

## Abschlussbericht OPG Agriplus Hohenlohe

Innovationsprojekt (EIP-Projekt):  
**Agriplus: Effizienzsteigerung im Ackerbau in  
Hohenlohe durch Nährstoffrückgewinnung aus  
Wirtschaftsdüngern**

Juni 2022



Die NuTriSep-Anlage<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Foto: Geltz Umwelttechnologie GmbH

# Abschlussbericht der OPG Agriplus Hohenlohe

Datum: 29.06.2022

Autoren: A. Bauerle, B. Müller, T. Müller, C. Sponagel,<sup>2</sup> J. Bilbao, R. Hüttner,<sup>3</sup> K. Färber<sup>4</sup>, T. Karle<sup>5</sup>,

Das Projekt wurde von der Europäischen Union und dem Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“ (EIP AGRI) mit 1,3 Mio. Euro gefördert.



Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums – ELER.  
**Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete.**

Gefördert  
durch



**Baden-Württemberg**

MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LÄNDLICHEN RAUM  
UND VERBRAUCHERSCHUTZ



[www.mepl.landwirtschaft-bw.de](http://www.mepl.landwirtschaft-bw.de)

<sup>2</sup> Universität Hohenheim

<sup>3</sup> Steinbeis 2i GmbH

<sup>4</sup> BAG-Hohenlohe-Raiffeisen eG

<sup>5</sup> Agro Energie Hohenlohe GmbH & Co. KG

# Inhalt

1	Kurzdarstellung .....	5
1.1	Ausgangssituation und Bedarf .....	5
1.2	Projektziel und konkrete Aufgabenstellung.....	5
1.3	Mitglieder der Operationellen Gruppe .....	6
1.4	Projektgebiet.....	6
1.5	Projektlaufzeit.....	6
1.6	Budget .....	6
1.7	Ablauf des Vorhabens .....	7
2	Eingehende Darstellung .....	8
2.1	Verwendung der Zuwendung .....	8
2.2	Detaillierte Erläuterung der Situation zu Projektbeginn .....	9
2.3	Ergebnisse der OPG Agriplus Hohenlohe.....	9
2.3.1	Gestaltung der Zusammenarbeit der OPG .....	9
2.3.2	Mehrwert bei der Projektdurchführung als OPG .....	10
2.3.3	Zusammenarbeit nach Abschluss des Projekts .....	10
2.4	Ergebnisse des Innovationsprojektes .....	11
2.4.1	Zielerreichung.....	11
2.4.2	Abweichungen zwischen Projektplan und Ergebnissen .....	11
2.4.3	Projektverlauf.....	12
2.4.4	Beitrag des Ergebnisses zu förderpolitischen EIP Zielen .....	35
2.4.5	Nebenergebnisse.....	35
2.4.6	Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben .....	35
2.5	Nutzen der Ergebnisse für die Praxis .....	35
2.6	Geplante Verwertung und Nutzung der Ergebnisse .....	35
2.7	Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit.....	36
2.8	Kommunikations- und Disseminationskonzept .....	36
2.9	Grundsätzliche Schlussfolgerungen .....	41
2.10	Danksagung.....	41
2.11	Kontakt.....	42

## Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
ASL	Ammoniumsulfatlösung
BAG	BAG-Hohenlohe-Raiffeisen eG
C	Kohlenstoff
Ca	Calcium
DüV	Düngeverordnung
FM	Frischmasse
K	Kalium
KAS	Kalkammonsalpeter
LF	landwirtschaftlich genutzte Fläche
Mg	Magnesium
N	Stickstoff
Na	Natrium
N <sub>min</sub>	Mineralisierter Stickstoff
OPG	Operationelle Gruppe
P	Phosphor
S	Schwefel
UHOH	Universität Hohenheim
V	Variante
VODüVGebiete	Verordnung der Landesregierung zu Anforderungen an die Düngung in bestimmten Gebieten zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen

# 1 Kurzdarstellung

## 1.1 Ausgangssituation und Bedarf

Die Ausbringung von Nährstoffen aus Gülle und Gärresten stellt Landwirte häufig vor ökonomische und ökologische Probleme. Der Transport von landwirtschaftlichen Reststoffen aus der intensiven Tierhaltung ist Zeit- und kostenintensiv. Außerdem führt eine lokale Ausbringung unbehandelter Reststoffe häufig zu ökologischen Problemen wie z.B. der Auswaschung von Nitrat ins Grundwasser.

Die Europäische Innovationspartnerschaft Agriplus Hohenlohe nahm sich dieser Problematik an und verbesserte das Nährstoffmanagement in der Region. Um die Effizienz im Ackerbau zu steigern, wurde eine Anlage entwickelt, die Reststoffe aus der energetischen Verwertung in innovative Dünger umwandelt.

## 1.2 Projektziel und konkrete Aufgabenstellung

Unsere Vision ist die Schaffung einer nachhaltigen, umweltverträglichen und effizienten Landwirtschaft in Baden-Württemberg mit dem Schwerpunkt auf Recycling von Nährstoffen aus Wirtschaftsdüngern.

Das Ziel unseres Projekts war die Effizienzsteigerung im Ackerbau durch ein verbessertes Nährstoffmanagement in der Region Hohenlohe. Durch den Bau einer vollfunktionsfähigen Anlage in Originalgröße wurde aus Wirtschaftsdünger nach einer energetischen Verwertung (Biogas) mineralische Phosphor- und Stickstoff-Dünger gewonnen. Diese innovativen Dünger wurden dann gezielt für den Ackerbau eingesetzt.

Trotz der durch die Novellierung der Düngeverordnung verschärften Lage können somit die beteiligten Landwirte den Bau neuer Güllelager vermeiden und gleichzeitig die Nährstoffe aus Wirtschaftsdünger gezielter und effizienter einsetzen. Nährstoffüberschüsse von Veredlungsbetrieben können ggf. auch über größere Entfernungen an Ackerbaubetriebe mit Nährstoffbedarf verkauft werden. So versetzen wir die beteiligten Landwirte in die Lage, Ackerkulturen ressourcen- und flächeneffizienter als bisher anzubauen und eine zusätzliche Wertschöpfung vor Ort im Ländlichen Raum zu generieren.

### 1.3 Mitglieder der Operationellen Gruppe



Leadpartner:  
Agro Energie Hohenlohe GmbH & Co. KG



Koordination:  
Steinbeis 2i GmbH



Universität Hohenheim  
Fg. Nachwachsende Rohstoffe in der Bioökonomie  
Fg. Düngung und Bodenstoffhaushalt  
Fg. Landwirtschaftliche Betriebslehre



BAG-Hohenlohe-Raiffeisen eG

ÖKO-AGRAR-SERVICE GMBH  
Ein Tochterunternehmen des

MASCHINENRING  
Hohenlohe



Öko-Agrar-Service GmbH

Landwirte:  
Klaus u. Rosemarie Käßler GbR  
Kümmerer GbR  
Karlheinz Neff  
Neff KG

### 1.4 Projektgebiet

Die Umsetzung des EIP-Projektes erfolgte auf landwirtschaftlichen Flächen in Kupferzell-Fußbach in der Region Hohenlohe im nordöstlichen Baden-Württemberg.

### 1.5 Projektlaufzeit

Das Projekt lief insgesamt 38 Monate, vom 01.01.2019 bis zum 28.02.2022.

### 1.6 Budget

Die im Rahmen der Projektkonzeption gewährte Zuwendungssumme betrug 1.308.766 Euro.

## **1.7 Ablauf des Vorhabens**

### **Auslegung der Anlage**

Die erste vollautomatisierte Anlage im industriellen Maßstab wurde darauf ausgelegt, um pro Stunde fünf Tonnen Wirtschaftsdünger bzw. Gärprodukte zu verarbeiten. Dies beinhaltete die Erstellung eines Rohrleitungs- und Instrumentenfließdiagramms, die Auslegung der Automatisierung und Steuerung und die Erörterung der Rechts- und Sicherheitsaspekte.

### **Bau und Inbetriebnahme der Anlage**

Die Anlage wurde von der Firma Geltz Umwelttechnologie GmbH (im Unterauftrag) auf dem Gelände des landwirtschaftlichen Betriebs der Firma Agro Energie Hohenlohe (Leadpartner) gebaut, installiert und in Betrieb genommen und mit dem Steuerungs- und Leitungssystem der bestehenden Biogasanlage verbunden.

### **Demonstration der Anlage**

Die Gesamtanlage wurde noch im Jahr 2019 in Betrieb genommen. Alle Einzelschritte wurden sukzessiv dazugeschaltet und entsprechend aufeinander abgestimmt. Eine Veränderung und Optimierung der Anlage war aufgrund der Neuartigkeit des Verfahrens ständig erforderlich. Die Qualität der gewonnenen Einzel Nährstoffe wie auch die Gesamtfunktionalität der Anlage war auf erfreulich hohem Niveau.

### **Anbauversuche im Ackerbau**

Die gewonnenen Dünger wurden chemisch und physikalisch charakterisiert. Anbauversuche wurden direkt in Hohenlohe auf acht Ackerschlägen der beteiligten Landwirte mit Wintergetreide, Raps und Mais in praxisüblichen Fruchtfolgen über zwei Vegetationsperioden durchgeführt.

### **Markt- und Logistikprüfung**

Marktanalysen mit entsprechenden Logistikkonzepten wurden durchgeführt, um Änderungen an den Rahmenbedingungen des Marktes, Konkurrenten und weitere Chancen zur Vermarktung zu prüfen.

Anhand von Absatzzahlen der BAG-Hohenlohe-Raiffeisen für Handelsdünger im Jahr 2018 wurde der Bedarf der Landwirtschaft analysiert. Dabei handelte es sich um Einzeldünger, als auch um Mehrnährstoffdünger. Bei dieser Analyse des Bedarfs wurde gleichzeitig geprüft inwieweit dieser Handelsdünger durch Produkte, die in der Anlage von Agriplus entstehen, ersetzt werden können.

### **Wirtschaftlichkeitsprüfung**

Die Wirtschaftlichkeitsprüfung beinhaltete die Analyse der Kosten für landwirtschaftliches Gülle-Management sowie die Analyse der Kosten und Nutzen von Verfahrensschritten, Logistik, Biogas und Nährstoffaufbereitung. Es folgte eine Evaluierung des Nährstoffmanagements von Ackerbau, Wirtschaftsdünger und neuen Düngeprodukten sowie einer abschließenden Gesamtbetrachtung von Ökonomie und Perspektiven.

## 2 Eingehende Darstellung

### 2.1 Verwendung der Zuwendung

	Zuwendungsfähige Ausgaben	Bewilligte Summe	Beantragte Summe
<b>1. Laufende Kosten der Zusammenarbeit</b>			
1.1	Personalausgaben für eine Projektkoordinatorin	50.349,95 €	60.187,72 €
1.2	Reisekosten der OPG beteiligten Akteur:innen	21.202,85 €	5.200,05 €
	Summe nach Nummer 1	71.552,80 €	65.387,77 €
<b>2. Allgemeine Betriebskosten</b>			
2.1	allgemeine Betriebskosten der OPG in Höhe von 15 % der Personalausgaben für eine Projektkoordination	7.552,49 €	9.028,16 €
	Summe nach Nummer 2	7.552,49 €	9.028,16 €
<b>3. Kosten für die Durchführung eines Innovationsvorhabens</b>			
3.1	Personalausgaben bei Agro Energie Hohenlohe	96.167,89 €	118.152,07 €
3.2	Personalausgaben bei Steinbeis 2i GmbH	16.368,05 €	16.974,51 €
3.3	Personalausgaben bei Öko-Agrar-Service GmbH	7.297,79 €	7.522,79 €
3.4	Personalausgaben bei BAG-Hohenlohe-Raiffeisen eG	8.751,04 €	9.146,04 €
3.5	Personalausgaben bei Neff KG	8.930,89 €	9.069,46 €
3.6	Personalausgaben bei Kümmerer GbR	8.930,89 €	9.093,89 €
3.7	Personalausgaben bei Karlheinz Neff	8.930,89 €	9.093,89 €
3.8	Personalausgaben bei Klaus u. Rosemarie Käßler GbR	8.930,89 €	9.093,89 €
3.9	Personalausgaben bei Universität Hohenheim (UHOH)	168.180,08 €	181.795,61 €
3.10	Sachleistungen und -kosten bei Agro Energie Hohenlohe	106.785,76 €	94.834,16 €
3.11	Sachkosten bei Steinbeis 2i (Öffentlichkeitarbeit)	2.719,64 €	2.400,34 €
3.12	Sachleistungen bei Öko-Agrar-Service GmbH	8.000,00 €	8.000,00 €
3.13	Sachkosten bei BAG-Hohenlohe-Raiffeisen eG	0 €	0 €
3.14	Sachleistungen bei Neff GbR	1.620,00 €	1.620,00 €
3.15	Sachleistungen bei Klaus u. Rosemarie Käßler GbR	1.620,00 €	1.620,00 €
3.16	Sachleistungen bei Kümmerer GbR	1.620,00 €	1.620,00 €
3.17	Sachleistungen bei Karlheinz Neff	1.620,00 €	1.620,00 €
3.18	Sachkosten bei UHOH	37.651,60 €	8.447,17 €
3.19	Aufwendungen für projektbezogene Aufträge an Dritte (UHOH: Unteraufträge externes Labor)	6.000,00 €	390,42 €
	Summe nach Nummer 3	506.838,55 €	490.494,24 €
<b>4. Investitionskosten</b>			
4.1	Anlage zur Nährstoffrückgewinnung Förderung: 60%	729.535,63 €	738.394,59 €
	Summe nach Nummer 4	729.535,63 €	738.394,59 €
<b>5.</b>	<b>Gesamtsumme der zuwendungsfähigen Ausgaben</b>	<b>1.308.766,34 €</b>	<b>1.303.304,76 €</b>



## 2.2 Detaillierte Erläuterung der Situation zu Projektbeginn

### Ausgangssituation

Die Ausbringung von Wirtschaftsdünger ist eine gängige Lösung, um die Stoffkreisläufe in der Landwirtschaft zu schließen. Die Wirtschaftsdünger versorgen Ackerböden mit wertvollen organischen Bestandteilen und notwendigen Nährstoffen (N, P, K). Jedoch fallen in Gegenden mit intensiver Tierhaltung wie beispielsweise in Hohenlohe, mehr Gülle und Gärreste an als zur Deckung des P-Bedarfs und bei Einhaltung des Grenzwertes von 170 kg N/ha für Wirtschaftsdünger auf den Flächen in sinnvoller Entfernung ausgebracht werden kann. Aus diesen Regionen mit Nährstoffüberschüssen müssen die Wirtschaftsdünger – die zu 90% aus Wasser bestehen – über weite Distanzen in Regionen mit Düngerbedarf transportiert werden. Das ist für die Landwirte teuer (15–25 €/m<sup>3</sup>) und bietet keine langfristige Lösung.

Die direkte Applikation von Wirtschaftsdünger ohne Vorbehandlung birgt das Risiko von Ammoniakemissionen, Nitrat im Grundwasser und klimarelevanten Lachgasemissionen. Außerdem haben Wirtschaftsdünger ein suboptimales Nährstoffverhältnis. Das führt i.d.R. zu einer Überdosierung von Phosphor im Boden bei einer Düngung, die sich nach dem Stickstoffgehalt der Wirtschaftsdünger richtet.

### Projektaufgabenstellung

Das Hauptziel dieses Projekts ist die Effizienzsteigerung im Ackerbau durch ein verbessertes Nährstoffmanagement in der Region Hohenlohe.

Während des Projekts wurden folgende Teilziele erreicht:

1. Auslegung und Bau einer ersten vollautomatisierten Anlage im industriellen Maßstab mit einer Verarbeitungskapazität von 5 t/h. Die Anlage kann von nicht-wissenschaftlichem Personal im automatisierten Betrieb unter Volllast bedient werden.
2. Betrieb der Anlage in der Praxis für einen Zeitraum von 18 Monaten.
3. Validierung der Effizienz der Düngeprodukte im Ackerbau durch Feldversuche über zwei Vegetationsperioden auf Praxisbetrieben (On-Farm Experiment) in der Region Hohenlohe.
4. Betriebswirtschaftliche Analyse des Gesamtprozesses Nährstoffmanagement der Tierhaltungsbetriebe unter Berücksichtigung aller Einflussfaktoren (Lagerkapazität, Energetische Nutzung, Ausbringung, Aufbereitungskosten, Düngewirkung, Logistik, Pachtpreise).
5. Definition und Validierung von Geschäfts- und Logistik-Modellen in Baden-Württemberg und anderen Regionen mit Wirtschaftsdünger, abgestimmt auf Transportentfernungen und Betriebsgrößen.

## 2.3 Ergebnisse der OPG Agriplus Hohenlohe

### 2.3.1 Gestaltung der Zusammenarbeit der OPG

Die Agriplus-OPG hat Steinbeis 2i GmbH als Projektkoordinator ausgewählt, da sie langjährige Erfahrung in der Koordination und Verwaltung von nationalen und EU-Forschungsprojekten hat. Dr. Jennifer Bilbao und Regina Hüttner (Steinbeis 2i) fungierten als Projektkoordinatorinnen und waren in direktem Kontakt mit dem Ministerium für ländlichen Raum und dem Regierungspräsidium. Thomas Karle (Agro Energie

Hohenlohe) war der Leadpartner der OPG, da er eine langjährige Erfahrung in der Landwirtschaft und Biogasbranche hat und die Marktanforderungen und -Notwendigkeiten im Bereich Wirtschaftsdünger-Aufbereitung und Ackerbau sehr gut kennt. Zusammen mit Steinbeis 2i überprüfte Herr Karle das Einhalten des Zeitplans und das Erreichen der Meilensteine und stellte sicher, dass die verschiedenen zusammenhängenden Aktivitäten des Projekts rechtzeitig stattfanden.

Die Zusammenarbeit im Projekt wurde zudem wie folgt gestaltet:

- Regelmäßige Arbeitstreffen der Universität Hohenheim mit den Landwirten, bei denen die Anbauversuche Schritt für Schritt gemeinsam erarbeitet und immer weiter konkretisiert wurden. Das Ziel war es, mit jedem Betrieb ein individuelles Versuchskonzept zu erarbeiten, das sowohl die Vergleichbarkeit mit den anderen Betrieben und eine solide wissenschaftliche Auswertbarkeit gewährleistete, aber vorrangig auch für die Landwirte in die praktischen Betriebsabläufe zu integrieren war.
- Regelmäßige Abstimmung zwischen der Universität Hohenheim, der Agro Energie Hohenlohe sowie der Firma Geltz Umwelttechnologie GmbH hinsichtlich der ökonomischen Bewertung der Anlage und dem Austausch von erhobenen Daten an der Anlage.
- Zusammenarbeit zwischen der Universität Hohenheim, Agro Energie Hohenlohe und der BAG hinsichtlich der Planung und Durchführung einer Umfrage unter landwirtschaftlichen Betrieben zum aktuellen Wirtschaftsdüngermanagement sowie den Voraussetzungen und Potenzialen der Anlieferung von Wirtschaftsdünger an die NuTriSep-Anlage und Bezug von Produkten der Anlage.
- Gemeinsame Durchführung einer zweitägigen Veranstaltung im September 2021.
- Außerdem fanden halbjährlich von Steinbeis organisierte Treffen der OPG statt. Diese Treffen waren sehr nützlich, um den Stand des Projekts und die Erreichung der Ziele und Meilensteine zu überwachen. Darüber hinaus wurden bei diesen Treffen die Projektrisiken analysiert und bei Bedarf Notfallpläne erstellt.

### 2.3.2 Mehrwert bei der Projektdurchführung als OPG

Unsere OPG war die Zusammenarbeit angewandter Spitzenforschung mit erfahrenen Partnern aus der Landwirtschaft. Somit brachte die OPG Ressourcen und Wissen aus verschiedenen Bereichen und Disziplinen zusammen (Landwirtschaft, regionaler Handel von Düngemitteln, Ingenieurwesen, Wissenschaft, Kommunikation und Projektmanagement). Der Mehrwert dieser Interdisziplinarität bestand in der Nutzung unterschiedlicher Fähigkeiten und Perspektiven, um Probleme zu formulieren, Lösungen zu entwickeln und die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, dass diese Innovation effektiv in der Praxis umgesetzt wird. Die landwirtschaftlichen Partner haben regelmäßiges Feedback gegeben und das Verfahren und die Produkte, die vor Ort unter Realbedingungen entstanden sind, getestet.

### 2.3.3 Zusammenarbeit nach Abschluss des Projekts

Der Leadpartner Agro Energie Hohenlohe wird weiterhin mit der BAG-Hohenlohe-Raiffeisen, Öko-Agrar-Service und den Landwirten zusammenarbeiten bzw. über die regionale Vermarktung der Nährstoffe im Gespräch bleiben. Ein Preis- und Mengengerüst wird noch vereinbart.

Die Zusammenarbeit mit der Universität Hohenheim wird möglicherweise im Rahmen eines Folgeprojektes erfolgen (dies ist abhängig von einer Projektförderung).

## **2.4 Ergebnisse des Innovationsprojektes**

### **2.4.1 Zielerreichung**

Im Rahmen des Projekts EIP-Agriplus wurde eine erfolgreiche Innovation entwickelt und demonstriert. Unsere Vision ist die Schaffung einer nachhaltigen, umweltverträglichen und effizienten Landwirtschaft in Baden-Württemberg mit dem Schwerpunkt auf Recycling von Nährstoffen aus Wirtschaftsdüngern.

Das Ziel unseres Projekts war die Effizienzsteigerung im Ackerbau durch ein verbessertes Nährstoffmanagement in der Region Hohenlohe. Durch den Bau einer vollfunktionsfähigen Anlage in Originalgröße wurde aus Wirtschaftsdünger nach einer energetischen Verwertung (Biogas) mineralische Phosphor- und Stickstoff-Dünger gewonnen. Diese innovativen Dünger wurden dann gezielt für den Ackerbau eingesetzt.

Agriplus baute auf das Wissen der Firma Geltz Umwelttechnologie und den existierenden kommerziellen Prozessen der Agro Energie Hohenlohe, des Maschinenrings und der BAG-Hohenlohe-Raiffeisen auf. Das Projekt ermöglicht eine größere Wertschöpfung in der Landwirtschaft, da es eine umweltgerechte Verwertung der Wirtschaftsdünger und den effizienteren Ackerbau mit veredelten Düngerprodukten bietet. Mit Stand-der-Technik-Verfahren (Ultrafiltration, Umkehrosmose) stellen Wirtschaftsdünger kein Entsorgungsproblem mehr da. Agriplus verarbeitet Wirtschaftsdünger zu wertvollen mineralischen Düngern und bietet die Chance einzelbetriebliche Stoffstrombilanzen auszugleichen und dadurch die Nachhaltigkeit in der Tierhaltung und im Ackerbau in der Region Hohenlohe zu verbessern. Zudem wird die Nährstoffversorgungsautarkie im Ackerbau auf regionaler Ebene gestärkt.

### **2.4.2 Abweichungen zwischen Projektplan und Ergebnissen**

#### **Auslegung der Anlage**

Um Verzögerung beim Anlagenbau zu vermeiden, wurde mit der Auslegung zwei Monate früher begonnen als ursprünglich geplant. Während der Auslegung der Anlage wurden alle Vorarbeiten von Agro Energie Hohenlohe durchgeführt. Diese Arbeit war aufwändiger als ursprünglich geplant.

#### **Bau der Anlage**

Da es absehbar war, dass der Bau der Anlage anspruchsvoller sein wird als ursprünglich geplant, wurde mit dem Bau bereits im April 2019 begonnen.

Viele untergeordnete Punkte wie die Genehmigungsplanung und Baugenehmigung verzögerten einen zügigen Bauverlauf. Da die Anlage die erste dieser Art im Praxismaßstab ist, sind wichtige Informationen für die Baugenehmigung, wie Leitungsverlegung, Dimensionierung und Anbindung an die bestehende Biogasanlage, mehrmals diskutiert worden, was den zeitlichen Ablauf verzögerte. Im Aufbau verschiedener Gewerke waren weitere Änderungen und Verbesserungen in der Gesamtkonzeption notwendig, was ebenfalls den zeitlichen Ablauf verzögert.

Fertigungsprobleme tauchten zudem bei der Herstellung der Membranen auf: die von Fremdfirmen gelieferten Membranen waren qualitativ nicht gut genug. Die Firma Geltz Umwelttechnologie GmbH

entschloss sich deshalb, selbst Produktionskapazitäten für die Herstellung der geeigneten Membranen anzuschaffen, was eine zeitliche Verzögerung mit sich brachte.

Der Bau des Versorgungskanals zwischen Biogasanlage und Nährstoffrückgewinnung, in dem alle notwendigen Leitungen verlegt wurden, ist nicht Teil der Förderung, hat jedoch ebenfalls in Planung und Ausführung deutlich mehr Zeit in Anspruch genommen als geplant, da dieser deutlich aufwendiger und komplizierter war als geplant.

### **Demonstration der Anlage**

Die Komplexität der Anlage ist sehr hoch, wodurch die Automation und Parametrierung sehr aufwändig ist. Verklebungen und Störungen traten bei der Nährstoffrückgewinnung auf, daher war noch kein geregelter Dauerbetrieb möglich.

Die Siebe des Vakuumseparators gingen relativ schnell kaputt, sie sollten deutlich länger halten. Die Herstellungsfirma hat 2021 gehärtete Siebe entwickelt. Zehn dieser Siebe wurden zum Testen eingebaut.

Das NuTriSep-Programm wurde aufgrund eines Programmfehlers zum Ende des Projektes neu aufgesetzt. Mit dem neuen Programm sollte ein 24/7-Betrieb sichergestellt werden.

### **Anbauversuche im Ackerbau**

Aufgrund von Produktionsproblemen der Nährstoffrückgewinnungsanlage konnte zunächst nicht ausreichend struvithaltiges Rohmaterial generiert werden. Darüber hinaus war es keiner Firma möglich, das Rohmaterial zu granulieren. Letztendlich gelang es der Universität Hohenheim hierfür eine Lösung zu finden.

Jedoch stand das P-Granulat nicht mehr rechtzeitig zu Beginn der Düngeperiode zur Verfügung. Deshalb war es nicht möglich, die P-Dünger im On-Farm Versuch zu testen.

### **Markt- und Logistikprüfung**

Im Rahmen der Markt- und Logistikprüfung war eine Abfrage bei Gartenbaubetrieben und Landschaftsgärtnern vorgesehen, um hier den Bedarf an Phosphatdüngern zu prüfen. Leider hat diese Abfrage nicht stattgefunden, weil zu keinem Zeitpunkt ersichtlich war, in welcher Menge und Qualität der Phosphatdünger zur Verfügung stehen wird. Aus diesem Grund wurde auf Marketingmaßnahmen zum Produkt verzichtet.

Aufgrund von Covid-19 mussten zudem geplante Feldbegehungen für 2020 und 2021 abgesagt werden. Somit konnten die Bestände den interessierten Landwirten nicht präsentiert werden.

#### **2.4.3 Projektverlauf**

### **Auslegung der Anlage**

Die Firma Geltz Umwelttechnologie hat die Anlage ausgelegt. Ein Rohrleitungs- und Instrumentenfließdiagramm wurde erstellt und die Automatisierung und Steuerung für die Anlage wurde entwickelt. Die Schnittstellen für Software und Hardware zur bestehenden Biogasanlage wurden definiert.

## Bau der Anlage

Da es absehbar war, dass der Bau der Anlage anspruchsvoller sein würde als ursprünglich geplant, wurde mit dem Anlagenbau bereits im April 2019 begonnen.

Der Bau und die Installation der Anlagenteile umfassten die Verrohrung von der Biogasanlage zur Nährstoffhalle, die Aufstellung von Membranen, Pumpen, Ansäuerung, Tanks und N-Stripping sowie die Installation von Wasser und Druckluft.

Es musste eine neue Pumpstation eingebaut und in Betrieb genommen werden. Hierfür wurde die alte Pumpstation zunächst abgebaut, anschließend wurde eine Einhausung mit Wänden und Decken für die Pumpstation gebaut und die Leitungen wurden verlegt. Zudem wurde eine neue Steuerung eingebaut und installiert.

## Demonstration der Anlage

Die Demonstration der Anlage war durch die Inbetriebnahme und Einstellung der Anlagenteile geprägt. Diese umfassten die Inbetriebnahme, Kalibrierung und Feineinstellung der Komponenten. Die Funktionsprüfung und Abstimmung der Parametrierung wurden ebenfalls durchgeführt. Schließlich wurden die Abläufe geprüft, verändert und verbessert. Teilweise wurden Anlagenteilen ausgetauscht und ergänzt.

Zudem wurden die Sicherheitseinrichtungen und Überwachungsfunktionen für einen automatischen Ablauf der Fußbodensensorik, für die Belüftung der einzelnen Schaltanlagen und für die Absaugung von Abluft über Säurewäscher (Emissionsminderung) ergänzt.



Abbildung 1: Die NuTriSep-Anlage<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Foto: Geltz Umwelttechnologie GmbH

## Anbauversuche im Ackerbau

### Konzeption und Vorarbeiten

Die Anbauversuche hatten die Validierung der Effizienz der Düngeprodukte zum Ziel. Dies wurde anhand eines On Farm-Versuches auf Praxisflächen von vier Landwirten erreicht, welcher von der Universität Hohenheim koordiniert wurde. In regelmäßigen Arbeitstreffen der Universität Hohenheim mit den Landwirten wurden die Anbauversuche Schritt für Schritt gemeinsam erarbeitet und immer weiter konkretisiert. Die Idee war, mit jedem Betrieb ein individuelles Versuchskonzept zu erarbeiten, das sowohl die Vergleichbarkeit mit den anderen Betrieben und eine solide wissenschaftliche Auswertbarkeit gewährleistete, aber vorrangig auch für die Landwirte in die praktischen Betriebsabläufe zu integrieren war.

Im Rahmen der Arbeitstreffen wurden die verschiedensten Aspekte diskutiert und abgewogen:

- Besonderheiten und Gemeinsamkeiten der einzelnen Betriebe in Bezug auf angebaute Kulturen, Fruchtfolgen und Düngung. Beispielsweise ließ die vorhergehende langjährige organische Düngung kaum Düngeeffekte durch die Produkte erwarten. Daraufhin wurde bereits frühzeitig vereinbart, die organische Düngung mit Gülle und Gärprodukten zunächst auszusetzen.
- Auswahl geeigneter Flächen: jeder Landwirt stellte zwei geeignete Flächen zur Verfügung. Herr Käppler verfügte über Flächen mit niedrigem P-Gehalt in Eschelbach, die für die Versuchsgestaltung überaus wertvoll waren.
- Die verschiedenen Düngevarianten wurden diskutiert und entsprechende Düngepläne erstellt.

Insgesamt wurde die praktische Durchführung der Feldarbeiten während der ganzen Projektlaufzeit immer wieder diskutiert und laufend optimiert.



Abbildung 2: Planung der Anbauversuche in der Übersicht (links) und im Detail (rechts)<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Beide Karten sind aus Google Maps, verändert.

## Versuchsdurchführung

Folgende Fruchtfolge inkl. Vorfrüchten und einheitlichen Zwischenfrüchten wurde festgelegt:

Schlag	Vorfrucht		2019/20		2021	Betrieb
1	Körnermais	→	Winterweizen	→	Silomais	M. Neff
2	Körnermais	→	Winterweizen	→	Silomais	M. Neff
3	Raps	→	Winterweizen	→	Winterraps	K. Käßler
4	Zuckerrübe	→	Winterweizen	→	Winterraps	K. Käßler
5	Wintergerste	→	Wintergerste	→	Silomais	K.H. Neff
6	Wintergerste	→	Wintergerste	→	Silomais	K.H. Neff
7	Mais	→	Wintergerste	→	Winterraps	R. Kümmerer
8	Mais	→	Wintergerste	→	Winterraps	R. Kümmerer

Die tatsächlich getesteten Düngevarianten wichen von der ursprünglichen Planung ab, da keine P-Salze in granulierter Form zur Verfügung standen. Für die jeweiligen Kulturen wurden einheitliche Stickstoff-Aufwandmengen festgelegt.

Variante	Düngung durchgeführt	Düngung geplant
V1	Kontrolle (keine Düngung)	Kontrolle
V2	Mineralisch mit Kalkammonsalpeter (KAS)	KAS
V3	Rohgülle (betriebsindividuell)	Rohgülle
V4	Gärprodukt (von T. Karle)	Gärprodukt
V5	KAS	P-Salze
V6	ASL	ASL
V7	ASL	P-Salze & ASL

Die Aussaat, sämtliche Düngemaßnahmen und der Pflanzenschutz erfolgten versuchseinheitlich auf allen acht Schlägen durch Thomas Karle.

Die Ernte der verschiedenen Kulturen erfolgte praxisüblich mit einem Mähdrescher bzw. Maishäcksler. Nach jeder Variante wurde das Erntegut separat gewogen und Proben für die Analyse entnommen. Praktisch bedeutete dies, dass pro Versuchsfläche sieben Mal zur Waage gefahren werden musste.



Abbildung 3: Ernte von Winterweizen bei M. Neff (links) und Wintergerste bei K.-H. Neff (rechts) mit praxisüblicher Technik im Sommer 2021<sup>8</sup>

### **Datenerhebung, Probenahmen & Analysen**

Zu Beginn der Düngesaison wurden auf allen Betrieben Gülleproben genommen und auf physikalisch-chemische Parameter (Trockensubstanz, Wassergehalt) sowie die Hauptnährstoffe (Gesamt-N, Ammonium-N, P, K, Ca, Mg, Na) untersucht. Das Gärprodukt wurde analog beprobt und untersucht.

In den wachsenden Pflanzenbeständen wurden regelmäßig SPAD-Messungen vorgenommen sowie die Bestandshöhe bestimmt. Anhand der SPAD-Daten lassen sich Rückschlüsse auf den N-Versorgungszustand der Bestände ziehen.

Bodenproben wurden zu Beginn der Anbauversuche und dann zweimal pro Jahr jeweils zu Beginn der Vegetationsperiode und nach der Ernte parzellenscharf gezogen und auf  $N_{\min}$ , pflanzenverfügbare Gehalte an P und K sowie auf ihren pH-Wert untersucht.

In allen Pflanzenproben wurden die Gehalte an N, P, K, Ca, C und S bestimmt. Darüber hinaus wurden weitere Inhaltsstoffe bzw. Qualitätsmerkmale in Winterweizen (Fallzahl, Sedimentationswert, Tausendkorngewicht), Wintergerste (Tausendkorngewicht) und Winterraps (Fettsäuren) bestimmt.

Alle Laboranalysen erfolgten mittels Standardmethoden für die jeweiligen Parameter.

### **Auswertung**

Die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgt mit der Software R der Version 4.0.3 und den zugehörigen Statistikpaketen und wird nach Vorliegen aller Analyseergebnisse der Pflanzen- und Bodenproben finalisiert.

### **Wichtigste Ergebnisse und Fazit**

- Konkrete quantitative Ergebnisse werden im Rahmen einer wissenschaftlichen Publikation veröffentlicht und können daher nicht Bestandteil dieses Berichts sein.
- Es zeigte sich, dass die Wirkung von ASL stark von der Witterung abhängig war. Diese Umwelteinflüsse wirken stark auf die Pflanzenverfügbarkeit von ASL als Ammoniumdünger. Die beiden Versuchsjahre waren klimatisch extrem unterschiedlich. Eine abschließende Bewertung würde weitere Versuchsjahre erfordern.

<sup>8</sup> Fotos: B. Müller, UHOH



- Sachgerecht ausgebracht und unter günstigen Witterungsbedingungen könnte ASL mit herkömmlichen Düngestrategien mithalten.
- ASL kann mit vorhandener Agrartechnik ausgebracht werden. Eine praxisorientierte Anwendung ist die Mischung von ASL und Wasser in einem Güllefass und Ausbringung mittels Schleppschuhtechnik. Zur Verringerung gasförmiger Verluste ist eine Ansäuerung der ASL denkbar, wurde jedoch in diesem Projekt nicht realisiert. Auch die Einbringung oder Injektion der Lösung direkt in den Boden könnte atmosphärische Einflüsse minimieren.
- Das P-haltige Ausgangsprodukt der Anlage hat Potential als Dünger und ist granulierbar.
- Die On-Farm Versuche auf acht Ackerschlägen von vier Landwirten erwiesen sich als überaus erfolgreicher Ansatz, auch wenn sie viel Abstimmung und auch Kompromisse erforderten. Es hat sich bewährt, die Versuche nicht nur auf einem Feld oder Betrieb durchzuführen. So konnten maximal aussagekräftige Ergebnisse erzielt werden, die für die praxisorientierte Landwirtschaft in der ganzen Region Hohenlohe von großem Wert sind.

### **Markt- und Logistikprüfung**

Parallel zum Bau der Anlage wurden Analysen zu verfügbaren Güllemengen durchgeführt. Hier wurden die Fragen „Welche Landwirte kommen zusätzlich zur Belieferung der Anlage in Frage?“ und „Welche Mengen können in der Anlage angedient werden und wie verfahren wir mit der Rücknahme der Produkte?“ beantwortet.

Zusätzlich führte die BAG-Hohenlohe-Raiffeisen eG in Zusammenarbeit mit der Universität Hohenheim eine Umfrage durch, die über das Medium BAG-Express, der BAG Webseite sowie einem Rundschreiben des Kreisbauernverbandes Schwäbisch Hall Hohenlohe Rems e. V. bei den Landwirten im Gebiet der BAG-Hohenlohe verbreitet wurde. Hierbei wurden Rinder- und Schweinehalter als potenzielle Nutzer der Anlage befragt.

### **Perspektiven für das Wirtschaftsdüngermanagement in der Region Hohenlohe**

Im Zuge der Gesamtbetrachtung der Ökonomie und Perspektiven der NuTriSep-Anlage am Standort Füßbach/Hohenlohe wurde eine Befragung von landwirtschaftlichen Betrieben mit Fokus auf die Landkreise Hohenlohe und Schwäbisch Hall durchgeführt. Ziel der Umfrage war es, das Wirtschaftsdüngermanagement in der Region im Hinblick auf das Potenzial der Nährstoffaufbereitungsanlage, d. h. Aufnahme und Verkauf der neuen Düngeprodukte zu erfassen. Die Umfrage wurde im Zeitraum September bis November 2021 in Kooperation der Universität Hohenheim und der BAG-Hohenlohe-Raiffeisen mit Unterstützung des lokalen Kreisbauernverbandes umgesetzt. Insgesamt konnten 34 verwertbare ausgefüllte Fragebögen ausgewertet werden. Tabelle 8 gibt einen Überblick über die Zusammensetzung der Stichprobe in Bezug auf betriebsstrukturelle Merkmale. Es haben sich überwiegend konventionell wirtschaftende Haupterwerbsbetriebe und vor allem tierhaltende Betriebe an der Umfrage beteiligt. Etwa zwei Drittel der teilnehmenden Betriebe entfällt auf die Landkreise Hohenlohe und Schwäbisch Hall, welche mit einer durchschnittlichen Betriebsgröße von 89 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) über dem Durchschnitt der Landkreise von etwa 40 ha liegen<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Statistisches Landesamt BW (2021a): Betriebsgrößenstruktur seit 1979. Online verfügbar unter <https://www.statistik-bw.de/Landwirtschaft/Agrarstruktur/05015023.tab?R=LA>, zuletzt geprüft am 24.11.2021.

Im Rahmen der Umfrage wurde außerdem erhoben, welche Gründe aus Sicht der Betriebe künftig für eine Aufbereitung von Wirtschaftsdünger, d. h. Abgabe an die NuTriSep-Anlage sprechen könnten (Abbildung 4). Am deutlichsten zeigt sich die Zustimmung beim Punkt der steigenden Lagerkosten. Mehr als zwei Drittel der Betriebe halten dies zumindest für einen teilweise zutreffenden Faktor. Die rechtlichen Auflagen werden beim Punkt Phosphat tendenziell als stärkerer Faktor gesehen als bei der N-Düngung, wobei sich hier ein relativ stark differenziertes Bild ergibt. So halten 50% der Betriebe steigende rechtliche Auflagen bei der P-Düngung für wenig zutreffend, 38% allerdings für eher zutreffend. Nur etwa 24% der Betriebe sehen einen großen Vorteil hinsichtlich eines besseren Düngemanagements durch die Nährstoffaufbereitung. Mehr als 50% der Betriebe halten dies für eher wenig zutreffend.

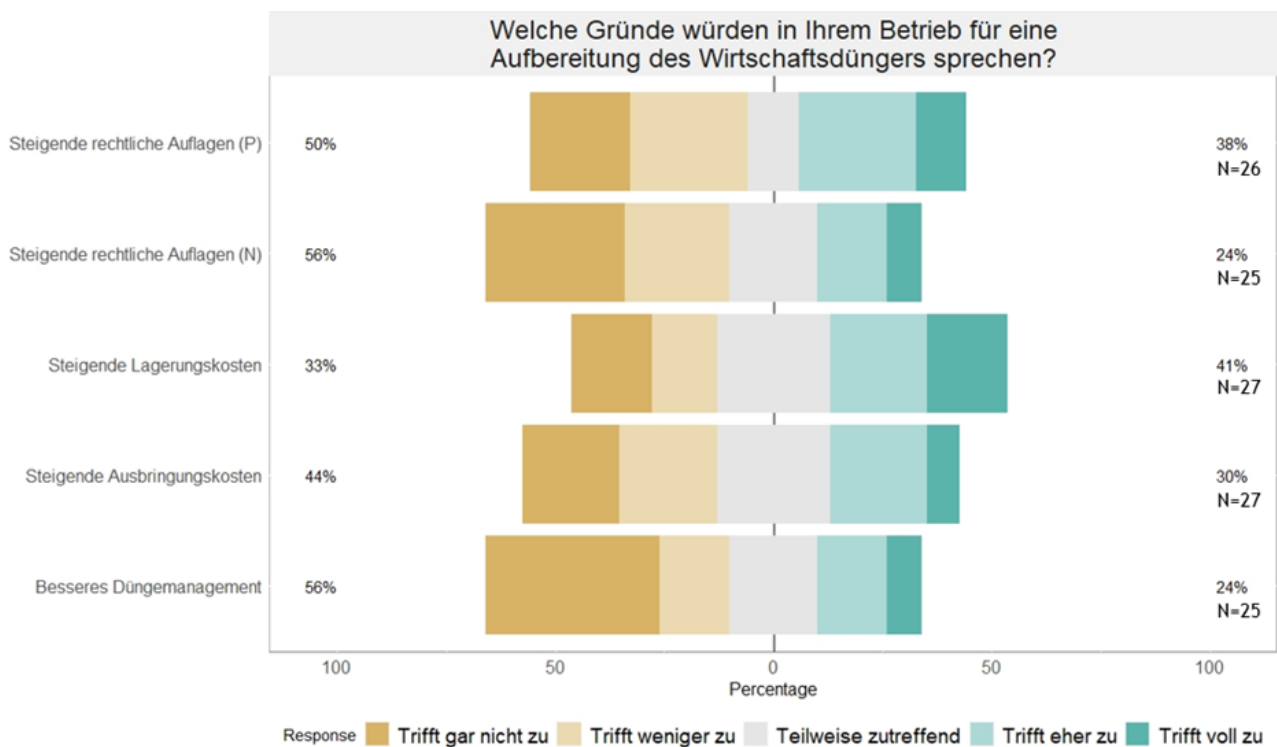


Abbildung 4: Einordnung verschiedener Gründe für die Aufbereitung von Wirtschaftsdünger durch die teilnehmenden Betriebe in der Umfrage

Obwohl die Befragung in keinem Fall als repräsentativ angesehen werden kann, so sind die Ergebnisse doch in hohem Maße informativ. Insgesamt zeigt die Befragung, dass durchaus ein Interesse an der Abgabe von Wirtschaftsdüngern an die Anlage sowie dem Bezug der Produkte aus der Anlage besteht. Allerdings wird ebenfalls deutlich, dass auch ein nicht unerheblicher Anteil von Betrieben den anfallenden Wirtschaftsdünger komplett im eigenen Betrieb verwerten kann. Dennoch werden etwa 20% der anfallenden Gülle in Bezug auf die Stichprobe überbetrieblich verwertet, beim Festmist liegt der Anteil mit knapp 40% fast doppelt so hoch. Fast die Hälfte der tierhaltenden Betriebe kann sich eine Abgabe von Wirtschaftsdünger in einem durchschnittlichen Größenverhältnis von knapp 40% der anfallenden Menge an die Anlage vorstellen. In diesem Zusammenhang muss allerdings erwähnt werden, dass die überbetriebliche Abgabe von Wirtschaftsdünger häufig kostenfrei und in einem engen räumlichen Umfeld von im Mittel etwa 5 km stattfindet. Jedoch erfolgt die Abgabe zumindest auch teilweise kostenpflichtig, was häufig im Zusammenhang mit Festmist genannt wurde. Ein Verkauf spielt vor allem bei Festmist von Geflügel eine Rolle, der somit vermutlich wenig Potenzial für die Nährstoffaufbereitungsanlage bietet.

## Fazit der Umfrage

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass eine Ablieferung und Aufbereitung von 100% der anfallenden Wirtschaftsdünger aus Sicht der Betriebe derzeit nicht in Frage kommen. Somit kämen vor allem die Überschüsse in Frage, welche im eigenen Betrieb nicht verwertet werden können und darunter vor allem jene, welche kostenpflichtig verbracht werden müssen. Unterstellt man bei der kostenpflichtigen Abgabe lediglich die Ausbringungskosten, können Kosten zwischen 5,00 und 6,00 € je m<sup>3</sup> durchaus angesetzt werden. Bei Entfernungen von etwa 10 km können diese auch bei Festmist in einer Größenordnung von etwa 5,00 € je m<sup>3</sup> angesetzt werden. Bei einer Abholung des Wirtschaftsdüngers bei den jeweiligen Betrieben, könnte dies der maßgeblichen Zahlungsbereitschaft entsprechen.

## Wirtschaftlichkeitsprüfung

### Analyse des landwirtschaftlichen Güllemanagements

Insbesondere in Regionen mit hoher Viehdichte stellt das Güllemanagement im Einklang mit der Düngeverordnung (DüV) eine zunehmende Herausforderung dar, wodurch sich die Notwendigkeit einer überregionalen Verbringung und Verwertung von Gülle ergibt. Zur Reduktion der Transportkosten können daher entsprechende Aufbereitungsanlagen für Gülle- bzw. Gärprodukte einen wesentlichen Beitrag leisten<sup>10</sup>. Abbildung 5 gibt zunächst einen Überblick über die verschiedenen Optionen des betrieblichen Güllemanagements unter Berücksichtigung der Nährstoffaufbereitung als neue Option.

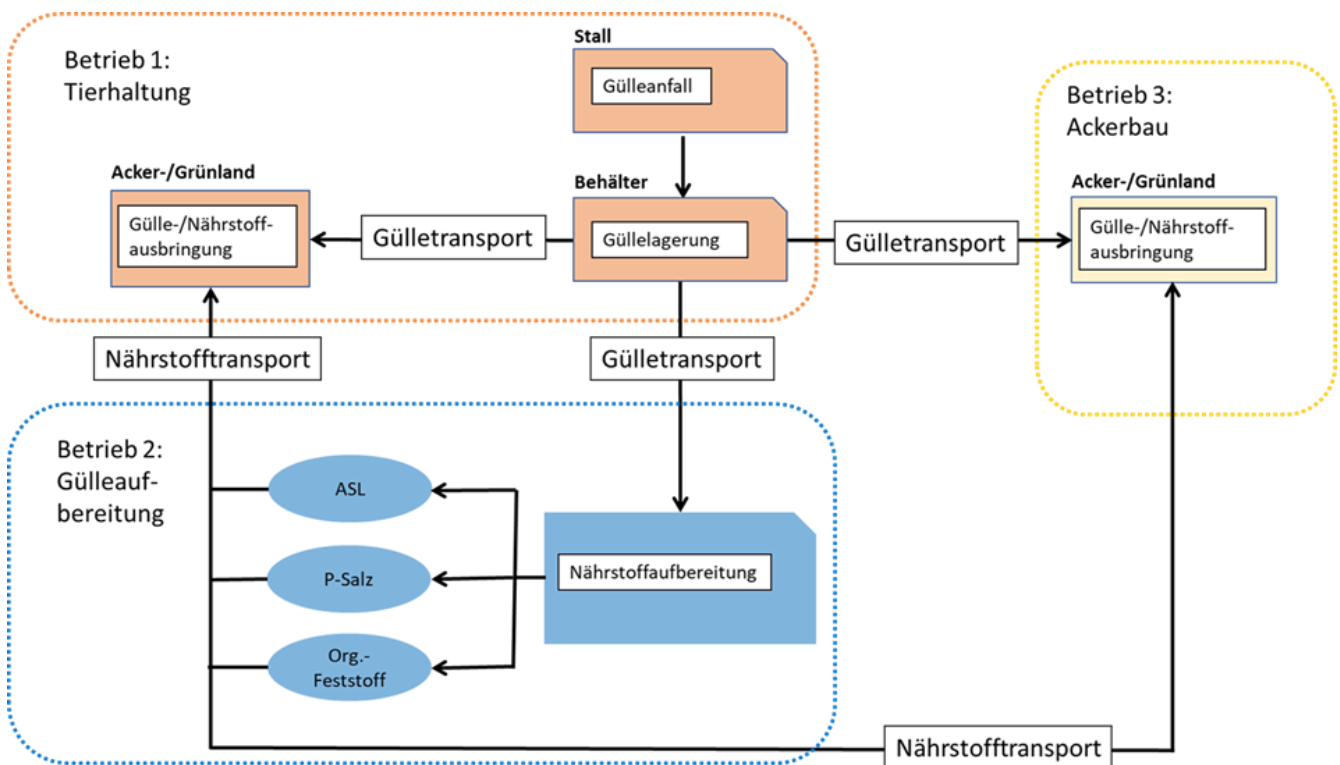


Abbildung 5: Überblick über das betriebliche Güllemanagement

<sup>10</sup> Roth, Ursula; Wulf, Sebastian; Fechter, Maximilian; Herbes, Carsten; Dahlin, Johannes (2021): Gärrestaufbereitung als Beitrag zur Nährstoffentfrachtung von Überschussregionen – Kosten und Treibhausgasemissionen. LANDTECHNIK, Bd. 76 Nr. 2 (2021). DOI: 10.15150/lt.2021.3266.

Die in der Tierhaltung anfallende Gülle muss zunächst im Betrieb gelagert werden. Die Anforderungen an die Lagerung von Gülle sind dabei in § 12 DüV näher definiert. Generell muss das Fassungsvermögen der Güllebehälter so groß gewählt sein, dass die während des Zeitraums des gesetzlichen Ausbringungsverbots anfallende Menge aufgenommen werden kann (§ 12 Abs. 1 DüV). Beispielsweise ist nach § 6 Abs. 8 DüV die Ausbringung von Düngemitteln mit wesentlichem Gehalt an Stickstoff im Zeitraum zwischen der Ernte der letzten Hauptfrucht bis zum 31. Januar des Folgejahres nicht gestattet. Gemäß § 12 Abs. 2 DüV muss der Lagerraum jedoch unabhängig davon eine Kapazität für die in einem Zeitraum von sechs Monaten anfallende Menge an flüssigem Wirtschaftsdünger aufweisen. Betriebe mit einer Viehdichte von mehr als drei Großvieheinheiten je ha landwirtschaftlich genutzter Fläche bzw. Betriebe ohne eigene Ausbringungsflächen müssen davon abweichend eine Lagerkapazität für neun Monate vorweisen (§ 12 Abs. 3 DüV). Zur Ermittlung der Lagerkapazität ist der Dunganfall je Stallplatz nach Anlage 9 Tabelle 1 DüV heranzuziehen (§ 12 Abs. 2 DüV). Alternativ zu den genannten Regelungen kann ein Betrieb mittels schriftlicher vertraglicher Vereinbarungen jedoch auf eigene Lagerkapazitäten für flüssige Wirtschaftsdünger verzichten (§ 12 Abs. 5 DüV). In diesem Fall muss eine ordnungsgemäße überbetriebliche Lagerung bzw. Verwertung gewährleistet sein. Diese Ausnahmeregelung würde z. B. auch Optionen hinsichtlich der Abgabe von Gülle in eine Nährstoffaufbereitungsanlage eröffnen.

Prinzipiell stehen einem landwirtschaftlichen Betrieb hinsichtlich der Verwertung der anfallenden Gülle in der Regel zwei Optionen zur Verfügung. Verfügt der Betrieb über eigene Ausbringungsflächen, so kann die Gülle im Rahmen des Pflanzenbaus zur Düngung eingesetzt werden. Jedoch stellt die DüV zahlreiche Anforderungen hinsichtlich der Anwendung von organischen Düngemitteln. So muss z. B. die betriebliche Obergrenze von 170 kg Stickstoff (N) je ha nach § 6 Abs. 4 DüV beachtet werden. Generell ist die Düngung auf den voraussichtlichen Nährstoffbedarf der Kulturen abzustimmen (§ 3 Abs. 1 DüV). Durch die Nährstoffverhältnisse in der Gülle, d. h. Stickstoff und Phosphat, können dadurch Herausforderungen im Düngemanagement auftreten.

Die Verhältnisse von Stickstoff zu Phosphor liegen damit üblicherweise in einer Größenordnung zwischen etwa 1,8 und 2,2. Zur Einordnung dieser Zahlen zeigt Tabelle 1 die Nährstoffgehalte ausgewählter Ackerkulturen.

Tabelle 1: Übersicht über die Nährstoffgehalte in den Ernteprodukten ausgewählter landwirtschaftlicher Kulturarten nach Anlage 7 DüV

Kultur	kg je dt FM (Frischmasse)		Verhältnis von N zu P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	Stickstoff (gesamt)	Phosphor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	
Weizen (Stroh + Korn)	2,51	1,04	2,4
Wintergerste (Stroh + Korn)	2,14	1,01	2,1
Rotklee	0,65	0,13	5,0
Silomais	0,38	0,16	2,4
Raps	4,54	2,48	1,8

Beim Vergleich der typischen N/P-Verhältnisse in der Gülle und dem N/P-Nährstoffverhältnis ausgewählter Ackerkulturen wird deutlich, dass das N/P-Verhältnis in der Gülle in vielen Fällen ungünstig im Hinblick auf den Bedarf der Pflanzen ist. Eine volle Deckung des N-Bedarfs der Kulturen über die Gülle würde deshalb entsprechende Überschüsse bei der Phosphatdüngung induzieren, was gemäß der DüV nicht zulässig ist. Könnte ein Tierhaltungsbetrieb zwar im Sinne der N-Bilanz die gesamte Menge an flüssigem Wirtschafts-

dünger im Pflanzenbau einsetzen, so ergeben sich jedoch häufig Limitationen aufgrund der Nährstoffzusammensetzung in der Gülle. Dies kann dazu führen, dass ein Betrieb bei gleichzeitigem Zukauf an Mineraldünger den flüssigen Wirtschaftsdünger an andere Betriebe abgeben muss.

Neben der Gülleverwertung im eigenen Betrieb stellt die Abgabe der Gülle an andere Betriebe daher eine weitere Alternative dar. In diesem Fall ist vor allem die Transportdistanz zwischen den Betrieben entscheidend. Die Nährstoffaufbereitungsanlage stellt nun eine neue Option hinsichtlich des Güllemanagements dar. Die gewonnenen mineralischen Düngeprodukte aus der Nährstoffaufbereitungsanlage können nun entweder vom gülleanliefernden Betrieb bzw. z. B. von einem viehlosen Ackerbaubetrieb erworben werden.

Generell ist jede Option des Güllemanagements mit spezifischen Kosten verbunden, z. B. die Lagerung der Gülle, Transport und Ausbringung im eigenen Betrieb, die überregionale Verbringung oder die Kosten für die Abgabe an die Nährstoffaufbereitungsanlage. Die Kosten, die bisher im betrieblichen Güllemanagement entstehen, können daher als Vergleichswerte für die potenzielle Zahlungsbereitschaft für die Abgabe der Gülle an die Nährstoffaufbereitungsanlage herangezogen werden. Nachfolgend sind einzelne Kostenpositionen des betrieblichen Güllemanagements näher erläutert.

Die Kosten für die Güllelageung variieren deutlich in Abhängigkeit der Lagerkapazität und müssen daher betriebsindividuell betrachtet werden. Im Durchschnitt können jedoch bei einer unterstellten Nutzungsdauer von 25 Jahren und einem Kalkulationszinssatz von 4% jährliche Kosten von etwa 3,40 € je m<sup>3</sup> Gülle angenommen werden, d. h. sie werden in den meisten Fällen in einer Größenordnung zwischen 3,00 € und 4,00 € liegen<sup>11</sup>.

Die Kosten für die Gülleausbringung variieren je nach unterstelltem Lohnansatz zwischen etwa 2,00 und maximal 7,00 € je m<sup>3</sup> in Abhängigkeit des Verfahrens und der Hof-Feld-Entfernung<sup>12,13</sup>. Unabhängig von der Hof-Feld-Entfernung unterscheiden sich die Kosten der einzelnen Verfahren, wobei eine breitflächige Ausbringung der Gülle die kostengünstigste Alternative darstellt. Die Verfahren mit dem Einsatz von Schleppschläuchen bzw. Schleppschuhen liegen hinsichtlich der Kosten nur unwesentlich auseinander. Der Einsatz eines Verfahrens mit Streifengrubber bringt in diesem Fall die größten Kosten mit sich. Bei einer mittleren Hof-Feld-Entfernung von 10 km liegen die Kosten der Gülleausbringung zwischen etwa 3,00 und 6,00 € je m<sup>3</sup>. Aus rechtlicher Sicht wird die kostengünstigste breitflächige Ausbringung von Gülle zunehmend eingeschränkt. Auf bestelltem Ackerland ist dies seit dem 1. Februar 2020 nicht mehr zulässig und auch auf Grünland wird dies ab dem 1. Februar 2025 nicht mehr erlaubt sein (§ 6 Abs. 3 DüV). Eine Ausbringung auf unbestellter Ackerfläche ist zwar noch möglich, ab dem 1. Februar 2025 allerdings nur noch in Verbindung mit der direkten Einarbeitung innerhalb von einer Stunde (§ 6 Abs. 1 DüV). Zunehmende Anforderungen der DüV in Verbindung mit dem Wegfall einer breitflächigen Gülleausbringung können daher eine Kostensteigerung in Höhe von etwa 1,50 bis 2,00 € je m<sup>3</sup> bedingen.

---

<sup>11</sup> KTBL (2021b): Wirtschaftsdünger-Rechner. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL). Online verfügbar unter <https://www.ktbl.de/webanwendungen/wirtschaftsduenger-rechner>, zuletzt geprüft am 12.08.2021.

<sup>12</sup> KTBL (Hg.) (2018): Faustzahlen für die Landwirtschaft. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. 15. Auflage.

<sup>13</sup> KTBL (2021a): Verfahrensrechner Pflanze. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL). Online verfügbar unter <https://www.ktbl.de/webanwendungen/verfahrensrechner-pflanze>, zuletzt geprüft am 12.08.2021.

Für eine überregionale Verbringung der Gülle über 100 km können etwa 16,00 € je m<sup>3</sup> veranschlagt werden. In den Veredlungsregionen im Nord-Westen Deutschlands sind Kosten in dieser Größenordnung durchaus realistisch<sup>14</sup>. Dementgegen liegen die Kosten für die Gülleabgabe in den Niederlanden bei etwa zwischen 21,00 und 25,00 € je m<sup>3</sup> nochmals deutlich höher als in Deutschland<sup>15,16</sup>. Die regionale Verbringung von Gülle in einem Umkreis von 25 km kann zudem bereits Kosten in Höhe von 4,00 € je m<sup>3</sup> verursachen<sup>17,18</sup>.

Generell kann festgehalten werden, dass die Kosten für die Lagerung, Ausbringung und Transport flüssiger Wirtschaftsdünger wie Gülle betriebsindividuell stark variieren können. Die alleinige Lagerung und Ausbringung kann durchaus Kosten in Höhe von bis zu 9,00 € je m<sup>3</sup> verursachen, wobei steigende rechtliche Anforderungen Kostensteigerungen in Zukunft zu erwarten sind. Die Heranziehung der Kosten des Güllemanagements als Vergleichskosten für die Aufbereitung der Gülle in der Nährstoffaufgabe kann daher nur sehr eingeschränkt in pauschaler Weise erfolgen. Hinsichtlich der Lagerung der Gülle stellt sich vor allem die Frage, inwiefern künftig eine Erhöhung der Lagerkapazität aus gesetzlichen Gründen erforderlich sein könnte. Prinzipiell kann davon ausgegangen werden, dass ein Betrieb in der Regel zumindest über eine Lagerkapazität für sechs Monate verfügt. Vor diesem Hintergrund stellen die Güllelager zumindest teilweise versunkene Kosten dar. Außerdem muss beachtet werden, dass die Tierhaltung gerade im Landkreis Hohenlohe generell eher rückläufig ist. Zwischen dem Jahr 2016 und 2020 hat der Bestand in Großvieheinheiten um 5% abgenommen<sup>19</sup> und möglicherweise könnten auch die dadurch zunächst frei gewordenen Lagerkapazitäten künftig dennoch weiter genutzt werden.

Bei der Bewertung der Kosten des Güllemanagements im Kontext der Nährstoffaufbereitung muss zudem zwischen einem Betrieb mit Nährstoffüberschuss und ohne Nährstoffüberschuss differenziert werden. Im ersten Fall müsste die überschüssige Gülle praktisch „entsorgt“ werden, wobei die oben beschriebenen Verbringungskosten von z. B. 16 € je m<sup>3</sup> (Hartung 2019) anzusetzen wären<sup>20</sup>. Alternativ könnte die Gülle auch auf regionaler Ebene z. B. an andere Ackerbaubetriebe kostenpflichtig oder kostenfrei abgegeben werden. In diesem Fall könnten die Ausbringungskosten allerdings dennoch anfallen. Allerdings könnten sich für einen Betrieb ohne Nährstoffüberschüsse dennoch Vorteile im Zuge einer Gülleaufbereitung

---

<sup>14</sup> Schnippe, F.; Beverborg, R.; Niehoff, A.-L. (2018): Teure Gülleabgabe - was tun? Hg. v. SUS. Online verfügbar unter <https://www.susononline.de/heftarchiv/betriebsleitung/teure-guelleabgabe-was-tun-9390688.html>, zuletzt geprüft am 24.09.2021.

<sup>15</sup> Fritz, A. (2016): Abgabe von Schweinegülle so teuer wie nie. Hg. v. Agrarheute. Online verfügbar unter <https://www.agrarheute.com/tier/abgabe-schweineguelle-so-teuer-nie-519453>, zuletzt geprüft am 24.09.2021.

<sup>16</sup> Flerlage, J. (2016): Kumac Aufbereitung reduziert Güllevolumen auf die Hälfte. Niederländische Gemeinschaft bündigt erfolgreich Gülleanfall. In: 8760 Das Magazin für modernes Biogasmanagement. 19. Ausgabe. Hg. v. WELTEC BIOPOWER GmbH. Online verfügbar unter [https://www.weltec-biopower.de/fileadmin/user\\_upload/weltec/08\\_Infocenter/Kundenmagazin\\_8760/Kundenmagazin\\_8760\\_Nr.\\_19\\_Nov\\_2016.pdf](https://www.weltec-biopower.de/fileadmin/user_upload/weltec/08_Infocenter/Kundenmagazin_8760/Kundenmagazin_8760_Nr._19_Nov_2016.pdf), zuletzt geprüft am 24.11.2021.

<sup>17</sup> KTBL (2021b): Wirtschaftsdünger-Rechner. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL). Online verfügbar unter <https://www.ktbl.de/webanwendungen/wirtschaftsduenger-rechner>, zuletzt geprüft am 12.08.2021

<sup>18</sup> KTBL (Hg.) (2018): Faustzahlen für die Landwirtschaft. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. 15. Auflage.

<sup>19</sup> Statistisches Landesamt BW (2021c): Viehwirtschaft - Betriebe und Tiere seit 1979 nach Tierarten. Online verfügbar unter <https://www.statistik-bw.de/Landwirtschaft/Viehwirtschaft/0503504x.tab?R=KR126>, zuletzt geprüft am 12.08.2021.

<sup>20</sup> Hartung, M. (2019): Technische und betriebswirtschaftliche Bestandsaufnahme von Verwertungsmöglichkeiten von Wirtschaftsdüngern anhand eines vergleichenden praktischen Beispiels. Masterarbeit am Fachgebiet Landwirtschaftliche Betriebslehre der Universität Hohenheim.

ergeben. In diesem Fall sind die Ausbringungskosten der Gülle mit den Ausbringungskosten für die mineralischen Düngemittel aus der Aufbereitungsanlage zu vergleichen. Ein Mehrwert kann sich dabei vor allem auch durch die erhöhte Flexibilität und gezieltere Applikation der Einzel Nährstoffe ergeben. Große Teile des Landkreises Hohenlohe befinden sich in der Gebietskulisse der Phosphat-Gebiete nach § 2 Absatz 3 VODüV Gebiete (Verordnung der Landesregierung zu Anforderungen an die Düngung in bestimmten Gebieten zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen), sodass gerade Phosphatüberschüsse eine große Bedeutung haben. Betriebe ohne Nährstoffüberschüsse bei Stickstoff müssten demnach dennoch ein Teil der Gülle abgeben, um die zulässige Phosphatzufuhr nicht zu übersteigen. Auch bei partiellem Nährstoffüberschuss können sich daher Vorteile durch die Nährstoffaufbereitung ergeben.

### Analyse der Kosten und potenziellen Erlöse aus der Nährstoffaufbereitungsanlage

Abbildung 6 zeigt schematisch die Einordnung der Nährstoffaufbereitungsanlage im Kontext des Nährstoffmanagements. Auf Basis von Gülle erfolgt eine energetische Nutzung innerhalb der Biogasanlage, gefolgt von der Aufbereitung der entsprechenden Gärprodukte in der NuTriSep-Anlage. Ammoniumsulfatlösung (ASL), Phosphatsalz und ein organischer Feststoff stellen dabei die wesentlichen Produkte der Anlage dar. Im Zuge der Aufbereitung der Gärprodukte bzw. Gülle werden Natronlauge, Schwefelsäure, Kalkmilch, Entschäumer, Strom und Wärme als Inputfaktoren benötigt. Die Produkte der Anlage können nun als mineralische Düngemittel bzw. Torfersatzprodukte am Markt abgesetzt werden.

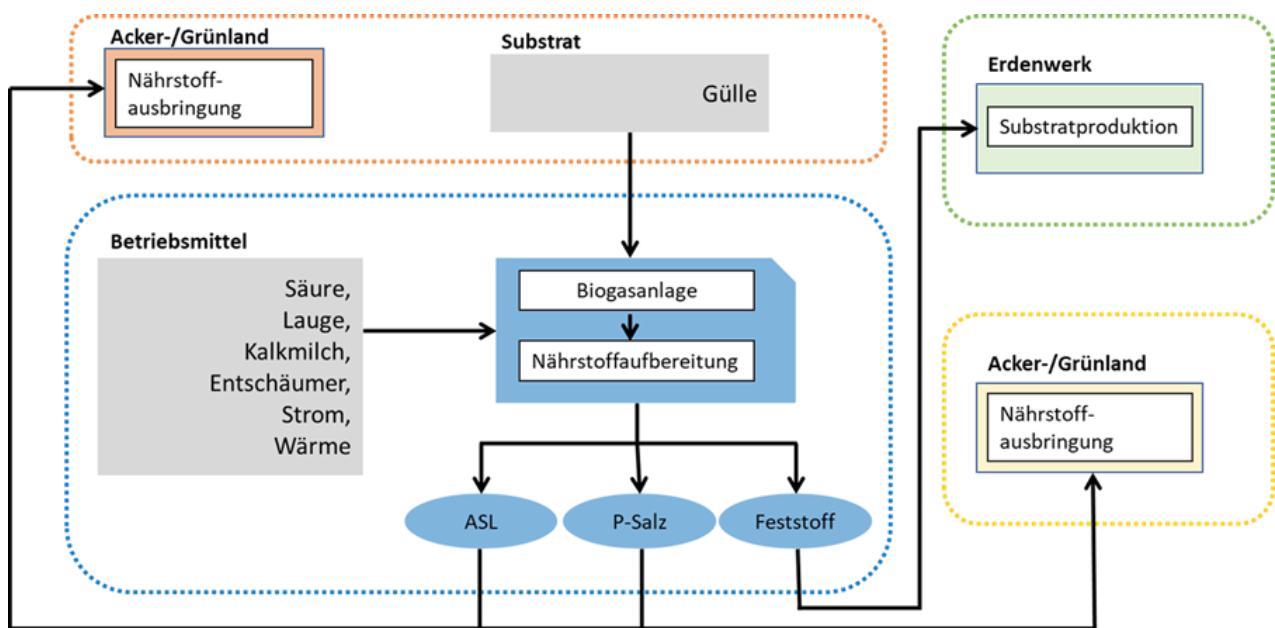


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Nährstoffaufbereitungsanlage im Kontext der Nährstoffflüsse

### Analyse der variablen Kosten der Anlage

Die Analyse der variablen Kosten der Nährstoffaufbereitung erfolgt auf Basis eines dreitägigen Testlaufs in der Woche vom 14.06 bis 17.06.2021. Innerhalb dieses Zeitraums wurden in der Anlage 83 m<sup>3</sup> Gärprodukte behandelt und der Verbrauch an eingehenden Betriebsmitteln sowie die Menge der einzelnen Produkte der Anlage dokumentiert. In Tabelle 2 sind die im Zeitraum aufgewendeten Betriebsmittel dargestellt.

Tabelle 2: Übersicht über den Betriebsmitteleinsatz für die Nährstoffaufbereitung sowie Faktorpreise gemäß Angaben des Anlagenbetreibers

Betriebsmittel	Gesamtmenge	Menge je m <sup>3</sup> Gärprodukt	Preis je Mengeneinheit
Schwefelsäure (96%)	1215 l	14,6 l	109,00 € je t
Entschäumer	31 l	0,4	1.900,00 € je t
Natronlauge (50%)	710 l	8,6 l	338,00 € je t
Kalkmilch (20%)	184 l	2,2 l	260,00 € je t
Strom	2862 kWh	34,5 kWh	0,17 € je kWh
Wärme	1500 kWh	18,1 kWh	0,03 € je kWh

Im Durchschnitt liegen die variablen Kosten der Nährstoffaufbereitung bei etwa 12,24 € je m<sup>3</sup> Gärprodukt. In Bezug auf eine Änderung der jeweiligen Bezugspreise für die eingehenden Betriebsmittel besteht die größte Sensitivität bei Strom und Natronlauge. Die eingesetzten Mengen an Kalkmilch, Entschäumer oder Wärme haben hingegen nur einen geringen Einfluss auf die Summe der variablen Kosten (Abbildung 7). Insgesamt zeigt sich eine Preisspanne zwischen etwa 6,00 und 17,00 € je m<sup>3</sup> im hier dargestellten Änderungsbereich der Inputpreise zwischen +50 und -50% in Bezug auf Tabelle 2.

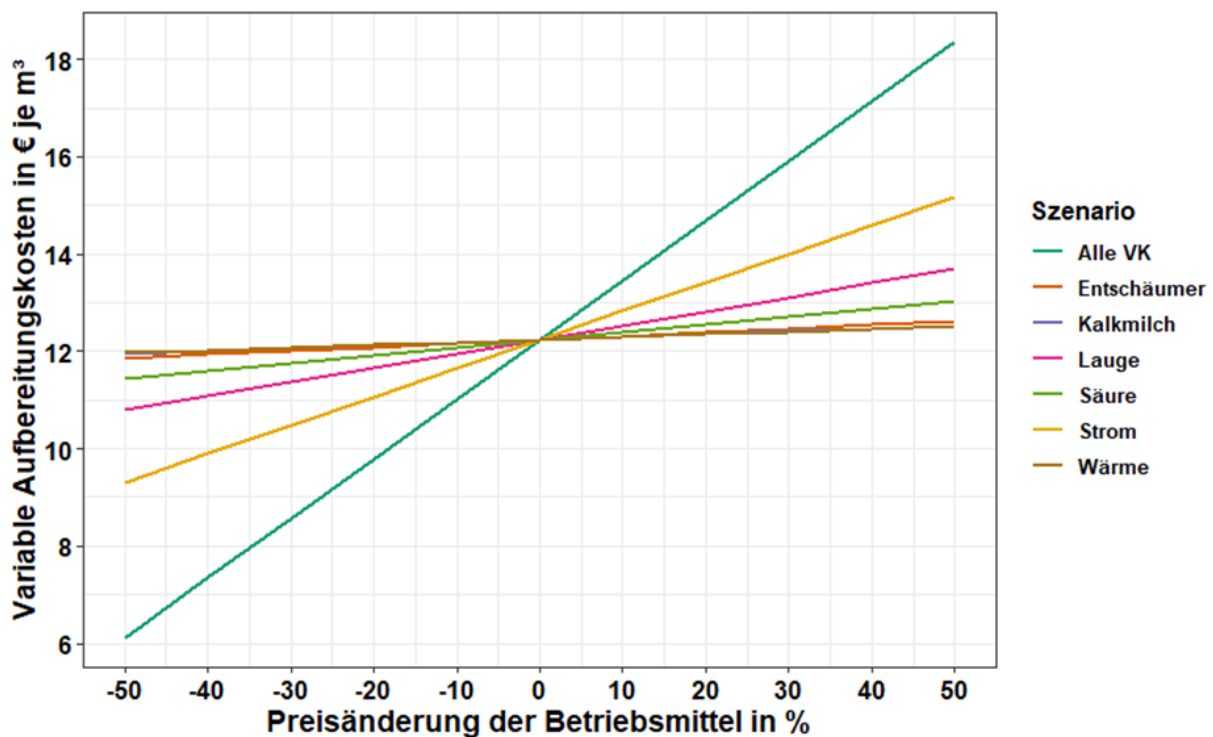


Abbildung 7: Darstellung der variablen Kosten der Nährstoffaufbereitung sowie Sensitivität hinsichtlich Preisänderungen bei einzelnen Betriebsmitteln.

### Fixkosten der Anlage

Tabelle 3 zeigt die relevanten Fixkostenpositionen der NuTriSep-Anlage, welche in Abstimmung mit dem Hersteller und Betreiber der Anlage definiert wurden. So betragen die Investitionskosten etwa 1,5 Mio. €, die jährlichen Kosten für die Instandhaltung etwa 30.000 € sowie die jährliche Versicherungskosten ca. 20.000 €. Hinsichtlich der Kosten für Personal wurde angenommen, dass die Anlage 0,5 Vollzeitarbeits-



kräfte bindet, d. h. daraus Kosten in einer Höhe von etwa 30.000 € pro Jahr anfallen. Bei den genannten Summen handelt es sich um Beträge, die aus heutiger Sicht realistisch erscheinen, obgleich eine genaue Aussage erst nach mehrjähriger Laufzeit der Anlage möglich ist. Dies betrifft z. B. die Instandhaltungskosten in Verbindung mit der Lebensdauer der verwendeten Membranen etc.

Tabelle 3: Fixkosten der Anlage basierend auf ersten Erfahrungen des Herstellers und Anlagenbetreibers

Kostenposition	Betrag
Investitionskosten	1.500.000 €
Instandhaltung, Wartung	30.000 € je Jahr
Versicherungskosten	20.000 € je Jahr
Personalkosten	30.000 € je Jahr

Aus derzeitiger Sicht kann zudem eine Nutzungsdauer von 10 Jahren unterstellt werden sowie eine jährliche Verarbeitungskapazität der Anlage von 70.000 m<sup>3</sup> Gülle bzw. Gärprodukt. Um die Unsicherheit in den genannten Zahlen hinsichtlich der jährlichen Fixkosten darzustellen, sind in Tabelle 7 die Auswirkungen einer veränderten Nutzungsdauer bzw. variierenden Auslastung der Anlage dargestellt. Bei der bisher angestrebten Auslastung der Anlage von 70.000 m<sup>3</sup> Gärprodukt pro Jahr variieren die Fixkosten zwischen 2,10 € je m<sup>3</sup> bei einer Nutzungsdauer von 30 Jahren und 3,53 € je m<sup>3</sup> bei einer Nutzungsdauer von 10 Jahren.

Tabelle 4: Darstellung der Fixkosten der Anlage unter Berücksichtigung der bisherigen Annahmen in Abhängigkeit der Nutzungsdauer und der jährlichen Verarbeitungsmenge

Nutzungsdauer in Jahren	Kosten in € je m <sup>3</sup> Gärprodukt bei einer jährlichen Verarbeitungsmenge der Anlage in 1.000 m <sup>3</sup> Gärprodukt				
	40	50	60	70	80
10	6,17	4,94	4,12	3,53	3,09
15	4,92	3,93	3,28	2,81	2,46
20	4,29	3,43	2,86	2,45	2,15
25	3,92	3,14	2,61	2,24	1,96
30	3,67	2,94	2,45	2,10	1,84

Zusammenfassend sind in Tabelle 5 die variablen Kosten sowie Fixkosten der Anlage nach einem mittleren Schätzwert dargestellt. Aus heutiger Sicht kann von Kosten in Höhe von etwa 16,00 € je m<sup>3</sup> Gülle bzw. Gärprodukt ausgegangen werden, welche durch die Verarbeitung in der Nährstoffaufbereitungsanlage entstehen.

Tabelle 5: Variable Kosten sowie Fixkosten der Anlage auf Basis bisheriger mittlerer Annahmen über die Kostenpositionen

Kostenart	Kosten in € je m <sup>3</sup> Gärprodukt
Variable Kosten (Mittel)	12,24
Fixkosten der Anlage (10 Jahre Nutzungsdauer)	3,53
<b>Summe</b>	<b>15,77</b>

**Erlöse aus dem Verkauf der Produkte**

Zur Bewertung der Produkte aus der Anlage wurden diese nach dem Marktwert der jeweils enthaltenen Reinnährstoffpreise bewertet. Entsprechend dem Vergleich ähnlicher am Markt verfügbarer Düngersprodukte wurde für das P-Salz ein Preis von 0,90 € je kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> angesetzt<sup>21,22</sup>. Dieser Preis bezieht sich auf den potenziellen Verkaufserlös inklusive Anlieferung zum Kunden bzw. zum Ackerschlag.

Für die Ammoniumsulfatlösung (ASL) liegen Vergleichspreise seitens der BAG-Hohenlohe-Raiffeisen für den Landkreis Hohenlohe<sup>23</sup> sowie der Landwirtschaftskammer Niedersachsen<sup>24</sup> vor. Analog zur Vorgehensweise beim Phosphor wird darauf aufbauend je kg Stickstoff ein potenzieller Markterlös von 0,60 € angenommen, der jedoch ebenfalls die Anlieferung zum Kunden beinhaltet.

Der organische Feststoff als Produkt aus dem Prozess der Nährstoffaufbereitung kann als Torfersatzprodukt abgesetzt werden und wird derzeit nach Auskunft des Anlagenbetreibers zu einem Preis von 10 € je t frei Hof veräußert. Zusammenfassend ergeben sich zunächst potenzielle Verkaufserlöse aus den Produkten der Anlage in Höhe von 5,24 € je m<sup>3</sup> Gülle bzw. Gärprodukt (Tabelle 6).

Tabelle 6: Übersicht über die potenziellen Erlöse aus dem Verkauf der Düngeprodukte

<b>Produkt</b>	<b>Menge je m<sup>3</sup> Gärprodukt</b>	<b>Nährstoffgehalt</b>	<b>Wert in € je m<sup>3</sup> Gärprodukt</b>
ASL (frei Kunde)	22 l	10 Vol.-% N, 8 Vol.-% SO <sub>4</sub>	1,32
P-Salz (frei Kunde)	12 kg	23% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,48
Feststoff (ab Hof)	144 kg		1,44
Summe Erlös			5,24

Im Gegensatz zu den mittleren Erwartungswerte der Verkaufserlöse in Tabelle 6, zeigt Tabelle 7, wie sich die Erlöse in Abhängigkeit der Veränderung der Reinnährstoffpreise bzw. Preise für das Torfersatzprodukt ändern würden. Gerade Preissteigerungen beim Torfersatzprodukt können in Verbindung mit einer gleichzeitigen Steigerung des Preises für Phosphor zu Erlösen in einer Größenordnung zwischen 7,00 bis 8,00 € je m<sup>3</sup> Gülle bzw. Gärprodukt führen. In Bezug auf das Torfersatzprodukt sind nach Auskunft des Anlagenbetreibers kurzfristig auch Erlöse in Höhe von 20 € je t bzw. auch 30 € je t je nach Qualität des organischen Feststoffs denkbar. Somit zeigt sich die potenzielle erhebliche Bedeutung des organischen Feststoffes als Torfersatz für die Wirtschaftlichkeit der Anlage, kann dieser Punkt doch durchaus mehr als 50% der gesamten Produkterlöse ausmachen.

<sup>21</sup> KTBL (2020): Betriebsplanung Landwirtschaft 2020/21. 1. Auflage. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft.

<sup>22</sup> LEL (2021): Kalkulationsdaten Landwirtschaft. Marktfrüchte. Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume (LEL). Online verfügbar unter <https://lel.landwirtschaft-bw.de/pb/Lde/Startseite/Unsere+Themen/Pflanzenbau>, zuletzt geprüft am 01.10.2021.

<sup>23</sup> Hannes Zipfel (2021): Bezugspreise von ASL über die BAG-Hohenlohe-Raiffeisen. Schwäbisch Hall, 30.09.2021. E-Mail an Christian Sponagel.

<sup>24</sup> LWK (2021): 2. Infobrief zum Einsatz aufbereiteter organischer Dünger in der Ackerbauregion. Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Online verfügbar unter <https://bit.ly/3D3PvCQ>, zuletzt geprüft am 01.10.2021.

Tabelle 7: Sensitivität der potenziellen Markterlöse aus den Produkten der Nährstoffaufbereitungsanlage in Abhängigkeit von Preisänderungen bei den einzelnen Produkten

Preisänderung beim Feststoff von	Gesamterlös je m <sup>3</sup> verarbeitetem Gärprodukt bei Preisveränderung bei							
	ASL von				P-Salz			
	0%	-25%	+25%	+50%	0%	-25%	+25%	+50%
0%	5,24	4,91	5,57	5,90	5,24	4,62	5,87	6,49
-25%	4,88	4,55	5,21	5,54	4,88	4,26	5,51	6,13
+25%	5,60	5,27	5,93	6,26	5,60	4,98	6,23	6,85
+50%	5,96	5,63	6,29	6,62	5,96	5,34	6,59	7,21
+100%	6,68	6,35	7,01	7,34	6,68	6,06	7,31	7,93

Bei maximalen Produkterlösen von etwa 8,00 € je m<sup>3</sup> Gülle bzw. Gärprodukt zeigt sich somit bei Unterstellung mittlerer variabler sowie fixer Kosten nach Tabelle 8 dennoch eine Zielkostenlücke von ebenfalls etwa 8,00 €, sodass ca. 50% der durch die Nährstoffaufbereitung entstehenden Kosten direkt aus den Verkaufserlösen gedeckt werden könnten.

Bei der Interpretation der Kosten und potenziellen Erlösen sind jedoch einige Faktoren zu berücksichtigen. So liegt das P-Salz derzeit in einer Form vor, welche nicht direkt mit z. B. handelsüblichen Düngerstreuern ausgebracht werden kann. Daher wäre prinzipiell ein weitere Verarbeitungsschritt notwendig, der mit entsprechenden Kosten verbunden sein kann. Nach einer Befragung der Landwirtschaftskammer Niedersachsen unter Landwirtinnen und Landwirten zum Einsatz von aufbereiteten Wirtschaftsdüngern im Ackerbau lässt sich festhalten, dass es für die Anwendung neuer Düngeprodukte durchaus von erheblicher Bedeutung ist, ob diese mit bereits vorhandener Technik ausgebracht werden können. Ebenfalls sollten die Produkte nicht teurer als Mineraldünger sein und konstant sowie in gleichbleibender Qualität verfügbar sein<sup>25</sup>. Es kann angenommen werden, dass diese Aussagen auch für die Ackerbauregion Hohenlohe eine Gültigkeit haben und berücksichtigt werden müssen.

Hinsichtlich der variablen Kosten muss derzeit zudem das Restwasser aus dem Prozess auf umliegenden Flächen ausgebracht werden, was damit zusätzliche Kosten impliziert. Des Weiteren bleibt festzuhalten, dass die Gebäudekosten sowie Kosten für die Zwischenlagerung ebenfalls berücksichtigt werden müssten, obgleich im konkreten Fall bereits vorhandene Gebäude bzw. Lagermöglichkeiten genutzt werden können. Zudem verursacht die Anlieferung des Wirtschaftsdüngers zur Nährstoffaufbereitungsanlage bzw. die Abgabe und Ausbringung der Düngeprodukte weitere Kosten.

### **Evaluierung des Nährstoffmanagements in Bezug auf die neuen Düngeprodukte**

Bei Unterstellung eines potenziellen Einzugsgebiets von 25 km um den Anlagenstandort, können die Kosten für die Anlieferung der Gülle zur Anlage mit einem Betrag von etwa 2,00 bis 4,00 € je m<sup>3</sup> veranschlagt werden.

Für einen Betrieb in 10 km Entfernung zur Anlage könnten zunächst die Kosten für die Ausbringung der Gülle eingespart werden, welche nach 8.1 im Bereich von 3,00 bis 6,00 € je m<sup>3</sup> liegen können. Bei der

<sup>25</sup> LWK (2020): Einsatz von teil- und vollaufbereiteten organischen Düngern in der Ackerbauregion Niedersachsen. Auftakttreffen der Pilotbetriebe. Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Online verfügbar unter <https://bit.ly/3F8hPpy>, zuletzt geprüft am 01.10.2021.

Ausbringung mittels Schleppschlauchverfahren und Lohnansätzen von 15,00 € je Stunde entfallen davon etwa 2,50 € je m<sup>3</sup> auf die reine Ausbringung ab Feld. Bei einer Ausbringmenge von 25 m<sup>3</sup> je ha würde dies zu Kosten in Höhe von 62,50 € je ha führen. Dementgegen könnte dieselbe Nährstoffmenge in Form von Mineraldünger mit Hilfe eines Schleuderstreuers zu Kosten von etwa 6,50 € je ha ausgebracht werden. Dies würde den Ausbringungskosten eines (granulierten) P-Salzes entsprechen. Mit der Entfernung zwischen Hof und Feld variieren die Ausbringungskosten von granuliertem Mineraldünger nur wenig. Bei Entfernungen zwischen 2 km und 20 km liegen diese zwischen etwa 5,00 € und 9,00 € je ha<sup>26</sup>. Insofern sollte eine Abholung des P-Salzes ab Anlage aus ökonomischer Sicht unproblematisch sein, sodass zumindest beim P-Salz mit keinen erheblichen Transportkosten bzw. Abschlag auf die potenziellen Markterlöse in Tabelle 9 kalkuliert werden müssten. Dies steht wie bereits erwähnt unter dem Vorbehalt einer Granulierung.

Zur Ausbringung von etwa 100 kg Stickstoff müsste zudem etwa 1 m<sup>3</sup> ASL je ha ausgebracht werden. Die Ausbringung kann mit etwa 52,00 € je ha angesetzt werden<sup>27</sup>, hinzu könnten die Transportkosten in einer Größenordnung zwischen 2,00 und 4,00 € je m<sup>3</sup> bzw. je ha analog zur Gülle angenommen werden. Dies entspricht in Verbindung mit einer potenziellen mineralischen P-Düngerausbringung in etwa der Höhe der Kosten für die Gülleausbringung je ha. In Anbetracht der geplanten Verarbeitungskapazität von 70.000 m<sup>3</sup> Gärprodukt in Verbindung mit einem Anfall von ca. 1540 m<sup>3</sup> ASL bzw. 154 t Stickstoff, erscheint ein Ausbringungsradius der ASL von max. 10 bis 25 km um die Anlage als realistisch, sodass die Transportkosten für ASL sich vermutlich auf einem eher niedrigen Niveau bewegen.

Würde ein tierhaltender Betrieb die Gülle nun komplett aufbereiten lassen und als Mineraldünger einsetzen, wäre dieser Schritt zumindest aus Sicht der Logistik des Nährstoffmanagements weitestgehend kostenneutral. Allerdings müsste dann zusätzlich der Bezug der Düngeprodukte zu etwa 3,80 € je m<sup>3</sup> abgegebener Gülle veranschlagt werden. Anders gestaltet sich dies bei der Abgabe von überschüssiger Gülle, welche z. B. bisher auf betriebsfremden Flächen ohne Erlös ausgebracht werden. In diesem Fall könnten je nach Erlös mindestens Ausbringungskosten von etwa 2,50 € bis 3,00 € eingespart werden, d. h. stellen gleichermaßen eine Zahlungsbereitschaft für die Abgabe der Gülle in die Nährstoffaufbereitungsanlage dar. In jedem Fall muss allerdings auch die höhere Effizienz bei der Düngung in Verbindung mit potenziellen Ertragssteigerungen im Ackerbau berücksichtigt werden. Denn im Gegensatz zur Gülle als Mischdünger mit häufig nicht idealem N/P-Verhältnis können durch die Aufbereitung der Gülle die Einzeldünger in optimalem Verhältnis aufgebracht werden. Aufgrund der Bestimmungen in der Düngeverordnung kann es ohnehin aufgrund der Nährstoffrelationen in der Gülle aus Sicht eines Betriebes erforderlich sein, zumindest teilweise die Gülle abzugeben und im Gegenzug Mineraldünger zu erwerben. In diesem Fall kann dies zur Folge haben, dass Nährstoffe auf der einen Seite kostenlos abgegeben werden und auf der anderen Seite zugekauft werden müssen.

Rechnet man aus Sicht eines Ackerbaubetriebs mit Düngekosten bei der ASL von etwa 60,00 € je ha und einer Ausbringmenge von 150 kg Stickstoff, so würden die Gesamtkosten gemäß dem angesetzten Bezugspreis der ASL bei etwa 150,00 € liegen. Granulierter mineralischer N-Dünger liegt in der Regel in

---

<sup>26</sup> KTBL (2021a): Verfahrensrechner Pflanze. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL). Online verfügbar unter <https://www.ktbl.de/webanwendungen/verfahrensrechner-pflanze>, zuletzt geprüft am 12.08.2021.

<sup>27</sup> MR (2016): MR-CULTAN-Düngung 2017. Maschinenring-Service Unterland GmbH. Online verfügbar unter [https://www.maschinenring.de/fileadmin/media/Lokale\\_Ringe/MR\\_Unterland/Cultanduengung\\_2017.pdf](https://www.maschinenring.de/fileadmin/media/Lokale_Ringe/MR_Unterland/Cultanduengung_2017.pdf), zuletzt geprüft am 01.10.2021.

einem Kostenbereich von 1,07 € je kg Stickstoff<sup>28</sup>, sodass die ASL-Düngung unter diesen Bedingungen für den Ackerbaubetrieb wirtschaftlich wäre. Ähnliches gilt für den Bezug und die Ausbringung des P-Salzes.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der Einsatz der neuen Düngeprodukte aus der Perspektive eines Ackerbaubetriebs unter Berücksichtigung der Logistik wirtschaftlich ist. Aus Sicht eines tierhaltenden Betriebs ist es aus ökonomischer Sicht vor allem sinnvoll, wenn die Mengen an anfallendem Wirtschaftsdünger nicht im Einklang mit der Düngeverordnung sinnvoll im Pflanzenbau eingesetzt werden können und auch keine kostenfreie Abgabe an Dritte möglich ist.

### Vergleich unterschiedlicher Aufbereitungsverfahren unter Einordnung des NuTriSep-Verfahrens

Tabelle 8 gibt eine Übersicht über verschiedene derzeit am Markt verfügbare Verfahren zur Aufbereitung von Gülle bzw. Gärprodukten. Dabei handelt es sich überwiegend um Membranverfahren, u. a. das NuTriSep-Verfahren, sowie Verdampfungsverfahren mit einer jährlichen Kapazität zwischen 14.000 und 300.000 m<sup>3</sup>. Grundsätzlich unterscheiden sich dabei die Produkte der Anlagen deutlich. So liefert das Kumac-Membranverfahren am Ende des Prozesses neben dem Restwasser einen Feststoff sowie ein Nährstoffkonzentrat, welche zusammen knapp 45% des ursprünglichen Masseanteils ausmachen. Obwohl ein Großteil der Nährstoffe, vor allem Phosphat, im Feststoff gebunden ist, enthält auch das Konzentrat noch wesentliche Mengen an Stickstoff sowie Trockensubstanz. Damit unterscheidet sich das Verfahren grundsätzlich vom NuTriSep-Verfahren. Bei Letzterem werden Nährstoffe tatsächlich vollständig getrennt und es liegen, mit ASL und dem P-Salz Einzelnährstoffprodukte vor, die mit Mineraldünger vergleichbar sind.

Tabelle 8: Vergleich von verschiedenen am Markt verfügbaren Aufbereitungsanlagen für Gülle und Gärprodukte nach Döhler et al. (2021)<sup>29</sup>, Big Dutchman (2021)<sup>30</sup> und eigenen Erhebungen zu NuTriSep

Art des Verfahrens	Typ	Output	Leistung in m <sup>3</sup> /a	Kosten in € je m <sup>3</sup>	Produkt Erlöse in € je m <sup>3</sup>	Kostenlücke in € je m <sup>3</sup>
Membranverfahren	Kumac	Wasser (56%), Konzentrat (19%), Feststoff (25%)	100.000	ca. 8,85	ca. 3,35	ca. 5,50
Membranverfahren	MemFis	Filtrat (86%), Feststoff (14%)	14.000	ca. 12,00	ca. 2,00	ca. 10,00
Membranverfahren	NuTriSep	Wasser (83%),	70.000	ca. 16,00	ca. 8,00	ca. 8,00

<sup>28</sup> LEL (2021): Kalkulationsdaten Landwirtschaft. Marktfrüchte. Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume (LEL). Online verfügbar unter <https://lel.landwirtschaft-bw.de/pb/Lde/Startseite/Unsere+Themen/Pflanzenbau>, zuletzt geprüft am 01.10.2021.

<sup>29</sup> Döhler, H.; Döhler, S.; Möller, K.; Bilbao, J.; Campos, A.; Fischer, H. et al. (2021): Nationaler Stand der Technik für die Intensivtierhaltung unter der Berücksichtigung der BVT-Schlussfolgerungen (IRPP BREF). Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/nationaler-stand-der-technik-fuer-die>, zuletzt geprüft am 12.08.2021.

<sup>30</sup> Big Dutchman (2021): MemFismobil das mobile Separations- und Filtrationssystem für Gülle und Gärreste – flexibel, effizient und vollautomatisch – Big Dutchman International GmbH. Online verfügbar unter [https://cdn.bigdutchman.de/fileadmin/content/pig/products/de/Schweinehaltung-Reststoffverwertung-MemFis-mobil-Big-Dutchman-de\\_01.pdf](https://cdn.bigdutchman.de/fileadmin/content/pig/products/de/Schweinehaltung-Reststoffverwertung-MemFis-mobil-Big-Dutchman-de_01.pdf), zuletzt geprüft am 12.08.2021.

Art des Verfahrens	Typ	Output	Leistung in m <sup>3</sup> /a	Kosten in € je m <sup>3</sup>	Produkterlöse in € je m <sup>3</sup>	Kostenlücke in € je m <sup>3</sup>
		ASL (2%), P-Salz (1%), Feststoffe (14%)				
Verdampfung	Vapogant	Destillat (57%), ASL (3%), Konzentrat fl. (27%), Feststoff (13%)	300.000	ca. 7,35	ca. 1,20	ca. 6,15

Vor diesem Hintergrund sind auch die Aufbereitungskosten der Verfahren sowie die Verkaufserlöse der Produkte nur eingeschränkt vergleichbar. Jedoch ist allen Verfahren gemein, dass sie eine gewisse Zahlungsbereitschaft, z. B. bei gülleanliefernden Verfahren, einfordern und der Erlös aus den Produkten damit nicht ausreichend zur Amortisation der Anlagen ist. In einem beispielhaften Praxisfall aus den Niederlanden ist die Abgabe von Gülle an die Kumac-Anlage mit Kosten in einer Größenordnung von etwa 21,00 € verbunden<sup>31</sup>.

Bei der Interpretation der Kostenlücke muss unter anderem berücksichtigt werden, dass möglicherweise auch nachträgliche Verbringungskosten für Nährstoffkonzentrate anfallen können. Denn im Gegensatz zum NuTriSep-Verfahren liefern die meisten anderen Anlagen keine reinen mineralischen Düngeprodukte. So kann es der Fall sein, dass die nährstoffhaltigen organischen Feststoffe bzw. Konzentrate dennoch verbracht werden müssen. Tabelle 9 gibt daher einen Überblick über den möglichen nachträglichen Verbringungsbedarf zum Export von 50% bzw. 25% des im Ausgangssubstrat enthaltenen Phosphors. Beim Membranverfahren Kumac sowie dem Verdampfungsverfahren Vapogant müssten zum Export von 50% des Phosphors trotz Aufbereitung immer noch 13% bzw. 19% der Masse des Ausgangssubstrats verbracht werden. Im Falle von 25% wären es immerhin noch 6,5% bzw. 9%. Dementgegen müssten beim NuTriSep-Verfahren lediglich 0,25% bzw. 0,5% der Ausgangssubstratmenge verbracht werden. An diesem Beispiel wird die Relevanz von potenziellen nachträglichen Verbringungskosten deutlich, welche beim NuTriSep-Verfahren im Prinzip nahezu vernachlässigbar sind. Damit wird deutlich, dass das NuTriSep-Verfahren vor allem in Regionen mit sehr hohen Nährstoffüberschüssen deutliche Vorteile gegenüber anderen Verfahren aufweisen kann.

---

<sup>31</sup> Flerlage, J. (2016): Kumac Aufbereitung reduziert Güllevolumen auf die Hälfte. Niederländische Gemeinschaft bündigt erfolgreich Gülleanfall. In: 8760 Das Magazin für modernes Biogasmanagement. 19. Ausgabe. Hg. v. WELTEC BIOPOWER GmbH. Online verfügbar unter [https://www.weltec-biopower.de/fileadmin/user\\_upload/weltec/08\\_Infocenter/Kundenmagazin\\_8760/Kundenmagazin\\_8760\\_Nr.\\_19\\_Nov\\_2016.pdf](https://www.weltec-biopower.de/fileadmin/user_upload/weltec/08_Infocenter/Kundenmagazin_8760/Kundenmagazin_8760_Nr._19_Nov_2016.pdf), zuletzt geprüft am 24.11.2021.

Tabelle 9: Vergleich verschiedener Aufbereitungsverfahren für Gülle bzw. Gärprodukte hinsichtlich eines nachträglichen Exportanteils je m<sup>3</sup> Input zum Abtransport von 50% bzw. 25% des anfallenden Phosphors nach Döhler et al. (2021)<sup>32</sup>, Big Dutchman (2021)<sup>33</sup> und eigenen Erhebungen zu NuTriSep

Art des Verfahrens	Typ	Output	Notwendiger Exportanteil je m <sup>3</sup> Input zum Abtransport von	
			50% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	25% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Membranverfahren	Kumac	Wasser (56%), Konzentrat (19%), Feststoff (25%)	13%	6,5%
Membranverfahren	MemFis	Filtrat (86%), Feststoff (14%)	7%	3,5%
Membranverfahren	NuTriSep	Wasser (83%), ASL (2%), P-Salz (1%), Feststoffe (14%)	0,5%	0,25%
Verdampfung	Vapogant	Destillat (57%), ASL (3%), Konzentrat fl. (27%), Feststoff (13%)	19%	9%

Wie die Umfrage von landwirtschaftlichen Betrieben mit Fokus auf die Landkreise Hohenlohe und Schwäbisch Hall zum Wirtschaftsdüngermanagement in der Region (siehe Markt- und Logistikprüfung: Perspektiven für das Wirtschaftsdüngermanagement in der Region Hohenlohe) gezeigt hat, spielt gerade beim Festmist die überbetriebliche Verwertung eine erhebliche Bedeutung. Unter dem Gesichtspunkt einer künftig stärker ökologisierten sowie besonders tierwohlgerechter Haltungsverfahren mit Stroh, könnte gerade dieser Punkt in Zukunft eine maßgebliche Herausforderung für tierhaltende Betriebe darstellen<sup>34</sup>. Denn in diesem Fall wären bei vielen Betrieben Investitionen in Lagerung und Ausbringungstechnik notwendig<sup>35</sup>. Anders als bei der Lagerung von Gülle könnte in diesem Fall nicht von

<sup>32</sup> Döhler, H.; Döhler, S.; Möller, K.; Bilbao, J.; Campos, A.; Fischer, H. et al. (2021): Nationaler Stand der Technik für die Intensivtierhaltung unter der Berücksichtigung der BVT-Schlussfolgerungen (IRPP BREF). Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/nationaler-stand-der-technik-fuer-die>, zuletzt geprüft am 12.08.2021.

<sup>33</sup> Big Dutchman (2021): MemFismobil das mobile Separations- und Filtrationssystem für Gülle und Gärreste – flexibel, effizient und vollautomatisch –. Big Dutchman International GmbH. Online verfügbar unter [https://cdn.bigdutchman.de/fileadmin/content/pig/products/de/Schweinehaltung-Reststoffverwertung-MemFis-mobil-Big-Dutchman-de\\_01.pdf](https://cdn.bigdutchman.de/fileadmin/content/pig/products/de/Schweinehaltung-Reststoffverwertung-MemFis-mobil-Big-Dutchman-de_01.pdf), zuletzt geprüft am 12.08.2021.

<sup>34</sup> Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2018): Gesamtbetriebliches Haltungskonzept Schwein - Mastschweine. Unter Mitarbeit von Elisabeth Roesicke. Erstauflage, Stand: September 2018. Bonn: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung.

<sup>35</sup> Deblitz, C.; Efken, J.; Banse, M.; Isermeyer, F.; Rohlmann, C.; Tergast, H. et al. (2021): Politikfolgenabschätzung zu den Empfehlungen des Kompetenznetzwerks Nutztierhaltung. Thünen Working Paper 173. Online verfügbar unter <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Tiere/Nutztiere/folgenabschaetzung-borchert.pdf?blob=publicationFile&v=6>, zuletzt geprüft am 01.12.2021.

versunkenen Kosten ausgegangen werden. Die Umstellung auf Festmist kann daher allein aufgrund der Lagerung mit hohen Investitionskosten verbunden sein, ein Punkt der auch in der Umfrage als ein Hauptargument für die Nährstoffaufbereitung gesehen wurde<sup>36, 37, 38, 39</sup>:

#### Annahmen: Schweinemastbetrieb mit 2.000 Plätzen

Anfall von Gülle nach Anlage 9 DüV	3.000 m <sup>3</sup> pro Jahr
Potenzieller Anfall von Festmist gemäß Anlage 9 DüV	2.160 m <sup>3</sup> pro Jahr
Notwendige Lagerkapazität für Festmist (6 Monate, um sinnvollen Einsatz im Pflanzenbau zu gewährleisten)	1.080 m <sup>3</sup>

Investition in die Dungplatte mit dreiseitiger Wand (20 x 18 x 3 m)	
Baukosten von 100 € je m <sup>2</sup> (Boden) und 120 € je m <sup>2</sup> für die Wand	56.160,00 €
Überdachung (150 € je m <sup>2</sup> )	54.000,00 €
Ansatz für den Flächenkauf (6 € je m <sup>2</sup> : Neuenstein)	2.160,00 €
Kompensation nach BNatSchG (1.600 Ökopunkte nach ÖKVO zu 1 €)	1.600,00 €
Kosten für den Bauantrag	10.000,00 €
	<b>124.448,00 €</b>
Jährliche Kosten bei einer Nutzungsdauer von 25 Jahren und einem Zinssatz von 4% je m <sup>3</sup>	<b>3,69 €</b>

Allein die Kosten für die Lagerung von Festmist können sich somit schon auf knapp 4,00 € je m<sup>3</sup> belaufen, zusammen mit den Ausbringungskosten daher knapp 9,00 € je m<sup>3</sup>. Diese stehen den Aufbereitungskosten von 8,00 € gegenüber (ohne Berücksichtigung des Transports). Unabhängig davon hat die Umfrage allerdings auch gezeigt, dass die Betriebe (>75%) derzeit keine neuen Investitionen in Lagerung oder Ausbringungstechnik planen. Vor allem im Sinne der Flexibilität könnte die Ablieferung des Anfalls von Festmist für derartige Tierhaltungsbetriebe künftig attraktiv sein, da langfristige Investitionen auch Risiken bürgen und sich somit positiv auf die Zahlungsbereitschaft zur Abgabe von Wirtschaftsdünger auswirken. Neben der reinen Lagerung kann auch der Aspekt eines in Summe höheren Anfalls von Stickstoff im Betrieb

<sup>36</sup> Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz (2019): Der Neubau einer Festmistplatte ist jetzt wichtig. Online verfügbar unter <https://www.lwk-rlp.de/de/beratung/detail-beratung/news/detail/News/der-neubau-einer-festmistplatte-ist-jetzt-wichtig-1/>, zuletzt geprüft am 01.12.2021.

<sup>37</sup> Brandt, Oliver (2017): Regelungen und Handhabung mit strohreichen Pferdemist in der Region Hannover und daraus resultierende Konsequenzen für Pferdehalter, Freizeitwert und Jugendarbeit Anfrage des Regionsabgeordneten Oliver Brandt vom 4. September 2017. Online verfügbar unter <https://www.cdu-fraktion-region.de/2017/09/04/pferdedung/>, zuletzt geprüft am 01.12.2021.

<sup>38</sup> Rasche, Gerhard (2020): Bau von Lagerstätten für Mist und Jauche. Vortrag: Hessische Landgesellschaft mbH. Online verfügbar unter <http://www.psv-hessen.de/images/News-Startseite/2020%20PDF/2020-02-07%20Bau.pdf>, zuletzt geprüft am 01.12.2021.

<sup>39</sup> Mössner, Richard (2019): Produktionsintegrierte Kompensation Gemeinschaftlich Ausgleichsflächen schaffen. Betriebswirtschaftliche Betrachtungen zur Anwendung von PiK. Akademie Ländlicher Raum in Baden-Württemberg. Karlsruhe, 18.11.2019. Online verfügbar unter [https://lel.landwirtschaft-bw.de/pb/site/pbs-bw-new/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/alr/07\\_Veranstaltungen\\_2019/pdf\\_Vorträge\\_PM/191118\\_vortrag\\_pik\\_mössner\\_3\\_bwl.pdf](https://lel.landwirtschaft-bw.de/pb/site/pbs-bw-new/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/alr/07_Veranstaltungen_2019/pdf_Vorträge_PM/191118_vortrag_pik_mössner_3_bwl.pdf), zuletzt geprüft am 17.04.2020.



durch den Stroheinsatz im Vergleich zum güllebasierten System eine Rolle spielen, sodass N-Überschüsse in den Betrieben eher zunehmen könnten.

### **Fazit zum Konzept der Nährstoffaufbereitung**

Im Rahmen der betriebswirtschaftlichen Analysen wurden die Kosten für das Management von Wirtschaftsdüngern im Kontext der ökonomischen Betrachtung der neuartigen Nährstoffaufbereitungsanlage am Standort Kupferzell bewertet. Im Zusammenhang mit den Kosten für die Nährstoffaufbereitung muss zunächst beachtet werden, dass es sich hierbei um vorläufige Kostenkalkulationen auf Basis der zum Ende des Projektes verfügbaren Daten handelt. Die Arbeiten zur Optimierung der Prozesse in der Anlage sind noch nicht abgeschlossen und somit können die vorgenommenen Kalkulationen und getroffenen Annahmen hinsichtlich der Kosten als eher konservativ betrachtet werden, z. B. im Kontext der angesetzten Fixkosten wie den Arbeitskosten. Auch im Zuge der Bewertung der Produkte werden vergleichsweise vorsichtige Annahmen hinsichtlich erzielbarer Preise getroffen, wobei dennoch beim P-Salz die Unsicherheit bezüglich der Weiterverarbeitung bzw. Granulierung besteht. Gerade der Verkauf von Torfersatzprodukten könnte ein vielversprechender Ansatz sein und womöglich künftig den größten Anteil auf der Erlösseite ausmachen.

Generell ist die Aufbereitung der Nährstoffe mit Kosten verbunden und die Amortisation der Anlage kann zum heutigen Standpunkt nicht allein über die Produkterlöse erfolgen. Es ist also eine Zahlungsbereitschaft unter den substratliefernden Betrieben notwendig. Somit kann aus der Perspektive der abgebenden Betriebe aus ökonomischer Sicht nur die Anlieferung von überschüssigem Wirtschaftsdünger in Frage kommen. Aber auch dies erfolgt zum Status Quo häufig kostenfrei auf überbetrieblicher Ebene. Auf Basis der durchgeführten Umfrage wurde die kostenpflichtige Abgabe vermehrt im Zusammenhang mit Festmist genannt. Gerade aus der Perspektive eines in Zukunft möglicherweise verstärkten Einsatzes von Festmist besteht ein betriebswirtschaftliches Potenzial für die Nährstoffaufbereitungsanlage. Am betrachteten Standort muss die Anlage daher auch vor allem in Kombination mit der Biogasanlage betrachtet werden und damit als Teilkomponente einer nachhaltigen und zunehmend flächenungebundenen Erzeugung von Biogas<sup>40</sup>. Dementgegen kann der Bau und Betrieb der Nährstoffaufbereitungsanlage in Regionen mit noch höheren Viehdichten und Nährstoffüberschüssen wie der Weser-Ems-Region aufgrund erheblicher Zahlungsbereitschaften für die Gülleverbringung auch für sich wirtschaftlich sein.

### **Weitere potenzielle Geschäftsmodelle für die Nährstoffaufbereitung**

Die Problematik von Nährstoffüberschüssen bzw. einer effizienten Verwertung von Reststoffen spielt nicht nur im Bereich von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft eine Rolle. Auch intensive Gemüseanbauregionen mit erheblichen Mengen an anfallenden pflanzlichen Reststoffen können ein vergleichsweise hohes Potenzial für die Etablierung einer ähnlichen Nährstoffaufbereitungsanlage bieten. Eine solche Region stellt beispielsweise die Vorderpfalz als größtes zusammenhängendes Anbaugebiet für Freilandgemüse (ca. 20.000 ha) in Deutschland dar. Zudem befindet sich ein hoher Anteil des Anbaugebiets in nitratbelastetem Gebiet gemäß der Düngeverordnung und es herrscht ein erheblicher Handlungsbedarf,

---

<sup>40</sup> Daniel-Gromke, Jaqueline; Rensberg, Nadja; Denysenko, Velina; Barchmann, Tino; Oehmichen, Katja; Beil, Michael et al. (2020): Optionen für Biogas-Bestandsanlagen bis 2030 aus ökonomischer und energiewirtschaftlicher Sicht. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-01-30\\_texte\\_24-2020\\_biogas2030.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-01-30_texte_24-2020_biogas2030.pdf), zuletzt geprüft am 02.12.2021.

der im Gespräch mit dem Vorstand des Wasser- und Bodenverbandes zur Beregnung der Vorderpfalz (<https://www.beregnungsverband.de/>) am 29.12.2021 erläutert wurde. In diesem Kontext kommt dem Umgang mit pflanzlichen Reststoffen eine besondere Bedeutung zu. Neben einer Auswaschung von Stickstoff stellen die auf dem Feld verbleibenden Erntereste auch ein erhebliches Risiko aus phytosanitärer Sicht dar. Gerade im Hinblick der ambitionierten Ziele der Farm-to-Fork Strategie mit einer Reduktion des chemisch-synthetischen Pflanzenschutzes sowie reduziertem Einsatz von Mineraldüngern wird die Abfuhr und Verwertung dieser Reststoffe von den Akteuren in der Region als relevanter Hebel zur Steigerung der Nachhaltigkeit im Anbau gesehen.

### **Implikationen der Marktlage für landwirtschaftliche Betriebsmittel im Frühjahr 2022**

Alle betriebswirtschaftlichen Kalkulationen beziehen sich auf den Stand des Jahres 2021. Auf Grund stark gestiegener Energie- und Rohstoffpreise im Frühjahr 2022 haben sich relevante Veränderung am Markt für Düngemittel ergeben, welche sich auch auf die Rentabilität der Anlage auswirken. Ausgehend von einem Stickstoffpreis von 2,50 € je kg Reinnährstoff sowie einem Preis von 1,04 € je kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> im Frühjahr 2022<sup>41</sup>, könnte der Erlös aus den Düngeprodukten der Anlage auf etwa 8,40 € je m<sup>3</sup> Gärprodukt gesteigert werden (zuvor etwa 3,80 €). Bei unverändertem Preis für das Torfersatzprodukt wäre also insgesamt ein Erlös von knapp 10 € je m<sup>3</sup> Gärprodukt erzielbar, d. h. eine Zielkostenlücke von knapp 6,00 € je m<sup>3</sup> bliebe bestehen (zuvor etwa 10,50 € im Mittel). Chemische Erzeugnisse waren im Vergleich zum April 2021 im April 2022 allerdings ebenfalls um ca. 30% teurer<sup>42</sup>. Überträgt man diese Teuerungsrate auf die eingesetzten Betriebsmittel Schwefelsäure, Entschäumer, Natronlauge und Kalkmilch, dann ist mit etwa 2,00 € höheren Aufbereitungskosten je m<sup>3</sup> Gärprodukt zu rechnen. Dies unterliegt der Annahme, dass bei Strom und Wärme aus der Biogasanlage kurzfristig keine höheren Opportunitätskosten durch die Verwendung in der NuTriSep-Anlage entstehen, z. B. aufgrund langfristiger Lieferverträge. Insgesamt würde sich die Rentabilität der Nährstoffaufbereitung dennoch erhöhen, wobei trotzdem eine Zielkostenlücke bestehen bliebe. Allerdings stand im Frühjahr 2022 bei Düngemitteln neben der Frage des Preises vor allem die generelle Verfügbarkeit im Fokus<sup>43</sup>. An dieser Stelle kann die Anlage auch langfristig zur Resilienz der lokalen landwirtschaftlichen Produktion beitragen, indem die Nährstoffversorgungsautarkie gestärkt wird.

### **Ausblick**

Das Konzept der energetischen Verwertung und anschließenden Aufbereitung landwirtschaftlicher Reststoffe sollte künftig nicht nur aus betriebswirtschaftlicher, sondern vor allem auch aus einer umwelt-ökonomischen Sicht betrachtet werden. Dies beinhaltet eine umfassende Lebenszyklusanalyse der Anlage im Kontext einer Treibhausgasbilanzierung. So können bei der angestrebten Auslastung der Anlage jährlich etwa 150 t Stickstoff zur Düngung produziert werden, wobei die bei der Herstellung von Mineraldünger anfallenden Treibhausgasemissionen in dieser Größenordnung gutgeschrieben werden könnten.

---

<sup>41</sup> LfL (2022): Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten. Online verfügbar unter: <https://www.stmelf.bayern.de/idb/default.html>, zuletzt geprüft am 10.06.2022.

<sup>42</sup> Destatis (2022): Preise und Preisindizes für gewerbliche Produkte (Erzeugerpreise) – Fachserie 17 Reihe 2 – April 2022. Online verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Preise/Erzeugerpreisindex-gewerbliche-Produkte/Publikationen/Downloads-Erzeugerpreise/erzeugerpreise-2170200221044.pdf?blob=publicationFile>, zuletzt geprüft am 10.06.2022.

<sup>43</sup> DRV (2022): Preissteigerungen und eingeschränkte Düngemittelversorgung belasten die Branche. Deutscher Raiffeisenverband. Pressemitteilung vom 17.03.2022. Online verfügbar unter: <https://www.raiffeisen.de/preissteigerungen-und-ingeschraenkte-duengemittelversorgung-belasten-die-branche>, zuletzt geprüft am 10.06.2022.

#### 2.4.4 Beitrag des Ergebnisses zu förderpolitischen EIP Zielen

Durch das Projekt konnte ein Beitrag zur Verbesserung einer klimafreundlicheren, ressourceneffizienteren und emissionsärmeren Form des Ackerbaus geleistet werden. Mit der Kreislaufführung der Nährstoffe, der Produktion von nachhaltigem Dünger aus Wirtschaftsdüngern und der effizienteren Ackerbauproduktion leistet Agriplus auch einen wichtigen Beitrag zur sicheren, stetigen und nachhaltigen Versorgung mit Lebensmitteln und Futtermitteln. Zudem entstehen weniger Emissionen bei der Lagerung sowie bei der Ausbringung und beim Transport des Düngers.

Die Kooperation zwischen der Universität Hohenheim und den Landwirten aus Hohenlohe zeigt darüber hinaus den hohen Mehrwert der Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis.

#### 2.4.5 Nebenergebnisse

Hauptziel der Nährstoffrückgewinnung ist die Produktion von ASL und P-Salzen. Als "Nebenprodukt" wurde und werden die nährstoffabgereicherten Feststoffe gewonnen. Es hat sich herausgestellt, dass diese strukturell wie auch inhaltsmäßig eine große Affinität zu Torf- und Torfersatzprodukten haben. Weitere Verwertungsmöglichkeiten aufgrund dieser Erkenntnis sollen jetzt definiert und bedient werden.

#### 2.4.6 Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Der Recyclat-Dünger P-Salz weist eine hervorragende Zusammensetzung der Inhaltsstoffe auf und ist als Dünger im landwirtschaftlichen Bereich sehr gut einzusetzen. Lediglich die feine und zum Teil staubige Struktur des Produktes machen den P-Dünger schlecht lagerbar und macht Probleme bei einer exakten Ausbringung auf die Felder. Es konnte bis Projektende noch kein zufriedenstellendes Verfahren gefunden oder entwickelt werden, um die Streufähigkeit dieses Phosphat-Düngers zu erhöhen.

### 2.5 Nutzen der Ergebnisse für die Praxis

Ammoniumsulfatlösung ist ein geeigneter Dünger für die landwirtschaftliche Praxis, dessen Ausbringung jedoch einige Sachkenntnis erfordert, um Verluste durch witterungsbedingte Einflüsse zu minimieren. Die Ausbringung muss mittels geeigneter Technik erfolgen.

### 2.6 Geplante Verwertung und Nutzung der Ergebnisse

In weiteren Projekten soll die Lagerung wie auch die Ausbringung der einzelnen Nährstoffe auf die Flächen verbessert werden. Es soll herausgefunden werden, ob eine Pelletierung oder Granulierung des Materials die bessere Technik hierfür ist.

Die Umfrage bei den Landwirten hat gezeigt, dass in der Regel die Abgabebereitschaft von wirtschaftseigenem Dünger eher kritisch gesehen wird, sofern er auf dem eigenen Betrieb sinnvoll und entsprechend den gesetzlichen Vorgaben eingesetzt werden kann. Und nun umso mehr, nach den stark gestiegenen Energiepreisen für Öl und Gas, um daraus Düngemittel herstellen zu können.

## **2.7 Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit**

Weitergehende (wissenschaftliche) Fragestellungen aus den Ergebnissen des Projekts Agriplus, die zukünftig bearbeitet werden sollten:

- Weitere Feldversuche über mehrere Anbauperioden sind unbedingt erforderlich, insbesondere zur Untersuchung der langfristigen Wirkung der P-Granulate.
- Weiterentwicklung des Rohmaterials zu marktfähigen Düngern (oder im Fall der Feststoffe zu anderen Produkten).

## **2.8 Kommunikations- und Disseminationskonzept**

Um das Projekt Agriplus bekannt zu machen, wurden Artikel und Pressemitteilungen publiziert, das Projekt auf verschiedenen Veranstaltungen präsentiert und im September 2021 eine Veranstaltung durch das Konsortium organisiert. Die Kommunikation der Ergebnisse in die landwirtschaftliche Praxis war durch die beiden Projektpartner BAG-Hohenlohe-Raiffeisen sowie Öko-Agrar-Service und deren große Mitgliederkreise gewährleistet.

### **Vorstellung des Projekts auf verschiedenen Veranstaltungen**

Das Projekt wurde auf folgenden Veranstaltungen vorgestellt, um über die Inhalte und Ziele zu informieren:

- Biogas Fachtagung in Kupferzell-Straubing am 30.10.2019 (T. Karle, Agro Energie Hohenlohe).
- Besuch des Landwirtschaftsministers Peter Hauk der Anlage in Kupferzell am 29.07.2020 (T. Karle, Agro Energie Hohenlohe).
- Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen aus Biogasanlagen auf der FNR-Fachtagung (virtuell) am 15.09.2020 (L. Mack, Universität Hohenheim).
- Projektvorstellung Agriplus. Fortschritt bei der Aufbereitung und Nutzung von Gülle- und Gärprodukten in Schwäbisch Hall am 06.10.2020 (T. Karle, Agro Energie Hohenlohe).
- 4. Phosphorus in Europe Research Meeting (virtuell) am 02.06.2021 (J. Bilbao, Steinbeis 2i).
- Workshop: Mit dem EIP-Projekt auf Kurs bleiben (virtuell) am 24.06.2021 (J. Bilbao, Steinbeis 2i).
- Biogas Infotage in Ulm am 08.07.2021 (T. Karle, Agro Energie Hohenlohe).
- Vortrag. EBU Scientific Forum (virtuell) am 22.09.2021 (Andrea Bauerle, Universität Hohenheim).
- Posterpräsentation. Tagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V. in Rostock, 28. –30.09.2021 (B. Müller, Universität Hohenheim).
- EIP-AGRI – Ergebnistransfer (virtuell) am 29.09.2021 (J. Bilbao, Steinbeis 2i).
- Biogas Infotage in Ulm am 06.07.2022 (C. Sponagel, Universität Hohenheim).

## Innovationspreis Bioökonomie Baden-Württemberg 2020

Im Rahmen des Ideenwettbewerbs ‚Bioökonomie – Innovationen für den Ländlichen Raum‘ erhielt die Agro Energie Hohenlohe im Jahr 2020 für die „Effizienzsteigerung im Ackerbau in der Hohenlohe durch Nährstoffrückgewinnung“ einen Innovationspreis Bioökonomie Baden-Württemberg.



Der Ideenwettbewerb des Ministeriums für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg richtet sich an Vorreiter auf dem Gebiet der Bioökonomie mit Lösungsansätzen entlang der Agrar-, Lebensmittel- und Forstwirtschaftsketten<sup>44</sup>. Es wurden fünf Gewinner ausgewählt, darunter die Agro Energie Hohenlohe. Das Ministerium hat hierfür das Video ‚Bioökonomie im Ländlichen Raum: Effizienzsteigerung und Ressourcenschutz im Ackerbau‘ erstellt.<sup>45</sup>



Abbildung 8: Ministerialdirektorin Grit Puchan (l.) überreicht die Urkunde zum Innovationspreis Bioökonomie an Thomas Karle von der Agro Energie Hohenlohe GmbH & Co. KG (r.)<sup>46</sup>

## Agriplus Veranstaltung 2021

Im September 2021 hat das Agriplus Konsortium eine zweitägige Veranstaltung zum Thema Bioökonomie im ländlichen Raum in Kupferzell durchgeführt.

Die Veranstaltung begann mit der Fachtagung am 16.09.2021. Hier erwartete die Teilnehmer neben der Anlagenbesichtigung ein Vortrag zur Gewinnung von mineralischem Dünger und Torfersatzprodukten aus Wirtschaftsdünger durch die NuTriSep-Anlage. Einblicke zur Praxiserfahrung mit den hochwertigen

<sup>44</sup> Weitere Informationen unter <https://mlr.baden-wuerttemberg.de/de/unsere-themen/biooekonomie-und-innovation/ideenwettbewerb-biooekonomie/>, zuletzt geprüft am 09.05.2022.

<sup>45</sup> MLR BW (2020). Online verfügbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=UfXO7DA5zjI>, zuletzt geprüft am 09.05.2022.

<sup>46</sup> Foto: Elke Lehnert, LGL

Düngeprodukten und zur betriebswirtschaftlichen Betrachtung des Projektes präsentierte die Universität Hohenheim. Zudem gab es weitere Vorträge zu den Themen Novellierung der Düngeverordnung und Herausforderungen und Strategien für Biogasanlagenbetreiber.



Abbildung 9: Tag 1 der Agriplus Veranstaltung – die Fachtagung am 16.09.2021 <sup>47</sup>



Abbildung 10: Fabian Geltz (Geltz Umwelttechnologie) mit dem Vortrag „Von Gülle zum Wertstoff: Gewinnung von mineralischem Dünger und Torfersatzprodukte durch das NutriSep-Verfahren“ auf der Fachtagung

<sup>47</sup> Alle Fotos der Agriplus-Veranstaltung (Abbildungen 9–14): Jennifer Bilbao, Steinbeis Zi GmbH



Abbildung 11: Besichtigung der NuTriSep-Anlage während der Fachtagung

Am folgenden Tag (17.09.2021) wurde die Tagung für Entscheidungsträger durchgeführt. Auch hier wurden interessante Vorträge präsentiert. Zudem gab es Diskussionen mit Entscheidungsträgern, die sich besonders um die Fragestellungen „Wie sollen die Biogasanlagen der Zukunft aussehen?“, „Wie kann die Bioökonomie zur Lösung des „Nitrat- und Phosphor-Problems“ beitragen?“ und „Wie weit ist die Entwicklung von bio-basierten mineralischen Düngern und Torfersatzprodukten?“ drehten.

Die gut besuchte zweitägige Veranstaltung hatte mehr als 100 Teilnehmer aus Wissenschaft, Industrie, Landwirtschaft, Politik, und Verwaltung und übermittelte einen guten Einblick in die (Zwischen-) Ergebnisse des Projekts.



Abbildung 12: Thomas Karle (Agro Energie Hohenlohe) auf der Tagung für Entscheidungsträger



Abbildung 13: Podiumsdiskussion: Neue Wege in der Landwirtschaft auf der Tagung für Entscheidungsträger, v.l.: Arnulf Freiherr von Eyb (CDU), Jutta Niemann (GRÜNE),<sup>48</sup> Horst Seide<sup>49</sup>, Sven Schneider<sup>50</sup>.



Abbildung 14: Stand der BAG-Hohenlohe-Raiffeisen mit regionalen Produkten auf der Agriplus-Veranstaltung

### Kurzdossier mit Empfehlungen für Entscheidungsträger

In Workshops mit allen Partnern aus Wissenschaft und Praxis hat die OPG ein Kurzdossier für Entscheidungsträger verfasst. Das Kurzdossier hatte drei Ziele: 1) den Nutzen von Agriplus für eine nachhaltige Landwirtschaft zu beschreiben, 2) die regulatorischen Engpässe aufzuzeigen, die Innovationen im Bereich der Nährstoffrückgewinnung aus Wirtschaftsdünger hindern, und 3) den Entscheidungsträgern Empfehlungen für eine kohärente politische Prioritätensetzung zur deutlichen Verbesserung der Nährstoffrückgewinnung und die damit verbundene Effizienzsteigerung im Ackerbau in Hohenlohe und anderen Gebieten in Baden-Württemberg zu präsentieren.

<sup>48</sup> Mitglieder des Landtags von Baden-Württemberg

<sup>49</sup> Präsident des Fachverbandes Biogas e.V.

<sup>50</sup> Geschäftsführender Vorstand der BAG-Hohenlohe-Raiffeisen eG



## Publikationen

Folgende Publikationen wurden im Rahmen des Projekts veröffentlicht:

- Bilbao, J.; Hartmann, S. (2020): Besuch des Ministers für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz der Anlage zur Verwertung von landwirtschaftlichen Reststoffen der Agro Energie Hohenlohe GmbH & Co. KG (Pressemitteilung vom 29.07.2020).
- Bilbao, J. (2021): Projekt Agriplus Hohenlohe – Eine ökologische Nährstoffrückgewinnung aus der Landwirtschaft in der Region Hohenlohe. BAG aktuell (01/2021).
- Bilbao, J. (2021): Ökologische Nährstoffrückgewinnung aus der Landwirtschaft, TRANSFER Magazin (3. Mai 2021).
- Bauerle, A.; Müller B.; Karle, T.; Müller, T.; Lewandowski, I (2021): Efficiency Enhancement in Arable Farming in Hohenlohe based on Nutrient Recovery from Farm Manure: Agriplus Hohenlohe. <https://european-bioeconomy-university.eu/wp-content/uploads/2021/09/EBU-label-Book-of-abstracts-and-agenda-1.pdf>
- Bauerle, A.; Müller, B.; Müller, T.; Lewandowski, I (2021): On-Farm Versuch mit Düngern aus der Aufbereitung von Biogasgärrückständen im Kreis Hohenlohe. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 32: 175–176

## 2.9 Grundsätzliche Schlussfolgerungen

Die wissenschaftliche Begleitung und praxisnahe Versuche sind sehr wichtig für die Generierung von Innovation und die Schließung von Lücken zwischen Praxis und Wissenschaft. Nur in dieser Kombination verstehen die involvierten Projektpartner, was die Landwirte wirklich benötigen.

### Vorschläge zur Weiterentwicklung von EIP AGRI

Um das EIP AGRI Programm attraktiver zu gestalten, sollte eine Vorleistung der Finanzierung gegeben sein. Eine Vorfinanzierung durch die Bank ist unter normalen Bedingungen nicht möglich. Zudem sollten Zahlungsanträge vereinfacht werden und mit weniger Aufwand verbunden sein. Dadurch wäre eine schnellere Durchführung der Abrechnungen möglich. Eine flexiblere Kostenberechnung, wie z.B. die Verschiebung der Kosten in anderen Kategorien, würde den administrativen Aufwand der Abrechnungen ebenfalls vereinfachen.

## 2.10 Danksagung

Im Namen aller Projektpartner bedanken wir uns herzlich beim Land Baden-Württemberg, insbesondere beim Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, für die Förderung aus Mitteln des Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des Ländlichen Raum (ELER). Durch Ihre Förderung konnte das Nährstoffmanagement in der Region Hohenlohe verbessert und die Effizienz im Ackerbau erhöht werden. Daneben bedanken wir uns beim Regierungspräsidium Stuttgart für die Unterstützung bei finanziellen Fragen und den Projektabrechnungen.

Stuttgart, im Juni 2022

Dr. Jennifer Bilbao, Thomas Karle und die Projektpartner

## 2.11 Kontakt

### Leadpartner

Agro Energie Hohenlohe GmbH & Co. KG  
Bachstr. 48  
74635 Kupferzell-Fußbach  
Ansprechpartner: Thomas Karle  
E-Mail: info@nadu-naturduenger.de

### Projektkoordination

Steinbeis 2i GmbH  
Leuschnerstr. 43  
70176 Stuttgart  
Ansprechpartner: Dr. Jennifer Bilbao  
E-Mail: jennifer.bilbao@steinbeis-europa.de



Europäischer Landwirtschaftsfonds für die  
Entwicklung des ländlichen Raums – ELER.  
**Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete.**

Gefördert  
durch



**Baden-Württemberg**

MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LÄNDLICHEN RAUM  
UND VERBRAUCHERSCHUTZ



[www.mepl.landwirtschaft-bw.de](http://www.mepl.landwirtschaft-bw.de)