurhäckslers) und bei der Einarbeitung des Strohs erzielt werden. Insbesondere die Dieseleinsparungen und höheren Leistungen beim Drusch können jedoch nicht quantifiziert werden. Auch phytohygienische Vorteile durch die Abtötung von Pflanzenkrankheiten im Biogasprozess und Verringerung des Infektionspotenzials des Strohs lassen sich kaum quantifizieren.

Im Ergebnis ließen sich Bereitstellungskosten für Rübenblatt in Höhe von 16,80 EUR/t Rübenblatt und 46,30 EUR/t Stroh ermitteln. Vor allem beim Stroh sind in vielen Regionen wesentlich höhere Marktpreise bekannt. Es ist zu berücksichtigen, dass die Berechnung die innerbetriebliche Verwertung der Gärreste unterstellt. Das bedeutet, dass alle enthaltenen Pflanzennährstoffe im Betrieb verbleiben inklusive des Großteils der Humusreproduktion dieses organischen Düngers.

## 6.2 Anlagenbezogene Betrachtung

Um die ökonomische Situation des Einsatzes ökologisch wertvoller Substrate zu quantifizieren, wurde in Abstimmung mit dem BfN der Ersatz von 10 % Maissilage (auf Massebasis) durch jeweils verschiedene, als besonders nachhaltig analysierte Substratalternativen in einer bestehenden 500 kW Standardbiogasanlage berechnet. Diese NawaRo-betonte Anlage basiert auf einer Substratmischung aus 60 % Maissilage, 30 % Getreide-GPS und 10 % Rindergülle. Das gewählte Vorgehen zielt auf die Umstellung des Substrateinsatzes bei bestehenden Anlagen. Damit trägt es dem Umstand Rechnung, dass angesichts der aktuellen Rahmenbedingungen im Bereich mittlerer Anlagenleistungen auf NawaRo-Basis keine Anlagen mehr zugebaut werden. Außerdem wird berücksichtigt, dass die Änderung des Substrateinsatzes in geringem Umfang vorgenommen wird, so dass keine Anpassungen im Prozessbereich notwendig werden. Der massebasierte Maisanteil der Rationen wurde also jeweils von 60 % auf 50 % in der neuen Mischung gesenkt. Die neuen Mengenverhältnisse mit reduzierter Menge an Maissilage wurden dann energieäquivalent angepasst, um die Leistung der Anlage gleich zu halten. Da die betrachteten Alternativsubstrate mit Ausnahme von Stroh frischmassebezogen jeweils niedrigere Gasausbeuten im Vergleich zu Silomais haben, erhöhen sich jeweils die insgesamt eingesetzten Substratmengen. Da, wie oben bereits erwähnt, die Umstellung einen relativ geringen Umfang des gesamten Substrates betrifft, sind dafür keine technischen Modifikationen notwendig.

Es zeigt sich, dass der Einsatz der Alternativsubstrate bei allen Anbausubstraten zu etwas höheren Stromgestehungskosten führt (Abbildung 6-1). Nur bei den Reststoffen Stroh und Rübenblatt, bei denen keinerlei Flächenkonkurrenz auftritt, bzw. bei denen durch Freisetzung von Maisflächen neue Bewirtschaftungsmöglichkeiten entstehen, bleiben die Stromgestehungskosten gleich (Rübenblatt) bzw. könnten sogar leicht gesenkt werden (Stroh, -0,0024 EUR/kWh). Zur Umsetzung sei an dieser Stelle jedoch auf den F&E Bedarf für diese beiden Substrate verwiesen. Beim Rübenblatt bezieht sich dieser v.a. auf eine umweltfreundliche Silierung, beim Stroh auf die technische Beherrschung des schwer hydrolysierbaren Substrates bei vertretbaren Aufbereitungskosten. Wie oben schon erwähnt, gelten die eingesetzten Kosten auch nur bei innerbetrieblicher Verwertung der Gärreste und damit bei Verbleib der Nährstoffe und der Humuswirkung der Gärreste im Betrieb.

Neben den in Tabelle 5-2 dargestellten Anbausubstraten und den Reststoffen Weizenstroh und Rübenblatt sind in den in Abb. 5-1 dargestellten Berechnungen zwei weitere Variationen für Klee gras dargestellt. Sowohl der übliche Klee grasanbau (KG\_KTBL\_500kWh<sub>el</sub>) als auch der extensive Anbau mit nur zwei Schnitten pro Jahr (KG\_ext\_500kWh<sub>el</sub>) sind zusätzlich mit einer Gutschrift für die biologische N<sub>2</sub>-Fixierung aufgeführt (KG\_KTBL\_N<sub>2</sub>\_500kWh<sub>el</sub> und KG\_ext\_N<sub>2</sub>\_500kWh<sub>el</sub>). Bei Ersatz des Maises durch Wildpflanzen und extensives Klee gras (ohne N<sub>2</sub>-Gutschrift) erhöhen sich die Stromgestehungskosten jeweils um fast einen Cent pro kWh von 19,97 ct/kWh bei der Standardanlage auf 20,93 ct/kWh (Wildpflanzen) bzw. 20,85 ct/kWh bei extensivem Klee gras ohne Gutschrift für die biologische N<sub>2</sub>-Fixierung.

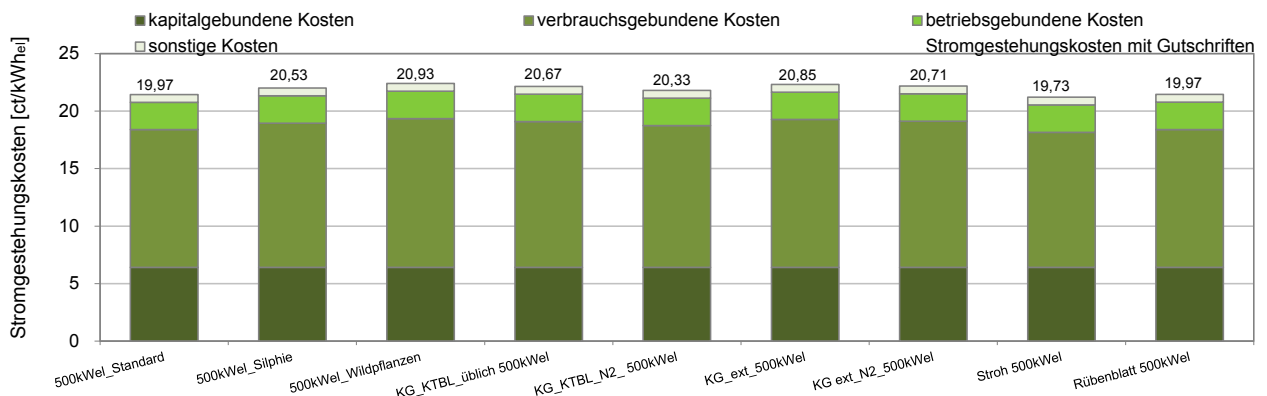


Abbildung 6-1 Stromgestehungskosten bei Reduzierung des Anteils an Maissilage auf 50% und Ersatz durch alternative Substrate

## 7 Ergänzende Fördersysteme zum EEG

Vergleicht man die Ausdehnung der Maisfläche zur energetischen Nutzung mit dem Zubau von Biogasanlagen in den vergangenen Jahren wird deutlich, dass der größte Teil der Maisfläche durch Anlagen beansprucht wird, die vor 2012 in Betrieb gegangen sind. Neuregelungen der Einsatzstoffvergütungsklassen mit weiteren Begrenzungen des Maiseinsatzes würden nur Neuanlagen betreffen, außerdem wurden die Einsatzstoffvergütungsklassen im EEG-2014 abgeschafft. Wenn die gegenwärtig beanspruchte Maisfläche reduziert werden soll, müssen daher vor allem Bestandsanlagen angereizt werden, alternative Substrate einzusetzen. Aufgrund des Bestandsschutzes können Instrumente wie der Maisdeckel nicht nachträglich für Altanlagen, die nach dem EEG-2009 bzw. EEG-2004 vergütet werden, eingeführt werden. Da Mais das ökonomisch attraktivste Substrat ist, muss der Ersatz durch ein anderes Substrat kompensiert werden. Gleichzeitig soll die EEG-Umlage nicht steigen. Daher muss der Anreiz für alternative Substrate außerhalb des EEG gesetzt werden. Im Rahmen des Projektes wurden daher weitere Fördermöglichkeiten für die in Kapitel 5.2.1 identifizierten Substrate untersucht. Als alternatives Fördersystem wurden die Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen sowie Greeningmaßnahmen identifiziert, auf die nachfolgend näher eingegangen wird. Die zu erwartenden Hektar-bezogenen Mehrkosten für die betrachteten alternativen Substrate sind in dem vorangegangenen Kapitel 6 in Tabelle 6-2 dargestellt.

### 7.1 Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM)

Im Rahmen der Entwicklung des ländlichen Raumes<sup>16</sup> werden aus Mitteln den Europäischen Landwirtschaftsfonds aus der zweiten Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) Agrarumwelt und Klimamaßnahmen gefördert. Diese haben sich seit den 80er Jahren als wichtiges Steuerungselement für den ländlichen Raum etabliert.

In diesem Zusammenhang sollen Landwirte, welche hinsichtlich umwelt- und naturverträglicher Produktionsformen freiwillig über die verbindlichen Mindestanforderungen der guten fachlichen Praxis / Cross Compliance hinausgehen, aufgrund damit verbundener höherer Aufwendungen bzw. geringerer Erträge unterstützt werden. Diese besonderen Umweltleistungen haben eine hohe gesellschaftliche Relevanz insbesondere aufgrund folgender Wirkungsbeziehungen:

- Verbesserung der Bodenstruktur und Schutz vor Wasser- und Winderosion
- Verringerung der Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinträge
- Erhalt bzw. Steigerung der biologischen Vielfalt
- Reduktion von Treibhausgasemissionen (Klimaschutz)
- Erhaltung und Pflege der Kulturlandschaft

---

<sup>16</sup> Als Bestandteil der Nationalen Strategie der Bundesrepublik Deutschland zur Entwicklung ländlicher Räume.

Rechtsrahmen zur Förderung vom AUKM für die Förderperiode 2014-2020 ist die Verordnung (EU) 1305/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates für die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raumes durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds (ELER) vom 17. Dezember 2013. Eine Förderung der AUKM erfolgt unter Beteiligung des Bundes, der Länder und der EU. Die Beteiligung des Bundes erfolgt auf Grundlage der Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes (GAK). Basierend auf den dort beschriebenen Förderrahmen liegt die Priorisierung hinsichtlich relevanter Fördermaßnahmen in der Verantwortung des jeweiligen Bundeslandes. Diese nutzten zurückblickend jedoch überwiegend Landesmittel unter Kofinanzierung durch ELER.

## 7.2 Greening

Neben den beschriebenen freiwilligen Umsetzungsmechanismen im Rahmen der AUKM, sieht die aktuelle Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) über die bestehenden Grundanforderungen hinaus (Cross Compliance) höhere Ansprüche an Umweltleistungen im Rahmen eines sogenannten „Greenings“ vor. Diese mit einem Umfang von 30 % der Direktzahlungen einhergehende Greeningprämie wird nur gewährt, wenn konkrete zusätzliche Umweltleistungen erbracht werden. Bei Verstößen gegen die Greeningauflagen können Kürzungen deutlich über den Anteil von 30 % der Direktzahlungen hinausgehen. Die Greeningverpflichtungen aller beihilfefähigen Hektarflächen beziehen sich auf folgende drei Kategorien:

- Anbaudiversifizierung

Intention dieser Verpflichtung ist eine Vergrößerung der Vielfalt auf der Ackerfläche angebaute Feldfrüchte. Dabei müssen Betriebe deren Ackerfläche 10-30 Hektar umfassen, mindestens zwei verschiedene landwirtschaftliche Kulturen anbauen, wobei die Hauptkultur nicht mehr als 75 % dieses Ackerlandes einnehmen darf. Ab 30 ha Ackerfläche vergrößert sich die Kulturpflanzenanzahl auf mindestens drei Kulturen. Ausgenommen sind Betriebe <10 Hektar Ackerland. Ausgenommen im Rahmen der Anbaudiversifizierung sind Flächen mit Dauerkulturen und Dauergrünland. Auf weitere Ausnahmen soll an dieser Stelle allerdings nicht eingegangen werden.

- Erhalt von Dauergrünland

Aufgrund der herausragenden Bedeutung von Dauergrünland für die Biodiversität in der Kulturlandschaft bzw. zur Bindung von Kohlenstoff im Boden, wurde deren Schutz deutlich verschärft. Differenziert wird in diesem Zusammenhang zwischen „Umweltsensiblen Dauergrünland“ beispielsweise in Flora-Fauna-Habitatgebieten (FFH), wo zukünftig ein Umwandlungs- und Pflugverbot besteht. Alle weiteren Flächen mit Dauergrünland bedürfen im Falle einer geplanten Umwandlung einer einzelbetrieblichen Autorisierung (genehmigungspflichtig). Ausschlaggebend für die Entscheidung sind meist Ablehnungsgründe aufgrund der Überschreitung der 5%-Hürde, bezogen auf den Dauergrünlandverlust zum Referenzwert. Eine genehmigte Umwandlung ist mit einer Verpflichtung zur Neuanlage an anderer Stelle oder eines Flächentausches verknüpft. Insgesamt soll der Anteil an ökologisch wertvollem Dauergrünland stabilisiert werden.

- Flächennutzung im Umweltinteresse (Ökologische Vorrangflächen)



Ab 2015 müssen landwirtschaftliche Betriebe im Umfang von 5 % ihrer Ackerflächen ökologische Vorrangflächen bereitstellen, um damit die biologische Vielfalt zu schützen bzw. zu verbessern. Diese Flächen stehen vornehmlich im Umweltinteresse, können jedoch unter bestimmten Bedingungen in die landwirtschaftliche Produktion integriert werden. Eine Wahlfreiheit der Landwirte hinsichtlich der für Ihren Betrieb am besten geeigneten Ökologisierungselemente ist gegeben. Die unterschiedlichen ökologischen Wertigkeiten von Vorrangflächen werden über Gewichtungsfaktoren berücksichtigt, so ist bei einer geringeren ökologischen Relevanz ein größerer Flächenanteil zur Erreichung der 5 %-Maßgabe notwendig.

Den rechtlichen Rahmen der sogenannten „Greeninganforderungen“ bildet die Verordnung (EU) Nr. 1307/2013 (Direktzahlungen-Verordnung). Länderspezifische Detailaussagen zum Greening sind jedoch aufgrund des erst kürzlich verabschiedeten Bundestagsbeschlusses (Stand November 2014) zur Direktzahlungen-Durchführungsverordnung derzeit noch nicht möglich, gleiches gilt für die im Diskussionsprozess befindlichen Aussagen der Agrarumweltmaßnahmen in den Bundesländern.

### 7.3 Anwendung der Fördersysteme

Im Folgenden werden die vom AG exemplarisch ausgewählten Bundesländer hinsichtlich ihrer Greening-/Agrarumweltmaßnahmen bzw. deren paralleler Inanspruchnahme verglichen. Zu beachten ist, dass es sich bei den nachfolgend vorgestellten Maßnahmen um die zum Zeitpunkt der Berichtserstellung vorliegenden Entwurfsfassungen handelt. Diese können sich im Anschluss des Diskussionsprozesses in einigen Details noch ändern.

In Tabelle 7-1 sind die Umrechnungsfaktoren für im Greening anerkannte Maßnahmen aufgeführt. Je nach Höhe des Greening-Faktors verringert sich der Förderanspruch der angerechneten AUM.

Tabelle 7-1 Übersicht Verrechnungsfaktor Greening zu AUM („2014DE06RDNF001“, 2014)

Greening- Faktor	Abzug von AUM- Förderung
0,3	75 EUR
0,7	175 EUR
1,0	250 EUR
1,5	380 EUR
2,0	510 EUR
vielfältige Fruchtfolge	pauschal 20 EUR

Die farbliche Hinterlegung der einzelnen Zellen in Tabelle 7-2 bezieht sich auf eine mögliche Nutzung der Biomasse, die Schraffur beschreibt Unsicherheiten aufgrund derzeitiger Abweichungen des NRR-Entwurfes zu den länderspezifischen ELER-Bestimmungen. Darüber hinaus wurden variierende Bezeichnungen vergleichbarer Maßnahmen in den Bundesländern für eine Gegenüberstellung harmonisiert. Maßnahmen, die nur ein geringes Biomassepotenzial aufweisen (bspw. Feldhamsterstreifen) oder nur kleinräumig von Bedeutung sind (bspw. Hallig) wurden nicht berücksichtigt.

Tabelle 7-2 Erläuterungen Bewertungsschema AUM und Greening

Hintergrundfarbe	Bedeutung
	Nutzung der Biomasse erlaubt
	Biomasse prinzipiell nutzbar aber weniger sinnvoll: geringer Massenanteil, mindere Qualität, kurze Erntefenster
	keine Nutzung der Biomasse erlaubt
	keine präzise Aussage: widersprüchliche Angaben (NRR/ELER), keine klare Angabe (ELER)

In Tabelle 7-3 sind die AUM der Länder Sachsen und Niedersachsen aufgeführt. Daneben sind jeweils die Umrechnungsfaktoren angegeben, wenn AUM gleichzeitig für das Greening angerechnet werden sollen. Die Bandbreite der geförderten Maßnahmen reicht von der Förderung vielfältiger Kulturen, also dem Anreiz zusätzliche Ackerkulturen in die Fruchtfolgen aufzunehmen, bis zur Anlage von Blühstreifen oder Gewässerschutzstreifen. Die Art der AUM sowie die Förderhöhen werden individuell von den Bundesländern festgelegt. Außerdem legen die Bundesländer fest, welche der AUM auch für Greening-Maßnahmen anrechenbar sind.

Die Förderhöhe für gleiche Maßnahmen variiert stark zwischen den Bundesländern. So wird die Maßnahme für vielfältige Kulturen im Ackerbau mit 65 EUR/ha in Mecklenburg-Vorpommern und 100 EUR/ha in Niedersachsen gefördert. Bei Anrechnung der AUM auf das Greening verkürzen sich die Fördersätze auf 45 respektive 80 EUR/ha. Die Anlage von Gewässerschutzstreifen als AUM wird mit den höchsten Fördersätzen gefördert, der höchste Fördersatz mit 1.100 EUR/ha wird in Nordrhein-Westfalen gezahlt. Allerdings fördern einige Bundesländer die Anlage von solchen Schutzstreifen nicht als AUM, sie lassen sich dort ausschließlich als Greening-Fläche anrechnen. In der AUM Gewässerschutzstreifen wird überdies von den meisten Bundesländern vorgegeben, dass Gräsermischungen als Saatgut verwendet werden sollen. Eine Ausnahme hiervon stellt Bayern dar.

Tabelle 7-3 Vergleich des Fördersystems von AUM für Sachsen und Niedersachsen (ML NIEDERSACHSEN, 2014a, 2014b; SMUL SACHSEN, 2014a, 2014b, 2014c)

Bundesland	Sachsen		Niedersachsen	
	Förderung AUM	Förderung AUM bei gleichzeitiger Anrechnung als Greeningfläche (Faktor)	Förderung AUM	Förderung AUM bei gleichzeitiger Anrechnung als Greeningfläche (Faktor)
Maßnahme	EUR/ha/a	EUR/ha/a	EUR/ha/a	EUR/ha/a
vielfältige Kulturen im Ackerbau <sup>17</sup>	-	k. A.	100	80
Leguminosenanbau <sup>19</sup>	244	0 (0,7)	-	-
Grünstreifen auf Ackerland <sup>20</sup>	313	-	-	-
Zwischenfrüchte <sup>21</sup>	78	0 (0,3)	75	0 (0,3)
Brache, einjährig	747	0 (1,0)	-	-
Brache, mehrjährig	607	0 (1,0)	-	-
Blühstreifen /-flächen, einjährig <sup>22</sup>	831	0 (1,5)	700	320 (1,5)
Blühstreifen/-flächen, mehrjährig	835	0 (1,5)	875	495 (1,5)
Blühstreifen, einjährig, struktur.	-	-	875	495 (1,5)
Pufferstreifen <sup>23</sup>	-	0 (1,5)	-	-
Schonstreifen für Ackerwildkräuter	-	-	750	370 (1,5)
Streifen an Waldrändern	-	0 (1,5)	-	-
Feldrandstreifen	-	0 (1,0)	-	-
Erosionsschutzstreifen <sup>24</sup>	-	-	760	380 (1,5)
Gewässerschutzstreifen <sup>25</sup>	-	-	540	160 (1,5)
Artenreiches Grünland 4 Kennarten <sup>26</sup>	176	-	190	-

<sup>17</sup> vielfältige Fruchtfolge

- Betriebe 10-30 ha: mind. 2 versch. Kulturpflanzen, Hauptkultur max. 75%, DGL und Dauerkulturen zählen nicht dazu
- Betriebe >30 ha: mind. 3 versch. Kulturpflanzen, Hauptkultur max. 75 %, 2 Hauptfrüchte max. 95 %, DGL und Dauerkulturen zählen nicht dazu

<sup>18</sup> vielfältige Fruchtfolge im Ackerbau in Niedersachsen, nach NRR

- mind. 10 % der AF mit Leguminosen(Gemenge) + 4 weitere Kulturpflanzen
- Hauptfrucht nicht >30 % der AF, mind. 50 % d. Saatgutgewichts Leguminosen, max. 66 % AF mit Getreide

<sup>19</sup> mind. 3ha/Betrieb, mind.10 %AF/Betrieb mit Leguminosen-Ackerfutter

<sup>20</sup> Bewirtschaftung mit Ackerfuttersaaten, Breite >6m, kein chem.-synth. PSM, kein Dünger, Führung schlagbezogener Aufzeichnungen

<sup>21</sup> Anbau Winterzwischenfrüchten od. Beibehaltung der Untersaat, außerhalb der Kulissee Wasserschutzgebiet

<sup>22</sup> Aussaat, Nachweis 6 einjähriger Arten aus Referenzliste

<sup>23</sup> auf Ackerland, direkt an Ackerland angrenzend entlang von Wasserläufen, 1-20m breit, Schnittnutzung, Beweidung zulässig wenn von Ackerland unterscheidbar, kein chem.-synth. PSM, kein Dünger, keine landwirtschaftliche Erzeugung

<sup>24</sup> Anlage des Streifens mit Gräsermischung, 6-30m breit, quer zum Hang, mehrjährig, Gefährdungsstufe ENAT 3-5, kein Dünger, kein chem.- synth. PSM

<sup>25</sup> Anlage des Streifens mit Gräsermischung, entlang von Gewässern, mehrjährig, kein Dünger, kein chem.- synth. PSM

Artenreiches Grünland 6 Kennarten	289	-	220	-
Artenreiches Grünland 8 Kennarten	361	-	310	-
Mahd mit Beräumung od. Beweidung, mind. eine Mahd (Zeiträume d. Nutzung)	330 (01.06.-31.07./ bis 31.10.) 331 (15.06.-31.07./ bis 31.10.) 449 (15.07.-31.10.)	-	170 (Grundförderung, 25.05.-30.09.)  155 (21.03.-5.06. keine Bearbeitung, Nutzung bis 30.09.)	-
Mahd mit Beräumung mind. 2 Mahden	359 (1.Mahd bis 10.06. 2.Mahd 01.09.- 31.10.)	-	-	-
mind. eine Mahd mit Beräumung, Staffelmahd	56 (1. Nutzung bis 15.06)	-	-	-
Maßnahmen zum Schutz besonderer Biotoptypen (mind. eine Mahd)	-	-	325 (25.06.-31.10.)	-
Grünlandanteil 2013	185.538ha	20,5%	713.946ha	27,4%
Veränderung zu 2003	-6.862ha	-2,1%	-50.114ha	-5,2%

Ein Vergleich der Fördermodalitäten (Greening/AUM) der restlichen Bundesländer kann dem Anhang entnommen werden.

<sup>26</sup> Kennarten aus Referenzliste, je nach Bundesland

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1	Biogasanlagenentwicklung in Deutschland 2000-2013 (Anlagenanzahl differenziert nach Leistungsklassen und gesamter installierter elektrischer Anlagenleistung), Mai 2014.....	8
Abbildung 3-2	Masse- und energiebezogener Substrateinsatz in Biogasanlagen, differenziert nach Substratkategorien (DBFZ-Betreiberbefragung 2014) .....	9
Abbildung 3-3	Entwicklung der Maisanbaufläche in Deutschland von 2006 bis 2013 (FNR E. V., 2013).....	9
Abbildung 3-4	Entwicklung der nach dem EEG vergütungsfähigen Stromerzeugung aus fester Biomasse in Deutschland, ohne die Stromerzeugung in Kleinst-KWK-Anlagen < 10 kWel und Kraftwerken mit Biomasse-Mitverbrennung sowie ohne die nicht nach EEG vergüteten Stromerzeugung.....	10
Abbildung 3-5	Angaben zum Brennstoffeinsatz (im Betriebsjahr 2013) von Betreibern von Biomasse-HKW: (Verbrennungsanlagen links und Holzvergaseranlagen rechts laut Betreiberbefragung (Bezugsjahr 2013, DBFZ 06/2014) .....	11
Abbildung 5-1	Konfliktanalyse auf der Sachebene anhand des Denkmodells Ursache-Wirkung-Betroffener .....	40
Abbildung 5-2	Bewertungssystem für relative Vorteilhaftigkeit der Anbaukulturen/-verfahren im Vergleich zur Referenzfrucht.....	40
Abbildung 5-3	Bewertungsskala und mögliche Zusatzinformationen zur Bewertung der Wirkintensität der Anbaukulturen/-verfahren.....	41
Abbildung 5-4	Bewertungsmatrix mit gutachterlicher Einschätzung der Wirkintensitäten von unterschiedlichen Anbaubiomassen/-verfahren .....	43
Abbildung 5-5	Bewertungsmatrix der Experteneinschätzungen zur Wirkintensität von relevanten Anbaukulturen/-verfahren auf die Schutzgüter Natur und Landschaft (Teil 1).....	48
Abbildung 5-6	Bewertungsmatrix der Experteneinschätzungen zur Wirkintensität von relevanten Anbaukulturen/-verfahren auf die Schutzgüter Natur und Landschaft (Teil 2).....	49
Abbildung 5-7	Experteneinschätzungen zur Wirkintensität von Dauergrünland (2 Schnitte) auf die Schutzgüter Natur und Landschaft .....	50
Abbildung 5-8	K-means Clustering der Anbaufrüchte/-verfahren (vier Cluster) .....	51
Abbildung 5-9	K-means Clustering der Anbaufrüchte/-verfahren (zehn Cluster) .....	52
Abbildung 5-10	Anbaufrüchte/-verfahren mit starker Unsicherheit in Einstufung .....	54
Abbildung 5-11	Konfliktfelder mit starker Unsicherheit in Einstufung .....	55
Abbildung 5-12	Bewertungsmatrix der Experteneinschätzungen zur Wirkintensität von relevanten Anbaukulturen/-verfahren auf die Schutzgüter Natur und Landschaft und der Einfluss zusätzlicher Faktoren (1. Teil).....	59
Abbildung 5-13	Bewertungsmatrix der Experteneinschätzungen zur Wirkintensität von relevanten Anbaukulturen/-verfahren auf die Schutzgüter Natur und Landschaft und der Einfluss zusätzlicher Faktoren (2. Teil).....	60
Abbildung 5-14	Hierarchische Clustering der naturschutzfachlichen Schutzgüter und ihrer Wirkungen .....	63

Abbildung 6-1 Stromgestehungskosten bei Reduzierung des Anteils an Maissilage auf 50% und  
Ersatz durch alternative Substrate ..... 76

## Tabellenverzeichnis (optional)

Tabelle 1-1	Übersicht Mögliche Kompensation von Mindererträgen ökologisch wertvoller Substrate durch AUM und Greeningmaßnahmen .....	5
Tabelle 4-1	Naturschutzfachliche Regelungen im Erneuerbare-Energien-Gesetz 2012 .....	12
Tabelle 4-2	Naturschutzfachliche Regelungen im Fachrecht.....	14
Tabelle 5-1	Auswahl der im Vorhaben zu bewertender annueller Hauptfrüchte .....	18
Tabelle 5-2	Auswahl der im Vorhaben bewerteten über/mehrjährigen Hauptfrüchte .....	22
Tabelle 5-3	Auswahl der im Vorhaben bewerteten Zwischenfrüchte.....	26
Tabelle 5-4	Auswahl der im Vorhaben bewerteten Kulturen für Kurzumtriebsplantagen (KUP) .....	28
Tabelle 5-5	Auswahl relevanter Reststoffkategorien und deren Reststoffquellen .....	31
Tabelle 5-6	Potenzielle Konfliktfelder und Wirkungen der Anbaukulturen und -verfahren sowie der Reststoffe aus der Landschaft .....	36
Tabelle 5-7	Exemplarischer Überblick der Änderungen des PSM Einsatzes beim Energiepflanzenanbau im Vergleich zu Nahrungs- und Futtermittelanbau (nach Rippel 2008, S.39) .....	44
Tabelle 5-8	Übersicht der vergleichsweise naturverträglichen Anbaukulturen.....	61
Tabelle 6-1	Vergleich der Behandlungshäufigkeit (gesamt) der PAPA-Erhebungen der wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturpflanzen der Jahre 2011 und 2012 (JULIUS-KÜHN-INSTITUT, 2014).....	71
Tabelle 6-2:	Kostenvergleich alternativer Anbaukulturen und Ausgleichsbedarf für Substratalternativen zum Silomais .....	73
Tabelle 7-1	Übersicht Verrechnungsfaktor Greening zu AUM („2014DE06RDNF001“, 2014).....	79
Tabelle 7-2	Erläuterungen Bewertungsschema AUM und Greening.....	80
Tabelle 7-3	Vergleich des Fördersystems von AUM für Sachsen und Niedersachsen (ML NIEDERSACHSEN, 2014a, 2014b; SMUL SACHSEN, 2014a, 2014b, 2014c).....	81
Tabelle 7-4	Vergleich des Fördersystems von AUM für Bayern und Baden-Württemberg (MLR BADEN-WÜRTTEMBERG, 2014; STMELF BAYERN; STMUV BAYERN, 2014).....	92
Tabelle 7-5	Vergleich des Fördersystems von AUM für Brandenburg, Schleswig-Holstein und Saarland (MELUR SCHLESWIG-HOLSTEIN, 2014; MIL BRANDENBURG, 2014a, 2014b; MUV SAARLAND, 2014).....	93
Tabelle 7-6	Vergleich des Fördersystems von AUM für Hessen und Rheinland-Pfalz (HMUKLV HESSEN, 2014a, 2014b; MULEWF RHEINLAND-PFALZ, 2014) .....	94
Tabelle 7-7	Vergleich des Fördersystems von AUM für Mecklenburg-Vorpommern und Nordrhein-Westfalen (LUMV MECKLENBURG-VORPOMMERN, 2014; MKULNV NORDRHEIN-WESTFALEN, 2014).....	95
Tabelle 7-8	Vergleich des Fördersystems von AUM für Sachsen und Thüringen (MLU SACHSEN-ANHALT, 2014; TMLFUN THÜRINGEN, 2014) .....	96
Tabelle 7-9	Stromgestehungskosten bei Reduzierung des Anteils an Maissilage auf 50% und Ersatz durch alternative Substrate .....	97



## Literatur- und Referenzverzeichnis

- Adam, L ; Barthelmes, G ; Biertümpfel, A ; von Buttlar, C ; Böhm, L ; Conrad, M ; Ebel, G ; Formowitz, B ; Hanff, H ; u. a.: Energiepflanzen für Bigasanlagen Brandenburg (EVA II), FNR (2012)
- Aigner, A ; Biertümpfel, A ; Conrad, M ; Deiglmayr, K ; Diepolder, M ; Eder, B ; Eder, J ; Formowitz, B ; Fritz, M ; u. a.: Energiepflanzen für Bigasanlagen Bayern (EVA II), FNR (2012)
- BfN: Biomassekulturen der Zukunft aus Naturschutzsicht - Zwischenbericht, Bundesamt für Naturschutz (2012)
- BfN: Energieholzanbau auf landwirtschaftlichen Flächen - Auswirkungen von Kurzumtriebsplantagen auf Naturhaushalt, Landschaftsbild und biologische Vielfalt. Anbauanforderungen und Empfehlungen des BfN, Bundesamt für Naturschutz (2012)
- Biokraft-NachV: Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Biokraftstoffen (Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung - Biokraft-NachV), 2009
- BiomasseV: Biomasseverordnung vom 21. Juni 2001 (BGBl. I S. 1234 ), mit Änderung durch Artikel 5 Absatz 10 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) (2012)
- BioSt-NachV: Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von flüssiger Biomasse zur Stromerzeugung (Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung - BioSt-NachV), 2009
- BLE: Bekanntmachung Nr. 05/10/31 der Liste der für den Niederwald mit Kurzumtrieb bei der Betriebsprämie geeigneter Arten und deren maximalen Erntezyklen, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2010)
- Bräuning, A.: Erosionsgefährdung in Sachsen, Warum reichen die Cross Compliance Forderungen nicht aus?
- Bundesamt für Naturschutz (BfN): Bioenergie und Naturschutz – Synergie fördern, Risiken vermeiden (2010)
- DBFZ: Energie aus Stroh: Standortplanung und -bewertung, DBFZ (2012)
- DBFZ: Protokoll zum 2. Treffen des Projektbegleitenden Arbeitskreises „Evaluierung und Untersetzung der relevanten Regelungen zu Naturschutzanliegen bei der Stromerzeugung aus Biomasse im aktuell verabschiedeten Erneuerbare-Energien Gesetz“ (2014)
- Degner, J: Wirtschaftlichkeit von Blattfrucht- und Stoppelweizen, TLL (2013)
- Doyle, U ; Vohland, K ; Rock, J ; Schümann, K ; Ristow, M: Nachwachsende Rohstoffe - eine Einschätzung aus Sicht des Naturschutzes. In: *Natur und Landschaft* Bd. 82 (2007), S. 529–535
- DRL: Die Auswirkungen erneuerbarer Energien auf Natur und Landschaft. Gutachtliche Stellungnahme und Ergebnisse des gleichnamigen Symposiums vom 19./20. Oktober 2005 in Berlin, Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landschaftspflege Heft 79 (2005)

DVL ; NABU: Bioenergie? Aber natürlich! NawaRo aus Sicht des Umwelt- und Naturschutzes, Schriftenreihe des DVL „Landschaft als Lebensraum“: Heft 12 (2007)

Eder, J. ; Eder, B.: *Silomais für die Biogasproduktion* ( Nr. Nr. I-4/2009) : Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2009

Fachdienst Naturschutz: Heckenpflege, Landesamt für Naturschutz Baden Württemberg (1999)

Feger, Karl-Heinz ; Petzold, Rainer ; Schmidt, Peter A. ; Glaser, Thomas ; Schroiff, Anke ; Döring, Norman ; Feldwisch, Norbert ; Friedrich, Christian ; Peters, Wolfgang ; u. a.: Natur- und bodenschutzgerechte Nutzung von Biomasse-Dauerkulturen - Abschlussbericht, LfULG (2009)

FNR: Standortangepasste Anbausysteme für Energiepflanzen (3. Auflage), FNR (2010)

FNR: *Energiepflanzen für Biogasanlagen - Bayern*. Gülzow : Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2012

FNR: *energiepflanzen.fnr.de: Sida*. URL <http://energiepflanzen.fnr.de/pflanzen/mehrjaehrige/sida/>. - abgerufen am 2014-12-11

FNR e. V.: Entwicklung der Maisanbaufläche in Deutschland (2013)

HMUKLV Hessen: ENTWURF: Entwicklungsplan für den ländlichen Raum des Landes Hessen 2014-2020, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2014a)

HMUKLV Hessen: Richtlinienentwurf: Hessisches Programm für Agrarumwelt- und Landschaftspflege-Maßnahmen HALM, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2014b)

Jäckel, K: Nachwachsende Rohstoffe in Sachsen - Stand & Perspektiven.

Jäckel, K ; Theiß, M.: Anbauvergleich: Mais und Sorghum.

Julius-Kühn-Institut: *PAPA - Statistische Erhebungen von PSM in der Praxis*. URL <http://papa.jki.bund.de/>. - abgerufen am 2014-03-18. – PAPA - Statistische Erhebungen von PSM in der Praxis

Kaule, Giselher ; Stahr, Karl ; Zeddies, Jürgen: Nachwachsende Energieträger und Biodiversität: naturschutzbezogene und ökonomische Entwicklung und Bewertung von Anbauszenarien (NawEnNat), BWPLUS (2011)

Keymer, Ulrich: *Biogasausbeuten verschiedener Substrate - Daten zu Gasausbeuten und Methangehalten von ca. 350 Substraten (interaktive Datenbank)*. URL <http://www.lfl.bayern.de/iba/energie/049711/>. - abgerufen am 2014-11-18

Knust, C.: *Energieholzplantagen in der Landwirtschaft*: Bemann A., Butler Manning D., 2013 – ISBN 978-3-86263-081-3

Körschens, M. ; Rogasik, J. ; Schulz, E. ; Böning, H. ; Eich, D. ; Ellerbrock, R. ; Franko, U. ; Hüllsbergen, K.-J. ; Köppen, D. ; u. a.: Standpunkt Humusbilanzierung, Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) (2004)

Kronenbitter, J. ; Oppermann, R.: *Das große Einmaleins der Blühstreifen und Blühflächen, Zu Artenvielfalt und Anlage von Blühflächen im Ackerbau* : Syngenta Agro GmbH, 2013

KTBL: *KTBL-Feldarbeitsrechner*. URL <http://daten.ktbl.de/feldarbeit/entry.html>. - abgerufen am 2014-12-11

KTBL, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft: *Energiepflanzen*. 1. Aufl. : Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, 2006 – ISBN 978-3-939371-21-2

Lenschow, U. ; Friedlinghaus, M. ; Ratzke, U. ; Voigtländer, U.: *Landschaftsökologische Grundlagen zum Schutz, zur Pflege und zur Neuanlage von Feldhecken in Mecklenburg-Vorpommern*, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (1999)

LfULG: *Standortpotenziale, Standards und Gebietskulissen für eine natur- und bodenschutzgerechte Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung in Sachsen unter besonderer Berücksichtigung von Kurzumtriebsplantagen und ähnlichen Dauerkulturen, Schriftreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Abschlussbericht)*: Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 2009

LUMV Mecklenburg-Vorpommern: ENTWURF: Agrarumweltmaßnahmen (AUM) in Mecklenburg-Vorpommern in der Förderperiode 2015-2020, Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern (2014)

MELUR Schleswig-Holstein: Germany - Rural Development Programme (Regional) - Schleswig-Holstein, Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (2014)

Meyer, Rolf ; Priefer, Carmen: *Ökologischer Landbau und Bioenergieerzeugung – Zielkonflikte und Lösungsansätze - Endbericht zum TA-Projekt (Vorläufige Fassung)*, TAB (2012)

MIL Brandenburg: Hinweise zur Förderung gemäß Richtlinie KULAP 2014 zur neuen Förderperiode ab 01.01.2015, Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft Brandenburg (2014a)

MIL Brandenburg: Hinweise zur Umsetzung der GAP-Reform 2015, Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft Brandenburg (2014b)

MKULNV Nordrhein-Westfalen: NRW-Programm: `Ländlicher Raum 2014-2020` Plan des Landes Nordrhein-Westfalen zur Entwicklung des ländlichen Raums, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2014)

ML Niedersachsen: Germany - Rural Development Programme (Regional) - Lower Saxony + Bremen, Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2014a)

ML Niedersachsen: ENTWURF Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen für Niedersächsische und Bremer Agrarumweltmaßnahmen (NiB-AUM), Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2014b)

MLR Baden-Württemberg: Germany - Rural Development Programme (Regional) - Baden-Württemberg, Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, Abteilung Landwirtschaft (2014)

MLU Sachsen-Anhalt: Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen ab 2015, Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Sachsen-Anhalt (2014)

- MULEWF Rheinland-Pfalz: Kurzbeschreibung der im Rahmen des Entwicklungsprogramms EULLE vorgesehenen Maßnahmen, Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz (2014)
- MUV Saarland: Germany - Rural Development Programme (Regional) - Saarland, Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz Saarland (2014)
- NABU: *Pflege der Streuobstwiesen - ein kulturhistorisches, jahrhundertealtes Element in der freien Landschaft* : NABU (Rhein-Kreis Neuss), 2012
- Naturschutzstiftung David: Naturschutzfachliche Effizienz und Technikfolgenabschätzung (2014)
- Nehring, S. ; Kowarik, I. ; Rabitsch, U. ; Essl, F.: *Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertung für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen*, BfN-Skripten 352 : Bundesamt für Naturschutz, 2013
- Oppermann, Rainer ; Gelhausen, Jessica ; Matzdorf, Bettina ; Reutter, Michaela ; Luick, Rainer ; Stein, Sabine: *Gemeinsame Agrarpolitik ab 2014: Perspektiven für mehr Biodiversitäts- und Umweltleistungen der Landwirtschaft? - Empfehlungen für die Politik aus dem F&E Vorhaben „Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) 2013 und Erreichung der Biodiversitäts- und Umweltziele“*. Fürth : Institut für Agrarökologie und biodiversität (IFAB), 2012
- Peters ; Kröppel: Naturschutzfachliche Bewertung von Anbaufrüchten und -verfahren. In: *Optimierungen für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland* (2008), S. 297–304
- Peters, Wolfgang ; Hagen, Zoë ; Schicketanz, Sven ; Vetter, Armin ; Beck, Judith ; Gödeke, Katja ; Reinhardt, Guido ; Rettenmaier, Nils ; Gärtner, Sven: *Flächeneffektive Bioenergienutzung aus Naturschutzsicht Bewertungen und Empfehlungen zum Schutz von biologischer Vielfalt und Klima* (2010)
- Riedl, U.: *Biomasseanbau - Wirkungen auf Landschafts und Biodiversität*.
- Rippel, Rudolf: *Umweltwirkungen eines zunehmenden Energiepflanzenanbaus*, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (2008)
- Rode, Michael: *Energetische Nutzung von Biomasse im Spannungsfeld zwischen Ökonomie und Naturschutz*. In: *Landnutzung im Wandel - Chance oder Risiko für den Naturschutz*, Brickwedde, Fuelhaas, Stock, Wachendörfer & Wahmhoff (2005)
- SMUL Sachsen: Germany - Rural Development Programme (Regional) - Saxony, Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft Sachsen (2014a)
- SMUL Sachsen: *Infoblatt\_Greening\_20140915\_(2)\_sachsen*, Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft Sachsen (2014b)
- SMUL Sachsen: *ENTWURF: Merkblatt zur Antragstellung und Durchführung von Maßnahmen der Richtlinie Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (RL AUK/2015)*, Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft Sachsen (2014c)
- Stinner, Paul Walter: *Auswirkungen der Biogaserzeugung in einem ökologischen Marktfruchtbetrieb auf Ertragsbildung und Umweltparameter*. Gießen : Verlag Dr. Köster, 2011 — ISBN 978-3-89574-761-8

Stinner, Walter ; Rensberg, Nadja: Perspektive der Biogasgewinnung aus nachwachsenden Rohstoffen - Bewertung von Substratalternativen zu Silomais (Studie) (2011)

StMELF Bayern; StMUV Bayern: Germany - Rural Development Programme (Regional) - Bavaria, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF); Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) (2014)

Thaysen, J.: Ergebnisse vielversprechend: Mehr Flexibilität beim Disponieren. In: *Bauernblatt* (2012)

Thrän, D ; Lenz, V ; Zeller, V ; Schwenker, A ; Lorenz, H ; Peters, W: Gutachterliche Einordnung des Landschaftspflegebonus im EEG 2009 (2009)

TMLFUN Thüringen: Maßnahmenbeschreibung zum Thüringer Programm zur Förderung von umwelt- und klimagerechter Landwirtschaft, Erhaltung der Kulturlandschaft, Naturschutz und Landschaftspflege (KULAP 2014), Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz (2014)

UBA: Empfehlungen der „Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt“ Bodenschutz beim Anbau nachwachsender Rohstoffe, Umweltbundesamt (2008)

Vollrath, Birgit ; Werner, Antje: Kosten des Wildpflanzenanbaus (persönliche Mitteilung durch Dr. Birgit Vollrath am 02.10.2014) (2014)

Wiegmann, K. ; Heintzmann, A. ; Peters, W. ; Scheuermann, A. ; Seidenberger, T. ; Thoss, C.: Bioenergie und Naturschutz: Sind Synergien durch die Energienutzung von Landschaftspflegeresten möglich? (2007)

Zentralverband Gartenbau e.V.: Umgang mit invasiven Arten, Empfehlung für Gärtner, Planer und Verwender, Zentralverband Gartenbau e.V. (2008)

*Projekt Farbe ins Feld*. URL <http://www.farbe-ins-feld.de/>. - abgerufen am 2014-12-11

Germany - National Framework (CCI 2014DE06RDNF001) (2014)

## A 1 Greening und AUM der Bundesländer im Vergleich

Die farbliche Hinterlegung der einzelnen Zellen bezieht sich auf eine mögliche Nutzung der Biomasse, die Schraffur beschreibt Unsicherheiten aufgrund derzeitiger Abweichungen des NRR-Entwurfes zu den länderspezifischen ELER-Bestimmungen. Darüber hinaus wurden variierende Bezeichnungen vergleichbarer Maßnahmen in den Bundesländern für eine Gegenüberstellung harmonisiert. Maßnahmen, die nur ein geringes Biomassepotenzial aufweisen (bspw. Feldhamsterstreifen) oder nur kleinräumig von Bedeutung sind (bspw. Hallig) wurden ferner nicht berücksichtigt.

Hintergrundfarbe	Bedeutung
	Nutzung der Biomasse erlaubt
	Biomasse prinzipiell nutzbar aber weniger sinnvoll: geringer Massenanteil, mindere Qualität, kurze Erntefenster
	keine Nutzung der Biomasse erlaubt
	keine präzise Aussage: widersprüchliche Angaben (NRR/ELER), keine klare Angabe(ELER)

## Literatur- und Referenzverzeichnis

Tabelle 7-4 Vergleich des Fördersystems von AUM für Bayern und Baden-Württemberg (MLR BADEN-WÜRTTEMBERG, 2014; STMELF BAYERN; STMUV BAYERN, 2014)

Bundesland	Bayern		Baden- Württemberg	
Förderung und Anrechenbarkeit	Förderung AUM	Förderung AUM bei gleichzeitiger Anrechnung als Greeningfläche (Faktor)	Förderung AUM	Förderung AUM bei gleichzeitiger Anrechnung als Greeningfläche (Faktor)
Maßnahme	EUR/ha/a	EUR/ha/a	EUR/ha/a	EUR/ha/a
vielfältige Kulturen im Ackerbau	85	65	75	55
Zwischenfrüchte (Herbstbegrünung)	70 120 (vorgegebene Aussaatmischung)	0 (0,3) 45 (vorgegebene Aussaatmischung)	70 90 (vorgegebene Aussaatmischung)	0 (0,3) -
Brache, einjährig	245-700 (je nach EMZ) 300 (auf GL mit Kulissenbezug)	0 (1,0) -	710 (mit Begrünung)	330 (1,0)
Brache, mehrjährig	245-700 (je nach EMZ)	0 (1,0)	710 (mit Begrünung)	330 (1,0)
Blühstreifen/-flächen, einjährig	600 (bis EMZ 5.000/ha, je weitere 100EMZ/ha 15EUR)	220 (1,5)	710	330 (1,5)
Blühstreifen/-flächen, mehrjährig	600 (bis EMZ 5.000/ha, je weitere 100EMZ/ha 15EUR)	220 (1,5)	710	330 (1,5)
Gewässer- u. Erosionsschutzstreifen	920 350 (auf GL)	540 (1,5)		
Artenreiches Grünland 4 Kennarten	250	-	200	-
Artenreiches Grünland 6 Kennarten	320 (in Kulisse)	-	240	-
Mahd mit Beräumung od. Beweidung, mind. eine Mahd (Zeiträume d. Nutzung)	230-425	-	310 (ohne N- Düngung)	-
Mahd mit Beräumung mind. 2 Mahden	-	-	400 (ohne N- Düngung) 350 (ergebnisorientierte N-D.)	-
Maßnahmen zum Schutz besonderer Biotoptypen (mind. eine Mahd)	-	-	260 (FFH)	-
Umwandlung von Ackerland in Grünland	370	-	510 (ohne N- Düngung) 390 (ergebnisorientierte N-D.)	-
Grünlandanteil 2013	1.078.372ha	33,9%	549.882ha	38,9%
Veränderung zu 2003	-72.941ha	-4,9%	-18.170ha	-1,5%



## Literatur- und Referenzverzeichnis

Tabelle 7-5 Vergleich des Fördersystems von AUM für Brandenburg, Schleswig-Holstein und Saarland (MELUR SCHLESWIG-HOLSTEIN, 2014; MIL BRANDENBURG, 2014a, 2014b; MUV SAARLAND, 2014)

Bundesland	Brandenburg		Schleswig-Holstein		Saarland	
	Förderung AUM	Förderung AUM bei gleichzeitiger Anrechnung als Greeningfläche (Faktor)	Förderung AUM	Förderung AUM bei gleichzeitiger Anrechnung als Greeningfläche (Faktor)	Förderung AUM	Förderung AUM bei gleichzeitiger Anrechnung als Greeningfläche (Faktor)
Maßnahme	EUR/ha/a	EUR/ha/a	EUR/ha/a	EUR/ha/a	EUR/ha/a	EUR/ha/a
Leguminosenanbau	-	0 (0,7)	-	-	-	-
Nutzung AL als GL	270	-	-	-	320	-
Extensive Grünlandwirtschaft (ohne Düngung)	140-225	-	27	-	105	-
Extensive Grünlandwirtschaft (durch Nutzungseinschränkung)	114	-	26	-	195	-
Pflege von sensiblen Grünlandstandorten	92-294	-	26	-	-	-
Mahd mit Beräumung od. Beweidung, mind. eine Mahd (Zeiträume keine Nutzung)	-	-	26	-	216 (Grundförderung, 1.3.- 15.6.) 316 (max. 1.3.- 15.7.)	-
Anbaudiversifizierung	-	0	90	70	-	-
Zwischenfruchtanbau	-	0 (0,3)	75	0 (0,3)	75	0 (0,3)
Brache	-	0 (1,5)	-	-	120 (bis EMZ 5.000/ha, je weitere 100EMZ/ha 13EUR)	0 (1,0)
Blühflächen	-	-	-	-	600	0 (1,5)
Pufferstreifen	-	0 (1,5)	-	-	-	-
Feldraine	-	0 (1,5)	-	-	-	-
Feldrandstreifen	-	0 (1,5)	-	-	-	-
Gewässerschutzstreifen	-	0 (1,5)	-	-	-	-
Streifen an Waldrändern	-	0 (1,5)	-	-	-	-
Grünlandanteil 2013	292.143ha	22,1%	341.322ha	33,3%	39.699ha	50,7%
Veränderung zu 2003	-3.106ha	0,5%	-2.1327ha	-4,8%	-1.823ha	-0,8

**Brandenburg:** keine Angaben zu Fördergeldern bei Greening

**Saarland:** AUM und Greening-Förderungen nicht kombinierbar

<sup>27</sup> Förderungen stark differenziert nach Kulissen und Standorten, somit kann keine Vereinheitlichung dargestellt werden

## Literatur- und Referenzverzeichnis

Tabelle 7-6 Vergleich des Fördersystems von AUM für Hessen und Rheinland-Pfalz (HMUKLV HESSEN, 2014a, 2014b; MULEWF RHEINLAND-PFALZ, 2014)

Bundesland	Hessen		Rheinland- Pfalz	
Förderung und Anrechenbarkeit	Förderung AUM	Förderung AUM bei gleichzeitiger Anrechnung als Greeningfläche (Faktor)	Förderung AUM	Förderung AUM bei gleichzeitiger Anrechnung als Greeningfläche (Faktor)
Maßnahme	EUR/ha/a	EUR/ha/a	EUR/ha/a	EUR/ha/a
Vielfältige Kulturen im Ackerbau	90	0	90	70
Zwischenfrüchte	150 (Gewässerschutz) 100 (Erosionsschutz)	0 (Gewässerschutz) (0,3) 0 (Erosionsschutz) (0,3)	75	0 (0,3)
Brache, einjährig	(k. A.)	-	390-640 (AF ohne Einsaat, je nach EMZ)	140-260 (1,0)
Blühstreifen/-flächen, einjährig	600-750 (je nach Umbruchszeit)	0 (1,5)	750-1.000 (je nach EMZ)	370-620 (1,5) (je nach EMZ)
Blühstreifen/-flächen, mehrjährig	600	0 (1,5)	490-740 (je nach EMZ)	110-360 (1,5) (je nach EMZ)
Feldrandstreifen	660 <sup>28</sup>	0 (1,5)	-	-
Gewässer- u. Erosionsschutzstreifen	760	0 (1,5)	760	380 (1,5)
Artenreiches Grünland 4 Kennarten	190	-	250	-
Artenreiches Grünland 6 Kennarten	280	-	-	-
Artenreiches Grünland 8 Kennarten	340	-	300	-
Mahd mit Beräumung od. Beweidung, mind. eine Mahd (Zeiträume d. Nutzung)	190 (ohne N- Düngung, 01.05.-30.09.)	-	200 zzgl. 165 (abweichende Bewirtschaftungszeiträume)	-
Umwandlung von Ackerland in Grünland	-	-	350-600 (je nach EMZ) 420-745 (artenreiches GL, je nach EMZ)	-
Grünlandanteil 2013	300.285ha	37,6%	227.223ha	14,3%
Veränderung zu 2003	828ha	2,0%	-14.543ha	-6,4%

<sup>28</sup> keine Auszahlung für Mais, Brache, Ackerfutter und hochwüchsige Energiepflanzen

## Literatur- und Referenzverzeichnis

Tabelle 7-7 Vergleich des Fördersystems von AUM für Mecklenburg-Vorpommern und Nordrhein-Westfalen (LUMV MECKLENBURG-VORPOMMERN, 2014; MKULNV NORDRHEIN-WESTFALEN, 2014)

Bundesland	Mecklenburg-Vorpommern		Nordrhein- Westfalen	
Förderung und Anrechenbarkeit	Förderung AUM	Förderung AUM bei gleichzeitiger Anrechnung als Greeningfläche (Faktor)	Förderung AUM	Förderung AUM bei gleichzeitiger Anrechnung als Greeningfläche (Faktor)
Maßnahme	EUR/ha/a	EUR/ha/a	EUR/ha/a	EUR/ha/a
vielfältige Kulturen im Ackerbau	65	45	90	70
Zwischenfrüchte	-	-	97	22 (0,3)
Blühstreifen/-flächen, einjährig	680	300 (1,5)	1.200	820 (1,5)
Blühstreifen/-flächen, mehrjährig	680	300 (1,5)	1.200	820 (1,5)
Pufferstreifen	540 (Schonstreifen an Alleen)	160 (1,5)	(k. A.)	-
Gewässer- u. Erosionsschutzstreifen	610	230 (1,5)	1.100 (480 auf GL)	720 (1,5) (100 auf GL)
Mahd mit Beräumung od. Beweidung, mind. eine Mahd (Zeiträume d. Nutzung)	105	-	385-685 380 (Aushagerung)	-
Maßnahmen zum Schutz besonderer Biotoptypen (mind. eine Mahd)	340- 400	-	595 (ab 15.07. 2. Nutzung nicht vor 15.09.)	-
Umwandlung von Ackerland in Grünland	-	-	590	-
Grünlandanteil 2013	261.245ha	19,4%	427.257ha	28,2%
Veränderung zu 2003	-17.054ha	-4,7%	-35.386ha	-5,7%

## Literatur- und Referenzverzeichnis

Tabelle 7-8 Vergleich des Fördersystems von AUM für Sachsen und Thüringen (MLU SACHSEN-ANHALT, 2014; TMLFUN THÜRINGEN, 2014)

Bundesland	Sachsen-Anhalt		Thüringen	
Förderung und Anrechenbarkeit	Förderung AUM	Förderung AUM bei gleichzeitiger Anrechnung als Greeningfläche (Faktor)	Förderung AUM	Förderung AUM bei gleichzeitiger Anrechnung als Greeningfläche (Faktor)
Maßnahme	EUR/ha/a	EUR/ha/a	EUR/ha/a	EUR/ha/a
vielfältige Kulturen im Ackerbau	75	55	90 <sup>29</sup>	70
Zwischenfrüchte	70	0 (0,3)	-	-
Blühstreifen/-flächen, einjährig	670	290 (1,5)	720 865 (in Kulisse)	340 (1,5) 485 (in Kulisse)
Blühstreifen/-flächen, mehrjährig	850	470 (1,5)	680 800 (in Kulisse)	300 (1,5) 420 (in Kulisse)
Schonstreifen	670	290 (1,5)	560	180 (1,5)
Ackerrandstreifen	-	-	840	-
Gewässer- u. Erosionsschutzstreifen	-	-	660	280 (1,5)
Artenreiches Grünland 4 Kennarten	-	-	180	-
Artenreiches Grünland 6 Kennarten	-	-	240	-
extensive Grünlandwirtschaft (Verzicht N-Düngung)	150	-	-	-
Extensive Grünlandwirtschaft (kein N-D.+ 10% Schonfläche)	220	-	-	-
Mahd mit Beräumung od. Beweidung, mind. eine Mahd (Zeiträume der Nutzung)	180 (1.Mahd bis 15.06., 2.Mahd ab 01.09.) 300 (Mahd nach 15.07.)	-	-	-
extensive Grünlandwirtschaft (10% Schonfläche + Bewirtschaftungsruhe)	-	-	285 325 (in Schutzgebieten)	-
Umwandlung von Ackerland in Grünland	-	-	460	-
Grünlandanteil 2013	171.361ha	14,8%	171.101ha	14,3%
Veränderung zu 2003	-7.557ha	-3,3%	-9.627ha	-4,0%

<sup>29</sup> nur förderbar wenn mind. 0,5ha Blühstreifen, Ackerrandstreifen oder Gewässer- u. Erosionsschutzstreifen ausgewiesen wurden

## A 2 Stromgestehungskosten Modellanlagen

Tabelle 7-9 Stromgestehungskosten bei Reduzierung des Anteils an Maissilage auf 50% und Ersatz durch alternative Substrate

Kostenart	Wert	500kW <sub>el</sub> Standard	500kW <sub>el</sub> Silphie	500kW <sub>el</sub> Wildpflanzen	500 kW <sub>el</sub> KG KTBL üblich	500 kW <sub>el</sub> KG KTBL N2	500 kW <sub>el</sub> KG_ext	500 kW <sub>el</sub> KGext_N2	500 kW <sub>el</sub> Stroh	500 kW <sub>el</sub> Rübenblatt
Kapitalgebundene Kosten	EUR/a	256.564	256.564	256.564	256.564	256.564	256.564	256.564	256.564	256.564
Verbrauchsgebundene Kosten	EUR/a	479.067	501.311	517.412	506.993	493.293	514.356	508.542	469.625	479.272
Betriebsgebundene Kosten	EUR/a	95.390	95.390	95.390	95.390	95.390	95.390	95.390	95.390	95.390
Sonstige Kosten	EUR/a	26.904	26.904	26.904	26.904	26.904	26.904	26.904	26.904	26.904
Gutschriften (Wärmeerlös)	EUR/a	59.136	59.136	59.136	59.136	59.136	59.136	59.136	59.136	59.136
Stromproduktion	kWh/a	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000	4.000.000
kapitalgebundene Kosten	EURct/kWh <sub>el</sub>	6,41	6,41	6,41	6,41	6,41	6,41	6,41	6,41	6,41
verbrauchsgebundene Kosten	EURct/kWh <sub>el</sub>	11,98	12,53	12,94	12,67	12,33	12,86	12,71	11,74	11,98
betriebsgebundene Kosten	EURct/kWh <sub>el</sub>	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38
sonstige Kosten	EURct/kWh <sub>el</sub>	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
Gutschriften (Wärmeerlöse)	EURct/kWh <sub>el</sub>	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48
<b>Stromgestehungskost en ohne Gutschriften</b>	<b>EURct/kWh<sub>el</sub></b>	<b>21,45</b>	<b>22,00</b>	<b>22,41</b>	<b>22,15</b>	<b>21,80</b>	<b>22,33</b>	<b>22,18</b>	<b>21,21</b>	<b>21,45</b>
<b>Stromgestehungskost en mit Gutschriften</b>	<b>EURct/kWh<sub>el</sub></b>	<b>19,97</b>	<b>20,53</b>	<b>20,93</b>	<b>20,67</b>	<b>20,33</b>	<b>20,85</b>	<b>20,71</b>	<b>19,73</b>	<b>19,97</b>