



Machbarkeitsstudie zur Erweiterung der Methanisierungsstufe auf der Basis von regenerativ erzeugtem Wasserstoff und eines biologischen Methaniseurs in der Biogasaufbereitungsanlage Coesfeld

KURZBERICHT

Projektpartner:

Gesellschaft des Kreises Coesfeld zur Förderung regenerativer Energien mbH (GFC), Konsortialführer
Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH (IB Berg)

microbEnergy GmbH (ME)

bmp greengas GmbH (bmp)

Inhalt

1	AUSGANGSLAGE.....	3
2	DIE PROJEKTPARTNER	4
	2.1 Externe Gutachter und Berater	6
3	DAS PROJEKT.....	7
	3.1 Projektziele	10
	3.2 Innovationsgehalt des Projektes	11
4	ERGEBNISSE DER MACHBARKEITSSTUDIE.....	12
5	DAUERHAFTIGKEIT DER ERZIELTEN ERGEBNISSE	15
6	WEITERFÜHRENDE AUSKÜNFTE.....	16

Projektpartner:

Gesellschaft des Kreises Coesfeld zur Förderung regenerativer Energien mbH |
Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH | microbEnergy GmbH | bmp greengas GmbH

1 AUSGANGSLAGE

Der Kreis Coesfeld mit seinen 220.000 Einwohnern setzt sich seit Jahren aktiv für den Klimaschutz ein. Die erzielten Erfolge spiegeln sich insbesondere im European Energy Award wider. Das Engagement der Kreisverwaltung wird dabei intensiv durch ein Akteursnetzwerk unterstützt (KlimaPakt Kreis Coesfeld mit aktuell über 70 Mitgliedern aus Wirtschaft, Kommunen und Institutionen). Dazu zählen u.a. die kreiseigenen Gesellschaften WBC (Wirtschaftsbetriebe Kreis Coesfeld) und GFC (Gesellschaft des Kreises Coesfeld zur Förderung regenerativer Energien) sowie die Stadtwerke Coesfeld.

Im Mai 2018 wurde der Kreis Coesfeld von der Agentur für Erneuerbare Energien als „Energie-Kommune des Monats“ für die innovative und bürgernahe Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien ausgezeichnet. Konkret wurde die Bioabfallverwertung am Standort Coesfeld-Höven gelobt. Dort werden 45.000 t Bioabfälle u.a. aus Haushalten, Gärten und Parks verarbeitet und in einer Trockenvergärung zu Biogas umgewandelt. Das gewonnene Biogas wird in der Biogasaufbereitungsanlage in Aktivkohlefiltern entschwefelt. Anschließend erfolgt die Abtrennung von CO₂ in einem physikalischen Druckwäscheverfahren. Das somit aufbereitete Biogas entspricht den Qualitätsanforderungen der DVGW-Arbeitsblätter G 260 „Gasbeschaffenheit“ und G 262 „Nutzung von Gasen aus regenerativen Quellen in der öffentlichen Gasversorgung“. Die Thyssengas GmbH übernimmt dieses aufbereitete Biogas und speist dieses über Verdichteranlagen als Biogas Z (Begriffsdefinitionen nach DVGW G 262) in das öffentliche Erdgasnetz ein. Um schwankende Produktionsmengen auszugleichen, wurde zusätzlich ein 7.000 m³ Biogasspeicher installiert.



Abbildung 1: Biogasaufbereitungsanlage Coesfeld

Der Kreis Coesfeld möchte nunmehr den Standort der Biogasaufbereitungsanlage Coesfeld weiterentwickeln. Gemeinsam mit 3 weiteren Projektpartnern erarbeitete die Gesellschaft des Kreises Coesfeld zur Förderung regenerativer Energien mbH (GFC) daher die vom Land NRW geförderte „Machbarkeitsstudie zur Erweiterung der Methanisierungsstufe auf der Basis von regenerativ erzeugtem Wasserstoff und eines biologischen Methaniseurs in der Biogasaufbereitungsanlage Coesfeld“.

Projektpartner:

Gesellschaft des Kreises Coesfeld zur Förderung regenerativer Energien mbH |
Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH | microbEnergy GmbH | bmp greengas GmbH

2 DIE PROJEKTPARTNER



Gesellschaft des Kreises Coesfeld zur Förderung
regenerativer Energien mbH (GFC)
Borkener Straße 13
48653 Coesfeld
Tel.: +49 2541 95250
E-Mail: wbc@kreis-coesfeld.de
<https://www.wbc-coesfeld.de/gfc-mbh/>

Die GFC übernimmt als Tochter des Kreises Coesfeld Aufgaben zur Förderung regenerativer Energien im Kreis Coesfeld. Im Bereich Energietechnik steht hier schwerpunktmäßig die Aufbereitung und Verwertung von Biogas, das bei der Vergärung von jährlich 45.000 Tonnen Bioabfällen aus Haushalten des Kreises Coesfeld anfällt. Das Biomethan als Produktgas der seit 2012 betriebenen Biogasaufbereitungsanlage wird am Standort der Deponie Coesfeld-Höven in das Erdgasnetz eingespeist. Darüber hinaus beschäftigt sich die GFC im Kreis Coesfeld mit dem Ausbau einer flächendeckenden Ladeinfrastruktur für E-Autos und dem Bau und Betrieb von PV-Anlagen auf Kreisliegenschaften.

Aufgaben im Projekt

- Konsortialführer
- AP 1: Projektmanagement
- AP 3: Integration der Ausbaustufe (Elektrolyseur, Wasserstoffspeicher, Methaniseur) in die BGAA



Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH (IB Berg)
Gewerbepark Brand 48
52078 Aachen
Tel.: +49 241 94623-0
E-Mail: info@bueroberg.de
<https://www.bueroberg.de/>

Das Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH, gegründet 1981 und geleitet von 7 Gesellschaftern, die selbst als Ingenieure in der GmbH tätig sind, hat in den vergangenen Jahren in verschiedenen Förder- und Forschungshaben mitgearbeitet. Neben Entwicklungsarbeiten im Bereich der Kanalsanierung engagiert sich das IB Berg insbesondere in Verbundprojekten zur Nutzung erneuerbarer Energien. Die energetisch optimierte Produktion und Nutzung von regenerativen Gasen stellt den Schwerpunkt der Entwicklungsarbeiten dar.

Aufgaben im Projekt

- AP 2: Konzepterstellung der Anlage zur Erzeugung/ Verwertung von regenerativem Wasserstoff
- AP 6: Kostenschätzung, Wirtschaftlichkeitsberechnung

Projektpartner:

Gesellschaft des Kreises Coesfeld zur Förderung regenerativer Energien mbH |
Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH | microEnergy GmbH | bmp greengas GmbH



microbEnergy GmbH (ME)
Bayernwerk 8
92421 Schwandorf
Tel.: +49 9431 751-210
E-Mail: info@microbenergy.com
<https://www.microbenergy.com>

Die microbEnergy GmbH hat als Gruppenunternehmen der Viessmann Group das biologische Methanisierungsverfahren BiON® zur Erzeugung von regenerativen Methan entwickelt. Mit diesem Verfahren wandeln Mikroorganismen Wasserstoff und Kohlendioxid in einspeisefähiges Methan um. Gemeinsam mit dem Schwesterunternehmen Schmack Biogas Service GmbH beschäftigt sich das Unternehmen mit dem Neubau, der Projektierung und der Inbetriebnahme von Anlagen im Bereich der erneuerbaren Gase. Das gemeinsame Leistungsportfolio greift auf eine mehr als 20-jährige Expertise zurück und umfasst neben dem Anlagenbau, ebenso technische und biologische Dienstleistungen, sowohl im Power-to-Gas-, als auch im Biogasbereich.

Aufgaben im Projekt

- AP 4: Vorplanung Anlagentechnik biologische Methanisierung



bmp greengas GmbH (bmp)
Ganghoferstraße 68a
80339 München
Tel.: +49 89 309 0587 0
E-Mail: info@bmp-greengas.de
<https://www.bmp-greengas.de/>

bmp greengas ist Deutschlands führender Vermarkter für Biomethan und der Experte für grüne Gase. Seit mehr als 12 Jahren arbeitet das Unternehmen jeden Tag daran, die Welt mit klimafreundlichen Innovationen grüner zu machen.

bmp greengas unterstützt Unternehmen bei der Umstellung auf eine nachhaltige Energieversorgung mit Biomethan, grünem Wasserstoff, Bio-SNG und Bio-LNG. Dabei übernehmen die Experten vom Handling des Transports über die Bilanzierung bis zur ausfallsicheren Lieferung von grünen Gasen das volle Leistungsspektrum für ihre Kunden – für einen reibungslosen Einsatz in der Kraft-Wärme-Kopplung, der Mobilität und in der thermischen oder stofflichen Verwertung.

Als Tochterunternehmen der Erdgas Südwest GmbH und Teil des EnBW-Konzerns ist die Energie-Kompetenz fest in der DNA verankert. Ebenso wie das gemeinsame Ziel des Teams: eine grüne Zukunft!

Aufgaben im Projekt

- AP 5: Vermarktungskonzept Wasserstoffgas bzw. Mischgas

Projektpartner:

Gesellschaft des Kreises Coesfeld zur Förderung regenerativer Energien mbH |
Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH | microbEnergy GmbH | bmp greengas GmbH

2.1 Externe Gutachter und Berater

Um die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie bestmöglich abzusichern, wurden neben den Projektpartnern folgende Fachkompetenzen in die Erarbeitung der Machbarkeitsstudie eingebunden:



Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Bereich Mobilität und alternative Energieträger
Chausseestraße 128a | 10115 Berlin
<https://www.dena.de/>

Aufgabe im Projekt

Kurz-Analyse massenbilanzielle Anforderungen von Mischgas aus Wasserstoff und Biomethan aus biologischer Methanisierung



TÜV Rheinland Industrie Service GmbH
Deworastraße 1-3 | 54290 Trier
<https://www.tuv.com/germany/de/>

Aufgabe im Projekt

Sicherheitstechnische Begutachtung zur Einbindung synthetisch angereicherter Biogases mit erhöhtem Wasserstoffanteil in eine bestehende Biogasaufbereitungsanlage



ELUcert GmbH
Kastanienweg 35 | 48653 Coesfeld
<https://www.elucert.de>

Aufgabe im Projekt

Erarbeitung der Möglichkeiten der Zertifizierung von durch Elektrolyse erzeugtem synthetischen Biomethan unter Berücksichtigung von gesetzlichen und projektspezifischen Rahmenbedingungen



Schwelm Anlagentechnik GmbH
Loher Straße 1 | 58332 Schwelm
<https://www.schwelm-at.de>

Aufgabe im Projekt

Bewertung der vorhandenen Aufbereitungstechnik auf den Durchsatz erhöhter Methankonzentrationen

Projektpartner:

Gesellschaft des Kreises Coesfeld zur Förderung regenerativer Energien mbH |
Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH | microEnergy GmbH | bmp greengas GmbH

3 DAS PROJEKT

Die kreiseigene Gesellschaft des Kreises Coesfeld zur Förderung regenerativer Energien mbH (GFC) ist Betreiber der Biogasaufbereitungsanlage Coesfeld. Zurzeit wird das vorbehandelte Biogas mit einem CH_4 -Gehalt von ca. 55 Vol.% in einem ca. 7.000 m^3 großen Biogasspeicher bevorratet, bevor es in einer Biogasaufbereitungsanlage zu Erdgasqualität aufgearbeitet und anschließend in das Erdgasnetz der Thyssengas eingespeist wird.

Zusätzlich soll nun an diesem Standort mit regenerativ erzeugtem Überschussstrom Wasserstoff produziert und direkt in das Erdgasnetz der Thyssengas eingespeist werden.

Wasserstoff gilt als ein vielversprechender Energieträger im Energiemix für die zukünftige regenerative Energieversorgung in Deutschland. Der sehr reaktionsfreudige Wasserstoff tritt natürlich allerdings nur in gebundener Form auf. Um diesen energetisch nutzen zu können, ist zunächst ein technischer Herstellungsprozess notwendig.

Erprobt ist das Verfahren der Spaltung von Wasser mithilfe von elektrischer Energie in Sauerstoff und Wasserstoff (Elektrolyse).

Zwar wird in einer Vielzahl von Pilotprojekten in Deutschland Wasserstoff unter Verwendung von sogenanntem „Graustrom“ mit erheblichem Anteil an fossil hergestelltem Strom und der diesbezüglichen Argumentation hergestellt, dass die Hochlaufphase der Wasserstofftechnologie in Deutschland diesen Unterstützungsprozess erfordert. Gleichwohl ist aber bekannt, dass der Herstellungsprozess von Wasserstoff und dessen Weiterverarbeitung mit einem erheblichen Wirkungsgradverlust verbunden ist.

Eine vielfach zitierte Argumentation für die anteilige Verwendung von Strom unter Verwendung fossiler Energieträger ist, dass der große Investitionsbedarf der Anlagentechnik zur Herstellung von Wasserstoff einen Betrieb der Anlagentechnik mit hohen Volllaststunden erfordert. Da regenerativer Überschussstrom derzeit aber nur an sehr wenigen Tagen im Jahr anfällt, werden die derzeitigen Wasserstoffprojekte mit teils erheblichen Mengen an fossilem Strom betrieben. Projekte, welche nach dieser Argumentation umgesetzt werden, sind dem Umwelt- und Klimaschutz allerdings nur eingeschränkt dienlich.

Insofern werden technologische Ansätze gesucht, die dazu beitragen, dass Wasserstoff in wenigen Jahresstunden ausschließlich mit regenerativer Energie und dennoch zu marktgerechten Preisen produziert werden kann. Dieses Ziel verfolgt das Wasserstoffprojekt auf der Biogasaufbereitungsanlage in Coesfeld konsequent.

Die direkte Wasserstoffeinspeisung bis zur Zulässigkeitsgrenze ist neben der unmittelbaren Nutzung des grünen Wasserstoffs im Mobilitätssektor oder in industriellen Anwendungen die ökonomisch vorteilhafteste Nutzung. Da allerdings wegen der derzeit gültigen Regelwerke die H_2 -Einspeisung in das

Projektpartner:

Gesellschaft des Kreises Coesfeld zur Förderung regenerativer Energien mbH |
Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH | microEnergy GmbH | bmp greengas GmbH

Erdgasnetz limitiert ist, bietet sich ergänzend die Methanisierung des überschüssigen, regenerativ erzeugten Wasserstoffs und des CO₂-Anteils aus dem vorbehandelten Rohbiogasstrom in einer neu zu bauenden Methanisierungsstufe an.

Die Hauptkomponenten der neu zu errichtenden Ausbaustufe bestehen aus einer 1,5 MW_{Peak} Photovoltaikanlage, einem Elektrolyseur, einem Wasserstoffspeicher und einer zusätzlichen biologischen Methanisierungsstufe. Der Produktstrom der genannten Methanisierungsstufe besteht zu ca. 94% aus CH₄.

Nachfolgende Grafik zeigt die technische Konzeption des Projektes. Die grün dargestellten Komponenten stellen die neu zu errichtende Ausbaustufe dar.

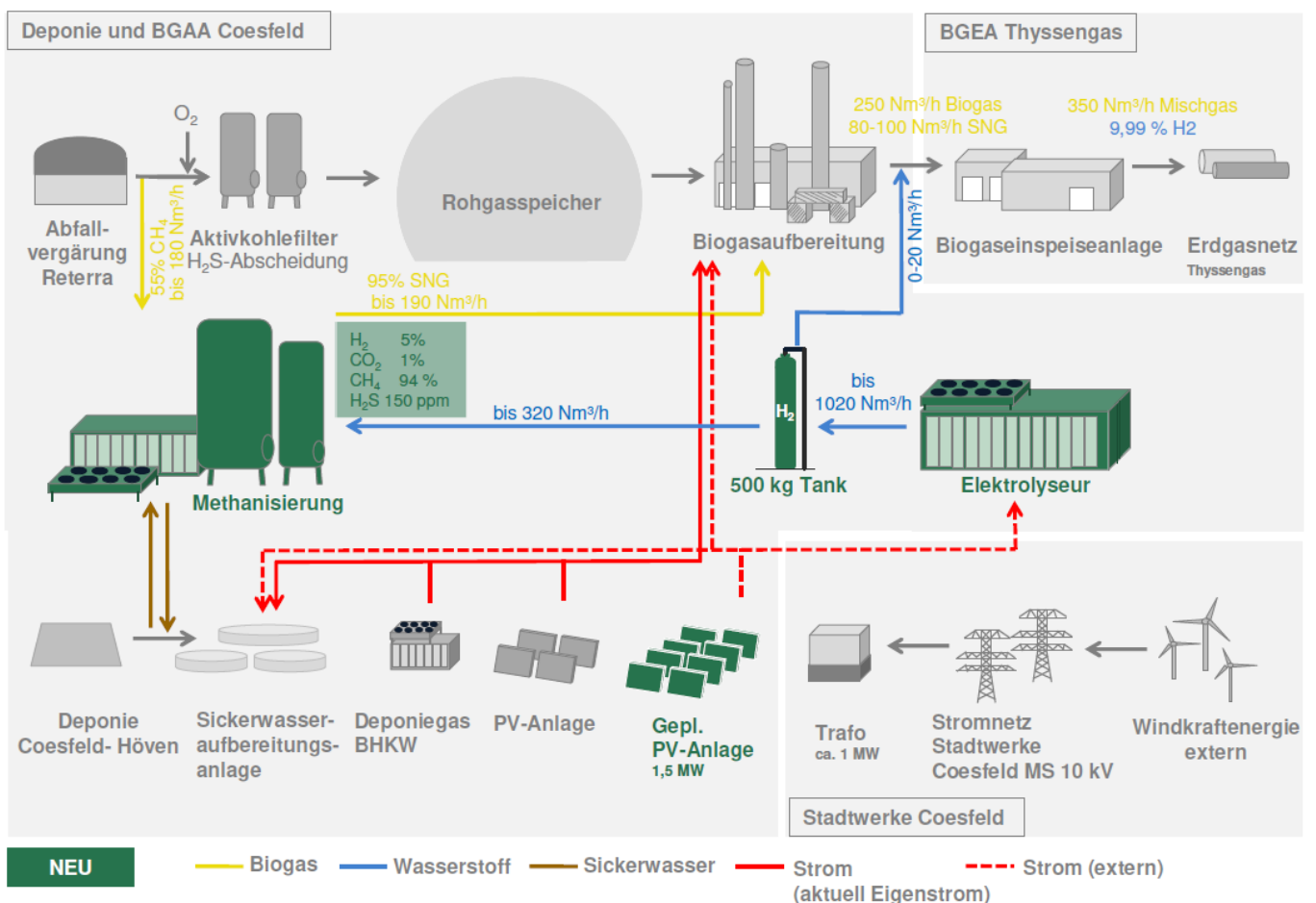


Abbildung 2: Erweiterte Biogasaufbereitungsanlage Coesfeld, die grün dargestellten Komponenten stellen die neu zu errichtende Ausbaustufe dar.

Die Bereitstellung des regenerativen Überschussstroms zur Produktion von Wasserstoff in einem Elektrolyseur wird aus folgenden Anlagen erfolgen:

Projektpartner:

Gesellschaft des Kreises Coesfeld zur Förderung regenerativer Energien mbH |
 Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH | microEnergy GmbH | bmp greengas GmbH

PV-Anlage Deponie Coesfeld

Die GFC betreibt bereits eine PV-Anlage auf dem Gebäude der Sickerwasseraufbereitungsanlage, welche in unmittelbarer Nähe der Biogasaufbereitungsanlage Coesfeld angesiedelt ist. Am Standort selbst betreibt die GFC zudem ein Deponiegas-BHKW zur Eigenstromversorgung der Biogasaufbereitungsanlage und der Sickerwasseraufbereitungsanlage. Der Deponiegasanfall nimmt jedoch kontinuierlich ab, so dass die produzierte Strommenge zur Eigenstromversorgung der Biogasaufbereitungsanlage nicht mehr ausreicht. Daher wird die GFC zeitnah auf dem Deponiekörper eine weitere 300 kW_{Peak}-PV-Anlage installieren, um einen höheren Eigenstromanteil zum Betrieb der Biogasaufbereitungsanlage erreichen zu können.

Im Rahmen der erstellten Machbarkeitsstudie erfolgte die technische und wirtschaftliche Prüfung zum Bau dieser PV-Anlage in einer Größenordnung von ca. 1,5 MW_{Peak} statt der bisher angedachten 300 kW_{Peak} Anlage.

Die Wirtschaftlichkeit dieser 1,5 MW_{Peak}-Photovoltaikanlage ist durch eine hohe Eigenstromverwertung in der Biogasaufbereitungsanlage/ Sickerwasseraufbereitungsanlage definiert. Mit dem Anteil, der den Eigenstrombedarf übersteigt, erfolgt der Betrieb des Elektrolyseurs. Es ist davon auszugehen, dass ca. 60 % des erzeugten Stroms aus der 1,5 MW_{Peak} PV-Anlage zur Produktion von regenerativem Wasserstoff im geplanten Elektrolyseur verwertet werden kann.

Windkraftanlagen, sonstige erneuerbare Energieerzeuger

Als weitere regenerative Stromquelle zur Produktion von grünem Wasserstoff am Standort der Biogasaufbereitungsanlage Coesfeld-Höven bieten sich regional installierte Photovoltaikanlagen und Windkraftanlagen an, welche in den nächsten Jahren ihre 20-jährige EEG-Förderung verlieren.

Im Bereich der PV-Anlagen werden im Kreis Coesfeld zwischen 2022 und 2027 lediglich 18 Anlagen mit einer Nettoleistung von jeweils über 50 kW keine EEG-Förderung mehr erhalten. Da es sich hierbei durchweg um vergleichsweise kleine Anlagen handelt (größte Anlage 97 kWp), ist hier kein relevantes Potential für die Versorgung der geplanten Anlage zur Erzeugung von regenerativem Wasserstoff in der BGAA Coesfeld zu sehen. Dementsprechend wurde dieser Ansatz nicht weiterverfolgt.

Bezogen auf Windenergie gibt es in den Gemeinden Coesfeld und Rosendahl insgesamt 22 Anlagen, die zwischen 2002 und 2007 in Betrieb genommen wurden, die also bis Ende 2027 aus der EEG-Förderung laufen. Die Regelung im EEG ist hierbei, dass die EEG-Förderung für das Inbetriebnahmejahr plus 20 weitere volle Jahre gewährt wird. Die installierte Leistung dieser Anlagen summiert sich auf 34,6 MW.

Erste Gespräche mit Windkraftanlagenbetreibern lassen auf ein grundsätzliches Interesse der Betreiber an einer Folgenutzung ihrer Anlagen zur Produktion von regenerativem Wasserstoff schließen. Allerdings besteht keine unmittelbare Strom-Leitungsverbindung der Windkraftanlagen zum geplanten

Projektpartner:

Gesellschaft des Kreises Coesfeld zur Förderung regenerativer Energien mbH |
Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH | microEnergy GmbH | bmp greengas GmbH

Standort der Wasserstoffherzeugung in Coesfeld. Die Durchleitung des Windkraftstromes über das öffentliche Stromnetz ist derzeit nicht wirtschaftlich, unter anderem, weil eine Befreiung von der Stromsteuer und den netzentgeltgekoppelten Abgaben aktuell noch nicht möglich ist.

Jedoch ist es so, dass im Kreis Coesfeld zusätzlich zu den bereits installierten Windkraftanlagen mit einer installierten Leistung von 88 MW zukünftig weitere 97 MW Windkraftanlagen errichtet werden. Netzengpässe in wind- und sonnenreichen Zeiten sind somit zu erwarten.

In der ersten Realisierungsphase des Wasserstoff-Projektes auf dem Gelände der Biogasaufbereitungsanlage Coesfeld ist vorgesehen, den Strom zum Betrieb der Elektrolyse aus der zu errichtenden PV-Anlage zu verwenden. Da die in Coesfeld geplanten Anlagen zur Wasserstoffproduktion und -verwertung modular erweiterbar sind, kann regionaler Windkraftstrom in nachfolgenden Realisierungsphasen in das Projekt eingebunden werden.

3.1 Projektziele

Das übergeordnete Ziel des Projektes ist es, die neu zu errichtende Ausbaustufe (Elektrolyseur, Wasserstoffspeicher, Methaniseur) in die bestehende Biogasaufbereitungsanlage zu integrieren. Dabei sollen Anlagenkomponenten sowie Regelungs- und Steuerungstechnik in der erweiterten Anlagenkonfiguration dahingehend optimiert werden, dass deutlich geringere spezifische Energiekosten für die Herstellung von Biogas Z (Biomethan) auf der Basis von regenerativ erzeugtem Wasserstoff erreicht werden können.

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurden folgende Teilaspekte detailliert geprüft:

- Technische Prüfung zur Machbarkeit der Integration einer Ausbaustufe zur Erzeugung/Verwertung von regenerativem Wasserstoff in den Regelbetrieb einer Biogasaufbereitungsanlage.
- Technische Prüfung der Funktionalität des Elektrolyseurs und des Methaniseurs im volatilen Anlagenbetrieb.
- Durchführung von Versuchen zur biologischen Methanisierung des CO₂-Anteils im Rohbiogas einer Abfallvergärungsanlage unter Verwendung von Deponiesickerwasser sowie Gärresten als Habitat für methanogene Mikroorganismen.
- Prüfung einer möglichen Betriebskostenminimierung bei der Einspeisung von Wasserstoffenergie in den Langzeitspeicher Erdgasnetz durch Einbindung der neu zu errichtenden Ausbaustufe (Elektrolyseur, Wasserstoffspeicher, Methaniseur) in den Prozessablauf der Biogasaufbereitungsanlage.

Projektpartner:

Gesellschaft des Kreises Coesfeld zur Förderung regenerativer Energien mbH |
Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH | microEnergy GmbH | bmp greengas GmbH

- Prüfung und Darstellung einer maßgeblichen Senkung der spezifischen Kosten der produzierten Wasserstoff-/ Biogasenergie im Benchmark zu sonstigen Konzepten zur Erzeugung/ Verwertung von Wasserstoff aus regenerativen Stromquellen.
- Rechtliche und kaufmännische Bewertung zum Einkauf des Stroms zur Erzeugung/ Verwertung von regenerativem Wasserstoff sowie zur Vermarktung des Mischgases aus aufbereitetem und konditioniertem Rohbiogas aus der Abfallvergärung (Biogas Z, nach DVGW G 262) und dem Synthesegas aus regenerativ produziertem Wasserstoff mit dem CO₂-Anteil im Rohbiogas.

3.2 Innovationsgehalt des Projektes

Neuartig an dem Konzept zur „Erweiterung der Methanisierungsstufe auf der Basis von regenerativ erzeugtem Wasserstoff und eines biologischen Methaniseurs in der Biogasaufbereitungsanlage Coesfeld“ ist, dass die Wasserstoffproduktions- und -verwertungsanlage einen ganzheitlichen Ansatz zur Produktion/ Speicherung/ Verwertung von ausschließlich grünem Wasserstoff verfolgt.

Für eine verbreitete Markteinführung von Produktionsanlagen für grünen Wasserstoff in Deutschland existieren derzeit noch zahlreiche Hemmnisse. Neben der Fragestellung, wie diese Anlagen mit nur wenigen Betriebsstunden pro Jahr wirtschaftlich betrieben werden können, stellt sich darauf aufbauend die besondere Herausforderung, dass die Verwertung des produzierten Wasserstoffs in der Regel nicht zeitgleich mit der Produktion erfolgt.

Beim Konzept der Wasserstoffproduktions- und -verwertungsanlage in Coesfeld sind die o.g. Herausforderungen in idealer Weise gelöst. Wie die im Rahmen der „Machbarkeitsstudie zur Erweiterung der Methanisierungsstufe auf der Basis von regenerativ erzeugtem Wasserstoff und eines biologischen Methaniseurs in der Biogasaufbereitungsanlage Coesfeld“ erstellte Wirtschaftlichkeitsuntersuchung zeigt, kann grüner Wasserstoff in einem 0,7 MW_{elektrisch} Elektrolyseur über 1.500 Volllaststunden produziert werden. Die Stromquelle ist dabei eine auf dem Deponiegelände errichtete 1,5 MW-PV-Anlage, deren Wirtschaftlichkeit auch dadurch geprägt ist, dass ca. 40 % des produzierten PV-Stroms zur Eigenstromversorgung der Biogasaufbereitungsanlage/ Sickerwasseraufbereitungsanlage verwendet wird. Die Vermarktung des grünen Wasserstoffs kann vom geplanten 500 kg Wasserstofftank auf dem Gelände unmittelbar in den Mobilitätssektor oder mittels Trailertransport in industrielle Anwendungssektoren erfolgen. Können die in den sonnenreichen Sommertagen produzierten Wasserstoffmengen nicht unmittelbar vor Ort verwertet oder vermarktet werden, wird dieser Wasserstoff aus dem geplanten 500 kg Wasserstofftank über die vorhandene Biogaseinspeiseanlage in das Erdgasnetz der Thyssen-gas eingespeist. Bereits jetzt ist eine Einspeisemenge von 10 % bezogen auf den Biomethanstrom möglich, so dass die gesamte aus der 1,5 MW-PV-Anlage produzierte Wasserstoffmenge in das Erdgasnetz eingespeist werden kann.

Projektpartner:

Gesellschaft des Kreises Coesfeld zur Förderung regenerativer Energien mbH |
Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH | microEnergy GmbH | bmp greengas GmbH

Das Projekt ist jederzeit skalierbar. Insbesondere bei der Einbindung von regionalem Windkraftstrom lässt sich die Produktionsmenge an grünem Wasserstoff deutlich steigern. Der Elektrolyseur wird dann mit mehr Volllaststunden betrieben und es können weitere Elektrolyseur-Module errichtet werden.

Insofern diese zusätzliche Menge an grünem Wasserstoff nicht unmittelbar im Mobilitätssektor oder in sonstigen Anwendungen vermarktet oder unmittelbar in das Erdgasnetz eingespeist werden kann, kann die Anlagentechnik in einem zweiten Ausbauschnitt um eine biologische Methanisierungsstufe erweitert werden. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie und in den begleitenden Methanisierungsversuchen im Technikumsmaßstab konnte nachgewiesen werden, dass die biologische Methanisierung auch unter Verwendung von Sickerwasser als Habitat für die methanogenen Mikroorganismen effizient zu betreiben ist, was sich wiederum kostensenkend auf den Gesamtprozess auswirkt. Ebenso konnte nachgewiesen werden, dass der grüne Wasserstoff mit dem im Rohbiogas enthaltenen CO₂-Anteil zu Methan synthetisiert werden kann, was energetisch deutlich effizienter ist, als die Verwendung von CO₂ aus dem Biogasaufbereitungsprozess.

Die technische Konzeption der neuen Anlagentechnik sieht vor, dass die neuen Anlagenteile (Elektrolyseur, Wasserstofftank, ggf. Methaniseur) vollautomatisiert in den Prozessablauf der Biogasaufbereitungsanlage integriert werden und über die zentrale SPS und Prozessleittechnik der Biogasaufbereitungsanlage gesteuert und überwacht werden kann. Die Wasserstoffproduktions- und -verwertungsanlage in Coesfeld lässt sich somit mit minimalem zusätzlichem Betriebsaufwand betreiben. Dies ist ein weiterer maßgeblicher Baustein, um grünen Wasserstoff auf der Biogasaufbereitungsanlage in Coesfeld zu marktgerechten Preisen herstellen und verwerten zu können.

4 ERGEBNISSE DER MACHBARKEITSSTUDIE

Begleitend zu den technischen Planungen zur Integration einer Produktions- und Verwertungsanlage von grünem Wasserstoff in den Prozessablauf einer Biogasaufbereitungs- und Biogaseinspeiseanlage erfolgte im Rahmen der „Machbarkeitsstudie zur Erweiterung der Methanisierungsstufe auf der Basis von regenerativ erzeugtem Wasserstoff und eines biologischen Methaniseurs in der Biogasaufbereitungsanlage Coesfeld“ eine eingehende Untersuchung zu den Vermarktungsmöglichkeiten des in das Erdgasnetz eingespeisten grünen Wasserstoffs sowie zur derzeitigen Rechtslage bezüglich der abzuführenden Umlagen/Steuern/Gebühren für den zur Elektrolyse verwendeten Strom.

Im Ergebnis zeigt sich, dass die Einbindung von regionalem Überschussstrom aus vorhandenen Windkraftanlagen über das öffentliche Stromnetz derzeit unter anderem nicht wirtschaftlich ist, weil dieser Strom weder von der Stromsteuer noch von den netzentgeltgekoppelten Abgaben befreit ist.

Projektpartner:

Gesellschaft des Kreises Coesfeld zur Förderung regenerativer Energien mbH |
Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH | microbEnergy GmbH | bmp greengas GmbH

Um den in das Erdgasnetz eingespeisten grünen Wasserstoff überhaupt nach den derzeitigen regulatorischen Vorgaben vermarkten zu können, ist es notwendig, die Energieströme entsprechend des nachfolgenden Messkonzeptes nachvollziehen zu können.

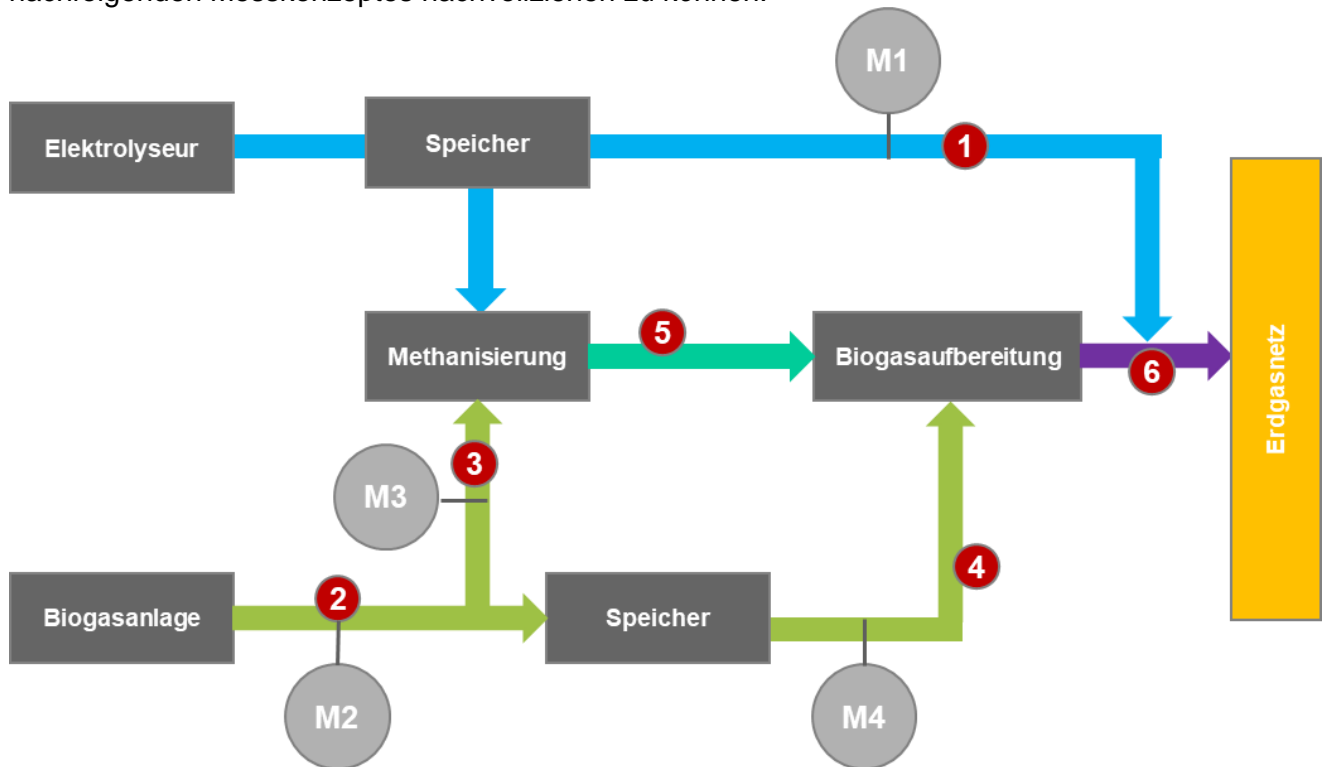


Abbildung 3: Anlagenkonzept der Power-to-Gas-Anlage am Standort der Biogasaufbereitungsanlage Coesfeld mit nummerierten Gasströmen und zusätzlichen Messstellen (M1 bis M4)

Obwohl die technische Konzeption der Anlagentechnik zur Einbindung des grünen Wasserstoffs in die Verfahrenstechnik der Biogasaufbereitungsanlage in Coesfeld entsprechend des Vermarktungskonzeptes nach den derzeit gültigen regulatorischen Vorgaben optimiert wurde, ist es dennoch so, dass der in das Erdgasnetz eingespeiste Wasserstoff vom Markt lediglich mit ca. 6,0 Cent/kWh netto bewertet wird. Diesbezüglich besteht regulatorischer Handlungsbedarf.

An der Notwendigkeit der Produktion und Verwertung von grünem Wasserstoff besteht kein Zweifel. Um dies zu ermöglichen ist es angeraten, die Konzeptionen zur Produktion und Verwertung von grünem Wasserstoff technisch und energetisch zu optimieren und regulatorische Maßnahmen zur Bewertung von Steuern/Umlagen/Abgaben dem Effizienzgedanken folgend anzupassen.

Vereinzelt sind aber dennoch Marktteilnehmer zu finden, die im Wesentlichen aus Marketinggründen geringe Mengen an nachweislich grünem Wasserstoff zum Preis von ca. 15 Cent/kWh netto abnehmen.

Durch die innovative Konzeption zur Integration einer Produktions- und Verwertungsanlage von grünem Wasserstoff in den Betriebsablauf einer Biogasaufbereitungs- und -einspeiseanlage können die Produktionskosten von grünem Wasserstoff auf < 15 Cent/kWh, netto nach Einspeisung in das Erdgasnetz

Projektpartner:

Gesellschaft des Kreises Coesfeld zur Förderung regenerativer Energien mbH |
 Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH | microEnergy GmbH | bmp greengas GmbH

gesenkt werden. Dieser grüne Wasserstoff kann allerdings auch alternativ unmittelbar dem regionalen Markt für Mobilität oder industrielle Anwendung zu einem Preis von < 6 €/kg netto angeboten werden. Dieser Preis ist derzeit bereits wettbewerbsfähig.

Die Wirtschaftlichkeit der Methanisierung des grünen Wasserstoffes setzt voraus, dass sich der Zusatzaufwand der Methanisierung im Vermarktungspreis widerspiegelt, was derzeit nicht der Fall ist.

Durch die Einbindung von Fachgutachtern konnte nachgewiesen werden, dass die Integration der Produktionsanlage für grünen Wasserstoff in den Betriebsablauf der Biogasaufbereitungs- und -einspeiseanlage sowohl verfahrenstechnisch als auch sicherheitstechnisch störungsfrei und mit vergleichsweise geringem Aufwand umsetzbar ist.

Die optimalen Standortbedingungen ermöglichen einen stufenweisen und marktgerechten Ausbau der Produktionsmengen von grünem Wasserstoff auf dem Standort der Biogasaufbereitungsanlage Coesfeld.

In einer ersten Ausbaustufe ist der Bau einer 1,5 MW_{Peak}-PV Anlage, eines 0,7 MW_{elektrisch} Elektrolyseurs sowie der Technik zur Einspeisung des Wasserstoffes in das Erdgasnetz der Thyssengas gemäß nachfolgender Grafik wirtschaftlich sinnvoll.

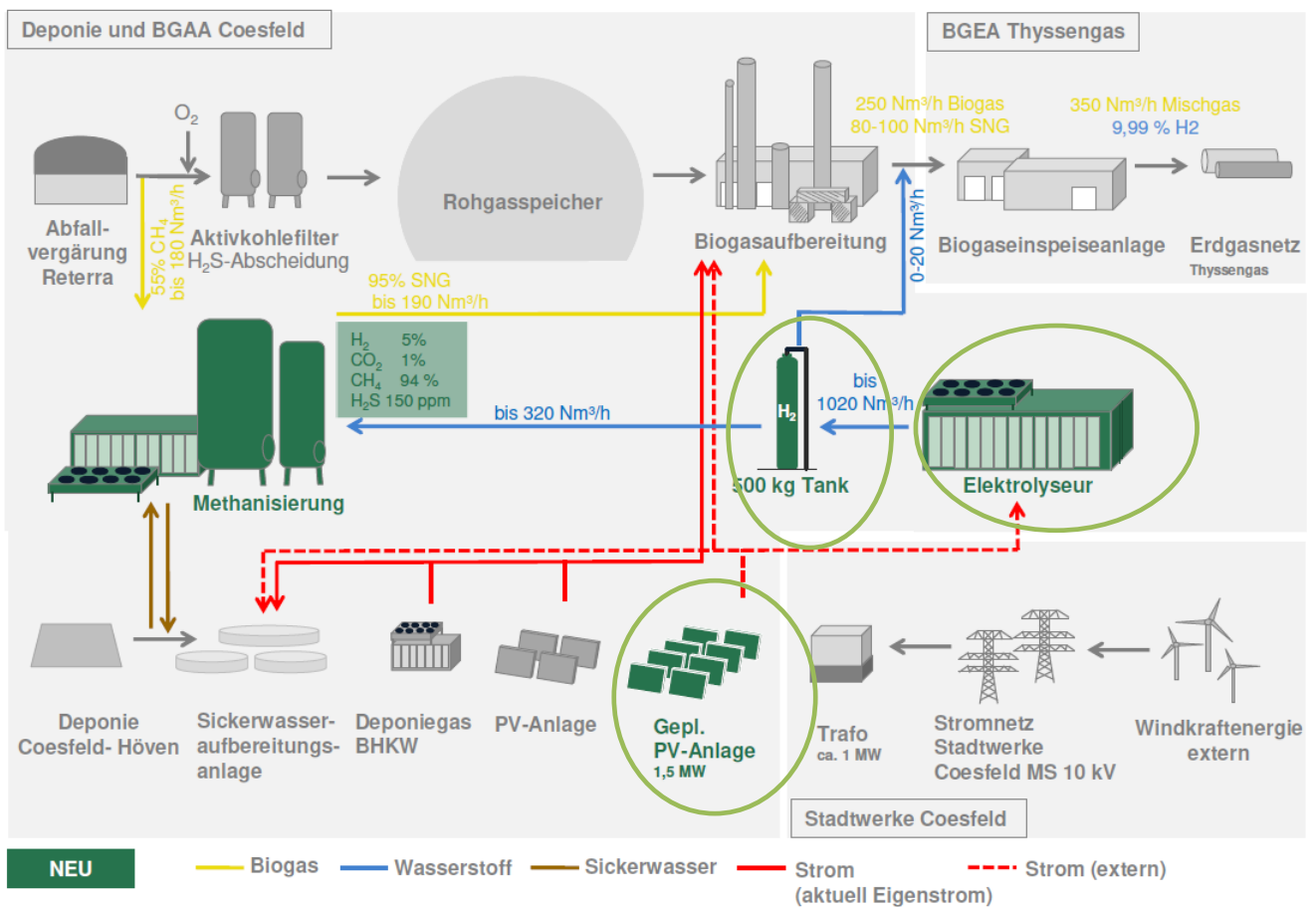


Abbildung 4: Ausbaustufe 1 (hellgrün umrandet)

Projektpartner:

Gesellschaft des Kreises Coesfeld zur Förderung regenerativer Energien mbH |
 Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH | microEnergy GmbH | bmp greengas GmbH

Der Aufsichtsrat der Gesellschaft zur Förderung regenerativer Energien mbH hat mit dem Beschluss zur Ausschreibung der Entwurfs- und Genehmigungsplanung bereits den nächsten Umsetzungsschritt zur Projektrealisierung eingeleitet.

5 DAUERHAFTIGKEIT DER ERZIELTEN ERGEBNISSE

Laut den Ergebnissen der „Machbarkeitsstudie zur Erweiterung der Methanisierungsstufe auf der Basis von regenerativ erzeugtem Wasserstoff und eines biologischen Methaniseurs in der Biogasaufbereitungsanlage Coesfeld“ ist ein technisch und wirtschaftlich erfolgreicher Betrieb der neuen Ausbaustufe (Elektrolyseur, Wasserstoffspeicher, Methaniseur) zu erwarten.

Die Verfahrenskombination zur Einbindung der Wasserstofferzeugung und -verwertung in den Regelbetrieb einer Biogasaufbereitungsanlage in Verbindung mit der raumnahen Erzeugung von regenerativer PV- und/oder Windenergie kann auf breiter Basis auf weiteren Biogasaufbereitungsanlagen in NRW und darüber hinaus angewendet werden. Hierfür bieten sich Bestandsanlagen, aber auch neue Biogasaufbereitungsanlagen an. Der Bau von neuen Biogasanlagen und Biogasaufbereitungsanlagen ist besonders im Bereich der Abfallvergärung und der Klärgasaufbereitung zu erwarten. Erste Projekte wurden aber auch bereits dahingehend umgesetzt, dass das Rohbiogas von kleineren Biogasanlagen über Transportleitungen zusammengefasst und an einer zentralen Stelle aufbereitet und in das Erdgasnetz eingespeist wird. Auch diese Anlagen bieten sich für die Integration von Anlagen zur Erzeugung und Verwertung von grünem Wasserstoff an.

Die vielfache Umsetzung der in der „Machbarkeitsstudie zur Erweiterung der Methanisierungsstufe auf der Basis von regenerativ erzeugtem Wasserstoff und eines biologischen Methaniseurs in der Biogasaufbereitungsanlage Coesfeld“ gezeigten Produktions- und Verwertungsanlage für grünen Wasserstoff in Verfahrenskombination mit einer Biogasaufbereitungs- und Biogaseinspeiseanlage kann damit einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, dem regionalen Mobilitäts- und industriellen Markt grünen Wasserstoff anzubieten und zudem den derzeitigen Anteil von nur ca. 1% an grünen Gasen im deutschen Erdgasnetz maßgeblich zu steigern.

Projektpartner:

Gesellschaft des Kreises Coesfeld zur Förderung regenerativer Energien mbH |
Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH | microEnergy GmbH | bmp greengas GmbH

6 WEITERFÜHRENDE AUSKÜNFTE

Gesellschaft des Kreises Coesfeld zur Förderung regenerativer Energien mbH (GFC)

Borkener Straße 13

48653 Coesfeld

<https://www.wbc-coesfeld.de/gfc-mbh/>

Ansprechpartner:

Dipl.-Biol. Jens Bischoff (Projektleiter)

Tel: +49 (0)2541 9525-18

E-Mail: jens.bischoff@kreis-coesfeld.de

Aufgestellt: Aachen im März 2021

Dipl.-Ing. Jürgen Neuß

Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH

Projektpartner:

Gesellschaft des Kreises Coesfeld zur Förderung regenerativer Energien mbH |

Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH | microbEnergy GmbH | bmp greengas GmbH