Schlussbericht

zum Verbundvorhaben: Leitfaden und Online-Anwendung zur Produktion und Bereitstellung erneuerbarer Kraftstoffe als Geschäftsfeld für landwirtschaftliche Biogasanlagen (BIOKRAFT)

Thema:

Teilvorhaben 1: „Projektkoordination, Online-Anwendung und Fallbeispiele“

Teilvorhaben 2: „Analyse der Verfahrenstechnik, Anforderungen an Anlagen-management und Vermarktung“

Teilvorhaben 3: „Analyse der rechtlichen Grundlagen“

Zuwendungsempfänger:

Teilvorhaben 1: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL), Bartningstraße 49, 64289 Darmstadt
Ausführende Stelle: Team Energie, Emissionen und Klimaschutz

Teilvorhaben 2: Institut für Biogas, Kreislaufwirtschaft und Energie (IBKE), Steubenstraße 15, 99423 Weimar

Teilvorhaben 3: Fachverband Biogas e.V. (FvB), Angerbrunnenstr. 12, 85356 Freising

Förderkennzeichen:

Teilvorhaben 1: 2220NR280A

Teilvorhaben 2: 2220NR280B

Teilvorhaben 3: 2220NR280C

Laufzeit:

01.11.2022 bis 30.11.2024

Monat der Erstellung:

05/2025

Gefördert durch:

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) als Projektträger des BMEL für das Förderprogramm Nachhaltige Erneuerbare Ressourcen unterstützt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorenschaft.

Inhaltsverzeichnis

I. Kurzbericht 1

1. Aufgabenstellung 1
2. Planung und Ablauf des Vorhabens 1
3. Resümee der wesentlichen Ergebnisse 2
   a) Arbeitspakete und Meilensteine 2
   b) Zusammenfassung 4

II. Ausführliche Darstellung der Ergebnisse 6

1. Erzielte Ergebnisse 6

Arbeitspaket 1: Projektkoordination (KTBL) 6

Arbeitspaket 2: Analyse der Verfahrenstechnik 6

Arbeitspaket 3: Analyse der rechtlichen Grundlagen 9

Arbeitspaket 4: Anforderung an Anlagenmanagement und Vermarktung 10

Arbeitspaket 5: Online-Anwendung und Fallbeispiele 11

Arbeitspaket 6: Veröffentlichung und Öffentlichkeitsarbeit 16

2. Verwertung 19
   a) Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen 19
   b) Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende 19
   c) Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Projektende 20
   d) Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit 21
   e) Stand der Erreichung der in der Vorhabenbeschreibung aufgeführten Verwertungsoptionen, Forschungsdaten 21
3. Erkenntnisse von Dritten 21
4. Veröffentlichungen 21

ANHANG 23

Teilvorhaben 1: „Projektkoordination, Online-Anwendung und Fallbeispiele“ 23

1. Ziel und Gegenstand des Teilvorhabens 23
2. Bearbeitete Arbeitspakete 23

   Arbeitspaket 1: Projektkoordination 23

   Arbeitspaket 4: Anforderung an Anlagenmanagement und Vermarktung 23

   Arbeitspaket 5: Online-Anwendung und Fallbeispiele 23

   Arbeitspaket 6: Veröffentlichung und Öffentlichkeitsarbeit 23
3. Wesentliche Ergebnisse des Teilvorhabens 23

Teilvorhaben 2: „Analyse der Verfahrenstechnik, Anforderungen an Anlagenmanagement und Vermarktung“ 25

1. Ziel und Gegenstand des Teilvorhabens 25
2. Bearbeitete Arbeitspakete 25

   Arbeitspaket 1: Projektkoordination 25

   Arbeitspaket 2: Analyse der Verfahrenstechnik 25

   Arbeitspaket 4: Anforderung an Anlagenmanagement und Vermarktung 25
3. Wesentliche Ergebnisse des Teilvorhabens 26

Teilvorhaben 3: „Analyse der rechtlichen Grundlagen“ 28

1. Ziel und Gegenstand des Teilvorhabens 28
2. Bearbeitete Arbeitspakete 28
Arbeitspaket 1: Projektkoordination 28
Arbeitspaket 3: Analyse der rechtlichen Grundlagen 28
Arbeitspaket 6: Veröffentlichung und Öffentlichkeitsarbeit 28
3. Wesentliche Ergebnisse des Teilvorhabens 28

I. Kurzbericht

1. Aufgabenstellung

Steigende Anforderungen an die Emissionsbegrenzung von Fahrzeugen, zunehmende Einschränkungen durch die Umsetzung von Vorgaben zur Luftreinhaltung, die sich beispielsweise durch Fahrverbote zeigen und die Notwendigkeit die Funktionsfähigkeit des Verkehrssystems durch alternative Mobilitätskonzepte zu erhalten sind treibende Faktoren für die Verkehrspolitik der Bundesregierung.

Hierbei kann der Einsatz von Biomethan als regenerativer Kraftstoff eine wichtige Rolle spielen, da so eine erhebliche Reduktion sowohl der CO_2-Emissionen als auch der Emission von Luftschadstoffen erreicht werden kann. Zudem sind die Verteilinfrastruktur für den Kraftstoff und die Motoren bereits verfügbar, sodass die genannten Vorteile kurzfristig realisiert werden können.

Gleichzeitig stehen viele Betreibende von Biogasanlagen vor der Frage, was mit ihrer Anlage nach Ablauf der 20-jährigen Laufzeit der EEG-Vergütung passieren soll. Die Bereitstellung von Biomethan für den Verkehrssektor, unter Umständen auch in Kombination mit Strom und Wärmebereitstellung, kann hier eine zukunftsfähige Option darstellen.

Die zielgerichtete Aufbereitung von Informationen zur Erschließung von Post-EEG-Geschäftsfeldern, wie sie im BIOKRAFT-Vorhaben stattfand, ist Grundvoraussetzung dafür, dass Anlagenbetreibende und Beratende Entscheidungen über einen möglichen Weiterbetrieb fällen können. Das Gesamtziel des Vorhabens war es, Biogasanlagenbetreibende und Beratungseinrichtungen in die Lage zu versetzen, im konkreten Fall die Machbarkeit und Rentabilität einer Kraftstoffbereitstellung und -distribution mit einer Biogasanlage zu prüfen. Dazu wurde ein umfänglicher Leitfaden erstellt und eine praxisnahe Online-Anwendung entwickelt, die die wesentlichen technischen, rechtlichen und ökonomischen Sachverhalte für das Geschäftsfeld „Biomethan als Kraftstoff“ für landwirtschaftliche Biogasanlagen darstellt.

Die Web-Anwendung ermöglicht es Nutzerinnen und Nutzern, die Machbarkeit einer Biokraftstoffproduktion und -verteilung auf Grundlage ihrer eigenen Biogasanlage und bestehenden Ausgangsbedingungen zu prüfen. Im Leitfaden „Biomethan als Kraftstoff aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen“ werden neben der Darstellung der rechtlichen Hintergründe und technischen Voraussetzungen anhand von Modellberechnungen mögliche Anlagenkonzepte unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten bewertet. Eine Sammlung von Praxisbeispielen umgesetzter Biokraftstoffprojekt ergänzt den Leitfaden.

2. Planung und Ablauf des Vorhabens

Die Basis für den umfangreichen Leitfaden, die Online-Anwendung und die Fallbeispiele , die in AP 5 und 6 erarbeitet wurden, bilden die Ergebnisse der Arbeitspakete 2 bis 4. Neben einer umfangreichen Analyse der Verfahrenstechnik zur Kraftstoffbereitstellung flossen dabei rechtliche Vorgaben sowie u.a. durch Beteiligung von Anlagen- und Fuhrparkbetreibern ermittelte Anforderungen an das Anlagenmanagement und wirtschaftliche Kenndaten in die erarbeiteten Geschäftsmodelle ein.

Eine Übersicht über die Arbeitspakete ist der nachfolgenden Abbildung 1 zu entnehmen. Dabei lagen die Arbeitspakete 1, 5 und 6 in der Hauptverantwortung des KTBL. IBKE zeichnete hauptverantwortlich für die Arbeitspakete 2 und 4, während der Fachverband Biogas im Arbeitspaket 3 die Koordination übernommen hat. Der noch zu veröffentlichende Leitfaden (s. Teil II, AP 6) wurde von den drei Projektpartner gemeinsam erstellt.

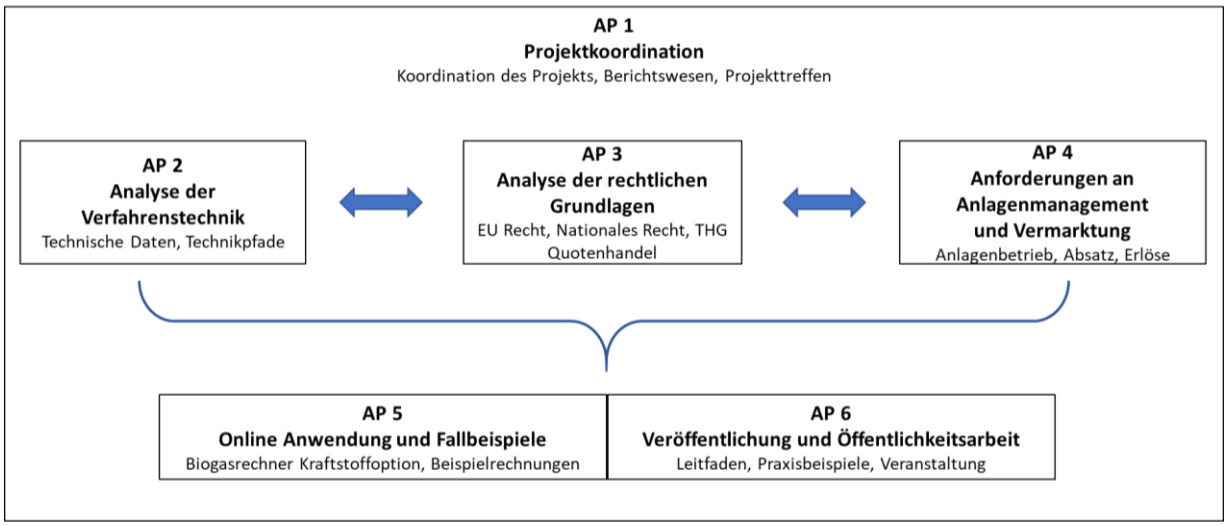

Abbildung 1: Struktur der Arbeitspakete im Vorhaben „Leitfaden und Online-Anwendung zur Produktion und Bereitstellung erneuerbarer Kraftstoffe als Geschäftsfeld für landwirtschaftliche Biogasanlagen (BIOKRAFT)“

3. Resümee der wesentlichen Ergebnisse

Das folgende Kapitel gibt eine Übersicht über die Zielerreichung der Arbeitspakete und Meilensteine des Projektes in kurzer, tabellarischer Form sowie eine Zusammenfassung der Ergebnisse.

a) Arbeitspakete und Meilensteine

Die Zielerreichung der Arbeitspakete und Meilensteine im Projekt BIOKRAFT sind in Tabelle 1 und Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 1: Arbeitspakete des Projektes BIOKRAFT mit Zielerreichungsstand

Arbeitspakete (AP) (lt. Planung im Antrag)	**Bearbeitungszeitraum**	**Zielerreichung**
AP 1 Projektkoordination	11/2022 bis 02/2025	• Administrative und organisatorische Abwicklung des Verbundprojekts Erreicht.
AP 2 Analyse der Verfahrenstechnik	11/2022 bis 02/2025	• Datenbasis zur techno-ökonomischen Darstellung der Biogasaufbereitung, Einspeisung in ein Erdgasnetz, Speicherung und Distribution an Tankstellen • Ableitung möglicher Verwertungspfade Erreicht.
AP 3 Analyse der rechtlichen Grundlagen	11/2022 bis 02/2025	• Zusammenstellung der aktuellen rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen für Anlagenbetrieb und Vermarktung des Kraftstoffs Biomethan Erreicht.
AP 4 Anforderung an Anlagenmanagement und Vermarktung	11/2022 bis 02/2025	• Zusammenstellung der praktischen Grundlagen für einen erfolgreichen Anlagenbetrieb und für die Vermarktung des Kraftstoffs Biomethan Erreicht.
AP 5 Online-Anwendung und Fallbeispiele	11/2022 bis 02/2025	• Integration der zuvor entwickelten Bereitstellungspfade in das Modul „Biomethan als Kraftstoff“ des Wirtschaftlichkeitsrechners Biogas für Bestandsanlagen des KTBL • Berechnung von Fallbeispielen auf Basis derselben Methodik und Aufbereitung für den Leitfaden (s. AP 6) Erreicht.

Arbeitspakete (AP) (lt. Planung im Antrag)	Bearbeitungszeitraum	Zielerreichung
AP 6 Veröffentlichung und Öffentlichkeitsarbeit	11/2022 bis 02/2025	• Erstellung des Leitfadens „Biomethan als Kraftstoff aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen““ • Vorstellung der Projektergebnisse auf verschiedenen Veranstaltungen • Durchführung einer Abschlussveranstaltung am 27.11.2024 im Rahmen der Biogas Convention 2024 • Öffentlichkeitsarbeit (Presseartikel, soziale Medien) Erreicht.

Tabelle 2: Meilensteine des Projektes BIOKRAFT mit Zielerreichungsstand

Meilensteine (M) (lt. Planung im Antrag)	Fälligkeit	Zielerreichung
M 1.1 Kick-off Treffen des Konsortiums	12/2022	Ist erfolgt.
M 1.2 1. Zwischenbericht liegt vor.	04/2023	Ist erfolgt.
M 1.3 2. Projekttreffen	09/2023	Ist erfolgt.
M 1.4 2. Zwischenbericht liegt vor.	05/2024	Ist erfolgt.
M 1.5 Abschlussbericht liegt vor.	02/2025	Ist erfolgt.
M 2.1 Daten sind zusammengestellt.	05/2024	Ist erfolgt.
M 2.2 Bereitstellungspfade sind definiert.	09/2023	Ist erfolgt.
M 3.1 Rechtliche Rahmenbedingungen sind zusammengestellt.	10/2024	Ist erfolgt.
M 3.2 Erforderliche Nachweise und Zertifikate sind beschrieben.	10/2024	Ist erfolgt.
M 4.1 Informationen zu Kraftstoffabsatz und Eigenkraftstoffnutzung sind beschrieben.	09/2024	Ist erfolgt.
M 4.2 Anforderungen an den Tankstellenbetrieb sind beschrieben.	09/2024	Ist erfolgt.
M 4.3 Befragung von Fuhrparkbetreibern ist durchgeführt.	05/2024	Ist erfolgt.
M 5.1 Pflichtenheft Web-Anwendung liegt vor.	03/2024	Ist erfolgt.
M 5.2 Web-Anwendung ist programmiert.	beta-Version 03/2025	beta-Version Mitte März 2025, anschließend umfassende Prüfung der Funktionalität und Freischaltung in Absprache mit Fördermittelgeber
M 5.3 Fallbeispiele sind berechnet.	11/2024	Ist erfolgt.
M 6.1 Praxisbeispiele sind für den Leitfaden aufbereitet.	09/2024	Ist erfolgt.

Meilensteine (M) (lt. Planung im Antrag)	Fälligkeit	Zielerreichung
M 6.2 Leitfaden ist fertiggestellt.	09/2025	Fachliche Arbeiten abgeschlossen; abschließende Redaktion und Satz noch ausstehend Ziel: Veröffentlichung als pdf-Download Anfang September 2025 zum FNR/KTBL Biogaskongress 2025
M 6.3 Fachveranstaltung ist durchgeführt.	11/2025	Ist erfolgt.
M 6.4 Pressemitteilungen wurden erstellt und Projektinformationen in den sozialen Medien bereitgestellt.	02/2025 und über Laufzeit hinaus	Ist erfolgt. Weitere Pressemeldungen u. ä. werden im Nachgang erfolgen.

b) Zusammenfassung

Im Projekt wurden zukunftsfähige Biokraftstoffkonzepte für einen Weiterbetrieb landwirtschaftlicher Biogasanlagen nach ihrer 20-jährigen EEG-Laufzeit erarbeitet. Die Ergebnisse flossen zum einen in den Leitfaden „Biomethan als Kraftstoff aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen“ und zum anderen in den Web-basierten „Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas für Bestandsanlagen“ ein.

Bei der Entwicklung wurde der Fokus auf Praxis- und Anwendernähe gelegt. Hierfür wurde u. a. der enge Austausch mit dem Betreiber einer BioCNG-Tankstelle gesucht, dessen Projekt während der Laufzeit von BIOKRAFT realisiert wurde. Des Weiteren wurden zwei Unteraufträge zur Bearbeitung ausgeschrieben. So konnten wertvolle Erfahrungen sowohl für die Planungs- und Umsetzungsphase als auch für einen erfolgreichen Betrieb von Biokraftstoffkonzepten an landwirtschaftlichen Biogasanlagen in den Leitfaden integriert werden.

Neben technischen und Managementaspekten werden im Leitfaden auch die politischen und rechtlichen Hintergründe auf EU- und nationaler Ebene dargestellt, wobei nicht zuletzt die dynamische Entwicklung in der jüngsten Zeit sichtbar gemacht wird. Der besondere Fokus lag dabei auf der Aufbereitung der Vorgaben zum Nachweis der Treibhausgasminderung. Die in der Renewable Energy Directive (RED) der EU verankerten Vorgaben für die Berechnung und Nachweisführung sind die Grundlage für die hohe Treibhausgasminderung von Biomethan als Kraftstoff, insbesondere aus Wirtschaftsdüngern. Gleichzeitig sind die Rechenvorgaben relevant für die Beispiele im Leitfaden sowie die Web-Anwendung.

National sind v.a. die Regelungen zur Kraftstoffquote im Bundesimmissionsschutzgesetz von Bedeutung, die die Möglichkeit zum Handel mit der erreichten Treibhausgasminderung eröffnen. Aus diesem Grund wird im Leitfaden die Wirkweise des deutschen Quotensystem ausführlich analysiert und aufbereitet. Dies gilt auch für die Umsetzung der Nachweisführung über die Biokraftstoffnachhaltigkeitsverordnung (BioKraft-NachV). Neben den Vorgaben zur Berechnung der Treibhausgasminderung, die in die Web-Anwendung einfließen, sind für Praktiker insbesondere die komplexen Auditierungsprozesse relevant.

Ein weiterer Schwerpunkt des Leitfadens sind Fallbeispiele, an denen die Wirtschaftlichkeit der im Konsortium entwickelten Bereitstellungspfade an 4 Modellanlagen unterschiedlicher Größenordnung geprüft wurde. Es zeigte sich, dass vor allem mittelgroße und große Biogasanlagen eine Perspektive für die wirtschaftliche Biokraftstoffherstellung und -nutzung haben. An kleinen Anlagen lässt sich demgegenüber nur mit einem ausreichenden Kraftstoffabsatz ein wirtschaftlicher Betrieb erreichen - mit einem Weiterbetrieb als flexibilisierte KWK-Anlage gelang dies jedoch nicht. Für die größeren Anlagen hingegen stellt diese Option durchaus eine rentable Weiterbetriebsvariante dar.

Der Faktor, welcher die höchste Sensitivität für die Wirtschaftlichkeit von Biokraftstoffkonzepten an landwirtschaftlichen Biogasanlagen aufweist, liegt in den Einnahmen aus dem THG-Quotenhandel im Verkehrssektor. Die erzielbaren Erlöse können nur mit einem möglichst hohen Anteil an Wirtschaftsdüngern im Substratmix voll ausgeschöpft werden. Ohne die zusätzlichen THG-Einnahmen ist mit Ausnahme der sehr großen Biogasanlagen eine wirtschaftliche Biokraftstoffproduktion und -vermarktung kaum möglich. Die notwendige Größenordnung könnte auch durch einen Zusammenschluss mehrerer Biogasanlagen zu einem Cluster mit gemeinsamer Gasaufbereitung und Kraftstoffvermarktung erreicht werden.

Der Leitfaden wird durch Steckbriefe bereits realisierter Biokraftstoffkonzepte ergänzt, die nochmals einen Auszug aus der breiten Palette an Optionen aufzeigen, die an Biogasanlagen verwirklicht werden können. Je nach Rahmenbedingungen (Entfernung zum Gasnetz, Nähe zu Fernverkehrsstraßen, mögliche Kooperationen mit Flottenbetreibern, Umstellung des eigenen Fuhrparks auf BioCNG oder BioLNG) müssen für jeden spezifischen Anlagenstandort mit seinen jeweiligen Ausgangsvoraussetzungen individuelle Konzepte erarbeitet werden.

Hierbei kann die überarbeitete Web-Anwendung „Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas für Bestandsanlagen“ unterstützen. Um die notwendigen Datengrundlagen zu schaffen, wurde zunächst eine Anbieterabfrage durchgeführt, um die KTBL-Oracle-Datenbank um zusätzliche Teilanlagen, v.a. im kleineren Größenbereich, ergänzen zu können. Die bestehende Anwendung, die in einem Vorgängerprojekt entwickelt worden war, wurde deutlich erweitert: Zusätzlich zur bisher einzigen Option mit einer Hoftankstelle können nun auch Konzepte mit einer standortfernen Tankstelle dargestellt werden. Außerdem wurde ein Konzept mit LNG-Produktion und -vermarktung implementiert. Landwirte und Berater können so auf Basis dynamischer Berechnungen ihre individuelle Anlage darstellen, mögliche Szenarien für die Integration eines Biokraftstoffprojekts testen und deren Machbarkeit grob einschätzen, um weitere Entscheidungen zu treffen und die nächsten Schritte zu planen. Auch die bereits in der vorherigen Version des Wirtschaftlichkeitsrechners implementierte Option eines flexibilisierten KWK-Konzepts mit und ohne Nahwärmenetz bleibt bestehen. Auf diese Weise bildet die Web-Anwendung eine breite Palette an Post-EEG-Optionen ab.

II. Ausführliche Darstellung der Ergebnisse

1. Erzielte Ergebnisse

Arbeitspaket 1: Projektkoordination (KTBL)

Im Arbeitspaket 1 waren alle Aufgaben angesiedelt, die der administrativen und organisatorischen Abwicklung des Verbundprojekts dienten. Dazu zählten die finanzielle Abwicklung des Projekts, die Organisation und Durchführung der Projekttreffen und Videokonferenzen, die Abwicklung der Unteraufträge entsprechend der Vergaberichtlinien und die regelmäßige Erstellung von Berichten an den Fördermittelgeber. Außerdem war die Gewährleistung der zeitgerechten Bearbeitung der einzelnen Arbeitspakete und die Zusammenführung der Ergebnisse der beteiligten Partner eine wichtige Aufgabe.

Arbeitspaket 2: Analyse der Verfahrenstechnik

Im Arbeitspaket 2 wurden die Grundlagen für die Entwicklung, Beschreibung und Bewertung von Technikkonzepten und Verfahren zur Integration von Biomethankraftstoffpfaden in landwirtschaftliche Biogasanlagen erarbeitet. Im Fokus der Aufgaben stand dabei die Entwicklung und Definition von Technologiekonzepten und Bereitstellungspfaden mit einer expliziten Eignung für die Erzeugung von BioCNG und BioLNG aus typischen landwirtschaftlichen Biogasanlagen, insbesondere unter Berücksichtigung einer Anwendung für bestehende Anlagen im Rahmen einer Post-EEG Lösung. Zur Beschreibung von potenziellen Bereitstellungspfaden galt es, eine umfassende Datenbasis mit relevanten technischen und ökonomischen Parametern zu den Prozessschritten der Biogasaufbereitung, Biomethaneinspeisung, Speicherung, Distribution und Vertankung für unterschiedliche Standortvoraussetzungen aufzubauen. Neben der Aktualisierung vorliegender Anlagendaten wurden alle erforderlichen techno-ökonomischen Basisdaten über eine umfassende Markt- und Anbieterabfrage generiert. Die Datenbasis wurde anschließend aufbereitet und in eine Datenmatrix zur weiteren Nutzung übertragen. Die Bereitstellungspfade stellen die Basis für die ökonomischen Bewertungen im BIOKRAFT-Leitfaden „Biomethan als Kraftstoff aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen“ (KTBL 2025) sowie in der Webanwendung „Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas – Bestandsanlagen“ dar.

2.1 Technologieverfügbarkeit (IBKE)

Im Rahmen des Arbeitspaketes 2 wurde mit Hilfe einer Marktabfrage unter Anlagenherstellern die Verfügbarkeit geeigneter Technologien als Voraussetzung zur Integration von Biomethankraftstoffpfaden in landwirtschaftliche Biogasanlagen geprüft und Aussagen sowie Empfehlungen zum Einsatz dieser technologischen Verfahren abgeleitet. Neben der Aktualisierung vorliegender Anlagendaten wurden im Rahmen der Herstellerabfrage die techno-ökonomischen Basisdaten aller relevanten Hauptkomponenten generiert, welche für die Entwicklung, Schärfung und Bewertung geeigneter Technologiekonzepte erforderlich sind. Die Datenbasis umfasst ökonomische und technische Kenndaten u.a. zur Biogasaufbereitung in der kleinsten kommerziell verfügbaren Skalierung, BioLNG-Verflüssigung, Abgasreinigung, Speichersystemen, BioCNG- und BioLNG-Tankstellen für PKW und Nutzfahrzeuge jeweils in den relevanten Größenordnungen sowie zum straßengebundenen Transport von BioCNG und BioLNG. Neben den allgemeinen technischen Informationen wurden auslegungsrelevante Daten wie das Teillastverhalten, Eigenenergiebedarfe, Daten zur Anlagenperformance und auch der für die THG-Bilanzierung relevanten Werte sowie alle relevanten ökonomischen Parameter wie bspw. die Investitionen und Betriebskosten erhoben.

2.2 Bereitstellungspfade (IBKE)

Die Optionen zur Erzeugung und Nutzung von Biomethan sind vielfältig und stark abhängig von den jeweils vorhandenen infrastrukturellen Ausgangsvoraussetzungen am Anlagenstandort, der Substratverfügbarkeit, der Absatzpotenziale sowie weiterer technischer und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen. Mit den techno-ökonomischen Bewertungen gilt es, eine exemplarische Auswahl praxisnaher Anwendungsfälle im Bereich der landwirtschaftlichen Biogaserzeugung abzubilden. Zu diesem Zweck wurden im Arbeitspaket 2.2 unterschiedliche Bereitstellungspfade von Biomethan als Kraftstoff entwickelt und unter Berücksichtigung der in 2.1 recherchierten Daten final ausgearbeitet und bewertet. Diese Bereitstellungspfade sind als modellhafte Anwendungsfälle zu verstehen, welche die Ableitung von grundsätzlichen Effekten der Anlagengröße, Anlagenleistung, Kraftstoffart und Absatzpotenziale auf die wirtschaftliche Vorzüglichkeit der Integration eines Kraftstofferzeugungspfades in landwirtschaftliche Biogasanlagen ermöglichen soll. Unter Berücksichtigung der Anlagengröße typischer landwirtschaftlicher Biogasanlagen, der Verfügbarkeit geeigneter fortschrittlicher

Substrate, den zu erwartenden, standortabhängigen Kraftstoffabsatzmengen und weiterer relevanter Rahmenbedingungen konnten neun unterschiedliche Bereitstellungspfade als Basis für die techno-ökonomische Bewertung entwickelt werden. Beispielhaft können davon genannt werden: die Vor-Ort-Vertankung im Kleinstmaßstab am Standort der Biogasanlage als Hoftankstelle, die Gasnetzeinspeisung mit anschließender bilanzieller Entnahme und die straßengebundene Verbringung von BioCNG und BioLNG zum Tankstellenstandort. Die insgesamt neun Bereitstellungspfade können in die folgenden drei grundsätzlichen Konzepttypen unterteilt werden:

- Konzept 1: Eigene Tankstelle am Standort der Biogasanlage,
- Konzept 2: Eigene Tankstelle getrennt vom Standort der Biogasanlage – mit Gasnetzanschluss,
- Konzept 3: Eigene Tankstelle getrennt vom Standort der Biogasanlage – ohne Gasnetzanschluss.

Die unterschiedlichen Pfade innerhalb der einzelnen Konzepte unterscheiden sich v.a. durch den Umfang der Kraftstofferzeugung und -vermarktung und damit einhergehend der Aufbereitungskapazität der Biogasaufbereitungsanlage. Im Konzept 3 wird in zwei Pfaden zudem eine BioLNG-Vermarktung betrachtet. In Tabelle 3 sind die neun Bereitstellungspfade entsprechend der Konzeptzuordnung als Übersicht aufgeführt. Diese Tabelle enthält ausschließlich die technische Konfiguration der Bereitstellungspfade ab der Schnittstelle der Rohbiogasübergabe von der Rohbiogaserzeugung (Biogasanlage) an das Verfahren der Rohbiogasaufbereitung (Kraftstofferzeugungspfade). Im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsbewertung in AP 5.2 wurden diese vorhandenen Kraftstoffpfade durch die Berücksichtigung unterschiedlicher Rohgas-erzeugungskonzepte (bspw. unterschiedliche Bemessungsleistung, Flexibilisierungsgrade und Eigenstrom-versorgung) weiter differenziert. Die Kenndaten der sich ergebenden Kombinationen der Bereitstellungspfade der Kraftstofferzeugung mit gewählten Rohbiogaserzeugungskonzepten sind in Tabelle 5 in AP 5.2 aufgeführt.

Tabelle 3: Übersicht der Konzepte (1-3) und die dazugehörigen Bereitstellungspfade von Biomethan als Kraftstoff aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen.

Konzept Nr./ Pfad Nr.	Biokraftstoff-art	Tankstellen-größe	Biokraftstoffmenge t/Monat	Maximale BGAA*-Leistung Nm^3/h Rohgas
Konzept 1: Tankstelle am Standort der Biogasanlage				
1.1	BioCNG	mikro	3	10
1.2	BioCNG	klein	7	25
1.3	BioCNG	mittel	13	50
1.4	BioCNG	groß	50	190
Konzept 2: Tankstelle getrennt vom Standort der Biogasanlage – mit Gasnetzanschluss				
2.1	BioCNG	mittel	13	50
2.2	BioCNG	groß	50	190
Konzept 3: Tankstelle getrennt vom Standort der Biogasanlage – ohne Gasnetzanschluss				
3.1	BioCNG	groß	50	190
3.2	BioLNG	groß	50	190
3.3	BioLNG	sehr groß	100	390

* BGAA: Biogasaufbereitungsanlage

In den weiteren Betrachtungen in AP 5.2 wird von der Integration eines BHKW zur Eigenenergieversorgung in die Konzepte ausgegangen. Dies ist in den nun folgenden schematischen Darstellungen der Anlagenkonzepte sowie in den Wirtschaftlichkeitsbewertungen berücksichtigt, jedoch für eine Verwirklichung von Kraftstoffkonzepten nicht zwingend notwendig. Ohne eigenes BHKW muss die benötigte Prozessenergie für Eigenstrom der BGA, BGAA und ggf. vor-Ort-Tankstelle zugekauft und die Wärme für Fermenterbeheizung bspw. über einen Rohgaskessel oder einen Holzhackschnitzel-Heizung erzeugt werden.

Konzept 1: Tankstelle am Standort der Biogasanlage

Mit Konzept 1 wird die Errichtung einer BioCNG-Tankstellenanlage am Standort der Biogasanlage bewertet (vgl. Abbildung 2). Eine Anbindung an das öffentliche Gasnetz mit dem Ziel der Belieferung einer standortfremden Tankstelle ist nicht vorgesehen. Das Absatzpotenzial von Biomethan als Kraftstoff kann somit nicht mit Hilfe des öffentlichen Gasnetzes erweitert werden. Das Potenzial der CNG-Vermarktung am Standort der Biogasanlage bildet daher in Verbindung mit der Verfügbarkeit geeigneter Substrate die maßgeblich limitierende Größe für die Anlagendimensionierung. In der Praxis entspricht dieses Konzept jenen Biogasanlagen, die keinen Zugang zum öffentlichen Gasnetz haben und z.B. für den Post-EEG-Zeitraum

dennoch den Umstieg auf die Erzeugung von Biokraftstoff aus Biomethan prüfen. Der Anteil vom erzeugtem Rohbiogas, der nicht im Kraftstoffpfad verwertet werden kann, ist im BHKW zu verstromen.

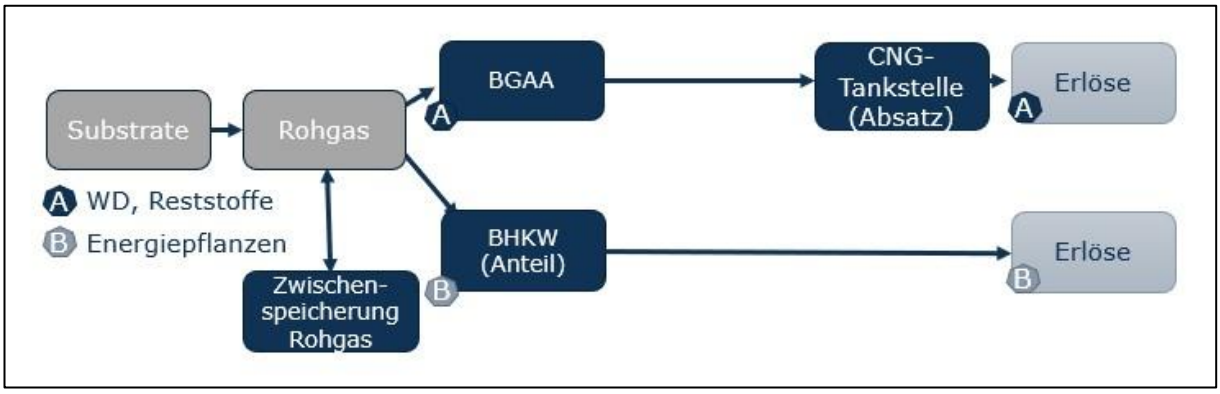

Abbildung 2: Verfahrensschema Konzept 1 – BioCNG-Tankstelle am Standort der BGA (ohne Gasnetzanschluss)

Konzept 2: Tankstelle getrennt vom Standort der Biogasanlage – mit Gasnetzanschluss

Mit Konzept 2 wird die Integration eines Biokraftstoffpfades für landwirtschaftliche Biogasanlagen abgebildet, welche einen Zugang zum öffentlichen Gasnetz haben und weiterhin einen zu geringen Kraftstoffbedarf am Standort der Biogasanlage aufweisen (vgl. Abbildung 3). Durch die Einspeisung des Biomethans in das öffentliche Gasnetz kann der Ort der Erzeugung vom Ort der Nutzung entkoppelt und somit ein Tankstellenstandort mit verbesserten Absatzmengenpotenzial erschlossen werden. Grundsätzlich ist damit die virtuelle Nutzung des Biomethans an allen Gastankstellen in Deutschland möglich. Durch den Gasnetzanschluss besteht die Möglichkeit, den nötigen Anteil des Rohbiogases für die BHKW-Verwertung auf ein für die Eigenwärmebereitstellung nötiges Minimum zu begrenzen. Durch die Einbindung in das öffentliche Gasnetz wird ein Back-up des Bereitstellungspfades ermöglicht, wodurch theoretische Versorgungslücken auf Grund zu geringer Biogaserzeugung oder zu großer Mengennachfrage, wie sie theoretisch in Konzept 1 möglich sind, ausgeschlossen werden können. Auf Grund der verbesserten Möglichkeiten zur strategischen Auswahl des Tankstellenstandortes werden die Mikro- und Klein-BioCNG-Tankstellen im Konzept 2 nicht betrachtet.

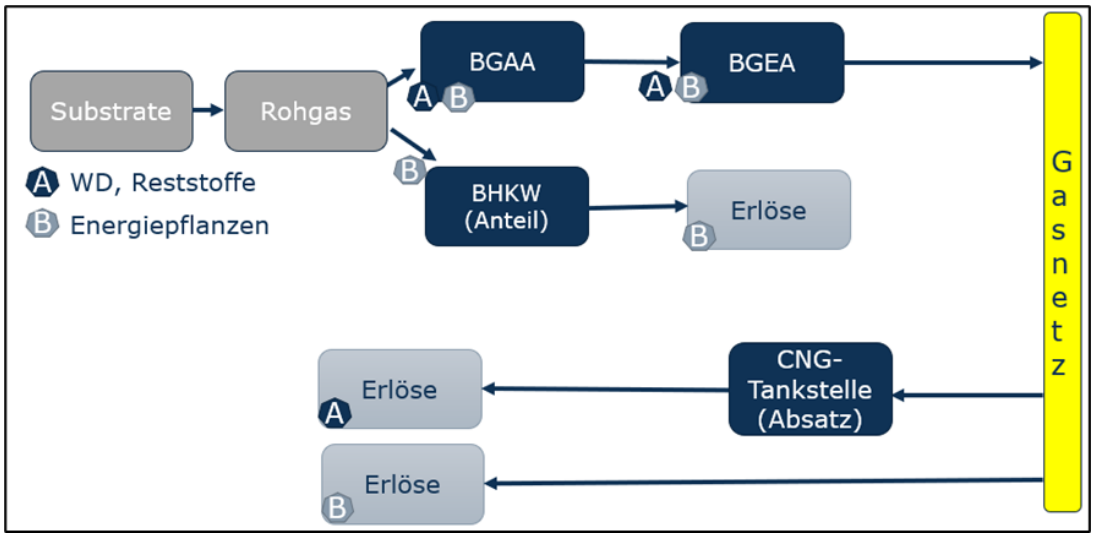

Abbildung 3: Verfahrensschema Konzept 2 – BioCNG-Tankstelle getrennt vom Standort der BGA – mit Gasnetzanschluss.

Konzept 3: Tankstelle getrennt vom Standort der Biogasanlage – ohne Gasnetzanschluss

Im Konzept 3 wird die Integration eines Kraftstoffpfades für landwirtschaftliche Biogasanlagen mit zu geringem BioCNG-Absatzpotenzial vor Ort und ohne Zugang zum öffentlichen Gasnetz bewertet. Die Erschließung eines Tankstellenstandortes mit ausreichend großem Kraftstoffabsatz erfolgt in diesem Konzept über

straßengebundenen Transport. Dabei wird sowohl der Transport von BioCNG mittels Transportcontainer (vgl. Abbildung 4) als auch der LKW-Transport von BioLNG betrachtet (vgl. Abbildung 5). Wie in Konzept 1 besteht kein Gasnetzanschluss, so dass lediglich der für den BioCNG- bzw. BioLNG-Absatz benötigte Anteil des Rohgases aufbereitet und je nach Anlagenkonstellation ggf. ein größerer Anteil dem BHKW zugeführt wird. In diesem Konzept werden ausschließlich große- und sehr große Tankstellenkategorien betrachtet.

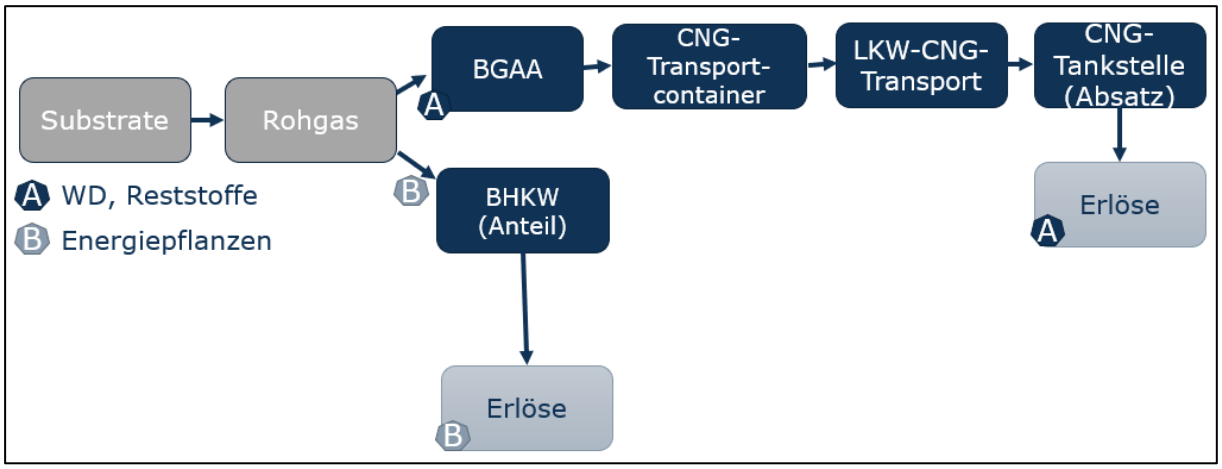

Abbildung 4: Verfahrensschema Konzept 3 – BioCNG-Tankstelle getrennt vom Standort der BGA – ohne Gasnetzanschluss.

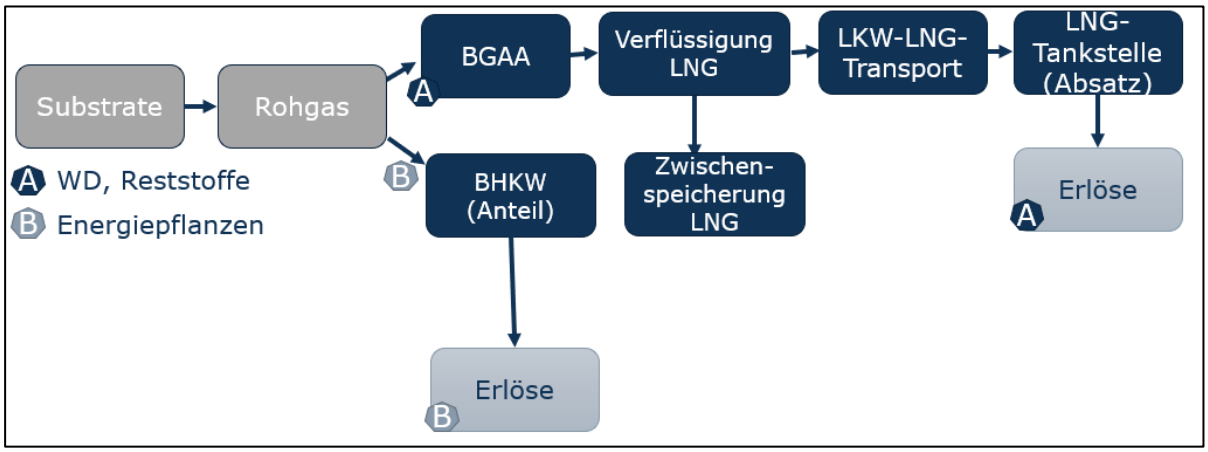

Abbildung 5: Verfahrensschema Konzept 3 – BioLNG-Tankstelle getrennt vom Standort der BGA – ohne Gasnetzanschluss.

Arbeitspaket 3: Analyse der rechtlichen Grundlagen

Die Bereitstellung von Biomethan als Kraftstoff wird von einer Vielzahl rechtlicher und normativer Rahmenbedingen tangiert. In diesem Arbeitspaket wurden die relevanten rechtlichen Regelungen zusammengestellt und hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Biomethanbereitstellung analysiert. Die unter 3.1 und 3.2 genannten Regelungen und Anforderungen sind im Detail im BIOKRAFT-Leitfaden (KTBL 2025) dargestellt.

3.1: Rechtliche Regelungen (FvB)

Hier wurde ein Überblick über die politischen, rechtlichen und normativen Rahmenbedingungen erarbeitet. Wichtige Regelungen umfassen das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG 2021), das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG 2021), die Erneuerbare Energien Richtlinie der EU (RED II) (EU RL 2018/2001 2018), die Biokraftstoffnachhaltigkeitsverordnung (Biokraft-NachV 2021) und weitere Regelungen auf europäischer und nationaler Ebene. Diese Regelungen wurden mit Blick auf die in AP 2 definierten Verfahrensvarianten analysiert.

Die Berechnungsmethodik zur THG-Emissionsminderung auf Basis der Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung und der Erneuerbare Energien Richtlinie RED III wurde ebenfalls analysiert und dargestellt. Verfügbare Treibhausgas-Rechner wurden recherchiert. Die Hürden, die sich für Anlagenbetreiber bei der Anwendung ergeben, wurden analysiert und Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt. Dies beinhaltet auch Hinweise zum Genehmigungsrecht bei Neuerrichtung oder Erweiterung.

3.2: Anforderungen, Nachweise und Zertifikate (FvB)

Die Nachweisführung mit der größten Bedeutung für die komplette Laufzeit der Anlage ist der Nachweis der Nachhaltigkeit und der Treibhausgasminderung nach den Vorgaben der Biokraft-NachV. Diese hat kontinuierlich zu erfolgen und ist Voraussetzung für die Teilnahme am Quotenmarkt. Ohne diese Teilnahme lässt sich kein wirtschaftlich tragbares Konzept darstellen. Neben der kontinuierlichen Erstellung von Nachhaltigkeitsnachweisen müssen sich Anlagenbetreiber um die jährliche (Re-)Auditierung kümmern, die wiederum Vorrausetzung für das Erstellen von Nachhaltigkeitsnachweisen ist.

Aufgrund der elementaren Bedeutung für ein erfolgreiches Geschäftsmodell wurde dieser Themenkomplex umfangreich aufbereitet und im Leitfaden verschriftlicht.

Hierbei wurden die Hintergründe dargestellt, auf der die Nachweispflicht fußt: In erster Linie die europäische Renewable Energy Directive (RED), die in Deutschland über die bereits o.g. Verordnungen abgebildet wird – aber auch weiteren wie das Bundesemissionsschutzgesetz (BImSchG), 38. Bundesemissionsschutzverordnung (38. BImSchV), Bundesemissionshandelsgesetz (BEHG). Diese bilden die Grundlage der Anrechenbarkeit sog. fortschrittlicher Kraftstoffe. Dies ist wichtig für die Vorbereitung der turnusmäßigen Audits von Stoff- und Gasströmen, um schlussendlich Nachweiszertifikate erhalten zu können.

Bezüglich der Anforderungen wurde auf die Bedeutung des Genehmigungsrechts hingewiesen: Hier entstehen komplexe Fragestellungen aus dem Bauplanungsrecht (BauGB) und deren jeweilige vor-Ort Umsetzung, etwa hinsichtlich der Gebietszuweisung oder den sog. privilegierten bzw. Außenbereichen. Eine rechtliche Beratung ist damit nicht verbunden, gibt aber Hinweise auf Punkte, die ein Anlagenbetreiber bei seinen lokalen Ämtern vermitteln sollte.

Arbeitspaket 4: Anforderung an Anlagenmanagement und Vermarktung

Im Arbeitspaket 4 werden die Grundlagen des praktischen Tankstellenbetriebes, des Anlagenmanagements und der Kraftstoffvermarktung beschrieben. Dabei wird insbesondere auf die Anforderungen fokussiert, welche für eine erfolgreiche Etablierung von BioCNG-Tankstellen an das Anlagenmanagement gestellt werden.

4.1: Kraftstoffabsatz und Eigennutzung (IBKE)

Für den wirtschaftlich erfolgreichen Anlagenbetrieb sind Mindestmengen an Kraftstoff abzusetzen, der Fuhrpark muss ggf. angepasst werden, es ist eine Mindestanzahl von Fahrzeugen erforderlich, die regelmäßig tanken. Diese Anforderungen wurden im Kontext zu typischen Erfahrungswerten von landwirtschaftlichen Betrieben, Speditionen, Busunternehmen und unter Berücksichtigung unterschiedlicher Absatzmengen analysiert.

Die Eigennutzung von Kraftstoff kann eine Chance für landwirtschaftliche Betriebe darstellen. Die Chancen und Möglichkeiten für die Eigenkraftstoffnutzung wurden analysiert.

4.2: Management des Tankstellenbetriebs (KTBL)

In diesem Teilarbeitspaket wurden die Anforderungen an das Management des Tankstellenbetriebes für einen wirtschaftlich erfolgreichen Betrieb beschrieben inkl. möglicher Kooperationsmodelle mit Flotten- und konventionellen Tankstellenbetreibern. Dies umfasst das Management von Betriebstankstellen (Eigentümer- und Betreiberstruktur sowie Service und Wartung) wie auch von öffentlich zugänglichen Tankstellen. Auch die rechtlichen Voraussetzungen wurden betrachtet.

Explizit aus dem realen Betrieb einer BioCNG-Tankstelle ergeben sich Erkenntnisse, die von großem Wert für zukünftige Tankstellenbetreiber sind. Mit dem Ziel, praktische Erkenntnisse aus der Etablierung und dem Betrieb von BioCNG-Tankstellen in das Vorhaben einfließen zu lassen, war daher die Einbindung eines Marktakteurs mit einschlägigen Erfahrungen in der Projektentwicklung und im Anlagenbetrieb von BioCNG-Tankstellen erforderlich. Die Beschreibung der Anforderungen an den Tankstellenbetrieb wurde somit als Unterauftrag ausgeschrieben und schließlich an die Ohra Energie GmbH vergeben.

Im Rahmen des Unterauftrages wurden u.a. die folgenden Fragestellungen bearbeitet:

- Standortfindung (Infrastrukturplanung, vertragliche Grundlagen z. B. mit Betreibern konventioneller Tankstellen, in die eine BioCNG-Tankstelle integriert werden kann, Akquise potenzieller Großkunden im Einzugsbereich wie Busunternehmen oder Logistikdienstleister),
- technisch-organisatorische Etablierung der Tankstelle (Ausschreibung, Planungsprozess, Vergabeprozess, Inbetriebnahme und Zertifizierungen),
- Dauerbetrieb der Tankstelle (Abrechnungsoptionen, Wartungsaufwendungen, Organisation der Wartung, wiederkehrende Prüfungen),
- Marketing des Tankstellenstandortes und des Kraftstoffes,
- Auslastung und Variabilität der Nutzung von Tankstellenstandorten,
- Wirtschaftlichkeit der Investition und des Betriebes einer BioCNG-Tankstelle,
- Erfahrungen aus der Quotenvermarktung und der Teilnahme am Quotenhandel.

Der Unterauftrag wurde vom IBKE koordiniert und in enger Abstimmung mit dem Projektkonsortium bearbeitet. Die Erkenntnisse des Unterauftrags wurden gemeinsam mit dem Unterauftragnehmer aufbereitet und in einem separaten Kapitel des BIOKRAFT-Leitfadens zusammengefasst und verschriftlicht.

4.3: Befragung von Fuhrparkbetreibern (KTBL)

Mit Interviews wurden die Hemmnisse und Erfahrungen, die aus Sicht von Fuhrparkbetreibern bei der Nutzung von BioCNG oder BioLNG bestehen, abgefragt und analysiert. Ziel der Befragung war es auch, motivierende Faktoren für eine Änderung der Kraftstoffstrategie von Fuhrparkbetreibern zu ermitteln.

Es wurden gezielte persönliche Befragungen in Form von halbstandardisierten Experteninterviews durchgeführt. Die Experten wurden nach vorheriger systematischer Recherche ausgewählt. Zur Zielgruppe der Befragten gehören Fuhrparkbetreiber (z. B. Busunternehmen, Speditionen, Logistikunternehmen und soziale Dienste) sowie landwirtschaftliche Betriebe, die bereits eine Biogasanlage mit Tankstelle betreiben.

Zentrale Inhalte waren Fragen zum Fuhrpark, zu den gefahrenen Kilometerleistungen und notwendigen Reichweiten, zur Betankungsinfrastruktur und zur Investitionsbereitschaft in CNG/LNG-Fahrzeuge.

Die Ergebnisse wurden in einer Matrix strukturiert aufgearbeitet, sodass Angaben zum Fuhrpark, den Mobilitätsbedarfen und -verhalten in die Projektarbeit einbezogen werden konnten.

Aufgrund der notwendigen speziellen Kenntnisse zum Aufbau und Ablauf der Befragungen wurde die Vorbereitung und Durchführung der Interviews als Unterauftrag ausgeschrieben und schließlich an den Theen e.V. vergeben. Der Unterauftrag wurde vom IBKE koordiniert und in enger Abstimmung mit dem Projektkonsortium bearbeitet. Die aufbereiteten Ergebnisse des Unterauftrags wurden durch das IBKE verschriftlicht und im Unterkapitel „Ergebnisse aus der Befragung von Fuhrparkbetreibern“ im BIOKRAFT-Leitfaden dargestellt.

Arbeitspaket 5: Online-Anwendung und Fallbeispiele

Die in den vorherigen Arbeitspaketen definierten und beschriebenen Bereitstellungspfade für Biomethan als Kraftstoff wurden in den Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas für Bestandsanlagen des KTBL integriert.

5.1: Programmierung der Online-Anwendung (KTBL)

In einer Oracle-Datenbank sind die Daten zu Biogasanlagen, den benötigten Stoffen und weitere abhängige Daten verwaltet. Die techno-ökonomischen Kenndaten in der KTBL-Datenbank wurden im Rahmen des Projekt soweit möglich aktualisiert und um bisher nicht vorhandene technische Komponenten (Teilanlagen) für die Kraftstoffbereitstellung und -vertankung ergänzt. Die Teilanlagen enthalten sowohl technische Eigenschaften und Leistungskenndaten der Komponenten als auch Werte zu Investitionsbedarf und Betriebskosten in Anhängigkeit von der Anlagengröße bzw. Leistungsfähigkeit.

Ziel der Webanwendung „Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas - Bestandsanlagen“ ist es, eine existierende Biogasanlage über die Eingabe der eingesetzten Gärbiomasse abzubilden (Ist-BGA) und mögliche Post-EEG-Verfahrensoptionen darstellen zu können. Hierbei können jedoch nur Rührkesselfermenter-Anlagen dargestellt werden. In das Modell fließen, wie bereits beim KTBL-Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas für Neuanlagen, u. a. die KTBL-Standardgaserträge, diverse eingrenzende Prozessparameter sowie solide Kenngrößen zur Modellierung ein. Die Anwendung ermöglicht dem User, die modellhafte Darstellung seiner

Praxisanlage mit einer „Post-EEG-Version“ der Anlage zu vergleichen. Hierfür stehen die relevanten Kenngrößen wie z. B. Stromgestehungskosten oder kalkulatorischer Gewinnbeitrag zur Verfügung.

Für die Integration der Bereitstellungspfade für Biomethan als Kraftstoff wurde ein Fachkonzept (Pflichtenheft) inkl. einer Nutzerführung als Grundlage für die IT-Entwicklung erstellt. Darin wurden die Pfade und deren Einbindungen sowie die notwendigen Rechenschritte und Logiken im Detail aufgeführt. Die Anwendung mit einer benutzerfreundlichen Oberfläche wurde in 3 sog. „Layern“ programmiert: Backend (Daten-Layer), Middleware (Logik-Layer) und Frontend (Präsentations-Layer; für die Nutzenden sichtbare Oberfläche der Anwendung).

- Backend

  In einer Oracle-Datenbank sind die Daten zu Biogasanlagen, den benötigten Stoffen und weitere abhängige Daten verwaltet. Ebenfalls stehen Eingabemasken dieser Inhalte zur Verfügung. Somit mussten diese Inhalte in eine eigens für das Projekt geschaffene Datenbankstruktur kopiert und um neue Inhalte erweitert werden.

- Middleware

  Hierbei handelt es sich um einen auf Java basierenden Webdienst, der alle notwendigen Daten aus der Datenbank abgreift und diese - in aufbereiteter Form - über eine REST-Schnittstelle (Representational State Transfer) dem Frontend zur Verfügung stellt. Eine solche Architektur verfolgt das Ziel, über ein einfaches Protokoll Daten abzurufen und zu manipulieren. Üblicherweise sind Daten im Format JSON dargestellt. Hierfür kommt die gängige Programmiersprache Java zum Einsatz, die häufig für diese Art von Aufgaben eingesetzt wird.

- Frontend

  Das Frontend ist eine 'klassische' Web-Anwendung. In dieser kann der Nutzer eine Biogasanlage beschreiben bzw. festlegen, die Optimierungsmöglichkeiten auswählen und die zugehörigen ökonomischen Daten vergleichen. Die Web-Anwendung ist mit dem quelloffenen Framework Angular entwickelt. Die Webanwendung greift über die oben genannte REST-Schnittstelle alle erforderlichen Daten ab und schickt diese - nachdem der Nutzer seine Auswahl getroffen hat - zur Weiterbearbeitung zurück. Die Anwendung stellt alle wichtigen Informationen für Nutzer so einfach wie möglich dar.

Für die Web-Anwendung wurden 5 Bereitstellungspfade ausgewählt:

1) Biomethaneinspeisung (d. h. ohne Kraftstoffproduktion)
2) Biomethaneinspeisung + Biomethantankstelle "CNG" am Standort
3) Biomethaneinspeisung + Biomethantankstelle "LNG" am Standort
4) Biomethaneinspeisung + Biomethantankstelle "CNG" getrennt vom Standort der BGA, Anbindung über Gasnetz
5) Biomethaneinspeisung + Biomethantankstelle "CNG" getrennt vom Standort der BGA, Anbindung über eigene Gasleitung

Der bereits aus dem Vorgängerprojekt ProBiogas (FKZ 22405416)) bestehende Biogasnutzungspfad „Biomethan“ wurde entsprechend erweitert.

5.2: Beispiele für die wirtschaftliche Bewertung der Biomethannutzung als Kraftstoff (KTBL)

Auf Basis der für die Web-Anwendung in 5.1 erstellten Berechnungslogik wurden Fallbeispiele modelliert. Dabei sind typische Fallkonstellationen betrachtet, die eine möglichst große Spanne der in der Praxis sinnvollen Anlagen abdecken.

Um nicht nur Kraftstoffpfade untereinander zu vergleichen, sondern diese auch einer Weiterführung als KWK-Anlage mit Vor-Ort-Verstromung der gesamter Biogasproduktion gegenüberstellen zu können, wurden zunächst Basis-Modellanlagen für 3 Anlagengrößen (davon eine mit zwei unterschiedlichen Substratmixen) entwickelt (Tabelle 4), auf die im Anschluss die in AP 2.2 entwickelten Bereitstellungspfade angewendet wurden.

Es wird davon ausgegangen, dass auch in der Ausgangssituation mit Vollverstromung die benötigte Prozessenergie (Strom, Wärme) durch eigene BHKW bereitgestellt und nur der Überschussstrom eingespeist wird. Die externe Wärmenutzung (Wärmeverkauf) wurde für die Basis-Modellanlagen unabhängig von Größe

und Substratmix auf 40 % der produzierten Wärmemenge festgelegt (Tabelle 4). Bei der Festlegung der Substrate wurde bewusst der Anteil der Maissilage minimiert und auf andere NawaRo zurückgegriffen. Bei den Wirtschaftsdüngern wird davon ausgegangen, dass diese vor Ort anfallen. D.h. es entstehen keine Kosten oder Treibhausgase aus dem Transport von Wirtschaftsdüngern zur Biogasanlage.

Tabelle 4: Kennwerte der Basis-Modellanlagen

Basis-Modellanlage	**Basis 200**	**Basis 500**	**Basis 1.000a**	**Basis 1.000b**
Bemessungsleistung	200 kW_{el}	500 kW_{el}	1.000 kW_{el}	
Substrate	80 % WD 20 % Ko-Substrate	75 % WD 25 % Ko-Substrate	50 % WD 50 % Ko-Substrate	75 % WD 25 % Ko-Substrate
Rindergülle	60 %	50 %	35 %	45 %
Rindermist	20 %	25 %	15 %	30 %
Getreide-GPS	20 %	5 %	15 %	4 %
Maissilage		5 %	15 %	5 %
Grassilage		2 %	5 %	2 %
Durchwachsende Silphie		2 %	4 %	2 %
Maisstroh		11 %	10 %	12 %
Rohgaserzeugung m_N^3/h	96	228	442	
BHKW (Basis)				
BHKW 1	250 kW_{el}	550 kW_{el}	1.100 kW_{el}	
BHKW 2	250 kW_{el}	550 kW_{el}	1.150 kW_{el}	
Summe BHKW	**500 kW_{el}**	**1.100 kW_{el}**	**2.250 kW_{el}**	
Flex-Faktor	2,5	2,3	2,2	
ext. Wärmenutzung (Verkauf)[1)]	40 %			

[1)] Anteil verkaufte Wärme an gesamter Wärmeproduktion

Es zeigte sich, dass unter den getroffenen Annahmen lediglich für die Anlagengrößen 500 und 1.000 kW_{el} ein wirtschaftlicher Weiterbetrieb mit einem reinen KWK-Konzept möglich ist. Bei der kleinsten Anlage mit 200 kW_{el} Höchstbemessungsleistung übersteigen die spezifischen Kosten abzüglich der Nebeneinnahmen aus Wärmeverkauf, Flexibilitätszuschlag und EPEX-Einnahmen den Zuschlagswert aus der letzten Biomasse-Ausschreibung von 17,44 Ct/kWh_{el} (Abbildung 6). Die 500 kW-Anlage und die mit 50 % Wirtschaftsdünger betriebene Anlage (Szenario Basis 1.000a) können Kosten realisieren, die auch ohne die Nebeneinnahmen bereits nahe dem Zuschlagswert liegen. Die große mit überwiegend Wirtschaftsdünger betriebene Anlage (Szenario Basis 1.000b) kann den Strom auch ohne Wärmeverkauf und zusätzliche Einnahmen aus der Stromvermarktung deutlich unter dem Zuschlagswert produzieren (Abbildung 6).

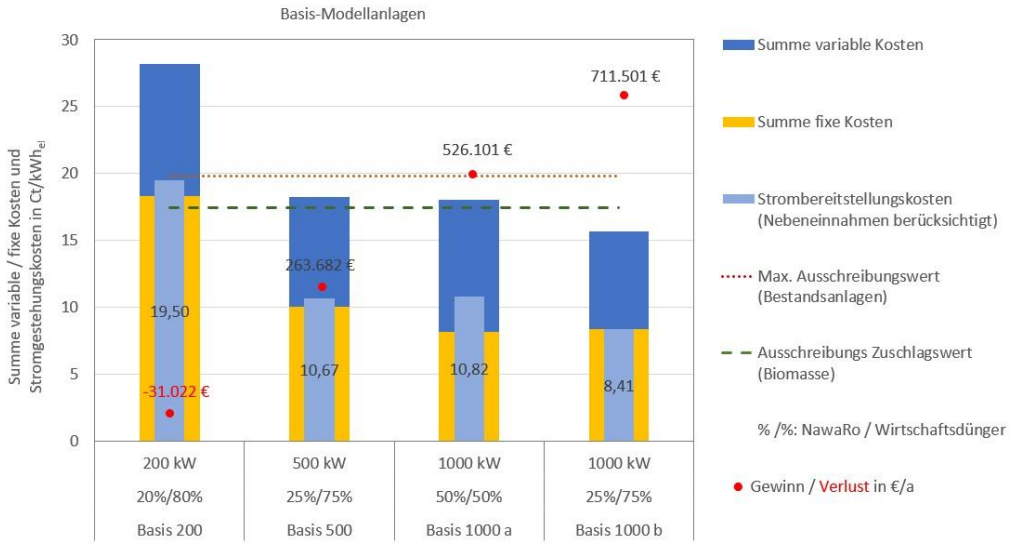

Abbildung 6: Spezifische variable und fixe Kosten der Basis-Modellanlagen bezogen auf den Stromverkauf; Stromgestehungskosten nach Abzug der Nebeneinnahmen (Wärmeverkauf sowie Flex-Zuschlag und EPEX-Einnahmen; nicht in Grafik ausgewiesen) zum Vergleich. Zusätzlich ist der jährliche Gewinn/Verlust der Anlage in €/a ausgewiesen.

Durch Kombination der 4 Basis-Modellanlagen mit den in AP 2.2 entwickelten 9 Bereitstellungspfaden (s. Tabelle 3) mit den Basis-Modellanlagen ergaben sich schlussendlich insgesamt 13 Betriebsmodelle (Tabelle 5). Substratzusammensetzung und Rohgasproduktion der Basis-Modellanlagen wurden beibehalten und lediglich die Biogasnutzung verändert mit folgenden Annahmen. Wie in Abbildung 2 bis Abbildung 5 dargestellt, wird in allen betrachteten Fällen weiterhin ein Teilstrom des Rohgases einem oder zwei BHKW zugeführt, um die Eigenenergieversorgung am Anlagenstandort zu gewährleisten. Es ergeben sich somit für die Betriebsmodelle einer Anlagengröße je nach Kraftstoffnutzungskonzept und Rahmenbedingungen (mit oder ohne Gasnetzanschluss, Umfang des Kraftstoffabsatzes) unterschiedliche Anteile, die zu Biomethan aufbereitet werden (Tabelle 5). Überschüssige Strom- oder Wärmemengen, sofern sich diese aufgrund der Festlegungen ergeben, werden vermarktet.

Dabei sollte das Rohgasäquivalent zur vermarkteten Methanmenge ausschließlich aus Wirtschaftsdüngern und Reststoffen stammen (sog. „bilanzielle Teilung“), um eine möglichst hohe Treibhausgasminderung gegenüber konventionellen Kraftstoffen zu erreichen und damit die Erlöse aus dem THG-Quotenhandel zu optimieren.

Tabelle 5: Betrachtete Betriebsmodelle, die sich aus der Kombination der Kraftstoffbereitstellungspfade aus AP 2.2 mit den Basis-Modellanlagen ergeben

Konzepte und Pfade		Höchstbemess.-leistung, kW_{el}	Maximale BGAA*-Leistung, Nm^3/h Rohbiogas	Kraftstoffmenge* bzw. Kraftstoff bedarf, t/M	Kraft-stoff	Rohbiogasbereitstellung für BGAA in Nm^3/h bzw. %-Rohgaserzeugung	Flexfaktor
Konzept 1: Tankstelle am BGA-Standort– ohne Gasnetzanschluss							
1	1.1	200	10	3	CNG	9,5 | 9,9%	2,4
	1.2	200	25	7		22 | 23%	2,8
	1.3	200	50	13		41 | 43%	3,7
	1.4 a)	500	190	50		161 | 71%	2,4
	1.4 b)	1000	190	50		163 | 37%	2,4
Konzept 2: Tankstelle getrennt vom BGA-Standort, BGA mit Gasnetzanschluss							
2	2.1	200	50	13	CNG	41 | 43%	3,9
	2.2 a)	500	190	50		161 | 71%	3,7
	2.2 b)	1000	190	50		182 | 41%	2,6
Konzept 3: Tankstelle getrennt vom BGA-Standort, BGA ohne Gasnetzanschluss mit Transport über mobile Biomethanbrücke							
3	3.1 a)	500	190	50	CNG	161 | 71%	3,7
	3.1 b)	1000	190	50		163 | 37%	2,4
	3.2 a)	500	190	50	LNG	162 | 71%	3,8
	3.2 b)	1000	190	50		163 | 37%	2,4
	3.3	1000	390	100		324 | 74%	4,2

* Biomethan für die Biokraftstoffe stammt ausschließlich aus Wirtschaftsdünger und Reststoffen

Die Ergebnisse der Berechnungen aller in Tabelle 5 aufgeführten Betriebsmodelle sind im Detail im BIOKRAFT-Leitfaden (s. AP 6.1) dokumentiert. Im vorliegenden Bericht werden lediglich für die Betriebsmodelle der kleinsten Basisanlage mit ursprünglich 200 kW detaillierte Ergebnisse dargestellt.

Wie für die Basis-Modellanlage Basis 200 mit KWK-Konzept (Abbildung 6) ist auch mit den Kraftstoffbereitstellungspfaden nur bedingt ein wirtschaftlicher Betrieb zu realisieren. Bei (sehr) geringen Kraftstoffabsätzen, wie sie mit der Mikro- bzw. kleinen Tankstelle in den ersten beiden Pfaden mit Hoftankstelle angenommen wurden (Pfade 1.1 mit 3 t/Monat und 1.2 mit 7 t/Monat), kann die Summe der Einnahmen aus Strom-, Wärme- und Kraftstoffmarkt die hohen Kosten v.a. aus den Abschreibungen nicht kompensieren (Abbildung 7). Erst mit der mittelgroßen Tankstelle (Absatz 13 t/Monat), wie sie in den Pfaden 1.3 (Hoftankstelle) und 2.1 (externe Tankstelle, Gasnetzanschluss) zugrunde gelegt wurde, können positive Jahresergebnisse erzielt werden. Die Variante mit der Hoftankstelle schneidet hierbei dabei deutlich günstiger ab, da zum einen Kosten für die Anbindung ans Gasnetz und die Durchleitung entfallen. Zum anderen wird die Hoftankstelle mit eigenem Strom aus dem/den BHKW betrieben, während dieser in Pfad 2.1 für die standortferne Tankstelle zugekauft werden muss. Insgesamt werden daher in Pfad 2.1 nur wenige Tausend Euro Gewinn erwirtschaftet.

In allen vier betrachteten Pfaden zeigt sich die Bedeutung der Erlöse aus dem THG-Quotenhandel. Diese übersteigen die Einnahmen aus dem Kraftstoffverkauf selbst und sind mit zunehmendem Absatz die wichtigste Einnahmequelle (Abbildung 7).

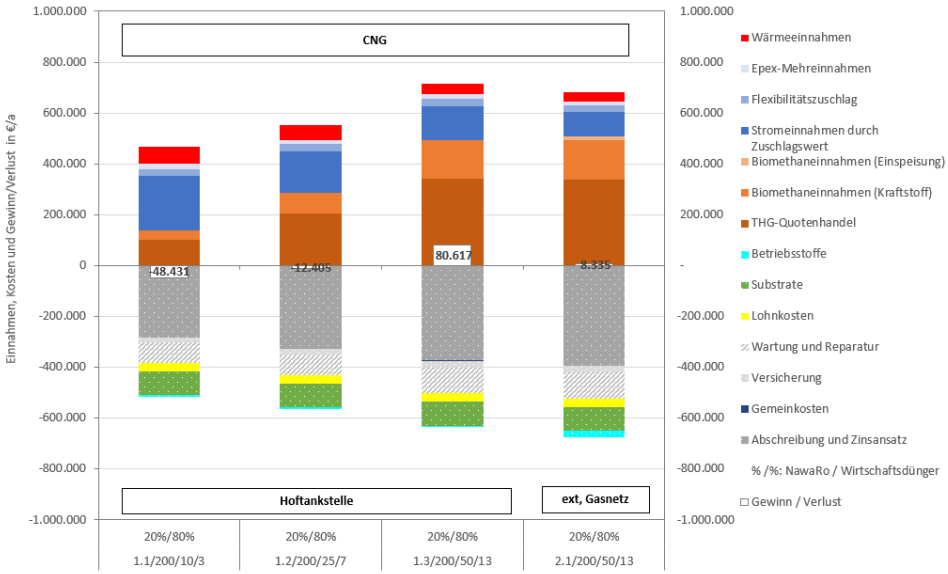

Abbildung 7: Anlagengröße 200 kW: Jährliche Kosten und Erlöse in den verschiedenen Kraftstoffbereitstellungspfaden im Detail sowie Gewinn bzw. Verlust

Die Bedeutung der THG-Quotenerlöse als wichtigster Hebel für das Betriebsergebnis bestätigte sich bei den Ergebnissen der größeren Modellanlagen mit 500 bzw. 1.000 kW ursprünglicher Höchstbemessungsleistung (Details s. BIOKRAFT-Leitfaden (KTBL 2025)). Ohne diese Einnahmequelle wäre in keinem der betrachteten Szenarien ein wirtschaftlicher Betrieb möglich. Dies gilt umso mehr, als in den Pfaden mit standortfernen Tankstellen zusätzliche Kosten entstehen für Transport des Kraftstoffs (Gasnetz, LKW) sowie den Betrieb der Tankstelle. In den Pfaden mit LNG-Vermarktung fallen zudem die Kosten für die Verflüssigung an. Daher schneiden bei der mittleren Anlage (500 kW) sowie der nur zu 50 % mit Wirtschaftsdüngern betriebenen großen Anlage (1.000a) jeweils die Pfade mit Hoftankstelle am besten ab, gefolgt von der Variante mit Transport des Biomethans über das Gasnetz. Der LKW-Transport wirkt sich sowohl bei CNG- als auch bei LNG-Vermarktung stark gewinnmindernd aus. Für CNG wurde dabei in den Berechnungen eine Entfernung der Tankstelle vom Anlagenstandort von 50 km und bei LNG von 100 km angenommen. Die große Anlage mit überwiegend Wirtschaftsdüngereinsatz (1.000b) wiederum kann den Gewinn der Variante mit weniger Wirtschaftsdünger und Hoftankstelle deutlich übertreffen. Denn im Betriebsmodell 1.000b wird aufgrund der größeren Teilmenge an Gas aus Wirtschaftsdüngern doppelt so viel Kraftstoff produziert und vermarktet, was zu entsprechend höheren Erlösen aus Kraftstoffverkauf und v.a. dem THG-Quotenhandel führt.

In dieser Konstellation, die einen höheren Eigenenergiebedarf bedingt, werden weder Strom noch Wärme eingespeist. Dies gilt ähnlich auch für die Pfade des mittleren Anlagenmodells (500 kW) und einem ebenso hohen Wirtschaftsdüngeranteil: Hier werden keine bzw. nur geringe Mengen an Überschussstrom oder Restwärme produziert. Demgegenüber können die doppelt so großen Anlagen der Basis-Variante 1.000a, jedoch mit identisch dimensionierter Tankstelle (190 t/Monat; vgl. Tabelle 5) zusätzlich hohe Erlöse aus Strom- und Wärmevermarktung generieren. In der Summe werden allerdings, wie oben bereits erläutert , nicht die Gewinne erreicht wie mit dem ausschließlichen Fokus auf Kraftstoffvermarktung und demzufolge einem optimierten, wirtschaftsdüngergeprägten Substratmix der Modellanlage 1.000b.

Generell liegen für die drei größeren Modellanlangen die Gewinne für allen Kraftstoffpfade deutlich über denen der größengleichen Basisanlagen mit KWK-Konzept.

Arbeitspaket 6: Veröffentlichung und Öffentlichkeitsarbeit

Die Informationen über das Projekt und die Ergebnisse wurden in der Presse, in den sozialen Medien und auf der Projekt-Abschlussveranstaltung im Rahmen der jährlichen FvB-Tagung „Biogas Convention 2024“ bekannt gemacht und präsentiert.

6.1: Leitfaden (KTBL)

Die in den Arbeitspaketen 2 bis 5 ausgewerteten Daten und Informationen sind im Leitfaden „Biomethan als Kraftstoff aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen“ (KTBL 2025) zusammengefasst. Dieser wird im Nachgang zum Projektende im Format der Schriftenreihe des KTBL fertiggestellt und u. a. vom KTBL als kostenloser

Download zur Verfügung gestellt, sowohl unter www.ktbl.de als auch dem Post-EEG-Portal www.zukunftbiogas.de.

Die Inhalte des BIOKRAFT-Leitfadens:

- Politische, rechtliche und normative Rahmenbedingungen (EU, DE)
- Technik und Verfahren zur Biogasaufbereitung Überblick)
- Technische Grundlagen der Herstellung von Biokraftstoff aus Biogas
- Anforderungen an den Betrieb einer Bio-CNG-Tankstelle, Vermarktung und Management
- Investitionsbedarf und Kosten
- Wirtschaftliche und technische Bewertung praxisrelevanter Bereitstellungspfade
- Praxisbeispiele

6.2: Praxisbeispiele (IBKE)

Neben den theoretischen Fallbeispielen aus AP 5.2 erfolgte eine Zusammenstellung von aktuellen, zum Teil bereits umgesetzten Projekten von BioCNG- und BioLNG-Tankstellen an Biogasanlagen in Deutschland und Europa. Insgesamt wurden 11 Praxisbeispiele ausgewählt, die im Steckbrief-Format im BIOKRAFT-Leitfaden (KTBL 2025) dargestellt sind.

Abbildung 8 zeigt beispielhaft den Steckbrief für die Anlage des Unterauftragnehmers für AP 4.2.

BioCNG Anlage in Frohndorf, DE

Tankstelle	
Kraftstoffart	BioCNG
Absatzmenge	ca. 7.000 t / Monat
Betreiber	ohra energie | www.ohraenergie.de
Hersteller	EnviTec Biogas AG | www.envitec-biogas.de BAUER COMP Holding GmbH | www.bauer-kompressoren.de
Jahr Inbetriebnahme	2023
Zielgruppe / Betankungsoptionen	PKW, LKW und Landmaschinen wie Traktoren | CNG-Füllkupplungssystem NGV1
Vermarktungsoption	Öffentlich
Anzahl Zapfsäulen	2
Bezahlsystem	EC-Karte (girocard, Maestro, Vpay), Kreditkarte (Master, Visa), Flottenkarte (DKV, UTA)
Aufstellungsort	Am Standort der BGA und BGAA
Biogasaufbereitung	
Aufbereitungskapazität	60 Nm³ Rohbiogas/h | 26 Nm³ Biomethan/h
Aufbereitungsverfahren	Membranverfahren
Hersteller	EnviTec Biogas AG
Gasnetzzugang	in Planung
Biogasanlage	
Angaben zu Substraten bzw. Substratmix	100 % Rindergülle, Wirtschaftsdünger, Landwirtschaftliche Substrate
Biogasanlagengröße	400 kWel | aktuell BHKW 250 kWel
Jahr Inbetriebnahme	2012
Betreiber	Agra GmbH Frohndorf / Orlishausen

Abbildung 8: Beispielhafter Steckbrief eines Praxisbeispiels aus dem BIOKRAFT-Leitfaden (KTBL 2025)

6.3: Fachveranstaltung (FvB)

Der Fachverband Biogas e.V. veranstaltete am 27. und 28.11.2024 im Kongress Palais Kassel die 34. BIOGAS Convention, die Jahrestagung der deutschen Biogasbranche. Im Rahmen dieser Veranstaltung fand am 28. November als Biokraft-Abschlussveranstaltung ein 3-stündiger, kostenfreier Workshop statt. Mehr als 200 Teilnehmer, vor allem Anlagenbetreiber, nahmen teil.

Das Programm umfasste folgende Vorträge der Projektpartner:

- Rechtlicher Rahmen für Biomethan als Kraftstoff (Dirk Bonse, Fachverband Biogas e.V.)
- Nutzungskonzepte für Biomethan als regenerativer Kraftstoff aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen (Tino Sperk und Jens Strahl, Institut für Biogas, Kreislaufwirtschaft & Energie, und Volkmar Braune, Ohra Energie GmbH)
- Zukunftsfähige Biokraftstoffkonzepte für den Weiterbetrieb landwirtschaftlicher Biogasanlagen – Entscheidungshilfen für die Praxis (Bernd Wirth, Dr. Ievgeniia Morozova und Ursula Roth, KTBL Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.)

und wurde von einer Podiumsdiskussion abgeschlossen.

6.4.: Öffentlichkeitsarbeit (KTBL)

Informationen zum Projekt und den Ergebnissen wurden der Fachpresse und in sozialen Medien zur Verfügung gestellt. Während der Projektlaufzeit nahm das Projektkonsortium an folgenden wissenschaftlichen Veranstaltungen und Messen teil, um die Projektergebnisse in Form von Vorträgen und Postern zu präsentieren und auch zum wissenschaftlichen Austausch im Biomethan-Bereich:

1) Biomethantagung, Weimar, 20.06.2023.

2) Biomethan-Mobilitätstag, Hohenheim, Eningen unter Achalm, 30.06.2023.

3) FNR/KTBL-Kongress, Bonn, 11.-12.09.2023:

- Paterson, M.; Morozova, I.; Strahl, J.; Sperk, T. (2023): Biomethan als Kraftstoff: Mögliches Geschäftsfeld für landwirtschaftliche Biogasanlagen. In: Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven. 8. FNR/KTBL-Kongress, 11.–12.09.2023, Poster.
- Bonse, D.; Rauh, S. (2023): Das Projekt BIOKRAFT: Rechtliche Grundlagen des Biomethankraftstoffhandels“. In: Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven. 8. FNR/KTBL-Kongress, 11.–12.09.2023, Poster.
- Paterson, M.; Morozova, I.; Strahl, J.; Sperk, T. (2023): Biomethan als Kraftstoff: Mögliches Geschäftsfeld für landwirtschaftliche Biogasanlagen. In: Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven. 8. FNR/KTBL-Kongress, 11.–12.09.2023, Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., S. 341–343.
- Bonse, D.; Rauh, S. (2023) Das Projekt BIOKRAFT: Rechtliche Grundlagen des Biomethankraftstoffhandels. In: Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven. 8. FNR/KTBL-Kongress, 11.–12.09.2023, Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., S. 355-357.

4) Biogas Convention & Fair Trade 2023, Nürnberg, 12.- 14.12.2023.

5) THG-Bilanzierung nach RED II, Peter Jürgens, REDcert GmbH, KTBL-Workshop, Darmstadt, 14.02.2024.

6) BIOKRAFT-Vorstellung im Rahmen eines IBKE-Vortrags zu einer Veranstaltung in Frohndorf zum Thema: „Lokale Biogastankstellen“ am 13.03.2024.

7) BIOKRAFT-Vorstellung im Rahmen eines IBKE-Vortrags zu einer Veranstaltung des ATB in Potsdam zum Thema: „Die Bio-CNG-Tankstelle als Beitrag zur energieautarken und fossilfreien Landwirtschaft“ am 30.04.2024.

8) Progress in Biogas, Stuttgart, KTBL-Vortrag, 02. – 04.09.24

9) Abschlussveranstaltung zum Projekt BIOKRAFT im Rahmen der Biogas Convention 2024, Kassel, 27.-28.11.2024 (Programm s. AP 6.3).

2. Verwertung

a) Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen

Es wurden in der Projektlaufzeit keine Schutzrechte angemeldet oder in Anspruch genommen. Dies war laut Antrag auch nicht geplant, womit sich hier keine Änderungen ergeben haben.

IBKE

Arbeitspaket 2 erforderte eine umfangreiche Marktanalyse und die detaillierte Zusammenstellung von teilweise geschützten Herstellerdaten sowie sensiblen Anlagendaten. Diese Daten wurden anonymisiert aufbereitet und so dem Projektvorhaben zur Verfügung gestellt.

Im Rahmen der Unteraufträge im Arbeitspaket 4 wurden sensible Firmendaten gesammelt und ausgewertet.

Im Unterauftrag zu AP 4.2 wurden vertrauliche Daten geschützt. Die für die Erörterung von Sachverhalten aus der Praxis notwendigen Informationsquellen (Bsp. Vertragspartner etc.) wurden anonymisiert. Des Weiteren wurden in AP 4.3 Interviews mit geeigneten Fuhrparkbetreibern durchgeführt. Diese Interviewpartner wurden namentlich geschützt und im BIOKRAFT-Leitfaden an geeigneter Stelle als Vertreter der jeweiligen Branche dargestellt (Bsp. Busflottenbetreiber xx, Speditionsunternehmen yy).

b) Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende

Der Informationsbedarf rund um die Optimierung von Biogasanlagen und möglichen, zukunftssicheren Konzepten für den Betrieb von Biogasanlagen ist in der Biogasbranche derzeit sehr hoch. Es ist eine sehr deutliche Bereitschaft bei Anlagenbetreibern zu erkennen, ihre Anlagen für die Zukunft zu ertüchtigen und dabei auch neue Wege wie die Bereitstellung von Biokraftstoffen zu gehen. Entsprechend sind auch Informationen zu diesem Thema stark nachgefragt. „BIOKRAFT“ stellt umfangreiche technische und ökonomische Informationen zur Biokraftstoffbereitstellung und Vermarktung zur Verfügung. Somit wirkt sich das Vorhaben positiv auf die Wettbewerbsfähigkeit der Biogasbranche aus und trägt dazu bei, Arbeitsplätze in der Biogasbranche zu sichern.

KTBL

Schwankende Kraftstoff- und Emissionsquotenpreise haben die Bedeutung flexibler Planungswerkzeuge für landwirtschaftliche Biogasanlagen als Entscheidungsbasis für diesen extrem volatilen Markt nochmals verdeutlicht. Umso wichtiger sind die im BIOKRAFT-Projekt zu erarbeitende Produkte. Dies ist zum einen der Leitfaden, in welchem eine breite Palette an möglichen Nutzungs- und Vermarktungspfaden von Biokraftstoffkonzepten dargestellt und bewertet wurden. Das Projekt stellt umfangreiche technische und ökonomische Informationen für dieses Geschäftsfeld zur Verfügung. Dies geschieht sowohl in Form von Informationen als auch mittels eines Kalkulationstools, das die Abschätzung der ökonomischen Auswirkungen von konzeptionellen Änderungen an Biogasanlagen ermöglicht.

Wesentliche Nutzergruppen für diese Informationen sind zum einen die Anlagenbetreiber selbst, zum anderen aber auch die auf Biogas spezialisierten Berater der Landwirtschaftskammern, Landesanstalten und privater Beratungsunternehmen und Gutachterbüros. Weiterhin unterstützen die Ergebnisse auch Banken dabei, auf solider fachlicher Basis über die Kreditvergabe für Biogasprojekte zu entscheiden. Auch werden der Politik, der Verwaltung und den Verbänden Informationen bereitgestellt, die eine sinnvolle Weiterentwicklung der Rahmenbedingungen für Biogasanlagen ermöglichen. Sind die Rahmenbedingungen sinnvoll gestaltet, kann die Biogastechnologie ihre Stärken ausspielen und sowohl für die Energieversorgung als auch für die Landwirtschaft wertvolle Leistungen erbringen.

IBKE

Das Themenfeld befindet sich im ständigen Wandel. Auf der einen Seite nimmt die Anzahl der landwirtschaftlichen Fahrzeuge, die für den Methaneinsatz vorgesehen sind, aktuell zu (New Holland-T7-CNG Traktor, New Holland-LNG-Traktor, litauischer CNG/Elektro-Traktor Auga M1). Die hohen fossilen Kraftstoffpreise führen zu einer erhöhten Nachfrage nach Biomethan als Kraftstoff im Markt, so dass die Projektergebnisse ein hohes Anwendungspotenzial haben. Auf der anderen Seite gibt Brüssel ein klares Signal für das absehbare Aus des Verbrennungsmotors, was dann auch für erneuerbares Methan gelten kann und die Einstufung von altfettbasierten Biokraftstoffen als fortschrittlich haben den drastischen Rückgang des Preises der THG-Minderungsquoten, die die ökonomische Basis für Biomethan als Kraftstoff sind, verursacht. Zudem gilt seit dem Jahr 2024 der Wegfall der deutschen Mautbefreiung für LNG/CNG-betriebene LKW.

Insofern könnte die Anwendbarkeit der Projekterkenntnisse in der Praxis zukünftig auch eingeschränkt werden. Sowohl auf EU und nationaler Ebene wird die Einführung eines „Carbon Correction Factors“ diskutiert. Die Projektergebnisse können in der Praxis grundsätzlich insoweit genutzt werden, dass Anlagenbetreiber, Beratungsdienstleister und Fuhrparkbesitzer auf deren Basis die technischen Optionen der Integration eines Biomethankraftstoffpfades unter Praxisbedingungen prüfen sowie mit Hilfe der ökonomischen Kennzahlen ein Projektvorhaben unter den vorherrschenden Praxisbedingungen wirtschaftlich bewerten können.

FvB

Bereits heute planen zahlreiche Betreiber von Bestandsbiogasanlagen einen Wechsel von Strom- und Wärmeproduktion zu einer Vermarktung des Biogases nach Aufbereitung als Kraftstoff. Vielfach fehlen verlässliche Planungszahlen. Von daher profitieren diese Wirtschaftsbeteiligten von den Projektergebnissen. Das gilt genauso für Neubau - oder Erweiterungsprojekte. Neben Zahlen zur Wirtschaftlichkeit ist zudem der rechtliche Rahmen – im Gegensatz zum EEG – vielen Beteiligten nicht bekannt. Entsprechend wertvoll sind hier der zugehörige Leitfaden und die Onlineanwendung als Grundlage für Investitionsentscheidungen.

Auch wenn die Nutzung des Verbrennungsmotors kontrovers diskutiert wird, besteht eine längerfristige Nutzungsoption, da ein großer Teil der Mobilität (Schwerlastverkehr, ÖPNV in der Fläche, Antriebe von Baumschienen und Traktoren) nicht zeitnah defossilisiert werden können. Auch Wasserstoffantriebe stoßen hier an ihre Grenzen.

c) Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Projektende

KTBL

Die Ergebnisse des Projekts wurden in das Daten- und Informationsangebot des KTBL eingebunden. Diese Daten und Informationen werden sowohl in der Beratung, der beruflichen Ausbildung als auch in der universitären Aus- und Weiterbildung genutzt. Darüber hinaus findet eine wissenschaftliche Verwertung durch die Publikation der Ergebnisse in Fachzeitschriften statt.

Die Projektergebnisse wurden auch für politische Entscheidungsträger und die öffentliche Verwaltung, z. B. mit der Genehmigung von Biogasanlagen befasste Behörden, aufbereitet, die dadurch bei der Erfüllung ihrer öffentlichen Aufgaben unterstützt sein können.

Die Erweiterung der Web-Anwendung zur Anlagenkonzeptoptimierung um die Option Biomethan als Kraftstoff macht eine informative Ergänzung zum umfangreich genutzten Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas des KTBL (https://www.zukunftbiogas.de/web-anwendung; http://www.ktbl.de/webanwendungen) und unterstützt die Tätigkeit der Beratungseinrichtungen. Dasselbe gilt für das Fachportal „Zukunft Biogas - Ein Fachportal zur Post-EEG-Thematik für landwirtschaftliche Biogasanlagen“ (https://www.zukunftbiogas.de/), in dem die Projektergebnisse ebenfalls der Branche zur Verfügung gestellt werden.

IBKE

Die Ergebnisse des Projektes bilden ein aussagekräftiges Informationsinstrument für Landwirte, Beratungsunternehmen sowie für die Politik. Das IBKE wird die Ergebnisse im Rahmen der Beratung und des Wissenstransfers gegenüber Betreibern von Praxisanlagen und öffentlichen Auftraggebern sowie bei eigenen Fachveranstaltungen nutzen, um über die Optionen der Kraftstoffbereitstellung aus Biogas zu informieren. Die Ergebnisse werden bei der Bearbeitung praktischer und wissenschaftlicher Aufgabenstellungen eingesetzt. In den betreffenden Sektoren von Wirtschaft, Wissenschaft und Politik können die Ergebnisse fundiert, praxisnah und zukunftsorientiert zu technischen und wirtschaftlichen Entscheidungsfindungen beitragen. Für IBKE bedeutet dies speziell:

- Unmittelbare Einbindung der Projektergebnisse in die tägliche Beratungstätigkeit.
- Nutzung und Weiterempfehlung der Online-Anwendung.
- Vorstellung der Projektergebnisse in Vorträgen auf Tagungen, an Universitäten, bei Unternehmen und Landwirten etc.
- Darstellung und Verbreitung/Veröffentlichung der Ergebnisse auf IBKE-Webseiten (z. B. auf www.biogas-thüringen.de).

FvB

Der FvB ist kein wissenschaftliches Institut. Als Branchenvertretung werden die gewonnen Erkenntnisse breit kommuniziert.

d) Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

KTBL

Im Rahmen des Vorhabens wurden unterschiedliche Szenarien der Kraftstoffproduktion und -vermarktung dargestellt. Die ökonomischen, technischen und rechtlichen Erkenntnisse liefern eine solide Informationsgrunde für das Geschäftsfeld Biomethan als Biokraftstoff, mit dem Konzepte für die Praxis wie auch für die Beratung erstellt werden können.

Über die Identifikation von Forschungs- und Entwicklungsbedarf hinaus wird die Internationalisierung für weiterführende Vorhaben erhofft. Die Projektpartner verfügen über ein ausgedehntes Netzwerk an europäischen und internationalen Kooperationspartnern. Ein nächster Schritt kann daher die Weiterentwicklung von Biogasanlagenkonzepten angepasst an die Strukturen anderer Länder sein.

IBKE

Das Projekt zeigt vor technisch-ökonomischem Hintergrund auf, welche Nutzungsoptionen heute bereits umsetzbar sind und für welche Nutzungsoptionen noch Entwicklungsbedarf erforderlich ist, was zukünftig direkt in Forschungsvorhaben aufgegriffen werden kann. Hinsichtlich der Beratung durch das IBKE in der Praxis besteht die Möglichkeit der unmittelbaren Einbindung der Projektergebnisse in die tägliche Beratungstätigkeit und Umsetzung in Investitionsvorhaben unserer Kunden, so dass hier ein direkter Anschluss in der Praxis erwartet wird.

FvB

Deutschland weist nach wie vor EU-weit den größten Biogas- bzw. Biomethananlagenbestand auf. Allerdings soll EU-weit ein Ausbau erfolgen. Die EU-Kommission wünscht hier eine Verfügbarkeit von 35 Mrd. Kubikmeter bis 2030. Der Transportbereich wird auch dort eine wesentliche Rolle spielen.

Im Rahmen des Projekts „BIOKRAFT“ sind eine Vielzahl von Konzepten zur Biokraftstoffbereitstellung auf ihre technische und ökonomische Machbarkeit und ihre Klimawirkungen überprüft worden. Diese Überprüfung wird zur Identifizierung von Schwachstellen und Wissenslücken der geprüften Maßnahmen und Konzepten führen. Hieraus ergibt sich sowohl Forschungsbedarf, der durch Universitäten und Fachhochschulen adressiert werden kann, als auch der Bedarf von anwendungsorientierter Entwicklung durch die Hersteller von Biogasanlagenkomponenten.

Über die Identifikation von Forschungs- und Entwicklungsbedarf hinaus sollte auch die Internationalisierung ein wesentlicher Anknüpfungspunkt für weiterführende Vorhaben sein. Sowohl das KTBL als auch das IBKE und der Fachverband Biogas verfügen über ein ausgedehntes Netzwerk an europäischen und internationalen Kooperationspartnern. Ein nächster Schritt kann daher die Weiterentwicklung von Biogasanlagenkonzepten, angepasst an die Strukturen anderer Länder sein.

e) Stand der Erreichung der in der Vorhabenbeschreibung aufgeführten Verwertungsoptionen, Forschungsdaten

Wird vollständig erreicht.

3. Erkenntnisse von Dritten

Es liegen keine neuen Erkenntnisse von Dritten zu diesem Thema vor.

4. Veröffentlichungen

FNR/KTBL-Kongress, Bonn, 11.-12.09.2023:

- Paterson, M.; Morozova, I.; Strahl, J.; Sperk, T. (2023): Biomethan als Kraftstoff: Mögliches Geschäftsfeld für landwirtschaftliche Biogasanlagen. In: Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven. 8. FNR/KTBL-Kongress, 11.–12.09.2023, Poster.

- Bonse, D.; Rauh, S. (2023): Das Projekt BIOKRAFT: Rechtliche Grundlagen des Biomethankraftstoffhandels“. In: Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven. 8. FNR/KTBL-Kongress, 11.–12.09.2023, Poster.
- Paterson, M.; Morozova, I.; Strahl, J.; Sperk, T. (2023): Biomethan als Kraftstoff: Mögliches Geschäftsfeld für landwirtschaftliche Biogasanlagen. In: Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven. 8. FNR/KTBL-Kongress, 11.–12.09.2023, Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., S. 341–343.
- Bonse, D.; Rauh, S. (2023) Das Projekt BIOKRAFT: Rechtliche Grundlagen des Biomethankraftstoffhandels. In: Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven. 8. FNR/KTBL-Kongress, 11.–12.09.2023, Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., S. 355-357.

Literatur

KTBL (2025): Biomethan als Kraftstoff aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Leitfaden aus dem FNR-Verbundvorhaben „BIOKRAFT“. Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL). Voraussichtlich verfügbar ab September 2025 unter www.ktbl.de sowie www.zukunftbiogas.de

ANHANG

Teilvorhaben 1: „Projektkoordination, Online-Anwendung und Fallbeispiele“

1. Ziel und Gegenstand des Teilvorhabens

Das Gesamtziel des Vorhabens war es, Biogasanlagenbetreibende und Beratungseinrichtungen in die Lage zu versetzen, im konkreten Fall die Machbarkeit und Rentabilität einer Kraftstoffbereitstellung und -distribution mit einer Biogasbestandsanlage zu prüfen. Dazu wurde gemeinsam mit den anderen Projektpartnern ein umfänglicher Leitfaden erstellt. Hauptaufgabe des KTBL war weiterhin die Ergänzung der bestehenden Web-Anwendung „Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas – Bestandsanlagen“ um praxisnahe Biokraftstoffkonzepte. Die Anwendung kann die wesentlichen technischen, rechtlichen und ökonomischen Sachverhalte für das Geschäftsfeld „Biomethan als Kraftstoff“ für landwirtschaftliche Biogasanlagen darstellen.

Die für die Web-Anwendung entwickelte Methodik wurde genutzt, um an beispielhaften Modellanlagen die im Projektkonsortium erarbeiteten Bereitstellungspfade hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Treibhausgas-emissionen zu bewerten. Die Ergebnisse sind wesentlicher Bestandteil des BIOKRAFT-Leitfadens „Biomethan als Kraftstoff aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen“, der nach Fertigstellung als pdf-Datei zum Download zur Verfügung gestellt wird.

2. Bearbeitete Arbeitspakete

Arbeitspaket 1: Projektkoordination

Im Arbeitspaket 1 waren alle Aufgaben angesiedelt, die der administrativen und organisatorischen Abwicklung des Verbundprojekts dienten. Dazu zählten die finanzielle Abwicklung des Projekts, die Organisation und Durchführung der Projekttreffen und Videokonferenzen (monatlicher Jour Fixe), die Abwicklung der Unteraufträge entsprechend der Vergaberichtlinien und die regelmäßige Erstellung von Berichten an den Fördermittelgeber. Darüber hinaus zählte die Gewährleistung der zeitgerechten Bearbeitung der einzelnen Arbeitspakete und die Zusammenführung der Ergebnisse der beteiligten Partner zu den Aufgaben im AP1.

Arbeitspaket 4: Anforderung an Anlagenmanagement und Vermarktung

Das KTBL war für die finanzielle Abwicklung der im AP4 vergebenen Unteraufträge zuständig.

Arbeitspaket 5: Online-Anwendung und Fallbeispiele

Die in den vorherigen Arbeitspaketen definierten und beschriebenen Bereitstellungspfade für Biomethan als Kraftstoff wurden in den Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas für Bestandsanlagen des KTBL integriert, der im Rahmen des Vorgängerprojektes ProBiogas (FKZ 22405416) entwickelt worden war. Auf Basis der für die Webanwendung entwickelten Berechnungsmethodik wurden Beispielrechnungen für insgesamt 13 Betriebsmodell mit Kraftstoffproduktion und -vermarktung durchgeführt. Die Ergebnisse sind im BIOKRAFT-Leitfaden (siehe AP 6.1) dokumentiert. Dabei wurden typische Fallkonstellationen betrachtet, die eine möglichst große Spanne der in der Praxis sinnvollen Anlagen abdecken. Dabei wurde auf die in AP 2.2 abgeleiteten Bewertungspfade zurückgegriffen.

Arbeitspaket 6: Veröffentlichung und Öffentlichkeitsarbeit

Die in den Arbeitspaketen 2 bis 5 erarbeiteten Daten und Informationen wurden zu einem Leitfaden „Biomethan als Kraftstoff aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen“ (KTBL 2025) zusammengefasst. Dieser wird als pdf-Download zu Verfügung gestellt werden.

AP 6 umfasste weiterhin die Verbreitung von Informationen zum Projekt und den Ergebnissen über Pressemitteilungen oder Beiträge in den sozialen Medien.

3. Wesentliche Ergebnisse des Teilvorhabens

Die im Rahmen des BIOKRAFT-Projekts entwickelten Szenarien für das Geschäftsmodell „Biokraftstoff“ wurden in die bestehende Web-Anwendung „Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas – Bestandsanlagen“ des KTBL integriert, die in einem Vorgängerprojekt für die Darstellung von Post-EEG-Optionen erstellt worden war. Darüber hinaus hat das KTBL mit derselben Methodik dreizehn im Projektkonsortium erarbeitete

Kraftstoffbereitstellungspfade im Detail modelliert und bezüglich Wirtschaftlichkeit und Treibhausgasemissionen (THG) bewertet. Die Szenarien wurden auf 4 Basis-Modellanlagen unterschiedlicher Größe angewandt, für die zum Vergleich auch der Weiterbetrieb als reine KWK-Anlagen mit flexibler Stromerzeugung und Wärmeverkauf betrachtet wurde. Zur Optimierung der Erlöse aus der Teilnahme an der THG-Quote im Verkehrssektor wurde davon ausgegangen, dass die Kraftstoffproduktion rechnerisch ausschließlich aus Wirtschaftsdüngern und ggf. Reststoffen stattfindet, die zu hohen THG-Einsparungen durch den Biokraftstoff im Vergleich zu konventionellen Kraftstoffen führen.

Der Investitionsbedarf für den Weiterbetrieb einer Anlage mit Kraftstoffpfad ist im Vergleich zu einer Weiterführung mit ausschließlicher Strom-/ Wärmeproduktion um 27% bis 73% höher. Während für die kleinste der Modellanlagen (200 kW_{el}) die ausschließliche KWK-Option nicht wirtschaftlich ist, kann durch Integration eines Kraftstoffpfades ab einer mittleren Tankstellengröße (Absatz 13 t /Monat) ein Gewinn realisiert werden. Für sehr kleine und kleine Tankstellen (3 bzw. 7 t/Monat) gelingt dies nicht. Demgegenüber erzielen alle betrachteten Szenarien mit größeren Anlagen (500 bzw. 1.000 kW_{el}) und einem Kraftstoffabsatz von mindestens 50 t/Monat ein positives Betriebsergebnis. Dabei liegen die Gewinne in allen Fällen deutlich über denen der größengleichen Basisanlagen mit KWK-Konzept.

Die Gewinne sind jedoch in höchstem Maße vom THG-Quotenpreis abhängig: Ohne Einnahmen aus dem THG-Quotenhandel wäre keiner der untersuchten Kraftstoffpfade wirtschaftlich. Diese Erlöse können nur mit einem möglichst hohen Anteil an Wirtschaftsdüngern im Substratmix voll ausgeschöpft werden. Der THG-Quotenpreis ist darüber hinaus sehr volatil. Dies ist bei der Planung zu berücksichtigen, da ansonsten bei einer negativen Quotenpreisentwicklung die Wirtschaftlichkeit der Anlage schnell in Frage steht.

Die Ergebnisse der Modellrechnungen werden ausführlich im Leitfaden „Biomethan als Kraftstoff aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen“ (KTBL 2025) dargestellt. Dieser wird in der KTBL-Schriftenreihe publiziert und in digitaler Form verfügbar sein.

Teilvorhaben 2: „Analyse der Verfahrenstechnik, Anforderungen an Anlagenmanagement und Vermarktung“

1. Ziel und Gegenstand des Teilvorhabens

Das Gesamtziel des Vorhabens war es aufzuzeigen, ob die Integration von Biomethan-Kraftstoffpfaden in landwirtschaftliche Biogasanlagen eine wirtschaftlich vorzügliche Nutzung von Rohbiogas darstellen kann und somit auch als Option für den Weiterbetrieb von Biogasanlagen im Rahmen von Post-EEG-Lösungen Berücksichtigung finden sollte. Biogasanlagenbetreibende und Beratungseinrichtungen sollen mit den Ergebnissen in die Lage versetzt werden, im konkreten Fall die Machbarkeit und Rentabilität einer Kraftstoffbereitstellung und -distribution mit einer Biogasbestandsanlage zu prüfen. Dazu wurden ein umfänglicher Leitfaden erstellt und eine praxisnahe Online-Anwendung entwickelt, die die wesentlichen technischen, rechtlichen und ökonomischen Sachverhalte für das Geschäftsfeld „Biomethan als Kraftstoff“ für landwirtschaftliche Biogasanlagen darstellt.

Der Fokus der Aufgaben des IBKE lag in der Bearbeitung der Arbeitspakete 2 und 4. Mit den Ergebnissen des Leitfadens gilt es eine zielgruppenorientierte Bereitstellung der gewonnenen Informationen als Anreiz für Investitionsentscheidungen in einen neuen Vermarktungsweg „Kraftstoff“ zu gewährleisten.

Außerdem unterstützte das IBKE die Projektpartner in den übrigen Arbeitspaketen mit eigener Expertise sowie Erfahrungen aus der täglichen Beratungspraxis. Die im Rahmen des Projektes gewonnenen Ergebnisse und Informationen zur Erschließung von Post-EEG-Geschäftsfeldern sind eine wichtige Grundlage dafür, dass Anlagenbetreibende und Beratende wissensbasierte Entscheidungen über einen möglichen Weiterbetrieb von Biogasanlagen nach Ablauf der EEG-Vergütungsphase fällen können. Darüber hinaus sollen Verbände und Politik bestehende Hemmnisse für eine Zielerreichung der politisch fixierten Energiewendeziele erkennen und ggf. abbauen können.

Die Optionen zur Erzeugung und Nutzung von Biomethan sind vielfältig und stark abhängig von den jeweils vorhanden infrastrukturellen Ausgangsvoraussetzungen am Anlagenstandort, der Substratverfügbarkeit, der Absatzpotenziale sowie weiterer technischer und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen. Mit den techno-ökonomischen Bewertungen des BIOKRAFT-Leitfadens soll eine exemplarische Auswahl praxisnaher Anwendungsfälle im Bereich der landwirtschaftlichen Biogaserzeugung abgebildet werden. Zu diesem Zweck werden unterschiedliche Bereitstellungspfade von Biomethan als Kraftstoff definiert und bewertet. Diese Bereitstellungspfade sind als modellhafte Anwendungsfälle zu verstehen, welche die Ableitung von grundsätzlichen Effekten der Anlagengröße, Anlagenleistung, Kraftstoffart und Absatzpotenziale auf die wirtschaftliche Vorzüglichkeit der Integration eines Kraftstofferzeugungspfades in landwirtschaftliche Biogasanlagen ermöglichen soll.

2. Bearbeitete Arbeitspakete

Arbeitspaket 1: Projektkoordination

Das IBKE hat am Kick-Off Termin, an allen Projekttreffen, an der Abschlussveranstaltung und an den regelmäßigen Jour Fixe Terminen teilgenommen.

Arbeitspaket 2: Analyse der Verfahrenstechnik

Ziel war die Entwicklung und Definition relevanter Kraftstoffbereitungspfade sowie die Etablierung einer umfassenden Datenbasis als Grundlage für die techno-ökonomische Bewertung dieser Pfade. Im Fokus des Arbeitspaketes 2 stand zunächst die Entwicklung und Definition von Technologiekonzepten und Bereitstellungspfaden mit einer expliziten Eignung für die Erzeugung von BioCNG und BioLNG aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Als Basis für die weitere Entwicklung, Schärfung und Bewertung der Bereitstellungspfade und Technologiekonzepte wurden im Rahmen vom Arbeitspaket 2 weiterhin technische und ökonomische Anlagendaten zu den notwendigen technischen Hauptkomponenten über eine Marktabfrage bei Anlagenherstellern generiert. Auf Basis der erhobenen Daten und zusammengestellten Informationen können die potenzielle Anlagenkonzepte exakt beschrieben und vertieft bewertet werden.

Arbeitspaket 4: Anforderung an Anlagenmanagement und Vermarktung

In Arbeitspaket 4 galt es die Anforderungen an das Management und den Betrieb von Betriebstankstellen und öffentlich zugänglichen Tankstellen zu erarbeiten und zu beschreiben. Als wesentliches Ziel sollten diese Informationen auf Basis von Praxiserfahrungen ermittelt bzw. durch diese ergänzt werden. Es galt dabei die

Standort- und Auslegungskriterien von BioCNG- und BioLNG-Tankstellen unter Berücksichtigung von Faktoren wie Kraftstoffabsatz, Tankprofilen, Gasnetzzugang, und weiteren infrastrukturellen Voraussetzungen zu erarbeiten. Um praktische Erfahrungen für die gegebenen Aufgaben- und Zielstellungen des Arbeitspaktes zu generieren, wurden im Rahmen des Arbeitspaketes 4 die folgenden zwei Unteraufträge (UA) ausgeschrieben und vergeben:

- - Unterauftrag 4.2: „Anforderungen an Management und Betrieb von BioCNG- Tankstellen“.
- - Unterauftrag 4.3: „Befragung von Fuhrparkbetreibern zum Einsatz von Biomethan als Kraftstoff“

3. Wesentliche Ergebnisse des Teilvorhabens

Im Arbeitspaket 2 konnten unter Berücksichtigung der Anlagengröße typischer landwirtschaftlicher Biogasanlagen, der Verfügbarkeit geeigneter fortschrittlicher Substrate, den zu erwartenden, standortabhängigen Kraftstoffabsatzmengen und weiterer relevanter Rahmenbedingungen neun unterschiedliche Bereitstellungspfade als Basis für die techno-ökonomische Bewertung entwickelt werden. Diese neun Bereitstellungspfade können in die folgenden drei grundsätzlichen Konzepttypen unterteilt werden:

- ***Konzept 1:*** *Eigene Tankstelle am Standort der Biogasanlage,*
- ***Konzept 2:*** *Eigene Tankstelle getrennt vom Standort der Biogasanlage – mit Gasnetzanschluss,*
- ***Konzept 3:*** *Eigene Tankstelle getrennt vom Standort der Biogasanlage – ohne Gasnetzanschluss.*

Durch die Markt- und Herstellerabfrage wurde eine techno-ökonomische Datenbasis generiert, mit der individuell sehr unterschiedliche Bereitstellungspfade detailliert beschrieben und wirtschaftlich bewertet werden können. Beispielhaft können genannt werden: die Vor-Ort-Vertankung im Kleinstmaßstab am Standort der Biogasanlage als Hoftankstelle, die Gasnetzeinspeisung mit anschließender bilanzieller Entnahme und die straßengebundene Verbringung von BioCNG und BioLNG zum Tankstellenstandort. Diese Bereitstellungspfade sind als modellhafte Anwendungsfälle für den erstellten Leitfaden zu verstehen, welche die Ableitung von grundsätzlichen Effekten der Anlagengröße, Anlagenleistung, Kraftstoffart und Absatzpotenziale auf die wirtschaftliche Vorzüglichkeit der Integration eines Kraftstofferzeugungspfades in landwirtschaftliche Biogasanlagen ermöglichen soll. Darüber hinaus wurden die Daten für die zu erstellende Webanwendung aufbereitet und in einer standardisierten Form an das KTBL zur weiteren Bearbeitung übergeben. Die aufgeführten Konzepte und Bereitstellungspfade wurden zielgruppenorientiert ausgewählt, mit den Projektpartnern praxisorientiert abgestimmt und für die Erstellung des Leitfadens finalisiert.

Die im Rahmen des AP 4 zu bearbeitenden Unteraufträge wurden durch das KTBL ausgeschrieben und an folgende Unternehmen vergeben:

- AP 4.2: „Anforderungen an Management und Betrieb von BioCNG-Tankstellen“ (vergeben an die Ohra Energie GmbH).
- AP 4.3: „Befragung von Fuhrparkbetreibern hinsichtlich der Erfahrungen und Einschätzungen zum Einsatz von Biomethan als Kraftstoff“ (vergeben an den Theen e.V.).

In Arbeitspaket 4 wurde das Management und der Betrieb von Betriebstankstellen und öffentlich zugänglichen Tankstellen beschrieben und durch Praxiserfahrungen ergänzt. Dabei wurden die Standort- und Auslegungskriterien von BioCNG- und BioLNG-Tankstellen unter Berücksichtigung von Faktoren wie Kraftstoffabsatz, Tankprofilen, Gasnetzzugang, und weiteren infrastrukturellen Voraussetzungen erarbeitet. Weiterhin wurden die nötigen Prozesse zur Projektentwicklung und Genehmigungsvoraussetzungen dargestellt. Die Erkenntnisse sind in die Erstellung des Leitfadens eingeflossen.

Im Rahmen des Arbeitspaketes 4 wurde außerdem über halbstandardisierte Experteninterviews untersucht, welche Hemmnisse und welche motivierenden Faktoren bei der Nutzung von Biomethan als Kraftstoff bestehen. Folgende Punkte können im Ergebnis als besonders relevante Hemmnisse für einen Umstieg von Diesel auf Biomethan als Kraftstoff genannt werden:

- Gesetzliche Rahmenbedingungen,
- Wegfall Befreiung LKW-Maut,
- Stand der Technik von CNG- und LNG-Fahrzeugen,
- Einordnung alternativer Antriebstechnologien.

Insgesamt legten die durchgeführten Experteninterviews zum einen bestehende Hemmnisse und Erfahrungen bei der Nutzung von BioCNG oder BioLNG offen, zum anderen konnten durch die Auswertung der Interviews

motivierende Faktoren für eine Änderung der Kraftstoffstrategie der befragten Branchen identifiziert werden. Weitere Ergebnisse und Stimmungsbilder aus den befragten Branchen wurden in den Leitfaden eingearbeitet und können dort eingesehen werden.

Die Steuerung, Auswertung und Einarbeitung der Unteraufträge erfolgte durch das IBKE. Beide Unteraufträge wurden erfolgreich abgeschlossen, die Ergebnisse wurden in den Leitfaden eingearbeitet.

Teilvorhaben 3: „Analyse der rechtlichen Grundlagen“

1. Ziel und Gegenstand des Teilvorhabens

Das Gesamtziel des Vorhabens war es aufzuzeigen, ob die Erzeugung von Biomethan als Kraftstoff eine wirtschaftliche Weiterbetriebsoption für bestehende Anlagen ist. Dazu wurden ein umfänglicher Leitfaden erstellt und eine praxisnahe Online-Anwendung entwickelt, die die wesentlichen technischen, rechtlichen und ökonomischen Sachverhalte für das Geschäftsfeld „Biomethan als Kraftstoff“ für landwirtschaftliche Biogasanlagen darstellt.

Der Fokus der Aufgaben des FvB lagen in Arbeitspaket 3. Arbeitspaket 3 beschäftigte sich mit der Analyse der rechtlichen Rahmenbedingungen. Die Bereitstellung von Biomethan als Kraftstoff wird von einer Vielzahl rechtlicher Rahmenbedingen beeinflusst, die entscheidend dafür sind, ob Betriebsmodelle wirtschaftlich sind. Im Rahmen des Projekts wurden die relevanten rechtlichen Regelungen zusammengestellt und hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Biomethanbereitstellung analysiert. Dabei wurde sowohl die europäische als auch nationale Ebene betrachtet. Die Erkenntnisse flossen anschließend in den Leitfaden und die Online-Anwendung ein.

2. Bearbeitete Arbeitspakete

Arbeitspaket 1: Projektkoordination

Der FvB nahm an allen Jour Fixen und weiteren internen Abstimmungen und Treffen teil. Bei weiteren Arbeitspaketen war der FvB unterstützend aktiv.

Arbeitspaket 3: Analyse der rechtlichen Grundlagen

Arbeitspaket 3 beschäftigte sich mit der Analyse der rechtlichen Rahmenbedingungen. Die Bereitstellung von Biomethan als Kraftstoff wird von einer Vielzahl rechtlicher Rahmenbedingen beeinflusst, die entscheidend dafür sind, ob Betriebsmodelle wirtschaftlich sind. Im Rahmen des Projekts wurden die relevanten rechtlichen Regelungen zusammengestellt und hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Biomethanbereitstellung als Kraftstoff analysiert. Dabei wurde sowohl die europäische als auch nationale Ebene betrachtet. Die Erkenntnisse flossen anschließend in den Leitfaden und die Online-Anwendung ein.

Arbeitspaket 6: Veröffentlichung und Öffentlichkeitsarbeit

Der FvB war im Rahmen des Projektes für die Organisation einer Abschlussveranstaltung verantwortlich. Mit den Projektpartnern wurde entschieden, diese im Rahmen der Biogas Convention in Kassel (27./28.11.2024) stattfinden zu lassen. Dadurch wurde sichergestellt, dass ein großes Zielpublikum erreicht werden konnte. Über 200 Teilnehmende, darunter zahlreiche Anlagenbetreiber, nahmen an dem 3-stündigem Workshop teil. Dabei wurden erstmals die erarbeiteten Zusammenhänge von Wirtschaftlichkeits- und Treibhausgas-berechnungen einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt und hinsichtlich des Aufwands lebhaft diskutiert.

3. Wesentliche Ergebnisse des Teilvorhabens

Die Analyse im Rahmen des Teilvorhabens ergab, dass auf europäischer Ebene die Erneuerbare Energien Richtline (RED – Renewable Energy Directive), die den Rahmen der EE-Förderpolitik setzt, maßgeblich für die Umsetzung von Biomethanprojekten ist. Neben Zielvorgaben für die Mitgliedsstaaten beinhaltet die RED zudem Vorgaben hinsichtlich der Anrechenbarkeit und damit Förderwürdigkeit einzelner EE-Techniken. Im Zuge des Projekts wurden die wesentlichen Aspekte in Bezug auf die Biomethanproduktion herausgearbeitet. Dies sind die Anforderungen an die Nachhaltigkeit sowie der Berechnung der Treibhausgasminderung bei der Erzeugung von Biomethan. Der besondere Fokus im Projekt lag auf der Aufbereitung der Vorgaben zum Nachweis der Treibhausgasminderung. Hierzu sind in der RED sowohl Standardwerte oder konkrete Rechenvorgaben vorgeschrieben, die Landwirte bei der Nachweisführung zu nutzen haben. Die in der RED verankerten Vorgaben sind die Grundlage für die hohe Treibhausgasminderung von Biomethan als Kraftstoff, insbesondere aus Wirtschaftsdüngern. Gleichzeitig sind die Rechenvorgaben relevant für die Online-Anwendung. Die Vorgaben aus der RED werden über mehrere Rechtstexte national umgesetzt. Die Regelungen zur Kraftstoffquote im Bundesimmissionsschutzgesetzt sind die Grundlage des Handels der erreichten Treibhausgasminderung. Aus diesem Grund wurde die Wirkweise des deutschen Quotensystems ausführlich analysiert und aufbereitet. Durch die Quote auf Basis der THG-Vermeidung kommt dem Klimaschutz eine hohe Bedeutung zu. Biomethan aus Rohstoffen mit einem niedrigen CO_2-Ausstoß profitieren

vom System. Für die Umsetzung der Nachweisführung ist die Biokraftstoffnachhaltigkeitsverordnung (BioKraft-NachV) maßgeblich. Aus diesem Grund wurden deren Vorgaben ebenfalls ausführlicher aufbereitet. Neben den Vorgaben zur Berechnung der Treibhausgasminderung, die ins Online-Tool einfließen, sind für Praktiker insbesondere die komplexen Auditierungsprozesse relevant.