izes gGmbH
Institut für ZukunftsEnergieSysteme

ZWECKVERBAND natura Ill-Theel

Maschinen- und Betriebshilfsring Saarland e.V.

MR

Handbuch

Gewässerschonende und standortangepasste Fruchtfolgen und Anbauverfahren für Energiepflanzen zur Nutzung in Biogasanlagen für die Region Ill-Theel

soarland NACHHALTIG
ÖKOLOGISCH. ÖKONOMISCH. SOZIAL.

Saarland
Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis 4

Tabellenverzeichnis 5

Abkürzungsverzeichnis 6

Vorwort 7

1 Einleitung

1.1 Chancen des Energiepflanzenanbaus für den Gewässerschutz 8
1.2 Ausgangssituation und Zielsetzung 13

2 Energiepflanzen und Anbausysteme 14

2.1 Eigenschaften unterschiedlicher Energiepflanzen 14
2.2 Anbausysteme 18
2.2.1 Zwischenfruchtanbau 19
2.2.2 Zweikultur-Nutzungssystem 20
2.2.3 Untersaaten 21
2.2.4 Mischfruchtanbau 21
2.3 Dauergrünland zur Biogasnutzung 22

3 Angepasste Fruchtfolgen und Anbausysteme für die Region Ill-Theel 23

3.1 Generelle Empfehlungen für die Region 23
3.2 Umstellung ortsüblicher Fruchtfolgen auf Biogasfruchtfolgen 24
3.3 Dauerkulturen 27

4 Wirtschaftliche Betrachtungen 28

5 Biodiversität 31

6 Eigenschaften und Anwendung von Gärresten 32

6.1 Eigenschaften von Gärresten 32
6.2 Optimierte Ausbringung von Gärresten 34
6.2.2 Termine für die Gärrestausbringung 34
6.2.3 Ausbringtechniken 34
6.2.4 Gesetzliche Rahmenbedingungen 36

7 Zusammenfassung der wichtigsten Empfehlungen für einen gewässerschonender Energiepflanzenanbau in der Region Ill-Theel 37

Literaturverzeichnis 38

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Integration von landwirtschaftlichen Maßnahmen zum Nutzen der Wasserwirtschaft und des Naturschutzes im konventionellen Marktfrucht- und Futteranbau und beim Anbau von Energiepflanzen zur Biogasnutzung (eigene Darstellung) 9

Abbildung 1-2: Einzugsgebiete der Oberflächenwasserkörper, die durch landwirtschaftliche Einflüsse geprägt werden (ELER-Kulisse) und in denen spezielle Agrarumweltmaßnahmen angeboten werden (Quelle: LAL, 2009) 13

Abbildung 2-1: Jährliche Niederschläge in der Region Ill-Theel (Ø1989-2008) (Quelle: LUA (2009) eigene Bearbeitung) 18

Abbildung 2-2: Trockenmasseentwicklung bei Zweikulturnutzung (Feuchtgutlinie) und Winterhauptkulturnutzung (Körnernutzung) und eingestrahlte Sonnenenergie im Jahresverlauf (nach STÜLPNAGEL, R. 2010). 20

Abbildung 3-1: Variante 1, Getreide-Fruchtfolge, Ackerbaubetrieb 3-gliedrig 24

Abbildung 3-2: Variante 2, Viehhaltungsbetrieb, 3-gliedrig 25

Abbildung 3-3: Variante 3, Ackerbaubetrieb mit Rapsanbau, 3-gliedrig 25

Abbildung 3-4: Variante 4, Viehhaltungsbetrieb, 4-gliedrig 26

Abbildung 3-5: Variante 5, Ackerbaubetrieb 4-gliedrig 26

Abbildung 3-6: Fruchtfolge für den Ökolandbau mit Biomasseproduktion 27

Abbildung 6-1: Einfluss von Temperatur und Ausbringungsverfahren auf die Ammoniakemissionen (LfL 2003) 36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1: Empfehlungen nach DWA Merkblatt 907 (DWA 2010) zur Erzeugung von Biomasse für die Biogasgewinnung unter Berücksichtigung des Boden- und Gewässerschutzes und der Einfluss auf Emissionen, Bodenhumus, Erosion, Landschaftsbild und Biodiversität (eigene Zusammenstellung) 11

Tabelle 2-1: Vor- und Nachteile möglicher Energiepflanzen in der Region, eigene Zusammenstellung 15

Tabelle 4-1: Deckungsbeiträge verschiedener Marktfrüchte- und Biogasfrüchte für die Region Ill-Theel (Stand 2012, Angaben Maschinenring Saar) 28

Tabelle 4-2: Deckungsbeiträge verschiedener Fruchtfolgen vor und nach der Umstellung auf gewässerschonenden Energiepflanzenanbau (Anbau konventionell) (Stand 2012) ... 29

Tabelle 4-3: Deckungsbeiträge verschiedener Biogasfruchtfolgen im ökologischen Landbau ... 30

Tabelle 6-1: Durchschnittliche Inhaltsstoffe von Gärresten (LFL 2008) 32

Tabelle 6-2: Wichtigste Eigenschaften und Qualitäten von Gärresten bei der landwirtschaftlichen Anwendung 33

Tabelle 6-3: Minderung der Ammoniakverluste nach der Ausbringung von flüssigen Gärresten; Referenz zu Breitverteiler ohne Einarbeitung 15°C Lufttemperatur bei Ausbringung (FNR 2010a) 35

Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
a	Jahr
C	Kohlenstoff
ca.	zirka
CO_2	Kohlendioxid
d. h.	das heißt
dt	Dezitonne (100 kg)
e. V	eingetragener Verein
FF	Fruchtfolge
FM	Frischmasse
GPS	Getreide-Ganzpflanzensilage
ha	Hektar (10.000 m^2)
Hrsg.	Herausgeber
K	Kalium
kg	Kilogramm
l	Liter
LF	Landwirtschaftliche Nutzfläche
m^2	Quadratmeter
MJ	Megajoule
mm	Millimeter
MfU	Ministerium für Umwelt des Saarlandes (bis 2009)
N	Stickstoff
N_{min}	mineralisierter Stickstoff
NawaRo	Nachwachsende Rohstoffe
NH_4-N	Ammoniumstickstoff
Nr.	Nummer
P	Phosphor
PSM	Pflanzenschutzmittel
RAL-GZ	RAL Gütezeichen
s. u.	siehe unten
t	Tonne
THG	Treibhausgase
TM	Trockenmasse
TS	Trockensubstanz
WRRL	europäische Wasserrahmenrichtlinie
z. B.	zum Beispiel
ZF	Zwischenfrucht
ZFA	Zwischenfruchtanbau
ZKN	Zweikulturnutzung

Sehr geehrte Damen und Herren,

die Bioenergie ist Teil unseres Energiesystems. Bioenergie erlaubt die Erzeugung aller Formen von Energie: Strom, Wärme und Kraftstoffe. Im Stromsystem kann Bioenergie einen Ausgleich bei der schwankenden Strombereitstellung durch Wind oder Photovoltaik leisten. Auch im Wärmebereich ist durch feste Bioenergie eine regional erzeugte und zukunftsfähige Form der Energiebereitstellung möglich. Gerade steigende Wärmepreise werden zunehmend zu einem Problem, dem durch Biomasse begegnet werden kann. Bioenergie übernimmt also vielfältige Aufgaben. Sie trägt zur Bewältigung der Energiewende bei und leistet zudem durch die dezentrale Erzeugung einen wichtigen Beitrag zur regionalen Identität und regionalen Wertschöpfung.

Energiepflanzen zur Biogasproduktion sind Teil der saarländischen Bioenergieerzeugung. In einigen Gegenden Deutschlands ist der Anbau von Energiepflanzen – insbesondere zur Biogasproduktion – wegen eines hohen Maisanteils in die Kritik geraten. Diese macht sich an den negativen Auswirkungen auf Böden, Biodiversität und die Gewässer fest. Eine aktuelle Studie des Thünen-Instituts zeigt jedoch, dass große regionale Unterschiede bestehen. Während die installierte Leistung Ende 2011 durchschnittlich rund 18 kWel je 100 ha landwirtschaftlich genutzter Fläche in Deutschland betrug, wiesen einige Regionen bereits eine Kapazität von mehr als 50 kWel je 100 ha auf. Demgegenüber wurden in anderen Regionen kaum Biogasanlagen gebaut, wie beispielweise im Saarland mit 5 kWel je 100 ha. Dies spiegelt sich in dem insgesamt geringen Maisanteil im Saarland wider, der erst bei ca. 5% der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche liegt.

Aus Gründen einer nachhaltigen, gewässerschonenden Fruchtfolge möchte die Landesregierung vorbeugend schon jetzt durch gezielte Information und Förderung die Vorteile alternativer Energiepflanzen aufzeigen und einem zu starken Anstieg des Maisanteils vorbeugen. Dies kommt auch der europäischen Wasserrahmenrichtlinie entgegen und trägt dazu bei, den Problemen des Gewässerschutzes zu begegnen. Mit neuen Ansätzen möchte sich die Landesregierung zusammen mit der Landwirtschaft und der Wasserwirtschaft diesen Herausforderungen stellen. Energiepflanzen stellen neben Nahrungs- und Futtermitteln ein Glied der landwirtschaftlichen Produktion dar, das sich positiv auf Gewässer- und Wasserschutz auswirken kann – bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Biodiversität.

Das vorliegende Handbuch ist Teil der Informationspolitik der Landesregierung. Es enthält viele Beispiele eines für jede Betriebssituation in der Region angepassten Pflanzenbaus. Es wird gezeigt, dass gewässerschonende Maßnahmen nicht immer teurer sein müssen als die bisherige Bewirtschaftungsweise. Neueste Erkenntnisse aus der bundesweiten Forschung wurden von der IZES gGmbH in Kooperation mit dem Maschinen- und Betriebshilfring Saarland e.V. im Auftrag des Zweckverbandes Natura Ill-Theel zusammengestellt und an die saarländischen Verhältnisse angepasst.

Die Landesregierung sieht konkrete Chancen in der Erweiterung bestehender Nahrungs- und Futtermittelfruchtfolgen durch zusätzliche Kulturen. Eine gute Integration von boden- und gewässerschonenden Anbauverfahren wie Zwischenfruchtanbau, Untersaaten zur Substratgewinnung, der minimalen Bodenbearbeitung, der Extensivierung durch reduzierte Düngergaben, der Verringerung des Einsatzes von Pflanzenschutzmittel und der besseren Düngeeigenschaften der Gärreste im Vergleich zu unbehandelter Gülle sind die Hauptschwerpunkte.

Ich danke den Herausgebern und Autoren des Handbuches und wünsche Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, viele Anregungen bei der Lektüre des Handbuches.

Ihre Anke Rehlinger
Ministerin für Umwelt und Verbraucherschutz

1 Einleitung

1.1 Chancen des Energiepflanzenanbaus für den Gewässerschutz

Der Anbau von Energiepflanzen für die Biogasproduktion zielt – unabhängig von der Pflanzenart – in erster Linie auf eine hohe Produktion von Trockenmasse auf der Fläche ab. In der Regel wird dabei die ganze Pflanze geerntet. Da bei der Produktion von Biogas im Fermenter insbesondere der leicht verfügbare Kohlenstoff (C) der Pflanzen von Bakterien in Methan (CH_4) umgewandelt wird, dürfen die Pflanzen nicht zu stark verholzt (lignifiziert) sein. Es spielt jedoch nur eine untergeordnete Rolle, ob die geerntete Trockenmasse aus einer bestimmten, angebauten Pflanze, Beikräutern, einer Pflanzenmischung, den Blättern oder Fruchtständen stammt.

Der Energiepflanzenanbau bietet die Chance, bestehende **Nahrungs- und Futtermittelfruchtfolgen durch zusätzliche Kulturen zu erweitern.** Auch boden- und gewässerschonende Anbauverfahren wie **Zwischenfruchtanbau** und **Minimalbodenbearbeitung** lassen sich hervorragend mit den Zielen des Energiepflanzenanbaus vereinbaren. Durch die Nutzung von **Dauerkulturen** wie beispielsweise Ackergras, Kleegras oder „neuer" Kulturen wie Durchwachsene Silphie werden Nährstoffeinträge insbesondere über Winter vermindert und positive Auswirkungen hinsichtlich **Humusanreicherung und Erosionsschutz** genutzt. Sowohl durch die Aufweitung von Fruchtfolgen als auch durch die Einführung von Zwischenfrüchten und die behutsame Integration von Dauerkulturen kann sich eine größere Vielfalt von begleitenden Arten (Beikräuter, Insekten, Bodenleben) etablieren.

Integration in Energiepflanzenanbau	Maßnahmentool zum Schutz von Grund- und Oberflächenwasser, Landschaftsbild, Biodiversität und Boden	Integration in konventionellen Markt- und Futteranbau
Gute Integration in Energiepflanzenanbau durch Biomassenutzung	Zwischenfruchtanbau	Wird bei negativer Humusbilanz und zur Bodengenesung regional angewendet
Extensivierung des Anbaus durch verringerten Input an Düngern und PSM	Getreide-Ganzpflanzennutzung (GPS)	Anwendung nur im Futterbau
Extensive und intensive Nutzung möglich	Grünlandnutzung	Regionaler Überschuss im Saarland
Nutzung hoher Biomasseerträge	Nutzung von Dauerkulturen, z.B. Durchw. Silphie, Ackergras	Nutzung möglich im Futterbau (Ackergras)
Gute Integration in Energiepflanzenanbau durch geänderte Nutzungsziele	Untersaaten	Anwendung selten, eventuell im Futterbau
Nutzung durch hohe Biomasseerträge, insb. an Grenzertragsstandorten	Anbau alter Kulturen	Kein Anbau wegen fehlender Rentabilität
Nutzungsmöglichkeiten aufgrund hoher Biomasseproduktion	Wildpflanzenanbau	Kein Anbau wegen fehlender Rentabilität
Gute Integration in Energiepflanzenanbau durch geänderte Nutzungsziele	Mulchverfahren, Minimalbodenbearbeitung	Anwendung möglich
Hoher Biomasseertrag/a, ganzjährige N-Aufnahme und Bodenbedeckung, Verminderung von Bodenerosion und Nährstoffauswaschung	Etablierung von Zweikulturnutzung	Keine Nutzung, da keine Marktfunktion – hier: Getreideanbau zur Kornproduktion oder Maisanbau zur Futterproduktion

Abbildung 1-1: Integration von landwirtschaftlichen Maßnahmen zum Nutzen der Wasserwirtschaft und des Naturschutzes im konventionellen Marktfrucht- und Futteranbau und beim Anbau von Energiepflanzen zur Biogasnutzung (eigene Darstellung)

Düngergaben und Pflanzenschutzmaßnahmen können bei Biogassubstraten im Vergleich zum Marktfruchtanbau **reduziert** werden, da keine Qualitätsanforderungen hinsichtlich bestimmter Eiweißgehalte o. ä. erfüllt werden müssen und Beikräuter und z. B. ein geringer Pilzbefall toleriert werden können. Insgesamt kann dies – unter Berücksichtigung entsprechender Rahmenbedingungen – zu einer **Extensivierung** in der Landwirtschaft und einer Förderung der Artenvielfalt führen, ohne auf Biogaserträge zu verzichten.
Abbildung 1-1 zeigt diesbezüglich verschiedene Effekte einer Integration landwirtschaftlicher Maßnahmen zum Nutzen des Gewässer- und Naturschutzes.
In der Praxis kann sich auch die **Verschiebung von Arbeitsspitzen** aufgrund der unterschiedlichen Saat- und Erntetermine im Vergleich zu den gängigen Marktfrüchten positiv auf die innerbetrieblichen Abläufe landwirtschaftlicher Betriebe auswirken.
Durch die Nutzung von Gras in Biogasanlagen kann **Grünland** erhalten bleiben, statt es umzubrechen, wodurch Stickstoffverluste in Grund- und Oberflächengewässern und die Freisetzung von Kohlendioxid aus dem Abbau der Humusschicht reduziert werden. Auch für die Artenvielfalt und das Landschaftsbild ist die Erhaltung von Dauergrünlandflächen von großer Bedeutung.
Wird **Gülle** in Biogasanlagen vergoren, so führt dies im Vergleich zur Verwendung von Rohgülle zu einer **besseren Nährstoffverfügbarkeit** bei den gedüngten Kulturen.
Durch ein standortangepasstes **Gärrestmanagement** ist es zudem möglich, Nährstoffeinträge in die Gewässer zu minimieren und Mineraldüngergaben zu reduzieren.
In der folgenden Tabelle 1-1 werden Empfehlungen der DWA, einer Interessensvertretung der deutschen Wasserwirtschaft formuliert, die für die Erzeugung von Biomasse für die Gasgewinnung zu einem verbesserten Boden- und Gewässerschutz beitragen könnten. Diese Empfehlungen gehen über den derzeit geltenden gesetzlichen Rahmen hinaus und sind als Forderung an die Gesetzgebung und als Vorlage für mögliche Agrarfördermaßnahmen zu verstehen. Die neue Förderperiode für EU-Agrarfördermaßnahmen aus der sogenannten ELER-Förderung beginnt 2014 neu. Hier werden Maßnahmen formuliert für deren Durchführung Landwirte in ausgewiesenen Regionen (wie z. B. in Abbildung 1-1 s.o.), auf Antrag bis 2020 Aufwandentschädigungen erhalten können.

Empfehlungen zu Fruchtfolge, Flächennutzung, Düngung, Humushaushalt, Pflanzenschutz, Erosionsschutz, Gärrestverwertung (DWA 2010)	positiver Einfluss der Maßnahme auf:
Gärrest:	
Begrenzung der organischen Düngung mit Gärresten auf Ackerflächen auf eine Stickstoffausbringungsmenge von max. 170 kg N (120 kg in wasserwirtschaftlich empfindlichen Gebieten) für gesamten Gärrest, schlagbezogen und nicht betriebsbezogen	N-Auswaschung/Verluste
Erhöhung der Lagerkapazität für Gärreste, Vermeidung von Gärrestausbringung im Herbst	N-Verluste, THG-Emissionen
Gärrestausbringung im Herbst nur zu Zwischenfrüchten bis max. 30.9.	N-Verluste
Regelmäßige Gärrestuntersuchungen	N-Verluste
Emissionsmindernde Ausbringungsmaßnahmen, direkte Einarbeitung der Gärreste	N-Verluste, THG-Emissionen
Ausgeglichene Humusbilanz schlagbezogen beachten (Maßnahmen Fruchtfolge, Zwischenfruchtanbau, org. Düngung)	Humushaushalt Boden, Folge: Erhöhung der Wasser- und Nährstoffaufnahme des Bodens, Erosionsminderung, Förderung Pflanzengesundheit
Bodenuntersuchungen:	
N_{min}-Restgehalte im Herbst und Frühling	N-Verluste
in Mais: späte N_{min}- Beprobung kurz vor Aussaat bis 4- bis 6-Blatt Stadium (Startgabe verhalten, nach Probe bis auf Sollwert nachdüngen)	N-Verluste
Jährliche Bestimmung der Nährstoffgehalte im Boden, schlagbezogen	N-Verluste, P-Verluste
Düngung:	
Schlagbezogene Düngebilanzen, Berücksichtigung der N-Nachlieferung der Böden insb. Bei langjähriger org. Düngung, Berücksichtigung realistischer Ertragspotenziale, N-Überhangsbewertung (Ziel max. 40 kg/ha)	N-Verluste, P-Verluste
Reduzierte N-Düngung insb. zu Mais	N-Verluste
Verzicht auf N-Düngung zur Strohrotte und nach der Ernte der Hauptfrucht (Ausnahme zu Herbstkulturen wie Raps, Feldgras, Zwischenfrüchte zur Nutzung)	N-Verluste

Empfehlungen zu Fruchtfolge, Flächennutzung, Düngung, Humushaushalt, Pflanzenschutz, Erosionsschutz, Gärrestverwertung (DWA 2010)	positiver Einfluss der Maßnahme auf:
Bodenbearbeitung:	
Keine Bodenbearbeitung im Herbst nach Mais und Raps	N-Verluste
Muchsaat, konservierende Bodenbearbeitung	N-Verluste, Erosion, Humusgehalt
Erosionsschutzmaßnahmen: Anbau quer zum Hang Erosionsschutzstreifen in Mais in hängigen Lagen	Erosion
Maishäcksler mit Niederdruckreifen	Erosion
Pflanzenschutzmaßnahmen:	
Reduzierte Mittelanwendung nach Schadschwellenprinzip, Horstbehandlung	Eintrag von PSM in Oberflächengewässer und Grundwasser, Artenvielfalt
Fruchtfolgen und Flächennutzung:	
Verzicht auf Grünlandumbruch (multifunktionale Bedeutung von Grünland für den Boden-, Gewässer-, Klima-, und Naturschutz) durch Grasnutzung in Biogasanlagen	Artenvielfalt, Eintrag in Oberflächengewässer und Grundwasser, Landschaftsbild, Erhöhung Humusgehalt, CO_2-Senke
Zwischenfruchtanbau (winterharte Sorten) und Nutzung in Biogasanlage	N-Verluste, Erosion, Artenvielfalt
Untersaaten in Mais und GPS (Herbizidwahl beachten!!)	N-Verluste, Erosion
Engsaat	Erosion, Eintrag von P+ N in Oberflächengewässer
Anlage von Schonstreifen mit Gräsermischungen als Pufferstreifen entlang von Gräben und Gewässern	Erosion, Landschaftsbild, Schutz Oberflächengewässer
Realisierung weiter Fruchtfolgen (Folge: Sicherung Artenvielfalt, Vorbeugung fruchtfolgebedingter Krankheiten und Schädlinge, Vermeidung von Resistenzen, Minimierung chem. PSM)	Humusgehalt, Landschaftsbild, Artenvielfalt, Reduzierter PSM Einsatz
Befestigte Übergänge für Vieh reduzieren Stickstoffeitrag in Oberflächengewässer bei Weidegang	N-Einträge in Oberflächengewässer

Tabelle 1-1: Empfehlungen nach DWA Merkblatt 907 (DWA 2010) zur Erzeugung von Biomasse für die Biogasgewinnung unter Berücksichtigung des Boden- und Gewässerschutzes und der Einfluss auf Emissionen, Bodenhumus, Erosion, Landschaftsbild und Biodiversität (eigene Zusammenstellung)

1.2 Ausgangssituation und Zielsetzung

Insgesamt wurden im Saarland 4 Einzugsgebiete von Oberflächenwasserkörpern ausgewiesen, die voraussichtlich bis 2015 die Umweltziele der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie ohne zusätzliche Maßnahmen nicht erreichen werden. Eine der 4 Regionen ist die Region Ill-Theel, die im Zentrum des in Abbildung 1-2 dargestellten Saarlandes liegt. Sowohl in der Theel als auch in der Ill bestehen Belastungen infolge erhöhter Nährstoffkonzentrationen.

Als Ursache dieser erhöhten Belastungen sind hier sicherlich mehrere Gründe anzuführen, die landwirtschaftlichen Einflüsse sind dabei jedoch nicht von der Hand zu weisen. Um diesbezüglich zu einer Verbesserung zu kommen, wird überlegt, durch die Einbindung von optimierten Biogasanlagen – auch im vor- und nachgelagerten Bereich des Anbaus und der Gärrestnutzung – die Nährstoffemissionen mittelfristig zu reduzieren. Der in diesem Zusammenhang zu etablierende standortangepasste Energiepflanzenanbau und die bedarfsgerechte Anwendung der entstehenden Gärreste kann zu einer Erhöhung der Biodiversität bei gleichzeitiger Reduzierung der Nährstoffeinträge beitragen (z. B. Marsberg: Absenkung der Nitratwerte im Grundwasser durch angepasste Anbausysteme und Gärrestmanagement mit ca. 100 Landwirten).
Dieses Handbuch soll der Landwirtschaft vor diesem Hintergrund Wege aufzeigen, wie Energiepflanzen auf eine ökonomisch und ökologisch sinnvolle Weise angebaut werden können, indem Fruchtfolgen und Anbausysteme umgesetzt werden, die mit den geeigneten Kulturen zu den vorherrschenden Klima-, Boden- und Wirtschaftsbedingungen passen.

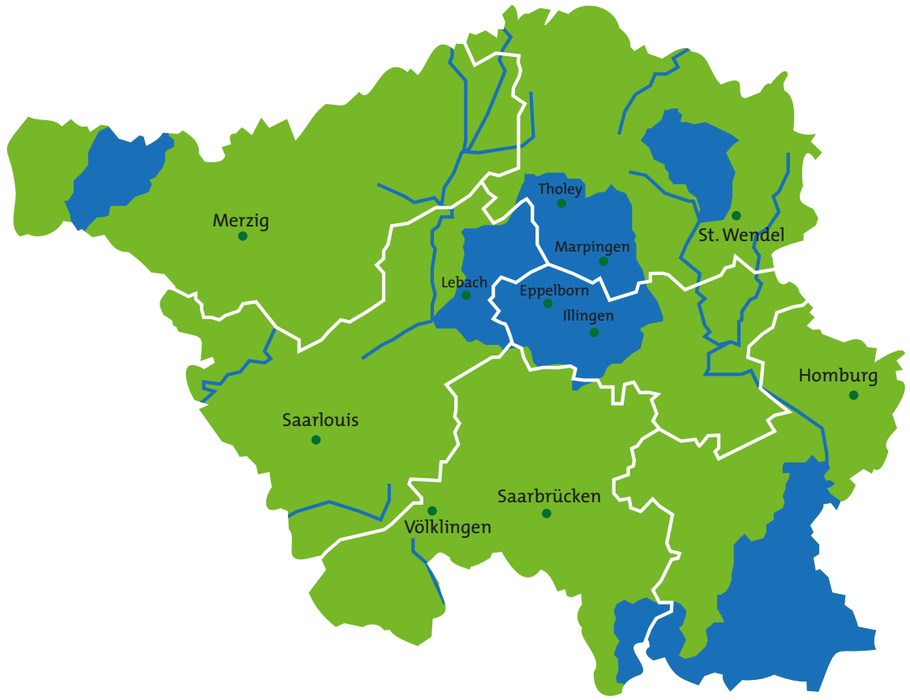

Abbildung 1-2: Einzugsgebiete der Oberflächenwasserkörper, die durch landwirtschaftliche Einflüsse geprägt werden (ELER-Kulisse) und in denen spezielle Agrarumweltmaßnahmen angeboten werden (Quelle: LAL, 2009)

2 Energiepflanzen und Anbausysteme

Um Energiepflanzen zur Nutzung als Biogassubstrat ökologisch und ökonomisch sinnvoll in bestehende Fruchtfolgen einbinden zu können, müssen neben den passenden Kulturen auch entsprechende Anbausysteme gewählt werden, die die anfallenden Gärreste und die veränderten Nutzungsansprüche berücksichtigen. In den folgenden Kapiteln werden zunächst mögliche Energiepflanzen mit ihren Vor- und Nachteilen vorgestellt (Kapitel 2.1), um dann über die Beschreibung unterschiedlicher gewässerschonender Anbausysteme (Kapitel 2.2) standortangepasste Fruchtfolgen mit den entsprechenden Vorgaben für die Bestellung der Flächen zu definieren.

2.1 Eigenschaften unterschiedlicher Energiepflanzen

An dieser Stelle sollen kurz die wichtigsten Vor- und Nachteile von Biogas-Energiepflanzen aufgeführt werden, deren Anbau in der Region grundsätzlich möglich ist. Mais, Getreide-Ganzpflanzensilage (GPS) und Körnergetreide eignen sich derzeit gut als standortangepasste einjährige Kulturen. Ackergras und Luzerne können auch als einjährige Kulturen genutzt werden, ihre Vorzüglichkeit ergibt sich jedoch erst durch die Kostenvorteile des mehrjährigen Anbaus. Die Grünlandnutzung hat für die Substratproduktion einen hohen Stellenwert. Der hohe Anteil an Dauergrünland in der Region wird auch in den kommenden Jahren aufgrund von gesetzlichen Vorgaben und wegen der natürlichen Voraussetzungen nur in geringem Umfang sinken. Über die Eignung „neuer“ Energiepflanzenkulturen wie Durchwachsene Silphie, Zuckerrüben, Hirsesorten oder Wildkräutermischungen ist erst in den kommenden Jahren nach vermehrten Forschungs- und Züchtungsfortschritten eine verlässliche Aussage zu treffen (FNR 2012). Die folgende Tabelle 2-1 stellt zusammenfassend die wichtigsten Vor- und Nachteile der für die Region denkbaren Energiepflanzen dar.

	Vorteile	Nachteile
Mais	hohes Ertragspotenzial (35-65 t FM/ha)	Erosionsgefährdung
	standortangepasst durch langjährige Züchtung; große Sortenwahl	schlechtes Image („Vermaisung“)
	gute Mechanisierbarkeit, Kenntnisse zum Anbau vorhanden	Gefährdung durch Schädlinge wie Maiszünsler oder Maiswurzelbohrer (Quarantäne)
	sehr gute Nährstoffverwertung bei org. Dünger	Gefährdung der Humusbilanz bei engen Fruchtfolgen
	sehr gute Konservierbarkeit	Arbeitsspitzen
	geringe Produktionskosten	langsame Jugendentwicklung
Getreide-GPS	Anbau bewährt und anspruchslos, kostengünstig	geringe Elastizität des Erntetermins
	hohe Ertragssicherheit, gute Erträge, verschiedene Arten und Sorten möglich	Arbeitsspitze bei Aussaat
	flexible Nutzung: GPS, Körnernutzung, Zwischenfrucht	Strohknappheit in Vieh haltenden Betrieben
	Untersaat möglich	
Körner-Getreide	Anbau bewährt	hohe Kosten
	Nutzung bei niedrigen Getreidepreisen (flexibel)	Lagerkapazitäten
	Schadgetreide (Non-Food) nutzbar	Imageproblem (Nahrungsmittel im Fermenter
Luzerne / Kleegras *(mehrjährig)*	sehr gute Standort- und Klimaanpassung	
	sehr guter Humuslieferant, N-Bildner	hoher Ernteaufwand bei kurzen Häckselängen
	Verteilung Arbeitsspitzen, mehrmalige Nutzung/a von Gärresten	Ernteproblematik bei steinigen Böden
	mehrjähriger Anbau möglich (Senkung Anbaukosten)	Etablierung der Bestände bei Trockenheit schwierig
	gute Vorfrucht, Untersaat möglich in GPS, Mais, frühe erste Nutzung	

Ackergras / Kleegras	bewährter Anbau, gute Standort- und Klimaanpassung, große Auswahl aus versch. Arten und Sorten	höherer Schmutzanteil im Erntegut
Grünland-nutzung *(Dauerkultur)*	hoher Grünlandanteil vorhanden	hoher Ernteaufwand
	Intensivierungspotenzial gegeben	hoher Schmutzanteil
	gute Mechanisierung, mehrmalige Nutzung/a von Gärresten	geringer Energiegehalt bei spätem Schnitt
	gute Konservierbarkeit	geringe FM-Erträge
Luzerne	sehr gute Vorfruchtwirkung	schlechte Siliereigenschaften
	Leguminose (N-Sammler)	schlechte Fermentationseigenschaften
	als Untersaat und mehrjährige Nutzung möglich	Neigung zu Schwimmschichten
	gute Trockentoleranz	Kein Einsatz von Gärresten möglich
Sonnen-blumen	schnelle Jugendentwicklung	geringe Erträge
	hoher Methangehalt durch Ölanteil	schlechte Siliereigenschaften
	sehr positives Image, geeignet als Blühstreifen bei Maisbeständen!!	schlechte Ertragssicherheit
	Technik vorhanden	Ansprüche an Klima und Tiefgründigkeit des Bodens
Durchw. Silphie *(Dauerkultur)*	hohe Ertragserwartungen	z. Zt. hohe Etablierungskosten durch Pflanzung, Pflanztechnik nicht ausgereift, sehr hoher Handarbeitsaufwand bei Pflanzung
	gute Standortanpassung	„neue“ Pflanze
	10-15-jährige Nutzung möglich	z. Zt. keine Pflanzenschutzmittel zugelassen (auf Antrag möglich, PSM nur im ersten Jahr nötig)
	nach Etablierung geringer Arbeitsaufwand (1x Düngung, 1x Ernte /a), Entzerrung der Arbeitsspitzen	regional keine langjährigen Anbauerfahrungen vorhanden
	positives Image, Bienenweide	
	geringer PSM- und Düngeaufwand	
Hirsen	hohe Massezuwächse	wenig Erfahrung, keine PSM zugelassen
	trockentolerant	kälteempfindlich (z.Zt. für die Region nicht geeignet)
	Humuslieferant	langsame Jugendentwicklung
	rasche Züchtungsfortschritte zu erwarten	lageranfällig
		geringe TS-Gehalte bei Ernte
		Image: äußerlich kaum von Mais zu unterscheiden, hoher Wuchs
Topinambur *(Dauerkultur)*	mehrjährig nutzbar	schlechte Lagerung/Silierung
	gutes Image	schlechte Methangehalte
		Flächennutzung nach Anbau problematisch
Zuckerrübe	hohe Erträge	schlechte Lagerung
	sehr gute Fermentierung	hoher Schmutzanteil
		in Region nicht etabliert, mechanisiert
		Intensivkultur, hoher Aufwand an Pflanzenschutz und Düngung
		hohe Standortansprüche
Wildpflanzen *(Dauerkultur)*	hohe ökol. Wertigkeit, z.T. vielversprechende Potenziale, leichte Etablierung	weiterer Forschungs- und Züchtungsaufwand, bisher geringe Erkenntnisse, keine züchterische Bearbeitung, hohe Streuung

Tabelle 2-1: Vor- und Nachteile möglicher Energiepflanzen in der Region, eigene Zusammenstellung

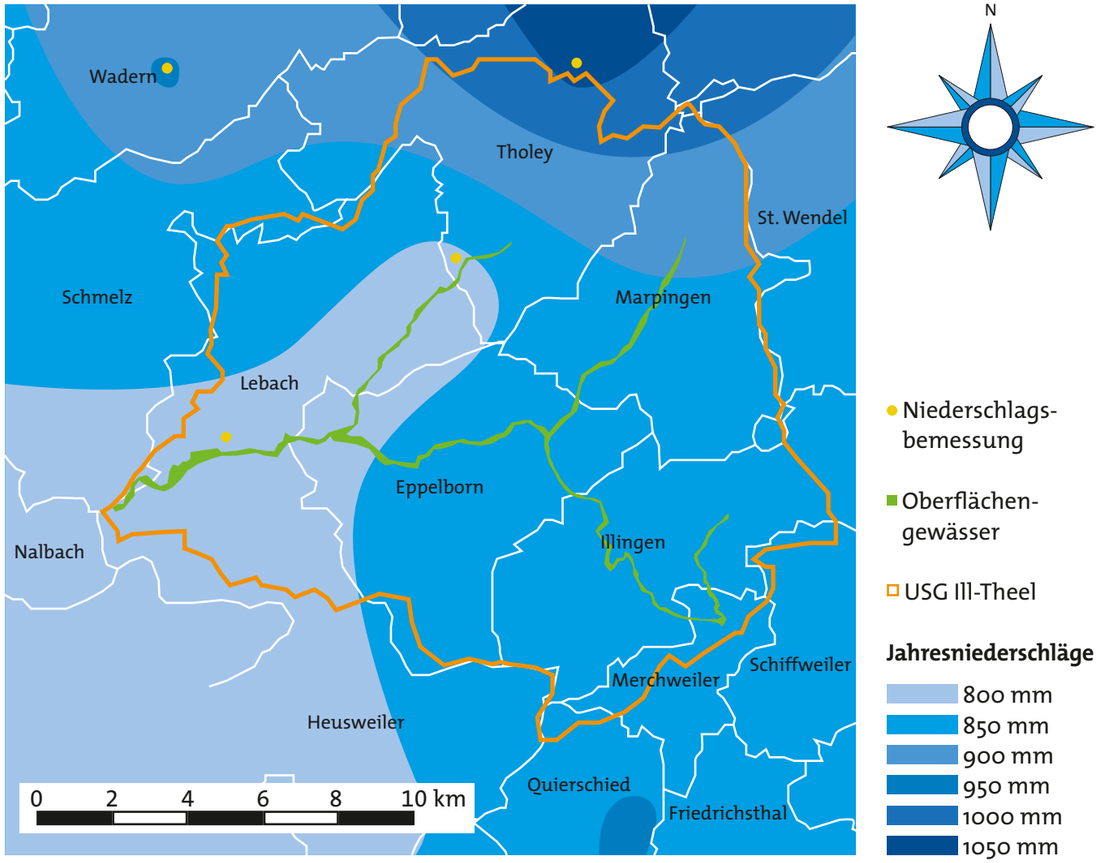

Abbildung 2-1: Jährliche Niederschläge in der Region Ill-Theel (Ø1989-2008) (Quelle: LUA (2009) eigene Bearbeitung)

2.2 Anbausysteme

Neben der Wahl der anzubauenden Kulturen ist das Anbausystem von großer Relevanz sowohl für den betrieblichen Ablauf, als auch für die ökonomischen und ökologischen Auswirkungen des gesamten landwirtschaftlichen Anbaus. Anbausysteme können durch die Beeinflussung der folgenden Aspekte variieren:

- Fruchtfolgegestaltung (Abfolge der Kulturen, Anzahl der Glieder, Nutzungshäufigkeit)
- Untersaaten (z.B. Pflanzenarten, Technik, Nutzung, Zeitpunkt der Saat)
- Zwischenfruchtanbau (Sorten, Winterhärte, Zeiten)
- Mischkulturen (Zusammenstellung der Kulturen, Nutzungsformen, Erntetechnik und -zeitpunkt)
- Düngung (z. B. Form/Art, Menge, Ausbringungstechnik, Zeitpunkt)
- Pflanzenschutz (mechanisch, chemisch)
- Bodenbearbeitung (z. B. Saatbettbereitung, wendend, Minimalbodenbearbeitung, Mulchsaat, techn. Geräte)
- Aussaat (z. B. Mulchsaat, Direktsaat, Zeitpunkt, Technik)
- Ernte (Verfahren, Zeitpunkt, Technik, Aufbereitung)

Die Wahl des Anbausystems für Energiepflanzen hängt neben dem bestehenden Betriebssystem (z. B. Marktfruchtbetrieb oder Futterbaubetrieb mit Veredlung) von den natürlichen Voraussetzungen am Standort des Betriebs ab. Boden, Niederschlag, Jahrestemperatur, Exposition oder Relief entscheiden nicht nur darüber, welche Kulturen und Sorten in der Hauptfruchtfolge angebaut werden, sondern auch darüber, ob beispielsweise Zwischenfrüchte oder Untersaaten etabliert werden können. Das hohe Niederschlagsniveau in der Region von 800 bis 1.000 mm/a bietet bei einer günstigen Verteilung grundsätzlich gute Voraussetzungen für Anbausysteme wie Untersaaten, Zwischenfrüchte oder Zweikulturnutzungen. Die nebenstehende Abbildung 2-1 stellt die durchschnittlichen Jahresniederschläge im Raum Ill-Theel dar und macht deutlich, dass hier die Menge um bis zu 200 l/m² variieren kann.

Im Folgenden werden Anbausysteme beschrieben, die nach Auswertung verschiedener langjähriger Anbauversuche z. B. des bundesweiten Projekts EVA (FNR 2010) und der DLR Rheinland-Pfalz (DLR 2011), aufgrund der zu erwartenden Steigerung der Gesamtbiomasseerträge in der Fruchtfolge für die Integration in Energiepflanzenfruchtfolgen im Saarland grundsätzlich geeignet erscheinen.

2.2.1 Zwischenfruchtanbau

Um einen hohen Gesamtertrag in einer Fruchtfolge realisieren zu können, sollten neben den ertragreichen Hauptfrüchten mögliche Brachzeiten mit dem Anbau von Winter-Zwischenfrüchten genutzt werden.

Folgende *Vorteile* lassen sich dem Zwischenfruchtanbau zuschreiben:

- zusätzliche **Produktion von Biomasse** (z.B. zur Biogasproduktion)
- **Nutzung** des im Boden enthaltenen **Reststickstoffs** zwischen zwei Hauptfrüchten, Vermeidung von Nitratausträgen
- Verbesserung der **Humusbilanz** in der Fruchtfolge
- Verminderung von **Bodenerosion** durch ganzjährige Bedeckung
- Möglichkeit einer **zusätzliche Gärrestnutzung** und -anwendung nach der Hauptfruchternte (bis max. 40 kg Ammonium-N bzw. 80 kg Gesamt-N im Herbst)
- **mehr Biodiversität** durch zusätzlichen Rückzugsraum, Bienenweide und evt. weniger Pflanzenschutz in Folgekultur durch Bildung von Antagonisten im Bodenleben

Nachteile:

- Zusätzliche **Kosten** durch Saatgut und Bestellung
- evt. **Konkurrenz um Wasser**

Zwischenfrüchte werden meist nach einer reduzierten Saatbettbereitung direkt eingesät. Auch in Gebieten, in denen eine Zweikulturnutzung (s.u.) wegen zu kurzer Vegetationszeiten oder geringer Niederschläge nicht in Frage kommt, stellt insbesondere der Winterzwischenfruchtanbau z. B. mit Grünroggen wegen der hohen Anbausicherheit und meist ausreichenden Herbst- und Winterniederschlägen eine gute Alternative dar.

2.2.2 Zweikultur-Nutzungssystem

Neben dem Zwischenfruchtanbau eignet sich zur Erhöhung der Gesamt-Biomasseproduktion in der Fruchtfolge besonders das „Zweikultur-Nutzungssystem“ (SCHEFFER & STÜLPNAGEL 1993). Hierbei handelt es sich um den Anbau von zwei Kulturen in einem Jahr, die jeweils unreif geerntet und siliert werden (Feuchtgutlinie). Die Energiepflanzen lassen sich günstig in die vorhandenen Fruchtfolgen integrieren, indem sowohl Energiepflanzen als auch Pflanzen zur Futter- bzw. Nahrungsmittelproduktion kombiniert werden. Als Erstfrucht wird im Herbst eine Winterung wie z.B. Wintergetreide oder -leguminosen gesät und als Zweitfrucht im Frühjahr eine Sommerung wie etwa Sonnenblume, Weidelgras, Sudangras, Hirse oder Mais.

Die folgende Abbildung 2-2 zeigt, dass dieses System die Sonneneinstrahlung während der Vegetationsperiode optimal nutzt, was sich in einem erhöhten Gesamtjahresbiomasseertrag widerspiegelt. Die Zweitfrucht wird in der Regel mit reduzierter Bodenbearbeitung gesät.

Voraussetzung für diese Anbaumethode sind ausreichende Niederschläge nach der Saat der Zweitfrucht. Die Düngung muss entsprechend der geringeren Ertragsleistung der Einzelfrüchte erfolgen. Aufgrund der vorgezogenen Ernte (Erstfrucht) und der verkürzten Wachstumszeit (Zweitfrucht) sollte z.B. die zweite N-Gabe vermindert und die dritte entfallen (FNR 2010).

Die *Vorteile* dieses Systems liegen:

- in der **hohen Flächenproduktivität**,
- im ganzjährigen **Bodenschutz**,
- in der **Minimierung von Nährstoffausträgen** durch optimiertes N-Management,
- in der höheren Tolerierung von Wildpflanzen, pilzlichen und tierischen Schaderregern (**geringerer Einsatz von Pflanzenschutzmitteln**) und
- der **Verteilung von Arbeitsspitzen**.

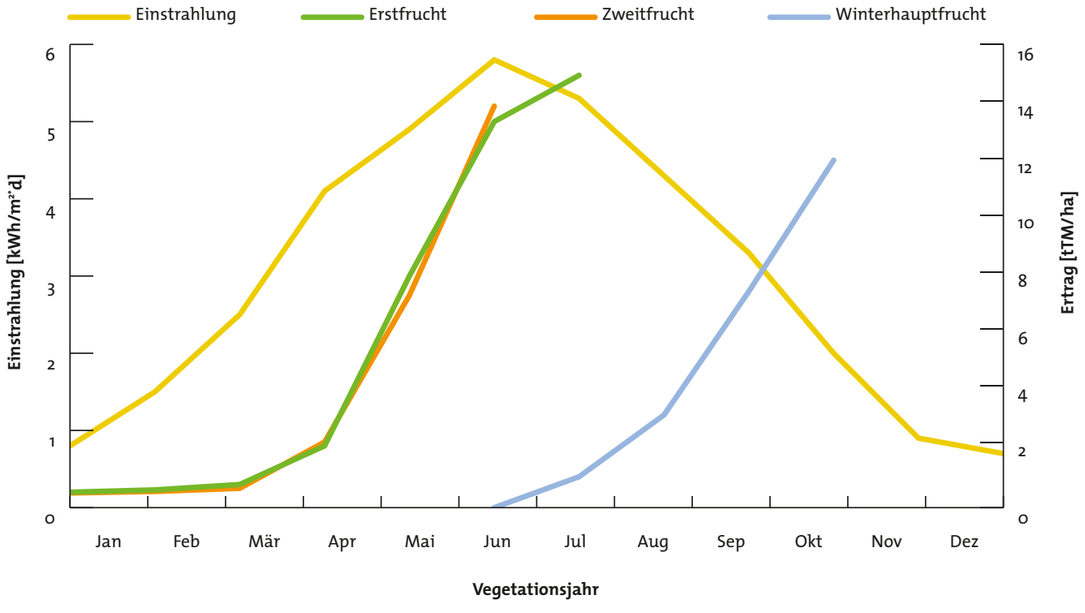

Abbildung 2-2: Trockenmasseentwicklung bei Zweikulturnutzung (Feuchtgutlinie) und Winterhauptkulturnutzung (Körnernutzung) und eingestrahlte Sonnenenergie im Jahresverlauf (nach STÜLPNAGEL, R. 2010).

Die *Nachteile* sind:

- die **Störung von Bodenbrütern**
- die erforderliche Zuverlässigkeit hinsichtlich ausreichender **Niederschläge zur Aussaat der Zweitfrucht**,
- die Gefahr von frühen **Herbstfrösten**, die ein Abreifen der Zweitfrucht unterbrechen und
- die **hohen Produktionskosten**, die aus ökonomischer Sicht durch die höhere Trockenmasseproduktion nicht ausgeglichen werden.

2.2.3 Untersaaten

Untersaaten erfolgen meist im Frühjahr in einen bereits bestehenden Getreidebestand. Es wird keine gesonderte Bodenbearbeitung durchgeführt. Durch den vorgezogenen Aussaattermin bei der Untersaat gegenüber der nacheinander folgenden Aussaat der Zwischenfrucht, **verlängert** sich deren **Wachstumsphase**. Dies führt nicht nur zu einer **besseren Bestockung**, einer **intensiveren Durchwurzelung** und einer längeren Bodenruhe, sondern daraus resultierend auch zu einer **Schonung der Bodenfauna** und zu einer begünstigten **Bodenfruchtbarkeit** und **verminderten Bodenerosionsneigung**. In Kulturen mit hohen N_{min}-Restgehalten im Herbst (z. B. Mais) führt die ausbleibende Bodenbearbeitung nach der Ernte im Herbst bei gleichzeitiger Bodenbedeckung bei diesem Anbausystem zu **stark verminderten Auswaschungen von Nitrat ins Grundwasser**. Als Untersaaten eignen sich besonders Gräser und Ackerfuttermischungen mit Leguminosen, die auch überjährig bzw. mehrjährig genutzt werden können. Problematisch bei Untersaaten ist deren **Konkurrenzkraft gegenüber der Hauptfrucht** (Deckfrucht).

2.2.4 Mischfruchtanbau

Unter Mischfruchtanbau versteht man den Anbau verschiedener Feldfrüchte auf dem gleichen Feld in der gleichen Vegetationsperiode.
Diese Mischsaaten können gegenüber Reinsaaten Vorteile aufweisen, wenn Blattpflanzen mit Halmfrüchten, Tiefwurzler mit Flachwurzlern und wenn Pflanzen mit verschiedenen Nährstoffbedürfnissen miteinander vermengt werden. Die verfügbare Bodenfläche und die Sonnenenergie kann so mit höherer Effizienz genutzt werden.

Die *Vorteile* des Mischfruchtanbaus liegen in:

- einer guten **Konkurrenzkraft** gegenüber Unkräutern und Schädlingen,
- einer **guten Humusbilanz** und
- einer **guten Anpassbarkeit** an unterschiedliche Standortbedingungen.

Die Mischungen müssen sowohl bezüglich der Pflanzenzusammensetzung als auch der Erntetechniken standortbezogen ausgewählt werden. Zusammengefasst sollten folgende Anforderungen an die Gemengepartner gestellt werden (vgl. KTBL & ATB 2006):

- gleiche Ansprüche an Saatzeit, Saatbettbereitung und Standort
- konkurrenzfreie Pflanzenentwicklung
- gleicher optimaler Erntezeitraum
- sinnvolle Einbindung in Fruchtfolge
- gleiche Anspruch an Bestandsführung (u.a. Zulassung von PSM)

Nachteil:

- Werden diese Anforderungen nicht beachtet, kann dies durch die **Konkurrenzkraft der angebauten Kulturen untereinander** zu Ertragseinbußen oder Problemen bei der Ernte führen.

Entscheidend für den Erfolg der Mischung ist deren optimale Anpassung an die regional vorherrschenden Standortbedingungen bezüglich Boden, Klima und Stellung in der Fruchtfolge.

2.3 Dauergrünland zur Biogasnutzung

Das Saarland verfügt mit ca. 400 km² Grünland und 370 km² Ackerflächen über einen Anteil an Dauergrünland an der landwirtschaftlichen Nutzfläche von über 50%. Der Vergleich mit dem bundesweiten Durchschnitt von etwa 28% Grünland (BMELV 2009) an der landwirtschaftlichen Nutzfläche dokumentiert, dass das Saarland zu den grünlandstarken Regionen in Deutschland zählt. Im Saarland liegt aufgrund des vergleichsweise geringen Grünlandumbruchs (-1,6% zwischen 2005 und 2011) kein grundsätzliches Verbot zum Grünlandumbruch vor. Angesichts sinkender Viehbestände und einem erhöhten Druck auf die insgesamt sinkende Landwirtschaftliche Nutzfläche ist zu befürchten, dass sich der Trend fortsetzt. Durch den Betrieb einer Biogasanlage kann – unter Berücksichtigung entsprechender Rahmenbedingungen (z.B. Logistik, Flächenbewirtschaftung, technisches Konzept der Biogasanlage) – der Erhalt von Grünland auch unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Kriterien ermöglicht werden. Dies ist auch im Hinblick auf den Oberflächenwasser-, Grundwasser- und Erosionsschutz empfehlenswert. Zusätzlich wirkt sich der im Vergleich zum Ackerbau geringe Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ökologisch positiv aus. Auch aus Gründen des Klimaschutzes (Freisetzung von CO_2 durch Humusabbau) und der Artenvielfalt, sollte der Umbruch von Grünland vermieden werden.

Eine Nutzung von Dauergrünland sowohl zur Futtergewinnung als auch zur Biogassubstraterzeugung stellt eine ökonomisch sinnvolle Kombination dar. Insbesondere die weniger zu Lignifizierung tendierenden, strukturärmeren Folgeaufwüchse bei 3-4-maliger Schnittnutzung finden in Biogasanlagen eine gute Verwertung. Die Aufwüchse sollten einen Rohfasergehalt in der Trockensubstanz von 28% nicht überschreiten. Die auf Naturschutzflächen häufig praktizierte zweimalige Schnittfrequenz führt meist zu einer Überschreitung dieses Wertes, was die Gasausbeute beeinträchtigt (LWK NRW 2012). Außerdem können sehr späte Schnitte zu einer Schwimmschichtbildung im Fermenter führen.
Die bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL 2011, 2011a) empfiehlt beispielsweise flächenstarken rinderhaltenden Betrieben, den ersten Schnitt als qualitativ hochwertiges Futter für die leistungsorientierte Milchviehernährung zu nutzen und die Sommerschnitte in Biogasanlagen zu verwerten. Eine Reduzierung der Schnitthäufigkeit führt – bezogen auf den Ertrag – zu einer nachteiligen Bestandsänderung und sinkenden Futterwerten. Hohe Schnitthäufigkeiten bedingen häufig regelmäßige Futterüberschüsse, die dann in einer Biogasanlage eine sinnvolle Verwertung erfahren können. Aufgrund des hohen Nährstoffbedarfs bei einer hohen Schnitthäufigkeit können – ohne gravierende Auswirkungen auf die Gewässerqualität – unter definierten Rahmenbedingungen (z.B. Ausbringungstechnik, Gelände, etc.) auch größere Mengen an Gülle bzw. Gärresten pflanzenbaulich sinnvoll verwertet werden.
Folgende produktionstechnischen Empfehlungen werden abweichend von der Futtererzeugung für die Biogasnutzung gegeben (LfL 2011):

- Die Schnitthäufigkeit sollte aus wirtschaftlichen Erwägungen auf max. 4 Schnitte begrenzt werden. Bei Erträgen von < 5-6 t/ha FS (34% TS) lässt sich eine zusätzliche Ernte nicht wirtschaftlich darstellen.
- Der optimale Schnitttermin für die Substratbereitstellung kann im Vergleich zur Futtergewinnung für Milchkühe 3-4 Tage später liegen.
- Die Häckselläng sollte für die Biogasnutzung um ca. ein Drittel verkürzt werden (bessere Ausbeuten, keine Schwimmschichten).
- Die Schnitthöhe sollte nicht zu tief gewählt werden, da Bodenbestandteile abrasiv im Fermenter wirken können und die Gefahr der Sinkschichtenbildung bei Reaktoren ohne Feststoffaustrag besteht. Empfehlung: Dauergrünland > 8 cm, Feldfutteranbau > 10 cm.
- Aufgrund der verbesserten Fließeigenschaften von Gärresten gegenüber Gülle, kann bei Biogasbeständen die Gärrestausbringung auch in höher gewachsene Bestände erfolgen.

3 Angepasste Fruchtfolgen und Anbausysteme für die Region Ill-Theel

3.1 Generelle Empfehlungen für die Region

Der Anbau von ein- und mehrjährigen Kulturen zur Biogaserzeugung lässt sich sehr gut in bestehende Systeme integrieren, da die Erzeugung von Energiepflanzen immer nur einen zusätzlichen Betriebszweig bildet, der die bestehenden ergänzt. Diese Erweiterung von existierenden Fruchtfolgen führt durch die verlängerte Abfolge der Einzelkulturen zu höheren Erträgen durch sinkenden Krankheitsdruck, die bessere Ausnutzung von Nährstoffen und die gezielte Nutzung von Vorfruchtwerten. Auch betriebswirtschaftlich können mehr Fruchtfolgeglieder das Risiko streuen und die arbeitswirtschaftlichen Spitzen im landwirtschaftlichen Betrieb abbauen. Die Verteilung, der bei der Biogaserzeugung entstehenden Gärreste, sollte sich zur optimalen Nährstoffnutzung am Bedarf aller Kulturen ausrichten. Nicht zu vernachlässigen ist auch die Erhöhung der Artenvielfalt durch die erhöhte Variabilität der Kulturen. Wie die Integration von Energiepflanzen in bestehende Fruchtfolgen gestaltet werden kann, wird in Kapitel 3.2 an verschiedenen Praxisbeispielen ausführlich vorgestellt. Auch der gleichzeitige Anbau von verschiedenen Pflanzenarten auf einem Feld (Mischanbau oder Mischfruchtanbau) sollte auf den zur Verfügung stehenden Standorten mit geringem Ertragspotenzial geprüft werden. Insbesondere weil die hohen Niederschlagswerte und die geringe Schneeerwartung im Winter für dieses System erfolgversprechend sind.

Empfehlung:
Aufgrund der relativ hohen Jahresniederschläge empfiehlt sich eine Fruchtfolge, in der sowohl Markt- und Futterfrüchte als auch Energiepflanzen ihren Platz einnehmen.

Für die Biogasnutzung bietet sich im Hinblick auf den Gewässerschutz in Hanglagen angesichts der feuchten Witterung das oben beschriebene Zweikultur-Nutzungssystem an. Die Bodenerosion fördernden und die Bodenfruchtbarkeit störenden Auswirkungen des Silomaisanbaus können durch das Zweikultur-Nutzungssystem mit Mais als Zweitfrucht nach Winterroggen (GPS) weitgehend vermieden werden. Zum Einen entfällt die besonders Erosion fördernde Brachezeit nach der Pflugfurche im Herbst, über den niederschlagsreichen Winter bis zur Maisaussaat im Mai. Zum Anderen kann bei diesem Anbausystem der Mais nach einer flachen, pfluglosen Bodenbearbeitung mit erhöhter Saatstärke und reduziertem Reihenabstand nach der Ernte des Grünroggens gedrillt werden. Dadurch wird der Bodenabtrag bis zum Reihenschluss im Mais nahezu verhindert. Der Nachteil liegt in dem relativ kurzen Zeitraum, der nach der Ernte des Grünroggens für Bodenbearbeitung und Aussaat des Mais bleibt. Dieses Zweikulturnutzungssystem ist jedoch derzeit ökonomisch aufgrund der hohen Anbaukosten gegenüber Mais als Hauptfrucht nicht darstellbar.
Für Roggen als Zwischenfrucht vor Mais wird ein Mehrertrag von ca. 50-60dt TM/ha als ökonomische Grenze betrachtet, um die Mehrkosten für den Grünroggenanbau auszugleichen (BISCHOF 2011).
Als Alternative empfiehlt BISCHOF (2011) nach Versuchsergebnissen von Mittelgebirgsstandorten mit Verwitterungsböden aus dem Projekt EVA, für Standorte wie im Raum Theel-Ill folgendes:

Empfehlung:
In Getreidebestände, die später als Getreide- GPS in der Milchreife genutzt werden sollen, wird im Frühjahr eine Untersaat mit einjährigem Weidelgras und/oder mit Welschem Weidelgras eingebracht. Das Weidelgras kann nach der Ernte der Getreide-GPS nach entsprechendem Aufwuchs mehrmals geschnitten und siliert und als Biogassubstrat genutzt werden. Ertragsmöglichkeiten bei zwei Schnitten im Herbst von 40 bis 70 dt/ha (TM) bei einer hohen Energiedichte sind gegeben. Zu jeder Schnittnutzung kann eine optimierte Düngung mit Gärresten erfolgen. Auch eine Nutzung von Kleegras

über mehrere Jahre ist nach diesem System möglich. Das Etablieren der Bestände ist allerdings sehr stark von der Wasserversorgung nach der Getreide-GPS Ernte abhängig (Frühsommertrockenheit).

In der für die Region klassischen Marktfruchtfruchtfolge Raps – Weizen – Gerste lassen sich Ganzpflanzensilagen als Alternative zu Gerste sehr gut integrieren, da Getreide-Ganzpflanzensilagen die Flächen sehr früh räumen und eine zeitige Vorbereitung der Rapsaussaat (Bodenbearbeitung, Ausbringung von organischen Düngern, Kalkung) vorgenommen werden kann. In Viehbetrieben wird statt Raps auch Mais als Futterpflanze kultiviert. Auf leichteren Böden, wie sie z. B. in Eppelborn zu finden sind, wird anstelle von Weizen meist Roggen oder Triticale angebaut. Für den GPS-Anbau empfiehlt sich in der Region daher folgendes:

Empfehlung:
Im Projekt EVA wurden Synergien bei GPS-Saatmischungen mit Wintertriticale und Winterroggen festgestellt. Die Erträge dieser Mischungen fielen höher aus als die der einzelnen Arten in Reinsaat. Im Raum Merzig wurden ähnliche Erfahrungen bei Mischungen aus Winterweizen und Winterroggen gemacht (Dörr 2012).

3.2 Umstellung ortsüblicher Fruchtfolgen auf Biogasfruchtfolgen

Die folgenden Grafiken gewähren einen Überblick über die Abfolge der Kulturen in verschiedenen, in der Region realisierbaren Biogasfruchtfolgen. Zuerst wird die ortsübliche Fruchtfolge ohne Energiepflanzen dargestellt und jeweils darunter (a-, b-Umstellungen) die möglichen Varianten nach der Umstellung auf eine gewässerschonende Biogasfruchtfolge. Darüberhinaus ist in den Abbildungen vermerkt, in welchem Zeitraum Gärreste ausgebracht werden können. Die Gehalte dieser organischen Düngung müssen bei der mineralischen Nährstoffberechnung berücksichtigt werden und ersetzen entsprechende Mengen an mineralischen Düngern. Auch dieser Aspekt trägt zur Gewässerschonung bei und muss zudem im Rahmen der ökonomischen Bewertung als (potenzielle) Kosten dämpfender Einfluss berücksichtigt werden.

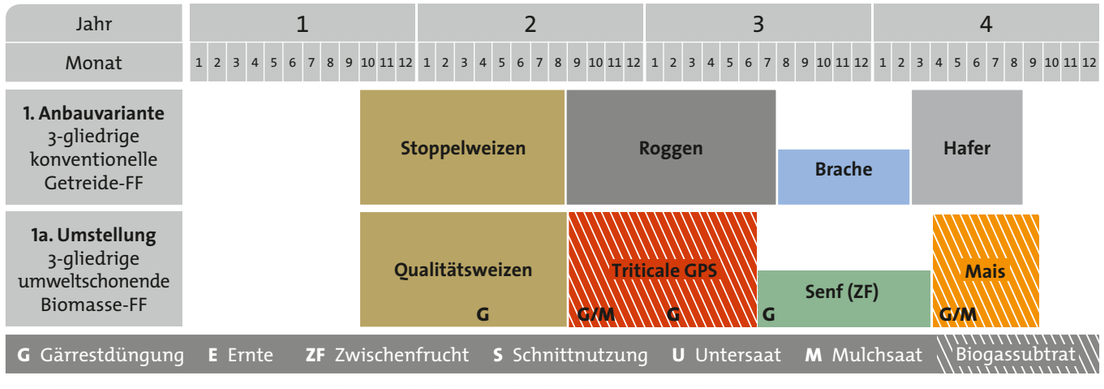

Abbildung 3-1: Variante 1, Getreide-Fruchtfolge, Ackerbaubetrieb 3-gliedrig

Umstellung Variante 1: Die Aufnahme von Zwischenfruchtanbau in die Fruchtfolge verbessert die Humusbilanz nachhaltig. Mais im Mulchsaatverfahren schützt vor Bodenerosion besonders in Hanglagen. Die Wirtschaftlichkeit der Gesamtfruchtfolge erhöht sich wesentlich.

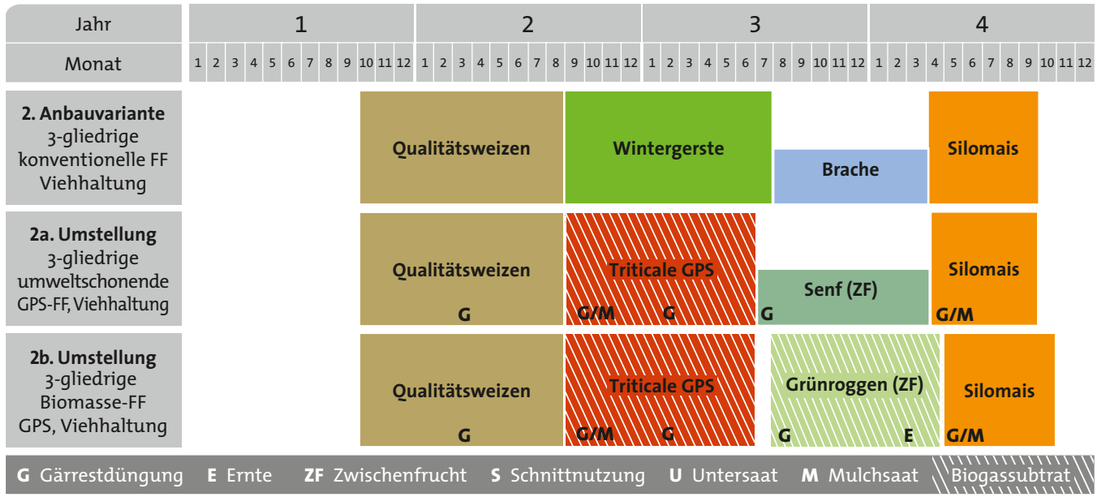

Abbildung 3-2: Variante 2, Viehhaltungsbetrieb, 3-gliedrig

Umstellung Variante 2: Durch die Umstellung wird im viehhaltenden Betrieb eine Biomasseproduktion möglich. Die Humusbilanz kann durch Zwischenfruchtanbau (in Variante 2b) verbessert werden. Empfehlenswert ist auch hier eine Mulchsaat zu Mais, um Bodenerosion zu vermindern.

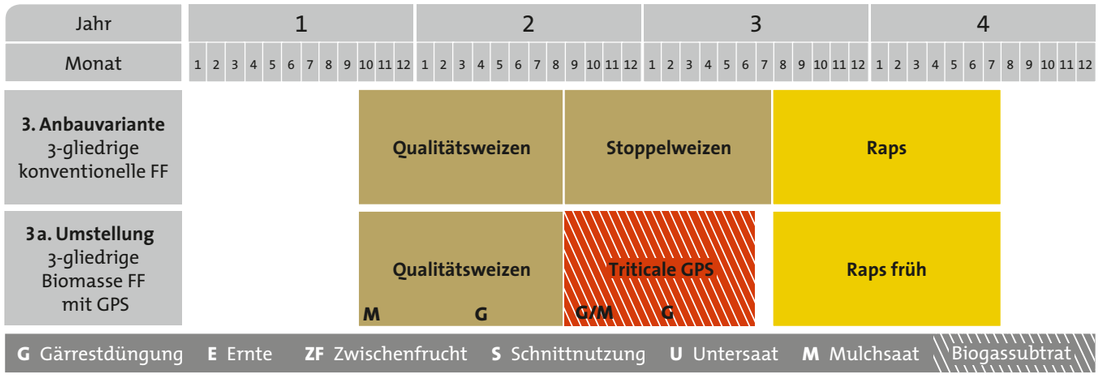

Abbildung 3-3: Variante 3, Ackerbaubetrieb mit Rapsanbau, 3-gliedrig

Umstellung Variante 3: Diese Umstellung zur Produktion von Getreide-GPS hat im Wesentlichen arbeitswirtschaftliche Vorteile: Arbeitsspitzen werden entzerrt, da Getreide-GPS sehr früh die Flächen räumt und dadurch rechtzeitige Bodenbearbeitung, organische Düngung, Bodenkalkung und eine rechtzeitige Aussaat möglich sind. In aller Regel sind Mehrerträge im Winterraps von 10% erreichbar.

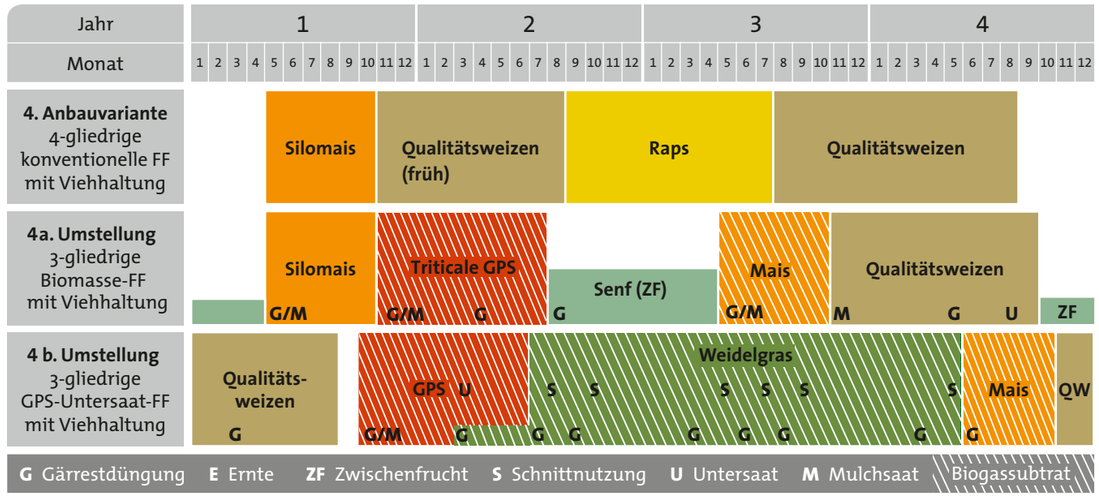

Abbildung 3-4: Variante 4, Viehhaltungsbetrieb, 4-gliedrig

Umstellung Variante 4: Betrieben mit Viehhaltung ermöglicht die Umstellung eine sehr flexible Produktion von Futter und Biomasse. Durch die Aufnahme von Weidelgras als Untersaat in die Fruchtfolge (Variante 4b) kann Gärrest bzw. Gülle während der Vegetationsperiode unter Berücksichtigung der gesetzlichen Sperrfrist grundwasserschonend ausgebracht und sehr effizient genutzt werden.

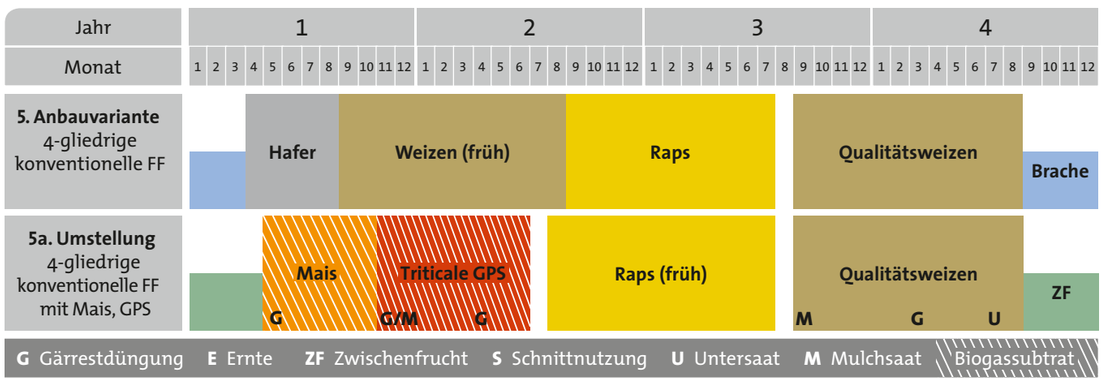

Abbildung 3-5: Variante 5, Ackerbaubetrieb 4-gliedrig

Umstellung Variante 5: Die Umstellung bewirkt im Ackerbaubetrieb Vorteile wie in Variante 3. Substratmais trägt in diesem Falle zur Auflockerung der engen Getreidefruchtfolge bei und verbessert die Wirtschaftlichkeit der Gesamtfruchtfolge.

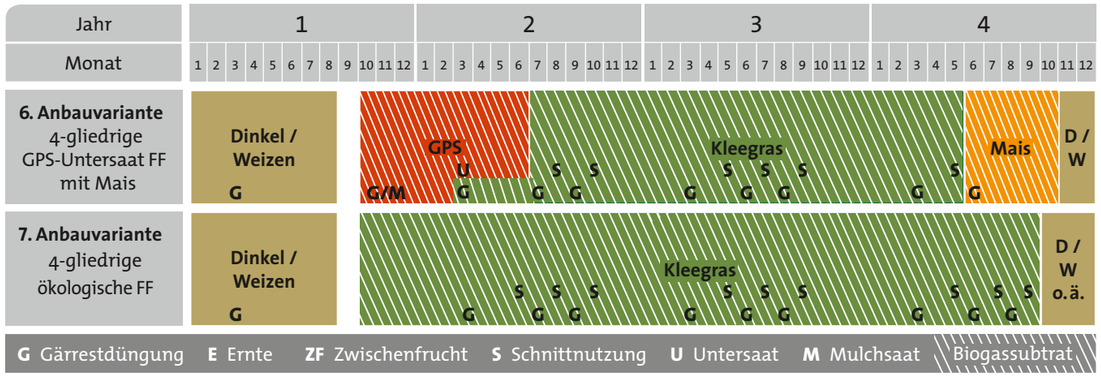

Abbildung 3-6: Fruchtfolge für den Ökolandbau mit Biomasseproduktion

Umstellung Ökobetrieb: Eine Darstellung aller denkbaren Fruchtfolgen im Ökolandbau in der Region ist an dieser Stelle nicht möglich, da hier eine große Variationsbreite besteht. Die Nutzung von Kleegras als Biogassubstrat steigert die Wirtschaftlichkeit des Anbaus, da neben der Methanproduktion, der in der Kultur produzierte Stickstoff (N-Fixierung durch Knöllchenbakterien bei Leguminosen) über die Gärresten in der gesamten Fruchtfolge zu einer verbesserten Stickstoffversorgung und in Folge dessen zu einer potenziellen Ertragssteigerung führt.

3.3 Dauerkulturen

Dauerkulturen, wie Durchwachsene Silphie, Ackergras, Kleegras oder auch Wildpflanzenmischungen wachsen mehrere Jahre ohne Einsaat und Bodenbearbeitung auf der gleichen Ackerfläche. Lediglich Ernte- und Düngemaßnahmen müssen durchgeführt werden. Diese lang anhaltende Bodenruhe führt dauerhaft zu einer Anreicherung von Humus im Boden. Durch den ganzjährigen Bewuchs der Flächen, können auch in Hanglagen Bodenabträge durch Niederschläge (Erosion), die nicht nur zum endgültigen Verlust des Bodens, sondern auch zum Eintrag von Phosphaten in Oberflächengewässern führen, vermieden werden. Auch auf die Biodiversität wirkt sich diese relativ extensive Bearbeitung der Fläche positiv aus. Aufgrund der sehr guten Standortanpassung und der praktischen Erfahrung im Anbau zu Futterzwecken, werden Ackergräser und Mischungen von Ackergras und Leguminosen bereits häufig als Energiepflanzen genutzt. Zurzeit finden im Bereich von Forschung und Züchtung viele zukunftsweisende Aktivitäten zur Etablierung „neuer“ Grassorten und -mischungen statt. Insbesondere in niederschlagsreichen Regionen mit eher schlechten Bodeneigenschaften haben diese Kulturen gute Ertragsaussichten mit geringem Risiko.

Auch andere Dauerkulturen wie z.B. Durchwachsene Silphie oder Wildpflanzenmischungen haben durch ihre intensive Blüte, die z. T. zu Zeiten stattfindet in denen in der übrigen Natur nur wenige Pflanzen blühen, einen sehr positiven Einfluss insbesondere auf Fluginsekten wie Bienen und Hummeln. Auch hier werden deutschlandweit Forschungen betrieben, die insbesondere durch Züchtung und Weiterentwicklung der Saattechnik die Rentabilität dieser relativ neuen landwirtschaftlichen Kulturen langfristig verbessern helfen. Auch im Saarland werden inzwischen bereits mehrere ha mit Durchwachsender Silphie bestellt.

4 Wirtschaftliche Betrachtungen

Die im vorangegangenen Kapitel dargestellten Umstellungsoptionen auf gewässerschonenden Energiepflanzenanbau sollen anhand von Deckungsbeitragsberechnungen verglichen werden. Die angegebenen Preise der Biogaskulturen in der folgenden Tabelle 4-1 repräsentieren mittlere Werte der Substratankäufe ab Feld von Biogasanlagen im Saarland (Zeitraum 2009 – 2011; Bezug: 32% TM). Die jeweils bezahlte Grundvergütung wird durch Weizenpreisindizes und/oder Heizölindizes angepasst. Der resultierende Substratpreis pro t FM führt, multipliziert mit dem Ertrag pro Fläche, abzüglich der variablen Anbaukosten zu unterschiedlichen Deckungsbeiträgen.
Regional spielen auch die zu erwartenden Erträge der zur Wahl stehenden Früchte eine entscheidende Rolle. Die im Folgenden dargestellten Erträge entsprechen einem mittleren Ertragsniveau, wie es im Saarland z. B. in der Region Theel-Ill zu erzielen ist.

Auf weniger ertragsstarken Böden, wie sie im Saarland häufig anzutreffen sind, wird meist nicht Weizen durch Energiepflanzenanbau ersetzt, sondern die „schlechteste“ Kultur in der Fruchtfolge wie etwa Gerste, Triticale oder Roggen. Die Kulturen sind charakteristisch für Mischbetriebe mit Ackerbau und Viehhaltung, wie sie häufig in der Region Theel-Ill zu finden sind. Der Ersatz dieser Kulturen durch Mais kann zur Folge haben, dass Biogasmais den Gesamtdeckungsbeitrag der Fruchtfolge erhöht, oder dass es sich lohnt, „schwache“ Marktfrüchte zugunsten von ökologisch wertvollen Biogaskulturen wie z. B. Ganzpflanzensilage oder Ackergras zu ersetzen. Es können auch Zwischenfrüchte oder Untersaaten ohne wirtschaftlichen Verlust im Vergleich zum Marktfruchtanbau etabliert werden. Das heißt, insgesamt kann sich der Anbau von Biogaskulturen in diesen Betrieben der Region ökonomisch positiv auswirken und zu einer höheren Umweltverträglichkeit der Fruchtfolgen führen.

	Winterraps	Winterraps frühe Aussaat	Qualitätsweizen	Stoppelweizen	Roggen	Hafer	Bioweizen / Dinkel	Wintergerste	Senf (ZF)	Biogasmais	GPS	Grünroggen	Gras Jahresnutzung	Gras je Schnittnutzung
Ertrag dt/ha	35	40	69	60	48	45	37	58	0	508	340	250	223	74
Preis €/dt	39	39	19	16	17	15	40	16	0	2,43	2,32	2,32	1,85	1,85
Marktertrag €/ha	1334	1547	1288	982	829	683	1476	909	0	1234	789	580	413	138
Gärrestwert frei Feld	0	0	0	0	0	0	0	0	0	311	186	125	238	79
Erlös €/ha	1334	1547	1288	982	829	683	1476	909	0	1545	975	705	652	217
variable Anbaukosten €/ha	948	948	897	814	691	595	1009	774	–125	1081	746	691	590	197
DB €/ha	386	599	391	168	139	88	467	136	–125	464	230	14	62	21

Tabelle 4-1: Deckungsbeiträge verschiedener Marktfrüchte- und Biogasfrüchte für die Region Ill-Theel (Stand 2012, Angaben Maschinenring Saar)

Quelle: DB Rechner LFL Landesanstalt für Landwirtschaft Bayern, mittleres Ertragsniveau, 3-Jähriger Durchschnitt, Erträge und Preise: Betrachtungszeitraum drei Jahre (2009-2011) Variable Kosten: Saatgut Zukauf, Düngekosten nach Nährstoffabfuhr, Pflanzenschutz mittlere Intensität, Ernte durch Lohnunternehmer, Biomassesubstrate inklusive Gärrestwert frei Feld

Bezieht man die betriebswirtschaftliche Berechnung auf die Gesamtsituation des landwirtschaftlichen Unternehmens, so kann es durchaus Sinn machen, Kulturen anzubauen, die in der Deckungsbeitragsermittlung nicht an erster Stelle stehen. Für den Anbau von Energiepflanzen anstelle von Markt- und Futterpflanzen spricht, dass der Energiepflanzenanbau zur Risikostreuung durch die Etablierung eines neuen Betriebszweiges beiträgt. Die Vergütungen durch das EEG sind für 20 Jahre nach Inbetriebnahme einer Vergärungsanlage geregelt. Auch für Zulieferer von Biogasanlagen werden meist mehrjährige Verträge ausgehandelt. Hierdurch ist eine Abkoppelung aus den derzeit extrem volatilen Märkten für Getreide möglich.

Energiepflanzen können, neben der Auflockerung von Fruchtfolgen, zu einer Verschiebung von Arbeitsspitzen im Betrieb führen und Nährstoffkreisläufe begünstigen.
Auch diese Gesichtspunkte wirken sich auf die Gesamtökonomie des Betriebs aus, spielen aber bei der Berechnung des Deckungsbeitrags keine Berücksichtigung.
Im folgenden Deckungsbeitragsvergleich (Tabelle 4-2) über die in Kapitel 3.2 vorgestellte Umstellung von Fruchtfolgen, lassen sich die positiven Leistungen einer Fruchtfolgeauflockerung durch Energiepflanzen monetär darstellen.

Anbauvariante		Winterraps	Winterraps frühe Aussaat	Qualitätsweizen	Stoppelweizen	Roggen	Hafer	Wintergerste	Senf	Mais	GPS	Grünroggen	Grasnutzung	Fruchtfolge Durchschnitt €	Veränderung der Umstellung €
1	3-gliedrig				168	139	88							132	
1a	3-gliedrig			391					–125	464	230			320	188
2	3-gliedrig			391				136		464				330	
2a	3-gliedrig			391					–125	464	230			320	–10
2b	3-gliedrig			391						464	230	14		366	36
3	3-gliedrig	386		391	168									315	
3a	3-gliedrig		599	391							230			407	92
4	4-gliedrig	386		782						464				408	
4a	4-gliedrig			391					–125	928	230			356	–52
4b	4-gliedrig			391						464	230		126	303	–105
5	4-gliedrig	386		782			88							314	
5a	4-gliedrig		599	391						464	230			421	107

Tabelle 4-2: Deckungsbeiträge verschiedener Fruchtfolgen vor und nach der Umstellung auf gewässerschonenden Energiepflanzenanbau (Anbau konventionell) (Stand 2012)

Der Anbau von Weizen in zwei aufeinander folgenden Jahren bzw. nach Getreide, wie er oft in reinen Ackerbaubetrieben praktiziert wird, führt aufgrund von Bodenermüdung und erhöhtem Krankheitsdruck im zweiten Anbaujahr (Stoppelweizen) zu Ertragseinbußen. Durch den zusätzlichen Anbau von Biogasmais in der Fruchtfolge werden die einseitige Nährstoffaufnahme und der erhöhte Schädlingsbefall des wiederholt angebauten Weizens unterbrochen. Nach dem Mais kann wieder ein qualitativ besserer Weizen geerntet werden und den durchschnittlichen Deckungsbeitrag der Fruchtfolge erhöhen. Ähnliche Effekte können auch durch den Anbau von Ackerfutterpflanzen oder Zwischenfrüchten eintreten, da diese Kulturen aufgrund ihres hohen Vorfruchtwertes den Ertrag der Folgefrüchte steigern. Wie bereits erwähnt, kann durch die frühere Aussaat von Raps nach Getreideganzpflanzensilage der Ertrag und damit auch der Deckungsbeitrag von Raps in Biogasfruchtfolgen gesteigert werden Wie bereits in Kapitel 3.2 beschrieben, ist es an dieser Stelle nicht machbar alle in der Region praktizierten Fruchtfolgen auf Ökobetrieben vor einer Umstellung auf Energiepflanzenanbau darzustellen. Aus diesem Grund ist auch keine Gegenüberstellung von zu erzielenden Deckungsbeiträgen mit reinen Markt- und Futterfruchtbetrieben möglich. In Tabelle 4-3 sind die Deckungsbeiträge für zwei Biogasfruchtfolgen im ökologischen Landbau dargestellt.

Anbau-variante		Bioweizen/ Dinkel	Gras Jahresnutzung	GPS ökol. Anbau	Biogasmais ökol. Anbau	Fruchtfolge Durchschnitt €
6	4-gliedrig	468	243	(2x)63	224	265
7	4-gliedrig	468		(3x)63		164

Tabelle 4-3: Deckungsbeiträge verschiedener Biogasfruchtfolgen im ökologischen Landbau

5 Biodiversität

Es stellt sich die Frage, welche Auswirkungen die Förderung des Energiepflanzenanbaus auf die wildlebende Fauna und Flora hat im Vergleich zur klassischen lebensmittelproduzierenden Landwirtschaft. Da in Gebieten mit einem erhöhten Bestand an Biogasanlagen vermehrt bereits bekannte Kulturen wie Mais angebaut werden, befürchten Vertreter aus dem Umwelt- und Naturschutz auch einen Rückgang der Biodiversität (Schöne 2007). Die Gründe für die Dominanz von Mais zur Nutzung als Substrat für Biogasanlagen liegen in der guten Mechanisierung (bei Saat, Ernte und Konservierung), der guten Standortanpassung und Ertragssicherheit aufgrund jahrzehntelanger züchterischer Bearbeitung und dem Vorhandensein zugelassener Pflanzenschutzmittel. Neue Kulturen und Anbauverfahren finden nur langsam Einzug in die Praxis (Agentur für Erneuerbare Energien e. V.; 2010). Andererseits bietet der Energiepflanzenanbau grundsätzlich die Möglichkeit, bestehende Fruchtfolgen der konventionellen Lebensmittel- und Futtermittelproduktion durch neue und alte Kulturarten zu erweitern (siehe Kapitel 2 und 3). Auch die vermehrte Nutzung von mehrjährigen Kulturen, von Zwischenfrüchten und Zweikulturnutzungssystemen (Scheffer 2000), die Anwendung von Gärresten und der verminderte Einsatz von Pflanzenschutzmitteln versprechen einen positiven Effekt auf die Artenvielfalt (Niedersächsisches Ministerium; (2007), Glemnitz (2008)).

Im Rahmen des durch die Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR) geförderten Verbundprojektes EVA erfolgt u. a. auch eine Abschätzung der ökologischen Folgewirkungen des Energiepflanzenanbaus mit den Effekten auf Flora und Fauna. Die Ergebnisse (Glemnitz (2008), Glemnitz (2010)) lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Für die meisten in unserer Kulturlandschaft vorkommenden wilden Pflanzen und Tiere haben nicht einzelne Kulturpflanzen einen Einfluss auf die Häufigkeit ihres Vorkommens, sondern vielmehr der Anbauzeitraum (Sommerungen, Winterfrüchte, Dauerkulturen) und die Bestandstruktur (Höhe, Dichte) der Kulturpflanze. Es gibt aus Sicht der Biodiversität keine mehr oder weniger empfehlenswerte Kulturen, sondern lediglich Effekte, die mit der Anbauhäufigkeit und dem räumlichen Flächenanteil zusammenhängen. Auch Mais kann unter Berücksichtigung regional sinnvoller Anbaugrenzen zur Biodiversität beitragen (Rüter, S. et al 2011).

Grundsätzlich wurde in dieser Untersuchung festgestellt, dass die Artenanzahl in den Fruchtfolgen umso höher war, je mehr Fruchtarten (Sommergetreide, Wintergetreide, Körnerleguminosen, Hackfrüchte, mehrjähriges Ackerfutter) in ihr vertreten waren. Eine wichtige Rolle spielt hierbei insgesamt auch, welche naturräumlichen Voraussetzungen für den Rückzug vorhanden sind. Wenn einzelne Fruchtarten, z. B. im Umkreis von Biogasanlagen in Monokultur angebaut werden, kann das die Nutzung des Lebensraums durch wild lebende Organismen einschränken. Nachhaltige Dezimierungen können in einer Agrarlandschaft dann auftreten, wenn über Jahre keine Ausweichflächen besiedelt werden können.

6 Eigenschaften und Anwendung von Gärresten

6.1 Eigenschaften von Gärresten

In einer Biogasanlage fallen, bezogen auf die Frischmasse ca. 75-80% der angelieferten Biomasse als flüssige Vollgärreste an. Werden die festen Gärreste davon separiert, entstehen hieraus ca. 30 % als fester Gärrest und ca. 70 % Fugate (separierte Flüssigphase) (Böhner 2008).

Aufgrund der biologischen Prozesse in den Fermentern, bei denen unter Sauerstoffausschluss der Großteil der in den Substraten enthaltenen Kohlenstoffverbindungen zu Methan abgebaut werden, ist der Kohlenstoffgehalt im Gärrest geringer und der Anteil an pflanzenverfügbarem Ammonium (NH_4) höher als im Ausgangssubstrat.

Beim Vergärungsprozess in einer Biogasanlage treten fast keine Nährstoffverluste auf, sodass **nahezu geschlossene Nährstoffkreisläufe** entstehen. Dadurch werden insbesondere die Nährstoffe Phosphor und Kalium für die Versorgung der angebauten Kulturpflanzen praktisch vollständig wiederverwertet und tragen so erheblich zur Einsparung von Düngemittelkosten bei. Dies gilt auch für Stickstoff, wenn Maßnahmen zur Vermeidung von gasförmigen N-Verlusten bei Lagerung und Ausbringung ergriffen werden. Die folgende Tabelle 6-1 gibt einen Überblick zu den durchschnittlichen Inhaltsstoffen von Gärresten:

	TS (in%)	N ges. (kg/m³)	NH_4 (kg/m³)	P_2O_5 (kg/m³)	K_2O (kg/m³)
Gärsubstrat	6,7	5,4	3,5	2,5	5,4
flüssige Phase	5,7	4,9	3,0	2,3	6,2
feste Phase	24,3	5,8	2,7	5,0	5,8

Tabelle 6-1: Durchschnittliche Inhaltsstoffe von Gärresten (LFL 2008)

Mit einer effizienten Gärrestdüngung sollen so weit wie möglich mineralische Düngemittel ersetzt werden. Hierdurch werden gleichzeitig die mit der Herstellung der Düngemittel verbundenen Treibhausgasemissionen vermieden. Bei der Lagerung und Ausbringung der Gärreste ist jedoch darauf zu achten, dass keine signifikanten Mengen an Treibhausgasen freigesetzt werden

Der Abbau von Kohlenstoff im Vergärungsprozess kann dazu führen, dass die **Humusbilanzen** der Böden, auf denen Energiepflanzen angebaut werden, auch durch die Ausbringung von Gärresten nicht ausgeglichen werden können. Durch den Anbau humusmehrender Kulturen in den Fruchtfolgen und die weitgehende Rückfüh rung der Gärreste auf die Anbauflächen kann einem langfristigen Humusabbau im Boden anbautechnisch entgegengewirkt werden.

In der folgenden Tabelle 6-2 sind die wichtigsten Qualitätsmerkmale, Eigenschaften und landwirtschaftlichen Anwendungsmaßnahmen im Zusammenhang mit Gärresten zusammengefasst.

	Charakteristika für Gärreste	Vorteile	Nachteile
Trocken-masse-gehalt	niedriger als im Eingangssubstrat abhängig von Inputmaterial und Fermentationsverfahren (Nassfermentation 5-10%, Trockenfermentation 10-30%)	gute Infiltration in den Boden; Anwendung in stehenden Pflanzenbeständen	hoher Transportaufwand
pH-Wert	hoch (ca. pH 8)	wirkt der Bodenversauerung entgegen; spart Kalkgaben weniger Verätzungen an Blättern	erhöhte Ammoniakausgasung
C/N-Verhältnis	enger als bei Gülle	schnelle Mineralisation von organisch gebundenem N keine Vorratsdüngung; Düngung nach Pflanzenbedarf	
Nähr-stoffe	P und K bleiben im Gärrest zu 100 % enthalten und sind komplett als Dünger anrechenbar; Gehalte sind abhängig vom Inputmaterial Stickstoff mit hohen Anteilen an pflanzenverfügbarem NH_4	die Düngewirkung des in den Gärresten enthaltenen Phosphats (P_2O_5) und Kali (K_2O) ist der von Mineraldüngern gleichzusetzen Kreislaufwirtschaft!	ein hoher Phosphatgehalt wirkt limitierend auf die Ausbringungsmenge erhöhte Gefahr der Ammoniakausgasung bei nicht bedarfsgerechter Ausbringung
Schwer-metalle	werden durch Fermentation nicht abgebaut und verbleiben im Gärrest Anteile abhängig vom Input; meist Einhaltung der Grenzwerte, vereinzelte Überschreitung bei Cu und Zn		
separierte Gärreste		Vorstufe für weitere Aufbereitung gezielte Düngeanwendung	
	feste Phase: höherer C- und P-Gehalt	Erhöhung der Transportwürdigkeit	
	flüssige Phase: höherer K-Gehalt	bessere Infiltration	

Tabelle 6-2: Wichtigste Eigenschaften und Qualitäten von Gärresten bei der landwirtschaftlichen Anwendung

Die **hohen Ammoniumgehalte**, verbunden mit dem basischen Milieu in den Gärresten, können bei unsachgemäßer Ausbringung zu Ammoniakemissionen von den Ausbringungsflächen führen. Durch bodennahe und/oder in den Boden einbringende Gärresteausbringtechniken, den geeigneten Ausbringungszeitpunkt (kühle Temperaturen, kein Sonnenschein) und günstige Witterung (bedeckter Himmel, Windstille) können die potenziellen Ausgasungen um bis zu 90% reduziert werden.
Gärreste haben im Vergleich zu unbehandelter Gülle durch ihren **hohen Gehalt an pflanzenverfügbaren Nährstoffen** und **ihre guten Fließeigenschaften** ein hohes Potenzial für einen gezielten Einsatz zu den Zeiten, in denen die Pflanzen einen erhöhten Nährstoff-Bedarf aufweisen. Um einerseits eine Überdüngung und damit verbundene Emissionen zu vermeiden und andererseits durch eine angepasste Gärrestgabe **Mineraldüngergaben einzusparen**, sollten die Gärreste angepasst an die angebaute Kultur und entsprechend ihres Düngewertes eingesetzt werden. Aufgrund der Nährstoffzusammensetzung ist meist der Phosphatgehalt der limitierende Faktor bei der auszubringenden Gärrestmenge.

6.2 Optimierte Ausbringung von Gärresten

6.2.2 Termine für die Gärrestausbringung

Damit eine hohe Nährstoffausnutzung durch die Kulturpflanzen möglich ist, sollen Gärreste bevorzugt im Spätwinter bis Sommer eingesetzt werden. Bei flüssigen Gärresten und Fugaten sollte der Ausbringungstermin zur Vermeidung von N-Verlusten (Nitratauswaschung, gasförmige N-Verluste) und zur Steigerung der N-Ausnutzung möglichst nahe am Bedarfszeitpunkt der Kulturpflanzen liegen. Optimal sind Termine zu Beginn der Vegetation bzw. bei Sommerungen unmittelbar vor der Bestellung.
Die feste Phase separierter Gärreste sollte einige Wochen vor der N-Aufnahme der Kulturpflanzen unter Berücksichtigung der Sperrfristen ausgebracht werden, damit genügend Zeit für eine N-Mineralisierung besteht.
Eine effiziente Gärrestausbringung kann auch nach der Ernte von mehrfach genutzten Kulturpflanzen (z.B. Ackergras) oder vor Aussaat von Zwischenfrüchten erfolgen. Die gesetzlichen Sperrfristen und Düngehöchstmengen (Düngeverordnung) müssen bei der Gärrestdüngung beachtet werden. Die Ausbringung von flüssigen Gärresten zwischen September und Beginn der gesetzlichen Sperrfrist sollte aber möglichst vermieden werden (hohe N-Verluste).

6.2.3 Ausbringtechniken

Bei der Ausbringung von Gärresten sollen Ammoniakverluste möglichst vermieden werden. Ammoniakverluste vermindern den Stickstoff-Düngewert erheblich und stellen zugleich eine Umweltbelastung dar. Je nach Ausbringungsverfahren und Umweltbedingungen können die Verluste unterschiedlich hoch sein.
Die Risiken von Ammoniakausgasungen lassen sich durch eine gezielte Ausbringung und eine sofortige Einbringung minimieren. Insbesondere bei der Kopfdüngung im Bestand oder auf Grünland sollte der Gärrest bodennah und großtropfig bei bedecktem Himmel oder abends ausgebracht werden.
In Tabelle 6-3 werden die möglichen Ausbringungsverfahren für flüssige Gärreste bezüglich Ihres Emissionsminderungspotenzials gegenüber einer Breitverteilertechnik ohne Einarbeitung dargestellt. Es wird offensichtlich, dass die Verfahren über die größte Kapazität der Emissionsminderung verfügen, die die Gärreste bei geringer Oberflächenverteilung direkt mit dem Boden in Kontakt bringen und so gewährleisten, dass die Ammoniumionen im Boden gebunden werden. Lachgasemissionen werden auch durch eine baldige Einarbeitung und schnelle Aufnahme durch die Pflanzen verringert. Eine konzentrierte Ausbringung auf eine kleine Oberfläche, wie sie beispielsweise bei der Schleppschlauchausbringung erfolgt, kann aufgrund von punktuellen denitrifizierenden Bedingungen im Vergleich zu einer Breitflächenausbringung zu erhöhten Lachgasemissionen führen.

Emissionsminderung [%] Gärrest				
Minderungstechniken/ -maßnahmen	Einsatzgebiete	dickflüssig	dünnflüssig	Beschränkungen
Schleppschlauchverfahren Legt die Gärreste streifenförmig auf der Bodenoberfläche ab;	Ackerland: unbewachsen Bewuchs > 30 cm Grünland: Bewuchs bis 10 cm Bewuchs bis >30 cm	8 30 10 30	30 50 30 50	Hangneigung nicht zu stark, Größe und Form der Fläche, dickflüssiger Gärrest, Abstand der Fahrgassen, Bestandshöhe
Schleppschuhverfahren, -kuven Legt die Gärreste in den obersten Krumenbereich des Bodens ab	Ackerland Grünland	30 40	60 60	wie oben, nicht auf steinigen Böden
Schlitzverfahren Gärreste wird direkt in den Boden eingebracht.	Grünland	60	80	wie oben, nicht auf steinigen Böden, zu trockenen und verdichteten Böden, hoher Zugkraftaufwand
Güllegrubberverfahren Gärreste wird direkt in den Boden eingebracht	Ackerland	>80	>80	wie oben, nicht auf sehr steinigen Böden, sehr hoher Zugkraftaufwand, nur bedingt auf bewachsenem Ackerland (ggf. Reihenkulturen) einsetzbar
unverzügliche Einarbeitung (innerh. 1 h)	Ackerland	90	90	mit leichtem Gerät (Egge) nach Primärbodenbearbeitung, mit Grubber/Pflug nach Ernte

Tabelle 6-3: Minderung der Ammoniakverluste nach der Ausbringung von flüssigen Gärresten; Referenz zu Breitverteiler ohne Einarbeitung 15°C Lufttemperatur bei Ausbringung (FNR 2010a)

Die folgende Grafik (Abbildung 6-1) verdeutlicht, dass die Umgebungstemperatur einen sehr hohen Einfluss auf die Verluste von Ammoniak während und nach der Ausbringung hat, der den der Ausbringungstechnik noch übersteigen kann. Sie zeigt außerdem, wie entscheidend die zeitnahe Einarbeitung auf Ackerflächen nach der Ausbringung für die Reduzierung der NH_3-Emissionen ist.

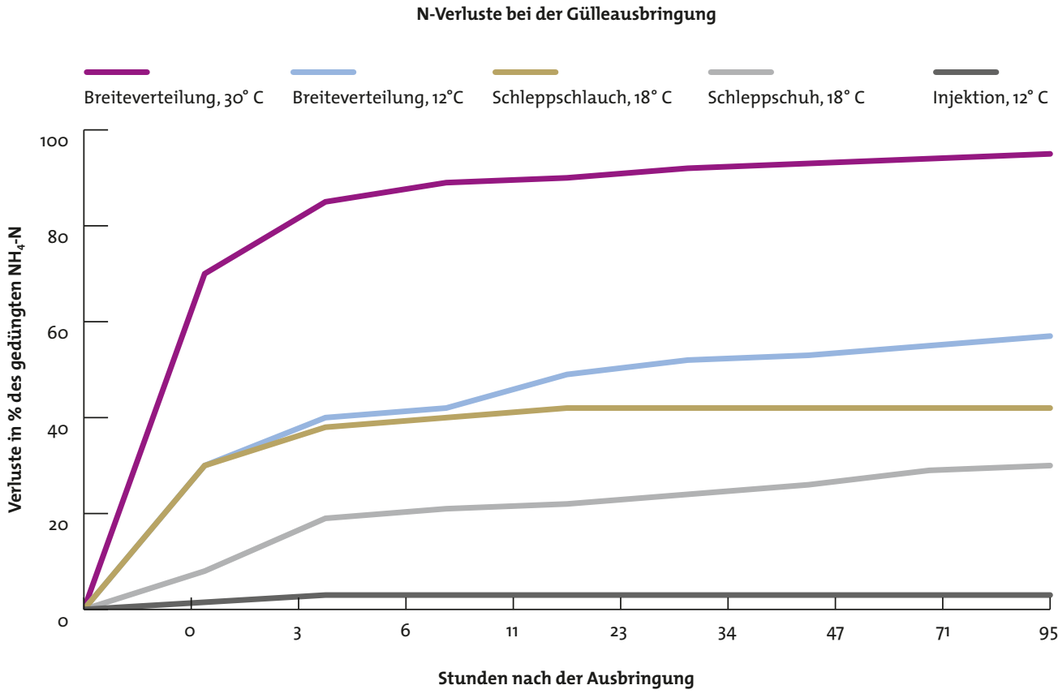

Abbildung 6-1: Einfluss von Temperatur und Ausbringungsverfahren auf die Ammoniakemissionen (LfL 2003)

6.2.4 Gesetzliche Rahmenbedingungen

Als organische Dünger mit wesentlichen Nährstoffgehalten und Gehalten an verfügbarem Stickstoff unterliegen die meisten Gärreste der **Düngeverordnung** und der **Düngemittelverordnung**. Hier ist unter anderem geregelt, dass die Inhaltsstoffe der Gärreste deklariert werden müssen, und dass ihre Ausbringung z. B. auf die Vegetationsperiode begrenzt ist.
Am 21. September 2010 ist die Bundesverordnung über das Inverkehrbringen und Befördern von Wirtschaftsdüngern, kurz **Wirtschaftsdüngerverbringungsverordnung** in Kraft getreten. Jeder, der Wirtschaftsdünger in Verkehr bringt, transportiert oder übernimmt (Landwirte, Gewerbetreibende, Biogasanlagen etc.) muss Aufzeichnungen hierüber erstellen. Werden Wirtschaftsdünger aus einem anderen Bundesland oder einem anderen Staat ins Saarland verbracht, so muss der Empfänger dies bei der zuständigen Landesbehörde melden. Im Saarland ist die Landwirtschaftskammer in Lebach zuständige Stelle für die Umsetzung der Verordnung auf Landesebene. Entsprechende Formblätter für die Mitteilung, die Meldung und die Aufzeichnung können im Downloadbereich der Landwirtschaftskammer für das Saarland heruntergeladen oder auf Anforderung übersandt werden (Landwirtschaftskammer des Saarlandes 2012).

7 Zusammenfassung der wichtigsten Empfehlungen für einen gewässerschonender Energiepflanzenanbau in der Region Ill-Theel

Neben allen weiteren Maßnahmen wie reduzierter Bodenbearbeitung, Engsaat, Reduzierung der Dünger- und Pflanzenschutzmaßnahmen, regelmäßige Boden- und Gärrestuntersuchungen, Vermeidung von Brachezeiten etc. sollen im Folgenden noch einmal die Maßnahmen kurz beschrieben werden, die aufgrund der natürlichen und durch den gegenwärtigen Anbau bestimmten Bedingungen im Saarland für einen standortangepassten und gewässerschonenden und gleichzeitig ökonomisch zweckmäßigen Energiepflanzenanbau empfohlen werden:

Eine **Erweiterung bestehender Futter- und Marktfruchtfruchtfolgen mit Energiepflanzen** ist insbesondere dann sinnvoll, wenn unrentable Früchte wie z. B. Gerste durch Energiepflanzen wie z. B. Getreideganzpflanzensilagen ersetzt werden. Außerdem bewirkt die Hinzunahme von weiteren Kulturen in bestehende enge Fruchtfolgen und die Veränderung der Anbauverfahren, neben der Stärkung der Biodiversität eine bessere Pflanzengesundheit und Nährstoffverwertung. Auch steigende Erträge insbesondere bei den Marktfrüchten Raps und Stoppelweizen kann eine Fruchtfolgeerweiterung bedingen. Ebenso eignen sich für die Region die **Integration von bekannten Futtergräsern und Gras- Leguminosenmischungen oder alten Futtermischungen** sehr gut. Der Anbau von Futterpflanzen kann über- und mehrjährig erfolgen und leistet sowohl ökonomisch als auch ökologisch einen sehr guten Beitrag zur sinnvollen **Anwendung von organischen Wirtschaftsdüngern in Form von Gärresten oder Gülle über die gesamte Vegetationsperiode mit optimierter Ausbringtechnik.** Dank der optimalen Ausnutzung der enthaltenen Nährstoffe und das Schließen von Nährstoffkreisläufen können Mineraldüngergaben reduziert werden. Die Aussaat dieser Futterpflanzen kann bereits als **Untersaat in stehende Bestände** von Getreideganzpflanzennutzungen oder auch Mais erfolgen, wodurch der Gesamtbiomasseertrag auf der Fläche durch eine erste Herbstnutzung gesteigert und in der Biogasanlage genutzt werden kann.

Ähnliches gilt auch für den **Anbau von Winterzwischenfrüchten** wie beispielsweise Grünroggen oder Rübsen, die im Frühjahr beerntet und als Substrat genutzt werden können und den **Mischfruchtanbau** insbesondere mit Getreide und Leguminosen.

Aufgrund der relativ hohen Niederschläge lassen sich sowohl Ackerfutterpflanzen als auch Untersaaten und Zwischenfrüchte auf den meisten Flächen der Region etablieren. Alle diese Maßnahmen tragen hauptsächlich durch den ganzjährigen Bewuchs der Felder zu **verminderter Erosion** und **reduzierter Nährstoffauswaschung** insbesondere über Winter bei.

Aufgrund der hohen Niederschläge wäre auch eine Zweikulturnutzung mit zwei „verkürzten“ Hauptfrüchten pro Jahr möglich. Dieses Anbauverfahren verspricht erhöhte Biomasserträge von der Fläche, rechnet sich aber aufgrund der erhöhten Aufwendungen für die Bestellung und Ernte nicht. Abgewandelte Formen dieses Verfahrens stellen aber der bereits beschriebene Anbau von Futterpflanzen nach Hauptfrüchten in Untersaat und deren überjähriger Nutzung und der Anbau von Grünroggen als Zwischenfrucht z. B. vor Mais dar. In Regionen mit Grünlandüberschuss, verursacht durch sinkende Viehbestände, können einzelne Schnitte des **Dauergrünlands rentabel als Biogassubstrat** genutzt werden, was langfristig zum **Erhalt** dieser ökologisch sehr wertvollen Pflanzengesellschaft beiträgt.

Literaturverzeichnis

AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN e. V. (Hrsg.) (2010): Anbau von Energiepflanzen; Umweltauswirkungen, Nutzungskonkurrenzen und Potenziale, Berlin

BECK, H. et al. (2011): Online Messungen an Theel, Ill und Saubach; Abschlussbericht 2011; Universität des Saarlandes, Institut für Anorganische und Analytische Chemie und Radiochemie

BISCHOF, R. (2011): Vortrag: Alternative Biogassubstrate in Ergänzung zum Mais (sowie deren Integration in nachhaltige Fruchtfolgen) 14.03.2011, St. Wendeler Ölsaaten – Hofgut Harschberg

Böhner (2008): Erfahrungen mit leistungsfähiger Gülleausbringtechnik; Amt für Landwirtschaft und Forsten Bayreuth

DLR (2011): Dienstleistungszentrum ländlicher Raum Rheinhessen-Nahe-Hunsrück; Versuchsbericht Biomasse 2011

Dörr, M. (2012). Geschäftsführer Maschinen- und Betriebshilfsring Saar e.V. , mündliche Mitteilung

FNR (Hrsg.) (2010a): Leitfaden Biogas – Von der Gewinnung zur Nutzung, Gülzow

FNR (2010): Standortangepasste Anbausysteme für Energiepflanzen; Ergebnisse des Verbundprojekts EVA, Gülzow

FNR (2012): http://www.energiepflanzen.info/projekte/ (Zugriff 21. 11. 2012)

GLEMNITZ, M. , Platen, R., Saure, C. (2008): Auswirkungen des Anbaus von Energiepflanzen auf die Biodiversität: Bewertungsmethodik und Einfluss des Anbauverfahrens; In KTBL-Schrift 468: Tagungsband zur Vortragsveranstaltung „Ökologische und ökonomische Bewertung nachwachsender Energieträger“ 8. und 9. September 2008 in Aschaffenburg

GLEMNITZ, M. et al (2010): Energiepflanzenanbau und Biodiversität – Deutschlandweites Verbundprojekt EVA erforscht Alternativen zum Energiemausanbau; In: Forschungsreport 1/2010 (Heft 41) Hrsg.: Senat der Bundesforschungsinstitute im Geschäftsbereich des BMELV

KTBL & ATB (2006): Energiepflanzen. KTBL-Datensammlung mit Internetangebot. Hrsg. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt und Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB), Bornim.

KUBINIOK, J., BARTH, B. & NEUMANN, B. (2005): Bilanzierung der Nährstoffeinträge in Gewässer in landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten des Saarlandes auf Basis vorhandener Datengrundlagen – Modellierung der diffusen und punktuellen Stoffeinträge und Szenarien für die Untersuchungsgebiete Leuk, Blies und Theel-Ill – Abschlussbericht im Auftrag des Ministeriums für Umwelt des Saarlandes, Saarbrücken.

LAL (2009): Bereitstellung der Karte per Mail vom 30.01.2009 durch Helmut Kohl, Landesamt für Agrarwirtschaft und Landentwicklung des Saarlandes, Lebach.

LANDWIRTSCHAFTSKAMMER DES SAARLANDES (2012): http://www.lwk-saarland.de/210.0.html (Zugriff 21. Nov. 2012)

LfL (2003) Merkblatt: Verminderung gasförmiger Emissionen in der Tierhaltung: Ammoniak, Methangas, Lachgas; Bayrische Staatsministerien für –Landwirtschaft und Forsten – Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.)

LfL-Information (2008) Biogas; Einsatz von Gärresten aus der Biogasproduktion als Düngemittel; Bayrisches Landesamt für Landwirtschaft (LfL) (Hrsg.)

LfL (2011):Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft; Bayern Biogas Forum – Grünland für die Biogasanlage; Nr. I – 12/2011

LfL (2011a):Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft; Nutzung von Grünland in der Biogaserzeugung, Machbarkeitsstudie, Schriftenreihe 4/2011

LWK NRW (13. 09.2012): https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/nawaro/dauergruenland.htm

NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM; (2007); Beirat für nachwachsende Rohstoffe und Biogasforum am Niedersächsischen Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Erklärung Energiepflanzenanbau, Hannover

RÜTER, S. et al. (Hrsg.) (2011): Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft; In: Umwelt und Raum Band 2, Schriftenreihe der Leibniz Universität Hannover

SCHEFFER, K. & STÜLPNAGEL, R. (1993): Wege und Chancen bei der Bereitstellung des CO_2-neutralen Energieträgers Biomasse – Grundgedanken zu einem Forschungskonzept. – In: JUTZI, S. C. & BECKER, B. (Hrsg. 1993): Pflanzengenetische Ressourcen – Erhaltung und multiple, nachhaltige Nutzung. Der Tropenlandwirt, Beiheft Nr. 49, 147 – 162, Witzenhausen.

SCHEFFER, K. , Karpenstein-Machan, M. (2000): Ökologischer und ökonomischer Wert der Biodiversität am Beispiel der Nutzung von Energiepflanzen; In: Schriften zu Genetischen Ressourcen, Band 16, Hrsg. ZADI, Bonn

SCHÖNE, F. (2007): Anforderungen an die Energiepflanzenproduktion aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes. Symposium „Energiepflanzen“ 2007 24.-25 Oktober, Berlin

STÜLPNAGEL, R. (2010): Vortrag „Das Zweikulturnutzungssystem“. – Veranstaltung „Energiepflanzenanbau zur Biogasproduktion“, 1. September 2010, Trossin.

Literaturverzeichnis

Herausgeber:

Zweckverband Natura Ill-Theel
Schullandheim
66646 Marpingen-Berschweiler
Tel.: +49 (0) 6827 - 90292-0
Email: info@natura-ill-theel.de

Autoren:

IZES gGmbH
Institut für ZukunftsEnergieSysteme
Beate Faßbender
Altenkesseler Str. 17
66115 Saarbrücken
Tel.: +49 (0) 681 - 97 62 - 840
Fax: +49 (0) 681 - 97 62 - 850
Email: fassbender@izes.de

Maschinen- und Betriebshilfsring Saarland e. V.
Matthias Dörr
Eseiter Str. 5c
66557 Illingen-Uchtelfangen
Tel.: +49 (0) 6825-40415-21
Fax: +49 (0) 6825-40415-15
Email: m.doerr@mbrsaar.de

Saarbrücken, November 2012