



# FORSCHUNG- UND ENTWICKLUNGSPROJEKTE

## 2022/2023

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter, Dr.-Ing. Elmar Brüggig



**FH MÜNSTER**  
University of Applied Sciences



**FB Energie · Gebäude · Umwelt**  
Energy · Building Services ·  
Environmental Engineering

# INHALTSVERZEICHNIS

fh-muenster.de

LianeM-stock.adobe.com

bildwerk-stock.adobe.com

KPs Photography-stock.adobe.com

## BIOTECH<sub>2</sub>

Biowasserstoffproduktion als zukunftsweisende Technologie zur Energie- und Kraftstofferzeugung . . . . . 6

## BIOREST

Regionale Vorbehandlungskonzepte zur nachhaltigen Nutzung von Reststoffen in Biogasanlagen . . . . . 8

## HYTECH

Biologische Wasserstofferzeugung für eine nachhaltige Energiewirtschaft . . . . . 10

## EMMA

Demonstration einer effizienten, anaeroben Vergärung von landwirtschaftlichen und industriellen Reststoffen . . . . . 12

## ENERMOLK

Entwicklung eines innovativen Verfahrens zur Steigerung der betrieblichen Energieeffizienz in Molkereibetrieben mittels Anaerobtechnik . . . . . 14

## INDUSTRIEPROJEKTE

Wissenschaftlich-technische Begleitung der vierten Reinigungsstufe der Kläranlage Greven . . . . . 16  
Optimierung der Abwasservorbehandlungsanlage und Entwicklung eines nachhaltigen und zukunftsfähigen Abwasserkonzeptes . . . . . 17

## BIO-SMART

Biogasproduktion in Hochlastfermentern zur intelligenten Energiebereitstellung . . . . . 20

## NEOBIO

Neue Entwicklungswerkzeuge zur Optimierung der Mischregime in Bioreaktoren . . . . . 22

## L'AMMORE

Ammoniakrückgewinnung aus Gärprodukten von Biogasanlagen in Form von Ammoniakwasser mittels Kalkeinsatz . . . . . 24

## NÄHRWERT

Technisch unterstütztes Nährstoffmanagement im Verbund mit Biogasanlagen und Anbauregionen . . . . . 26

## ZUKUNFT BIOGAS

Biogas: Zukunftsperspektive für das Münsterland – Konzeptideen für einen erfolgreichen Weiterbetrieb bestehender Biogasanlagen . . . . . 28

## MOVE

Ökonomische und technische Optimierung der anaeroben Vergärung von Schweinegülle . . . . . 30

## ENERREGIO

Modellhafte und netzstabilisierende Energiesysteme in der ländlichen Region . . . . . 34

## WIEFM 2.0

Task Force Wärmewende – Förderung einer nachhaltigen Wärmeversorgung in der EUREGIO . . . . . 36

## HY-CORE

Upscaling AEM Electrolysis – Research and Application . . . . . 38

## HYMAT-ENERGIE

Unterstützungsmaßnahmen im Bereich der Innovationsförderung und des Technologie- und Wissenstransfers der regionalen Unternehmen . . . . . 40

## WÄRMENETZE 4.0

Capacity Building: Kaltes Nahwärmenetz „Warendorf – In der Brinke“ . . . . . 42

## WASSERSTOFFCLUSTER

Entwicklung des Wasserstoffclusters der FH Münster . . . . . 44

## E-MOBILITÄTENZENTRUM

Die FH Münster macht e-Mobilität „erfahrbar“ . . . . . 46

## TECHNIKUM UND LABOR

Technikum – Forschung und Entwicklung . . . . . 50  
BIOGASFORSCHUNG IM LABOR FÜR ABWASSER- UND UMWELTECHNIK . . . . . 51  
INDUSTRIELLE ABWASSERREINIGUNG, HOCHLASTFERMENTATION, BIOGENE METHANISIERUNG UND BIOLOGISCHE WASSERSTOFFERZEUGUNG . . . . . 52

## FORSCHUNGSSTANDORT

Bioenergiepark Saerbeck . . . . . 55  
HALLE 1 - ENERGIESPEICHERUNG UND UMWANDLUNG . . . . . 56  
HALLE 2 - HYCORE . . . . . 59  
HALLE 3 - ANLAGEN ZUR SUBSTRATVORBEHANDLUNG . . . . . 60  
HALLE 3 - ANLAGEN ZUR AUFBEREITUNG VON GÜLLE UND GÄRRESTEN . . . . . 61  
HALLE 4-5 - BIOGAS- UND STRIPPANLAGE . . . . . 62

## FELDFORSCHUNG

Mobiler Laborcontainer . . . . . 64  
FELDEQUIPMENT . . . . . 64

## FORSCHUNGSTEAM

von Prof. Dr.-Ing. C. Wetter und Dr.-Ing. E. Brüggling . . . . . 66  
FORSCHUNGSTEAM . . . . . 67  
ORGANIGRAMM . . . . . 73

## IREI

Institutsverbund Ressourcen, Energie und Infrastruktur . . . . . 75  
VERÖFFENTLICHUNGEN . . . . . 77  
PEER-REVIEWED VERÖFFENTLICHUNGEN . . . . . 81  
FORSCHUNGSBERICHTE . . . . . 82  
KOOPERATIONSPARTNER UND AUFTRAGGEBER . . . . . 86  
DRITTMITTEL . . . . . 90  
ANFAHRTSBSCHREIBUNG . . . . . 92

ABWASSER - UND UMWELTTECHNIK

- ▶ **BIOTECH<sub>2</sub>**  
 Biowasserstoffproduktion als zukunftsweisende Technologie zur Energie- und Kraftstofferzeugung ..... 6
- ▶ **BIOREST**  
 Regionale Vorbehandlungskonzepte zur nachhaltigen Nutzung von Reststoffen in Biogasanlagen ..... 8
- ▶ **HYTECH**  
 Biologische Wasserstofferzeugung für eine nachhaltige Energiewirtschaft ..... 10
- ▶ **EMMA**  
 Demonstration einer effizienten, anaeroben Vergärung von landwirtschaftlichen und industriellen Reststoffen ..... 12
- ▶ **ENERMOLK**  
 Entwicklung eines innovativen Verfahrens zur Steigerung der betrieblichen Energieeffizienz in Molkereibetrieben mittels Anaerobtechnik ..... 14
- ▶ **INDUSTRIEPROJEKTE**  
 Wissenschaftlich-technische Begleitung der vierten Reinigungsstufe der Kläranlage Greven ..... 16  
 Optimierung der Abwasservorbehandlungsanlage und Entwicklung eines nachhaltigen und zukunftsfähigen Abwasserkonzeptes ..... 17



## BIOTECH<sub>2</sub>

Biowasserstoffproduktion als zukunftsweisende Technologie zur Energie- und Kraftstofferzeugung

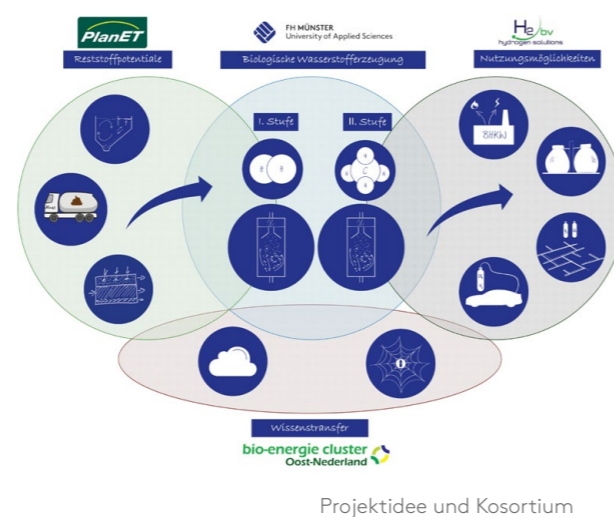
Projektlaufzeit: April 2019 - Juni 2022

### PROJEKTHIGHLIGHTS

- ▶ Hohes CO<sub>2</sub>-Minderungspotential gegenüber H<sub>2</sub> aus fossilen Energieträgern
- ▶ Ausbau der Reststoffnutzungsmöglichkeiten
- ▶ Erzeugung von biologischem Wasserstoff mit Hilfe von Mikroorganismen
- ▶ Direkte Verfahrenintegration in die Großtechnik möglich

### PROJEKTENTSTEHUNG

„Wasserstoff als Energieträger der Zukunft“. Diese These steht aktuell im Diskurs der Öffentlichkeit. Dennoch ist die Frage, wie der zukünftig hohe Bedarf an H<sub>2</sub> gedeckt werden soll, bisher nicht vollständig geklärt. Hinzu kommt, dass aktuell ein großer Teil der Wasserstoffproduktion auf fossilen Energieträgern wie zum Beispiel Erdgas basiert. Auf der Suche nach einem weiteren, regenerativen Produktionspfad für H<sub>2</sub>, der zusätzlich unabhängig von Wind und Sonne ist, stellte sich die fermentative Produktion aus Biomasse, die dunkle Fermentation, als zukunftsfähiges Verfahren heraus.



Projektidee und Konsortium

### PROJEKTBECHREIBUNG

BioTech<sub>2</sub> stellt sich den Herausforderungen der nachhaltigen Energieversorgung. Das Projekt beschreibt ein Verfahren, das mit sehr geringem Energieaufwand aus biogenen Reststoffen die Energieträger Wasserstoff und Methan sowie flüchtige organische Säuren erzeugt. Dabei handelt es sich um ein 2-stufiges, anaerobes Verfahren zur Erzeugung von Biowasserstoff mit einer nachgeschalteten Biomethanproduktion.

Das BioTech<sub>2</sub> Verfahren ermöglicht die Bereitstellung von Wasserstoff ohne die Freisetzung von fossilen Treibhausgasen. Des Weiteren steigert das Verfahren die Fle-

xibilität, die Vielfalt im Energiesektor und ermöglicht die Vernetzung der Sektoren der Energiewirtschaft: Strom, Wärme und Mobilität. Im Kontext der Sektorenkopplung werden Synergieeffekte genutzt und die Unabhängigkeit von fossilen Rohstoffen garantiert. Durch die Möglichkeit der Reststoffnutzung können Energie- und Stoffkreisläufe geschlossen werden, weshalb sich die Technologie ideal in das Konzept der Circular Economy integrieren lässt.

Im Projekt wurden verschiedene Abwasserströme aus der Nahrungsmittelindustrie auf ihr H<sub>2</sub>-Potential bereits getestet. Am Beispiel eines Abwassers aus einer Schokoladen-Fabrik konnten mittels der im Projekt eingesetzten Versuchsanlage H<sub>2</sub>-Erträge von bis zu 1 m<sup>3</sup> H<sub>2</sub> pro m<sup>3</sup> Abwasser mit einer Gasqualität von 35 vol.-% H<sub>2</sub> produziert werden. Aktuell wird die Implementierung dieses 2-stufigen Verfahrenskonzepts am Unternehmensstandort wirtschaftlich und technisch geprüft, sowie Nutzungsmöglichkeiten des H<sub>2</sub>-Gases vor Ort bestimmt.



### PROJEKTPARTNER UND IHRE STÄRKEN



**Bio-Energiecluster Oost Nederland (BEON):** Durch das breit aufgestellte Netzwerk von BEON erreicht das Konsortium beiderseits der Grenze H<sub>2</sub>-Akteure und sichert den Wissenstransfer grenzüberschreitend. Die Erfahrungen von BEON im Bereich der Anaerobtechnik fließen ebenfalls in die Projektgestaltung ein.



**H2-BV:** Das junge Start-Up, welches sich auf die Bereitstellung und Nutzung von H<sub>2</sub> spezialisiert hat, ermittelt mögliche Absatzmärkte des biologisch erzeugten Wasserstoff und sorgt ebenfalls für den Wissenstransfer ins H<sub>2</sub>-Akteursnetzwerk.



**PlanET Biogastechnik GmbH:** Die Fa. PlanET Biogastechnik GmbH, seit Jahren im Biogasanlagenbau tätig, sieht in der biologischen Wasserstoffherzeugung eine Technologieerweiterung zur Vergärung von Biomasse. PlanET optimiert und konstruiert benötigte Reaktortechnik und ermittelt anwendungsnah Reststoffpotentiale.

#### Weitere Infos:

[www.biohydrogen.eu](http://www.biohydrogen.eu)  
[www.fh-muenster.de/egu/biotech2](http://www.fh-muenster.de/egu/biotech2)

Das Projekt wird im Rahmen des INTERREG-Programms Deutschland-Niederland durchgeführt und von folgenden INTERREG-Partnern finanziell unterstützt:

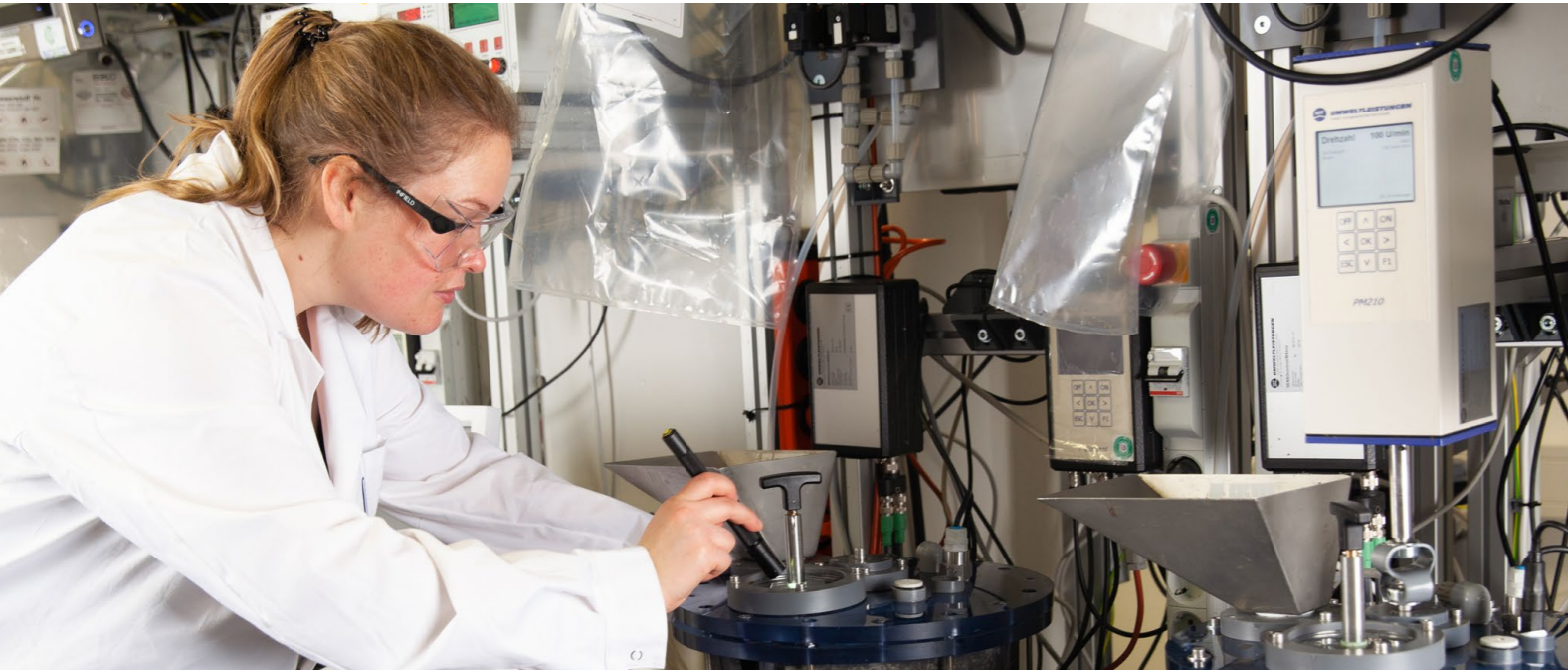


Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen



Ministerie van Economische Zaken en Klimaat





# BIOREST

Regionale Vorbehandlungskonzepte zur nachhaltigen Nutzung von Reststoffen in Biogasanlagen

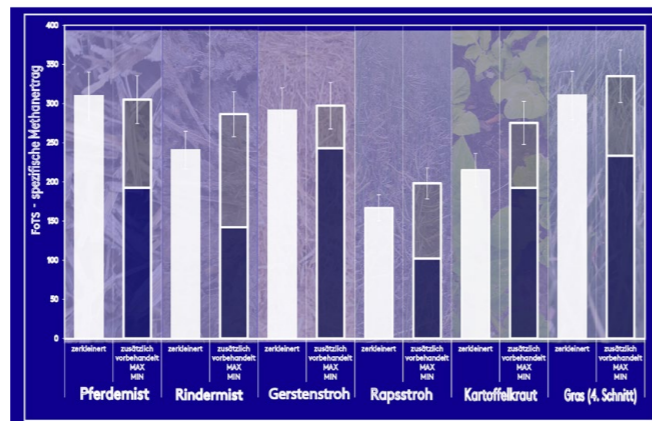
Projektlaufzeit: April 2019 - Juni 2022

## PROJEKTHIGHLIGHTS

- ▶ **Steigerung der Nutzungsmöglichkeiten von Reststoffen**
- ▶ **Erweiterung des Substratmixes für Biogasanlagen**
- ▶ **Einsparung von Substratkosten**
- ▶ **Entwicklung eines Vorbehandlungskonzeptes, das auch im Praxismaßstab angewendet werden kann**

## PROJEKTENTSTEHUNG

Aufgrund der zeitlich begrenzten Förderung des Erneuerbaren Energien Gesetzes (EEG) stehen viele Biogasanlagenbetreiber aktuell vor der Frage, wie Sie Biogas in Zukunft wirtschaftlich erzeugen können. Dabei spielt auch die Erweiterung des Substratmixes eine wichtige Rolle. Das Ziel ist die bisher eingesetzten Getreide- und Maismengen zu reduzieren und Substratkosten zu senken. Der vermehrte Einsatz von Reststoffen beschreibt hier einen Lösungsansatz. Reststoffe im Sinne von landwirtschaftlichen Nebenprodukten, sind oftmals günstige Substrate allerdings ohne Vorbehandlung nur schwer vergärbare. Daher bedarf es geeigneter Vorbehandlungsmethoden, die zum einen die Effektivität der Vergärung steigern und zum anderen ökonomischer und ökologischer betrieben werden können.



Vergleich der Methanerträge der verschiedenen Proben

## PROJEKTBECHREIBUNG

Die Innovation des Projektes BioReSt besteht in der Kombination und Weiterentwicklung von Aufschlussverfahren zur Vorbehandlung von lignocellulosehaltigen Substraten. Für den Substrataufschluss wurden die Substrate mechanisch zerkleinert und anschließend chemisch und enzymatisch behandelt. Zur Erreichung der Projektziele sind die geplanten Versuchsreihen in drei Phasen aufgeteilt:

1. Entwicklung der Aufschlusstrategie im Labormaßstab
2. Erprobung im halbtechnischen Maßstab
3. Durchführung von Praxistests



Das Projektteam

Nach der Recherche potentieller Reststoffe und Vorbehandlungsmethoden wurde eine Auswahl an Reststoffen getroffen. Die Eignung unterschiedlicher Kombinationen zur Vorbehandlung der ausgewählten Reststoffe Pferde- und Rindermist, Gersten- und Rapsstroh, Gras und Kartoffelkraut wurden schließlich in mehreren Versuchsreihen im Labormaßstab untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass die zerkleinerten Substrate Gerstenstroh und Pferdemist bereits hohe Methanerträge erreichten, die durch zusätzliche Behandlungen nicht gesteigert werden konnten. Für die Substrate Rapsstroh, Rindermist, Gras und Kartoffelkraut wurden die Methodenkombinationen unter Berücksichtigung der Aspekte der Praxistauglichkeit, Chemikalieneinsatz und Energieaufwand in mehreren Schritten optimiert und weiterhin Methanmehrerträge zwischen 8 und 26 % erzielt.

Aufbauend auf den Ergebnissen dieser Versuchsreihen werden aussichtsreiche Methodenkombinationen für die Substrate Rapsstroh, Rindermist und Gras in den kontinuierlichen Maßstab übertragen. Für diesen Transfer werden zunächst Versuchsreihen im halbtechnischen Maßstab durchgeführt. Eine erfolgreiche Methodenkombination ist die Voraussetzung für den Versuchsstart mit der zweistraßigen Ein-Kubikmeter-Biogasanlage der FH Münster.

## PROJEKTPARTNER UND IHRE STÄRKEN



**AGRAVIS Raiffeisen AG:** Das Agrarhandels-Großunternehmen AGRAVIS Raiffeisen AG berät individuell im Segment „Landwirtschaft“ und „Biogastechnik“. Mit technischem Know-How im Umgang mit Agrar-Technik, verfügt die AGRAVIS über ein umfassendes Produktportfolio mit Spurenelementen, Enzymen und Havariemitteln für Biogasanlagen.

### Weitere Infos:

<https://www.energetische-biomassenutzung.de/projekte-partner/details/project/show/Project/biorest-625/>



**Projektträger:** Jülich (PTJ)

**Gefördert durch:** Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages





## HYTECH

Biologische Wasserstofferzeugung für eine nachhaltige Energiewirtschaft

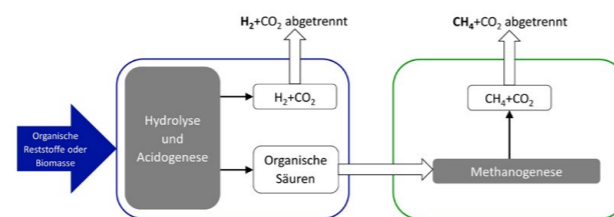
Projektlaufzeit: August 2020 - Juli 2023

### PROJEKTHIGHLIGHTS

- ▶ Steigerung der Verfahrenseffizienz durch innovative Reaktoren
- ▶ Erweiterung des Reststoffspektrums für die dunkle Fermentation
- ▶ Entwicklung neuer Gasmesstechnik für Biowasserstoff
- ▶ Darstellung von Nutzungskonzepten des erzeugten Biowasserstoffes

### PROJEKTENTSTEHUNG

Die Bundesregierung geht in der nationalen Wasserstoffstrategie von einer Verdopplung des Wasserstoffbedarfs von aktuell 55 TWh/a auf bis zu 110 TWh/a im Jahr 2030 aus. Um die Nachfrage an nachhaltig produziertem Wasserstoff klimaneutral decken zu können, muss die Kapazität des in Deutschland produzierten Wasserstoffs erhöht werden, um unabhängiger von Energieimporten zu werden. Das durch das BMWi geförderte Forschungsprojekt „HyTech - Biologische Wasserstofferzeugung für eine nachhaltige Energiewirtschaft“ erforscht die biologische Wasserstoffproduktion mit Hilfe der dunklen Fermentation.



Verfahrensabbildung dunkle Fermentation

### PROJEKTBECHREIBUNG

Das Verfahren verwendet ungenutzte Rest- und Abfallstoffe und beschreibt daher einen sehr nachhaltigen Herstellungspfad von Biowasserstoff. Im Prozess werden organische Substrate unter Abwesenheit von Licht zu Wasserstoff ( $H_2$ ), Kohlenstoffdioxid ( $CO_2$ ) und flüchtigen organischen Säuren (FOS) abgebaut.

Der Prozess ist als 2-stufiges Verfahrenskonzept entwickelt. In der Verfahrensabbildung dunkle Fermentation ist das Schema des Verfahrens dargestellt.

Die räumliche Trennung des Biogasprozesses in zwei Stufen ermöglicht die biologische Produktion von Wasserstoff mittels dunkler Fermentation in der ersten Stufe (Wasserstoffreaktor) und die anschließende Produktion von Methan in der nachgeschalteten zweiten Stufe (Methanreaktor).

Im Projekt werden zwei unterschiedliche Reaktorkonzepte für die erste Stufe des Verfahrens erprobt, dazu zählt ein Festbettreaktor und ein Rührkesselreaktor. Beide Reaktoren werden mit einem Mikroorganismen Rückhalt betrieben. Durch diesen kommt es zu einer Aufkonzentrierung der Mikroorganismen in den Reaktoren, sodass diese deutlich effizienter und mit hohen Substratdurchsätzen betrieben werden können. Ziel ist es so die  $H_2$ -Ausbeute und Substratabbauraten zu erhöhen.

Das Ingenieurbüro EMCEL bearbeitet die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Verfahrens, bewertet die Nutzungsmöglichkeiten des produzierten Wasserstoffs und greift dabei auf langjährige Erfahrung auf dem Gebiet zurück. Das Unternehmen BlueMethano entwickelt im Rahmen des Projektes ein neues Messgerät für die Versuchsanlagen zur Messung von kleineren Biowasserstoffvolumenströmen.



### PROJEKTPARTNER UND IHRE STÄRKEN

**BlueMethano®** **BlueMethano GmbH:** Die im Unternehmen tätigen Ingenieure sind seit vielen Jahren in der Biogasforschung tätig und kennen die Herausforderungen der Forschungslabore hinsichtlich zuverlässiger Messwerterfassung. Im Projekt soll durch BlueMethano ein Wasserstoffgaszähler entwickelt werden, der es ermöglicht, sehr präzise Gas-Kleinstmengen zu bestimmen.



**EMCEL GmbH:** EMCEL schafft im Rahmen des Projekts durch die Expertise und dem breiten Anwendernetzwerk in den Bereichen Brennstoffzelle, Wasserstofftechnologie und Elektromobilität, die Grundlage für den Wissenstransfer zwischen Forschung und großtechnischer Industrie. Das Ingenieurbüro entwickelt Nutzungsmöglichkeiten des biologisch erzeugten Wasserstoffs, die bisher in Deutschland kaum abgebildet sind. EMCEL bringt darüber hinaus hohe Kompetenzen im Bereich der Konzeptionierung und Versuchsdurchführung in das Projekt ein.

Projektträger: Jülich (PTJ)

Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages





## EMMA

Demonstration einer effizienten, anaeroben Vergärung von landwirtschaftlichen und industriellen Reststoffen

Projektlaufzeit: Juli 2021 - März 2022

### PROJEKTHIGHLIGHTS

- ▶ **Nutzung von landwirtschaftlichen Reststoffen**
- ▶ **Nachhaltige Energie- und Rohstoffversorgung**
- ▶ **Gezielte Produktion von Energieträgern und organischen Säuren**
- ▶ **Bereitstellung von Bio-Methan und Bio-Wasserstoff**

### PROJEKTENTSTEHUNG

Die Idee des Projekts EMMA ist, durch ein innovatives, 3-stufiges Vergärungsverfahren und Nutzung von Reststoffen (z.B. Gülle und Straßenbegleitgrün, Industrieabwasser und Sickerwasser) Energie in Form von Bio-Methan und Bio-Wasserstoff zu gewinnen. Dies soll nicht nur im Labormaßstab untersucht werden sondern auch praxisnah an einer Pilotanlage auf einem Versuchshof in De Marke in den Niederlanden im großtechnischen Maßstab erprobt werden.

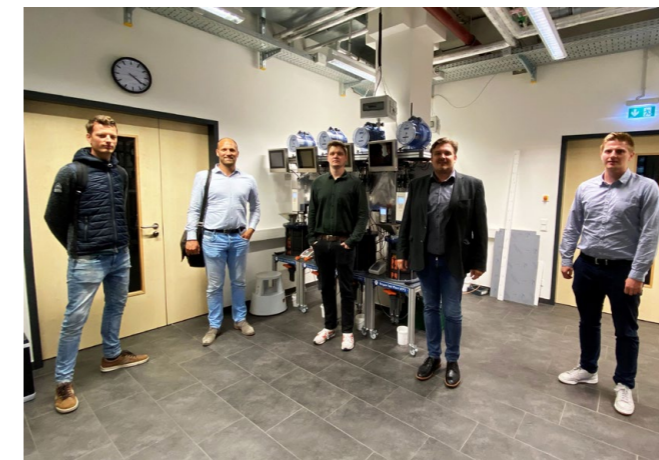


Pilotanlage: 3-stufiges Vergärungsverfahren

### PROJEKTbeschreibung

In Deutschland und in den Niederlanden werden viele Reststoffe, wie z.B. Gülle oder industrielle Abwässer, bisher kaum oder gar nicht genutzt. Zu geringe wirtschaftliche und energetische Erträge erschweren bisher eine umfassende Verwertung. Durch eine Verbesserung der Effizienz des Vergärungsprozesses sollen die Ausbeuten von Bio-Wasserstoff und Bio-Methan erhöht werden, um anschließend das wirtschaftliche Betreiben einer Vergärungsanlage zu ermöglichen. Zur Optimierung des Prozesses werden unterschiedliche Vergärungsverfahren miteinander kombiniert. So wird der verwendete Reststoff zu

Beginn in einen festen- und einen flüssigen Teil getrennt. Der feste Teil wird in einem Hydrolysereaktor vergoren. In diesem Prozess werden Bio-Wasserstoff und Fettsäuren produziert. Der flüssige Teil wird in einem Festbettreaktor unter der Produktion von Bio-Methan vergoren. Die Trennung des Reststoffs ermöglicht somit die Produktion von drei sehr energiereichen Gärprodukten (Bio-Wasserstoff, Bio-Methan und Fettsäuren), die unterschiedlich genutzt werden können. Je nach Bedarf können die Fettsäuren weiter zu Bio-Methan vergoren und der Bio-Wasserstoff zur Erhöhung des Methan-Anteils im Biogas verwendet werden.



Das Projektteam

Um die technische Machbarkeit zu demonstrieren, wurden die Versuche zu Beginn im Labor- sowie Technikumsmaßstab durchgeführt. Anschließend erfolgt ein Scale-up an der Pilotanlage in De Marke (NL). Das anschließend geplante Scale-up an der Pilotanlage in De Marke konnte nicht mehr im Rahmen des Projekts realisiert werden.

### PROJEKTPARTNER UND IHRE STÄRKEN



**Cornelissen Consulting Services BV (CCS):** Der Projekt- und Leadpartner ist die Firma Cornelissen Consulting Services BV (CCS). CCS plant den Umbau und Betrieb einer Pilotanlage und führt aufbauend auf den erzielten Ergebnissen ein Scale-Up sowie eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durch.

Das Projekt wird im Rahmen des INTERREG-Programms Deutschland-Niederland durchgeführt und von folgenden INTERREG-Partnern finanziell unterstützt:



Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen



Ministerie van Economische Zaken en Klimaat





## ENERMOLK

Entwicklung eines innovativen Verfahrens zur Steigerung der betrieblichen Energieeffizienz in Molkereibetrieben mittels Anaerobtechnik

Projektlaufzeit: Dezember 2019 - Dezember 2021

### PROJEKTHIGHLIGHTS

- ▶ Treibhausgaseinsparungen von bis zu 5 kg CO<sub>2</sub>äq/ m<sub>3</sub> Abwasser
- ▶ Jährliche Erdgaseinsparungen von 5-10% am Produktionsstandort
- ▶ CSB-Reduzierung durch Abwasserbehandlung von über 70%
- ▶ Anwendungsnahe Forschung mit direkter Umsetzung in der Industrie

### PROJEKTENTSTEHUNG

Aufgrund der hohen organischen Fracht eignen sich Molkereiabwässer besonders zum anaeroben Abbau und zur Biomethan-Produktion. Diese Abwässer werden allerdings häufig kostenintensiv entsorgt und nicht energetisch verwertet. Eine anaerobe Vorbehandlung der Molkereiabwässer ermöglicht den Molkereien Energie aus dem Abwasser in Form von Methan zu gewinnen und dem Unternehmen zurückzuführen.

Dadurch werden CO<sub>2</sub>-Emmissionen verringert und Energiekosten gespart



Molkereiabwasserproben

### PROJEKTBECHREIBUNG

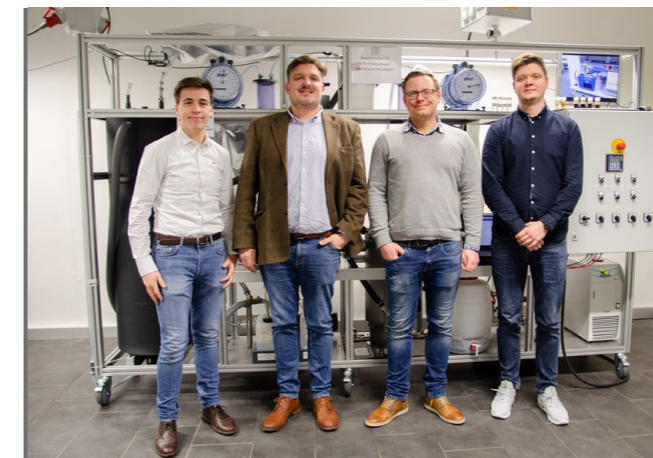
Das bei der Privatmolkerei Naarmann GmbH anfallende Abwasser wird aktuell ohne weitere Vorbehandlung in die örtliche Kläranlage geleitet und kostenintensiv entsorgt. Dadurch bleibt das energetische Potential des Abwassers am Produktionsstandort ungenutzt. Molkereiabwässer besitzen hohe organische Frachten, weshalb diese für einen anaeroben Abbau sehr geeignet sind. Das Projekt EnerMolk greift diese Thematik auf und entwickelt ein Vorbehandlungskonzept des genannten Abwasserstroms. Durch die anaerobe Vergärung in Hochlastreaktoren aus der industriellen Abwassertechnik wird Energie in Form

von Biogas gewonnen und dem Unternehmen zurückgeführt. Das spart Energiekosten und verringert fossile CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Für eine energetische Beurteilung des Gesamtprozesses wurden zunächst die Stoff- und Energieströme der Molkerei aufgenommen. Auf Grundlage von Analyseergebnissen der Abwasserproben wird ein zweistufiges Reaktorkonzept erstellt. Das Reaktorkonzept wird modular konzipiert, um ein hohes Maß an Flexibilität zu erhalten und auf Produktionsschwankungen reagieren zu können. Nach der Inbetriebnahme folgte die Optimierung Prozesses mit dem Ziel die Abbaugrade des Abwassers zu maximieren.

Im Anschluss wurden die Wirtschaftlichkeit des Verfahrenskonzepts erarbeitet und die Prozesse energetisch beurteilt sowie die Möglichkeiten der Integration des Verfahrenskonzepts in die Molkerei Naarmann und in weitere Molkereien dargestellt.

In dem Projekt arbeiten Industrie (Fa. Naarmann) und Forschung (FH Münster) eng zusammen und schaffen so den Transfer vom Labor-Maßstab in die großtechnische Anwendung.



### PROJEKTPARTNER UND IHRE STÄRKEN



**Privatmolkerei Naarmann GmbH:** Das mittelständige Unternehmen pflegt eine innovative Unternehmensphilosophie mit dem Ziel, Produktionsprozesse vor allem energetisch zu optimieren. Durch die Zusammenarbeit werden nun die Weichen für eine Energierückgewinnung aus dem produktionsinternen Abwasser gestellt. Im Rahmen des Forschungsprojekts bietet das Unternehmen ideale Bedingungen, um die Übertragbarkeit des Konzeptes auf andere Molkereibetriebe sicherzustellen.

Gefördert durch: Deutsche Bundesstiftung Umwelt







## INDUSTRIEPROJEKTE

Wissenschaftlich-technische Begleitung der vierten Reinigungsstufe der Kläranlage Greven

Auftragsgeber: Stadt Greven  
Projektlaufzeit: Juli 2019 - Dezember 2021

### PROJEKTHIGHLIGHTS

- ▶ Verbesserung der Gewässerqualität
- ▶ Wissenschaftliche Erkenntnisse generieren
- ▶ Erste großtechnische Anlage in Deutschland

### PROJEKTBSCHREIBUNG

Um Spurenstoffe aus dem Abwasser zu eliminieren wird seit Oktober 2020 bei den Technischen Betrieben Greven eine vierte Reinigungsstufe betrieben. Dabei erfolgt die Elimination der Spurenstoffe über den Einsatz von Pulveraktivkohle (PAK). Diese wird als PAK-Suspension in die Zulaufstrecke zu drei in Reihe geschalteten Kontaktreaktoren hinzudosiert. Anschließend durchläuft das Abwasser mit der PAK vier nachgeschaltete Tuchfilter. Die so zurückgehaltene PAK wird über Saugvorrichtungen von der Oberfläche der Tuchfilter abgesogen und kann wahlweise in die Zulaufstrecke zu den

Kontaktreaktoren und/oder in die Belebungsbecken re-zirkuliert werden. Aus wirtschaftlichen Gründen und zur Verringerung des Platzbedarfs wurde von einem Sedi-mentationsbecken zwischen den Kontaktreaktoren und

Tuchfiltern abgesehen. Zu der beschriebenen Verfahrens-variante der Spurenstoffelimination liegen noch keine be-trieblichen und wissenschaftlichen Erkenntnisse vor.

Die wissenschaftliche Begleitung hatte das Ziel, die Funktionsweise der beschriebenen Verfahrensvariante hinsichtlich der Spurenstoffelimination und dem Rückhalt von PAK zu überprüfen. Darüber hinaus sollte überprüft werden, ob der Einsatz von PAK zur Elimination von festgelegten Standardparametern führt. Zusätzlich sollte aufgrund des Einsatzes von Tuchfiltern die Elimination von Mikroplastik aus dem Abwasser untersucht werden. Des Weiteren sollten Aspekte wie der betriebliche Auf-wand, der Energiebedarf, die Schlammmentsorgung und die Möglichkeit der Reduzierung der Abwasserabgabe untersucht werden.

Optimierung der Abwasservorbehandlungsanlage und Entwicklung eines nachhaltigen und zukunftsfähigen Abwasserkonzeptes

Auftraggeber: Krombacher Brauerei  
Projektlaufzeit: März 2020 - Dezember 2022

### PROJEKTHIGHLIGHTS

- ▶ Effizienter Energie- und Ressourceneinsatz
- ▶ Strom- und Wärmegewinnung aus Abwas-ser
- ▶ Optimierte Betriebsweise
- ▶ Verringerung von CO<sub>2</sub>-Emissionen

### PROJEKTBSCHREIBUNG

In den verschiedenen Herstellungsprozessen der Kromba-cher Brauerei fallen unterschiedlich zusammengesetzte Abwässer an. Diese werden einer Kaskade bestehend aus drei Misch- und Ausgleichbecken zugeführt und anschlie-ßend indirekt in das Kanalnetz der Stadt Kreuztal zur wei-tergehenden Behandlung geleitet. Ziel des Projekts ist, die Fahr- und Betriebsweise der Misch- und Ausgleichbe-cken dahingehend zu optimieren, dass gegenwertig und

zukünftig die Auflagen der Indirekteinleitung weiterhin eingehalten werden. Darüber hinaus wird die Möglich-keit der anaeroben Vorbehandlung des Abwassers unter-sucht, um die Abwasserinhaltsstoffe energetisch zu nut-zen. Abschließend wird ein Gesamtkonzept für die Krom-bacher Brauerei in Kooperation mit der Stadt Kreuztal er-arbeitet.

# 2

---

## BIOGAS- UND LANDWIRTSCHAFT

- ▶ **BIO-SMART**  
Biogasproduktion in Hochlastfermentern zur intelligenten Energiebereitstellung . . . . 20
  - ▶ **NEOBIO**  
Neue Entwicklungswerkzeuge zur Optimierung der Mischregime in Bioreaktoren . . . . 22
  - ▶ **L'AMMORE**  
Ammoniakrückgewinnung aus Gärprodukten von Biogasanlagen in Form von Ammoniakwasser mittels Kalkeinsatz . . . . . 24
  - ▶ **NÄHRWERT**  
Technisch unterstütztes Nährstoffmanagement im Verbund mit Biogasanlagen und Anbauregionen. . . . . 26
  - ▶ **ZUKUNFT BIOGAS**  
Biogas: Zukunftsperspektive für das Münsterland - Konzeptideen für einen erfolgreichen Weiterbetrieb bestehender Biogasanlagen. . . . . 28
  - ▶ **MOVE**  
Ökonomische und technische Optimierung der anaeroben Vergärung von Schweinegülle . . . . . 30
-



## BIO-SMART

Biogasproduktion in Hochlastfermentern zur intelligenten Energiebereitstellung

Projektlaufzeit: September 2019 – August 2022

### PROJEKTHIGHLIGHTS

- ▶ Vergärung flüssiger landwirtschaftlicher Reststoffe
- ▶ Erhöhung des Wirkungsgrads von konventionellen Biogasanlagen
- ▶ Post-EEG Perspektiven
- ▶ Direkter Transfer der Ergebnisse in die Praxis

### PROJEKTENTSTEHUNG

Das verfügbare Biogaspotenzial aus Rest- und Abfallstoffen ist hoch, die künftige Entwicklung hinsichtlich Ausbau und Nutzung von Rest- und Abfallstoffen jedoch abhängig von agrar- und energiepolitischen sowie rechtlichen Rahmenbedingungen. Zudem stellt der Einsatz von Rest- und Abfallstoffen Biogasanlagenbetreiber u.a. auch aus verfahrenstechnischer Sicht vor große Herausforderungen. Ein Ansatzpunkt ist die Steigerung der Effizienz bei der Vergärung flüssiger Reststoffe aus der Landwirtschaft in den konventionellen Biogasanlagen. Lösungsansätze aus der Abwasserreinigung können hier Anwendung finden. Dazu wird sich dem Prinzip der Hochlastvergärung bedient. Hochlastfermenter zeichnen sich im Gegensatz zu herkömmlichen Fermentern einer

Biogasanlage dadurch aus, dass sie die vorhandene Konzentration an Mikroorganismen zum Abbau der Substrate zurück halte und dadurch deutlich kürzere Verweilzeiten erzielt werden können.

### PROJEKTbeschreibung

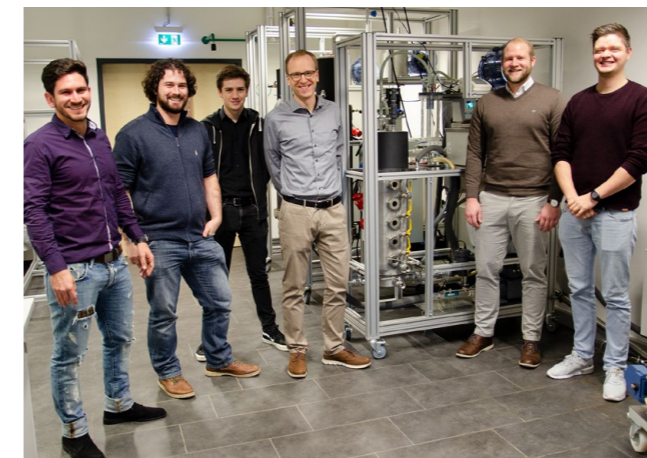
Das Projekt Bio-Smart hat zum Ziel, den Wirkungsgrad von konventionellen Biogasanlagen durch die Erweiterung mit einem Hochlastfermenter zu erhöhen. Eine damit verbundene effizientere Vergärung der eingesetzten Substrate ermöglicht den Betreibern von Biogasanlagen die Erschließung neuer, regionaler, preiswerter und in keiner Konkurrenz stehender Substratpotenziale.

In einem Hochlastfermenter können die flüssigen Fraktionen, die bisher aufgrund ihrer hohen Wasseranteile (> 90 %) nicht oder nur sehr ineffizient in konventionellen Biogasanlagen verwertet werden, effektiv vergoren

werden. Hierzu zählen vor allem separierte Gülle, Presssäfte (bspw. aus Pflanzen) oder hochkalorische Abwässer (bspw. stärkehaltiges Abwasser) aus der Industrie. Die damit einhergehende Erhöhung des Gesamtwirkungsgrads unterstützt den Weiterbetrieb der Anlagen, insbesondere nach dem Ausscheiden aus dem EEG.

Ebenso ist durch die vergleichsweise kurzen Ansprechzeiten der Hochlastreaktoren ein flexibler und dem Strombedarf angepasster Betrieb möglich. Auf diese Weise kann eine bedarfsgerechte Strom- und Biogasbereitstellung realisiert werden.

Zentraler Punkt dieses Projektes ist es, den Prozess der Hochlastvergärung mit landwirtschaftlichen und industriellen Abwässern und Reststoffen so zu untersuchen, dass die Anwendbarkeit auf großtechnischen Anlagen realisiert werden kann. Zur Erreichung dieses Ziels werden durch Laborversuche und Versuche im halbtechnischen Maßstab die Grundlagen für ein Scale-Up gelegt.



### PROJEKTPARTNER UND IHRE STÄRKEN



**PlanET Biogastechnik GmbH:** Die PlanET Biogastechnik GmbH gehört zu den führenden Biogasanlagenanbietern weltweit. Das Leistungsportfolio umfasst alle Bereiche der Biogastechnik und des Komponentenvertriebs, von der Planung, dem Anlagenbau, der Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität bis hin zum Service und der biologischen Betreuung durch ein eigenes Labor. Der erfolgreiche Einsatz von Hochlastfermentern zur effizienteren Vergärung von Substraten ist abhängig von der Implementierung in großtechnische Anlagen. Die fachliche Expertise des Unternehmens aber auch die Erfahrungen im Bereich Forschung und Entwicklung leisten einen wichtigen Beitrag, um die Projektergebnisse nachhaltig in die Praxis zu transferieren.

**Projektträger:** Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)

**Gefördert durch:** Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages





## NEOBIO

Neue Entwicklungswerkzeuge zur Optimierung der Mischregime in Bioreaktoren

Projektlaufzeit: Mai 2019 – April 2022

### PROJEKTHIGHLIGHTS

- ▶ Optimierung der Rührtechnik zur Steigerung der Prozesseffizienz
- ▶ Experimentelle Untersuchung der Strömungsvorgänge in Biogasanlagen
- ▶ Aufbau eines Rheologiekatalogs
- ▶ Entwicklung tauchfähiger Multi-Sensorkapsel

### PROJEKTENTSTEHUNG

Die aktuell in Deutschland betriebenen Biogasanlagen (> als 9.000 an der Zahl) weisen ein hohes Optimierungspotenzial hinsichtlich des Gasertrags auf. Bei einer besseren Durchmischung der verwendeten Substrate in den Anlagen kann dieser signifikant erhöht werden. Für den Rührvorgang wird bisher in der Regel auf rein empirisch entwickelte Rührtechnik zurückgegriffen. Durch die Erhebung und Analyse von Prozessdaten der Fermentation sollen für die Biogasanlage und den Substratmix maßgeschneiderte Rührstrategien möglich gemacht werden.



Paddelrührwerk in einem geleerten Fermenter

### PROJEKTBSCHREIBUNG

Unter der Federführung des Labors für Strömungstechnik und Simulation der FH Münster zielt das Projekt auf eine Steigerung des Systemwirkungsgrades von insbesondere bestehenden Biogasanlagen durch eine Optimierung des Rührprozesses ab.

Durch eine optimal an den individuellen Substratmix angepasste Rührstrategie kann der Gasertrag bei gleichzeitig reduzierter Antriebsleistung der Rührtechnik signifikant gesteigert werden. Hierzu werden neuartige, praxistaugliche Werkzeuge und Verfahren für den direkten Einsatz bei der Auslegung von Rührkonzepten in Biogasfermentern entwickelt. Eine völlig neue, auf drahtloser Signalübertragung aufbauende Messtechnik, soll erstmals eine flexible und umfassende, zeitliche und räumliche Online-Datenerhebung der Strömungs- und Durchmischungsvorgänge während des laufenden Betriebes realer Anlagen realisieren und die tatsächlichen Vorgänge in einem bisher nicht möglichen Maß quantifizierbar und systematisch optimierbar machen. Zudem

sollen über neu zu entwickelnde numerische Simulationsansätze erstmals prozessrelevante Einflussfaktoren wie die für den Einmischprozess wesentlichen Turbulenzen in direkter Rührwerksnähe sowie das Verhalten der freien Oberfläche berechenbar werden.

Das Projekt wird im Forschungsverbund des Institutes für Energie und Prozesstechnik der FH Münster realisiert. Das Labor für Umwelttechnik erstellt eine umfassende und repräsentative Datenbank für die rheologischen Eigenschaften von Fermentersuspensionen. Dazu ist eine detailliertere Bestimmung der Ausgangslage notwendig, für die neben den rheologischen Daten auch Anlagenparametern wie Größe, Rührer, Rührprozess (Intervalle, Drehzahl, Stromverbrauch) und Qualitätsmerkmale (Gasertrag, Abbaugrad, Restgärpotenzial) bekannt sein müssen. Darüber hinaus bestimmt das Labor weitere Material- und Prozessparameter der Substrate, wobei mögliche rheologische Einflussfaktoren qualifiziert und quantifiziert werden.

### PROJEKTPARTNER UND IHRE STÄRKEN



**IEP FH Münster:** Seit 2012 forscht der Forschungsverbund des Institutes für Energie und Prozesstechnik der FH Münster mit den Laboren für Strömungstechnik, Umwelttechnik, Verfahrenstechnik und Nachwachsende Rohstoffe, dem Labor für Halbleiter-Bauelemente und Bussysteme an der Verbesserung und dem generellen Verständnis zu Strömungsvorgängen in Biogasanlagen.



**Budelmann Elektronik GmbH:** Als kleines mittelständiges Unternehmen entwickelt und produziert die Budelmann Elektronik GmbH kundenspezifische elektronische Schaltungen und eingebettete Systeme. Sie besitzt umfangreiche Vorerfahrung in den Bereichen der industriellen Elektronikentwicklung und -fertigung und ist darum idealer industrieller Partner im Hinblick auf die Entwicklung eines alltags- und praxistauglichen Messsystems.



**Institut für Fluidodynamik Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR):** Das Institut betreibt Grundlagen- und angewandte Forschungen auf den Gebieten der Thermo- und Fluidodynamik und der Magneto hydrodynamik mit dem Ziel, die Nachhaltigkeit, die Energieeffizienz und die Sicherheit industrieller Prozesse zu verbessern. Am HZDR wurde das Konzept instrumentierter, strömungsfolgender Sensorpartikel entwickelt und umfassend hinsichtlich der Strömungsfolgeigenschaften, Robustheit sowie Genauigkeit validiert. Dieses Konzept wird in die Entwicklung tauchfähiger Multi-Sensorkapseln mit eingebracht.

#### Weitere Infos:

[www.fh-muenster.de/neobio](http://www.fh-muenster.de/neobio)

**Projektträger:** Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)

**Gefördert durch:** Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages





# L'AMMORE

Ammoniakrückgewinnung aus Gärprodukten von Biogasanlagen in Form von Ammoniakwasser mittels Kalkeinsatz

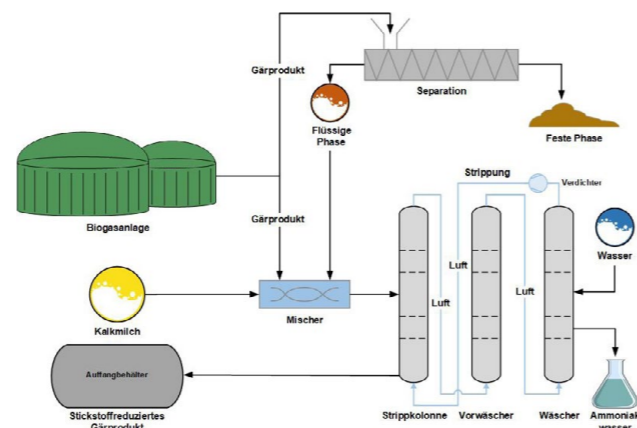
Projektlaufzeit: März 2020 - Februar 2022

## PROJEKTHIGHLIGHTS

- ▶ Stickstoffentfrachtung belasteter Regionen
- ▶ Ressourceneffizienz und Kreislaufschließung
- ▶ Gewinnung von Ammoniakwasser
- ▶ Technischer Maßstab mit hoher Praxisrelevanz

## PROJEKTENTSTEHUNG

Biogasanlagen leisten einen wertvollen Beitrag zum erneuerbaren Energiemix in Deutschland. Gleichzeitig stehen sie aber auch vor dem Problem der Verwertung des nährstoffreichen Gärrückstandes. Durch Verschärfungen der europäischen und nationalen Gesetzeslage ist eine landwirtschaftliche Ausbringung ohne vorherige Entfrachtung kaum mehr möglich, was zu erhöhten Kosten für die Anlagenbetreiber führt. Diese Problematik führt besonders in viehveredelungsstarken Regionen durch den bereits bestehenden Nährstoffüberschuss verstärkt zu Problemen. Limitierend wirkt vor allem der hohe Stickstoffgehalt in den Gärresten. Durch den Einsatz einer Luftstrippung können die ammoniumhaltigen Stoffströme unter Zugabe von Kalk entfrachtet werden.



Fließschema Versuchablauf

## PROJEKTbeschreibung

Das Projekt L'Ammore zielt darauf ab, die Belastung von stickstoffhaltigen Gärprodukten zu reduzieren. Mittels einer für den Kalkmilcheinsatz umgebauten Strippanlage werden Gärprodukte unterschiedlicher Zusammensetzung entstickt, und somit ein mit Kalk angereicherter Gärückstand gewonnen, der wieder als flüssiger Wirtschaftsdünger eingesetzt werden kann. Das gewonnene Ammoniak wird direkt zu Ammoniakwasser weiterverarbeitet, wodurch für die Biogasanlagenbetreiber neue Absatzmärkte, z.B. im Bereich der analytischen Chemie oder der Rauchgasreinigung, geschaffen werden. Da-



Strippanlage in der Versuchshalle am FH-Standort in Bioenergiepark Saerbeck

durch profitieren KMU (v.a. Kalk- und Zementhersteller, Biogasanlagenbetreiber) branchenübergreifend von einer Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit durch die Erschließung neuer Absatzmärkte, den Um-/Neubau von Strippanlagen, der Ausbringung entstickten Gärrestes und dem erweiterten Einsatzspektrum von Kalkmilch. Die abschließende Technologie und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird sowohl einen Scale-up thematisieren als auch die Verwendung des Ammoniakwassers in verschiedenen Industrien beleuchten.

Durch die vollständige Verwertung des Gärückstandes leistet das Projekt einen wertvollen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft. Gleichzeitig ist die Gewinnung von Ammoniak energieschonender und klimaneutraler als die herkömmliche Erzeugung mittels des Haber-Bosch-Verfahrens. Die dezentrale Gewinnung des Ammoniaks trägt zusätzlich zur Reduzierung der durch Transport verursachten Treibhausgase bei.

## PROJEKTPARTNER UND IHRE STÄRKEN



**Forschungsgemeinschaft Kalk und Mörtel e. V.:** Die Forschungsgemeinschaft Kalk und Mörtel e. V. forscht im Auftrag der Industrie, der Anwender und der Behörden u.a. in den Bereichen Kalk im Umweltschutz und Kalk in der Landwirtschaft. Sie besitzt hinsichtlich industrieller, anwendungsorientierter Forschung große Expertise in sämtlichen Einsatz- und Anwendungsbereichen von Kalk und kalkhaltigen Produkten. Für das Vorhaben relevant ist vor allem die hohe Kompetenz in den Forschungsgebieten der Abwasser- und Schlammbehandlung, der Abgasreinigung sowie der Kalk-Verfahrenstechnik und beim generellen Einsatz von Kalk im Umweltschutz. Das nach dem neusten technischen Stand ausgestattete anorganisch-chemische Labor ermöglicht hochpräzise, nasschemische Kalk-, Spurenelement- und Strukturanalytik.

**Projektträger:** AiF - Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V.

**Gefördert durch:** Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages





## NÄHRWERT

Technisch unterstütztes Nährstoffmanagement im Verbund mit Biogasanlagen und Anbauregionen

Projektlaufzeit: Juli 2019 - Juni 2024

### PROJEKTHIGHLIGHTS

- ▶ **Verschiedene Gärrest-Aufbereitungen werden in der Praxis bewertet**
- ▶ **Wasser-, Emissions- und Klimaschutz werden verbessert**
- ▶ **Marktreife organische Dünger aus Gärrest können Mineraldünger ersetzen**
- ▶ **Die NIRS-Technologie wird weiterentwickelt**

### PROJEKTENTSTEHUNG

Biogasanlagen erzeugen Energieträger wie Strom oder Biomethan durch die Vergärung von organischem, nährstoffreichem Substrat. Dabei sind sie besonders in Regionen mit hoher Viehhaltungsdichte und häufig Nährstoffüberschüssen vorzufinden, während in vieharmen Regionen überwiegend künstlich erzeugter Mineraldünger eingesetzt wird. Vor allem in Regionen mit Nährstoffüberschüssen bestehen häufig Umweltprobleme wie z.B. zu hohe Nitratgehalte im Grundwasser. Biogasanlagen bilden in diesem Kontext und speziell durch den Einsatz von Reststoffen wie Gülle und Mist sowie der Aufbereitung von Gärresten eine hohe Lösungskompetenz.



Aufbau eines Versuchs Gärrestaufbereitung

### PROJEKTbeschreibung

Ziel des Projektes ist es, nach Nährstoffbedarf und Wirtschaftlichkeit ausgerichtete Managementstrategien zur Gärrestverwertung zu entwickeln. Dabei werden die Stoffströme entlang des Biogasprozesses, der Gärrestaufbereitung und -ausbringung untersucht. Aspekte wie der Substrat- und damit Nährstoffmix, Technologien zur Gärrestaufbereitung und pflanzenbauliches Management werden abhängig voneinander betrachtet. Das Projekt konzentriert sich auf eine Teilaufbereitung der Gärreste, bei der 30 bis 80 % der Hauptnährstoffe Stickstoff und Phosphor abgetrennt werden. Eine Totalaufbereitung

gestaltet sich im Allgemeinen aufwendiger und geht mit höherem Technik- und Kostenaufwand einher. Die daraus hervorgehenden transportwürdigen Gärprodukte haben das Potential, Mineraldünger in Regionen mit geringer Viehdichte zu ersetzen. Für die weniger transportwürdigen, flüssigen Retentate geringerer Nährstofffracht sollte die Ausbringung hingegen möglichst anlagennah erfolgen. Die Verwertung der Gärreste muss insgesamt möglichst kostengünstig, emissionsarm und bedarfsgerecht gestaltet werden. Zum Ende des Projektes liegen Handlungsanweisungen mit praxistauglichen Gesamtlösungen für Betreiber von Biogasanlagen, aufnehmende Betriebe und weitere Akteure vor. Durch den Einsatz von marktreifen Gärrest-Düngern können für Biogasanlagen als Nährstofflieferanten neue Geschäftsmodelle erschlossen werden.



### PROJEKTPARTNER UND IHRE STÄRKEN



**Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH (DBFZ):** Als mit Wirtschaft und Politik stark vernetzte Forschungseinrichtung ist das DBFZ auf die Entwicklung neuer Prozesse, Verfahren und Konzepte für den Energieträger Biomasse spezialisiert. Ein Gebiet davon umfasst die Biogaserzeugung von der Produktion über die Bereitstellung bis zur Nutzung der Energie und dem wertvollen organischen Gärprodukt als Düngemittel.



**Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe e.V (3N Kompetenzzentrum):** Das 3N Kompetenzzentrum erforscht die stoffliche und energetische Anwendung erneuerbarer Rohstoffe und Biomassen. Neben dem Einsatz nachwachsender Rohstoffe wird das Thema Gülle- und Gärrestseparierung forciert. Vor allem die anschließende Verwendung der separierten Phasen sowie Entwicklung und Anwendung marktfähiger Produkte, Produktionsverfahren und Dienstleistungen ist ein Hauptbestandteil der Arbeit im Kompetenzzentrum.

#### Weitere Infos:

[www.naehrwert.org](http://www.naehrwert.org)

**Projektträger:** Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)

**Gefördert durch:** Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages





## ZUKUNFT BIOGAS

Biogas: Zukunftsperspektive für das Münsterland - Konzeptideen für einen erfolgreichen Weiterbetrieb bestehender Biogasanlagen

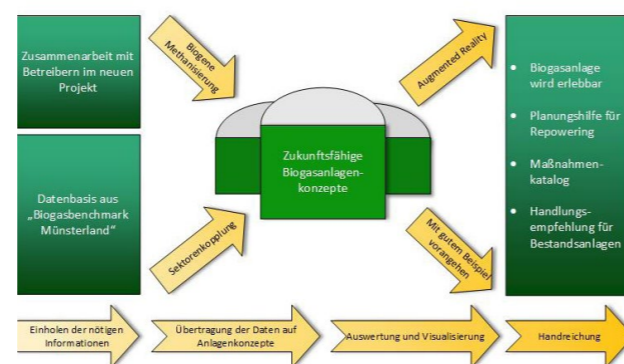
Projektlaufzeit: Oktober 2019 – September 2022

### PROJEKTHIGHLIGHTS

- ▶ **Zukunftsfähige Biogasanlagenkonzepte**
- ▶ **Beitrag zur Klimaschutz, Reduzierung von Treibhausgasen**
- ▶ **Information und Transferplattform für Biogastechnologie**
- ▶ **Erfolgreiche Webinarreihe und Augmented Reality-Biogas-App**

### PROJEKTENTSTEHUNG

Die Biogastechnologie ist im Vergleich zu Solar, Wind und anderen erneuerbaren Energien sehr vielseitig einsetzbar und trägt somit entscheidend zur Energiewende bei. Die Rahmenbedingungen zum Betrieb von Biogasanlagen unterliegen einem starken Wandel. Für viele Anlagen läuft in den nächsten Jahren die festgelegte Vergütung durch das EEG weg. Hierdurch drohen Anlagen stillgelegt zu werden.



Biogas Zukunftsperspektiven

### PROJEKTBE SCHREIBUNG

Ziel des Projektes „Biogas: Zukunftsperspektive für das Münsterland“ ist es, Konzeptoptionen für den wirtschaftlichen Betrieb der Bestandsbiogasanlagen auch für die Zeit nach der EEG-Vergütung zu erarbeiten. Dazu werden vor allem Konzepte zur Sektorenkopplung der Bereiche Wärme, Verkehr und Methanisierung (Gasaufbereitung zu Erdgasqualität) betrachtet und auf der Projekthomepage dargestellt. Neben der Homepage ist eine beliebte Webinarreihe entstanden. Den Teilnehmern aus Biogasanlagenbetreibern, Kommunen, Unternehmen, Beratern

etc. werden in kompakten Veranstaltungen so die Eckpunkte der Konzepte, Forschungsprojekte z.B. zum Thema Wasserstoff & Biogas und Praxisbeispiele vorgestellt. Zur weiteren Veranschaulichung der Ergebnisse wurde eine eigene App entwickelt, die anschaulich in einer Augmented Reality Anwendung die Konzepte präsentiert. Durch die Erarbeitung der notwendigen Konzeptparameter wird im Projekt die Übertragbarkeit auf Biogasanlagen im Münsterland betrachtet. Hierzu kann auf einen bestehende Datenpool aus dem Projekt Biogasbenchmark zurückgegriffen werden.



Gasreinigung einer Biogasanlage



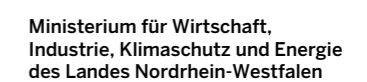
Reality-Biogas-App

#### Weitere Infos:

[www.zukunft-biogas.de](http://www.zukunft-biogas.de)

**Projektträger:** Bezirksregierung Münster

**Gefördert durch:** Europäischer Fonds für regionale Entwicklung ( EFRE 2014-2020) Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen





## MOVE

Ökonomische und technische Optimierung der anaeroben Vergärung von Schweinegülle

Projektlaufzeit: März 2022 - August 2024

### PROJEKTHIGHLIGHTS

- ▶ Entwicklung von neuartigen Konzepten zur Nutzung von Schweinegülle
- ▶ Erarbeitung einer breiten Datenbasis zu verschiedenen Schweinegülle
- ▶ Steigerung des Reststoffeinsatzes in der Landwirtschaft
- ▶ Emissionsminderung in der Landwirtschaft

### PROJEKTENTSTEHUNG

Durch die anaerobe Vergärung von Schweinegülle können die in der Landwirtschaft entstehenden Methan- und Lachgasemissionen deutlich vermindert werden. Allerdings wird dieser Reststoff nur zu einem geringen Anteil in Biogasanlagen eingesetzt. Dieser Umstand wurde mit Blick auf unterschiedliche Lösungsansätze, wie der Vorbehandlung der betreffenden Substrate oder der Optimierung der Transportbeziehungen, mit den Projektpartnern GEA Westflia Separator Group GmbH und Agrarservice Wessendorf GmbH diskutiert und der Forschungsverbund für das Projekt "MOVE" gebildet.



Testfoto Flockung

### PROJEKTbeschreibung

In der Landwirtschaft sind 18 % der weltweit entstehenden Treibhausgasemissionen auf die Schweinezucht zurückzuführen. Das übergeordnete Ziel der Forschungsarbeit im Projekt "MOVE" besteht darin, die auftretenden Emissionen zu senken. Eine Möglichkeit zur Emissionsminderung besteht in der anaeroben Vergärung der anfallenden Reststoffe. Der Einsatz von Wirtschaftsdüngern zur Biogaserzeugung wie Gülle oder Mist ist bereits weit verbreitet und kann durch den Stand der Technik entsprechend umgesetzt werden. Allerdings macht Schweinegülle einen vergleichsweise geringen Anteil am aktuellen

Substratmix aus, sodass das energetische Potenzial und die Möglichkeit zur Treibhausgasbindung weitgehend ungenutzt bleiben. Daher werden im Projekt die Voraussetzungen für den Einsatz von Schweinegülle zur energetischen und damit auch emissionsmindernden Nutzung aus ökonomischer und technischer Sicht analysiert. Anhand der gewonnenen Informationen werden praktisch anwendbare Maßnahmen und Konzepte erarbeitet, die eine energetische Nutzung von Schweinegülle ermöglichen.



### PROJEKTPARTNER UND IHRE STÄRKEN



**GEA Westflia Separator Group GmbH:** Als weltweit agierendes Technologieunternehmen bietet die GEA eine vollständige Produktlinie im Bereich Gülle-Management an. Aufgrund der jahrelangen Erfahrung in diesem Bereich bringt die GEA eine wertvolle Expertise in das Projekt mit ein.



**Agrarservice Wessendorf GmbH:** Im Unternehmensbereich Bioenergie umfasst das Dienstleistungsportfolio der ASW die gesamte Wertschöpfungskette von der Ernte- und Güllelogistik über die Projektplanung, Dokumentation sowie den Betrieb von Biogasanlagen, bis hin zur Gärproduktlogistik und die organische Düngung. Damit zeichnet sich die ASW als Partner mit hohem Praxisbezug aus und kann durch die umfassende Marktübersicht erheblich zu dem in diesem Vorhaben geplanten Monitoring und zur Prozessoptimierung beitragen.

#### Weitere Infos:

#### Projektträger:

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)

**Gefördert durch:** Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages





---

## SEKTORENKOPPLUNG

- ▶ **ENERREGIO**  
Modellhafte und netzstabilisierende Energiesysteme in der ländlichen Region . . . . . 34
  - ▶ **WIEFM 2.0**  
Task Force Wärmewende - Förderung einer nachhaltigen Wärmeversorgung in  
der EUREGIO . . . . . 36
  - ▶ **HY-CORE**  
Upscaling AEM Electrolysis - Research and Application . . . . . 38
  - ▶ **HYMAT-ENERGIE**  
Unterstützungsmaßnahmen im Bereich der Innovationsförderung und des  
Technologie- und Wissenstransfers der regionalen Unternehmen . . . . . 40
  - ▶ **WÄRMENETZE 4.0**  
Capacity Building: Kaltes Nahwärmenetz „Warendorf – In de Brinke“ . . . . . 42
  - ▶ **WASSERSTOFFCLUSTER**  
Entwicklung des Wasserstoffclusters der FH Münster . . . . . 44
  - ▶ **E-MOBILITÄT SZENTRUM**  
Die FH Münster macht e-Mobilität „erfahrbar“ . . . . . 46
-



## ENERREGIO

Modellhafte und netzstabilisierende Energiesysteme in der ländlichen Region

Projektlaufzeit: November 2019 – Februar 2023

### PROJEKTHIGHLIGHTS

- ▶ **Lösungen für das Energiesystem der Zukunft im ländlichen Quartiers**
- ▶ **Netzwerkdiallog mit der lokalen Wirtschaft, regionalen Akteuren und Stakeholdern**
- ▶ **Kombination von wissenschaftlicher Grundlagenarbeit mit praktischen Untersuchungen**
- ▶ **Stabilisierung der Stromnetze durch die Errichtung von Speicher- und Konversionstechnologien**

### PROJEKTENTSTEHUNG

Zur Realisierung einer technisch und ökonomisch optimierten Energiewende ist die Sektorenkopplung eine wesentliche Voraussetzung. Durch die Verbindung der einzelnen Sektoren (Wärme, Mobilität und Strom) können Flexibilitätsoptionen besser genutzt werden, Effizienzpotenziale im Betrieb der Energiesysteme gehoben und eine Erhöhung Erneuerbarer Energie in jedem Sektor erreicht werden.

Erste technische Lösungen zur Sektorenkopplung sind vorhanden und bereits erprobt, finden aber nur unzureichend Anwendung in der Praxis. Vor allem im ländlichen Raum, der im Vergleich zu städtischen Gebieten eine abweichende Netzstruktur und ein anderes Mobilitätsverhalten aufweist, sind übertragbare Konzepte Mangelware.

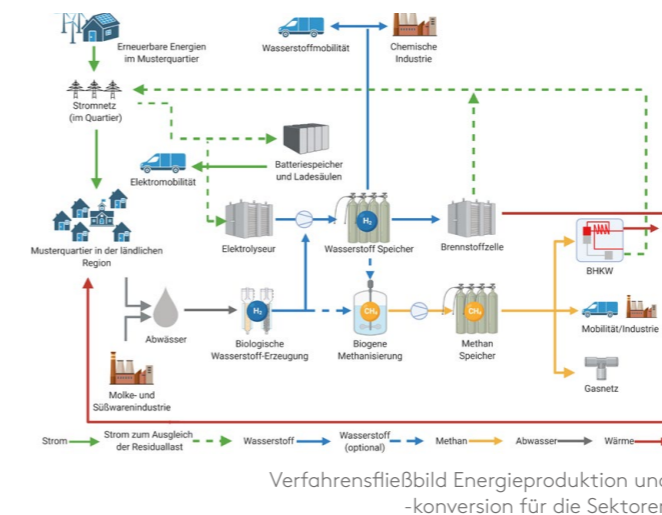
Diese Herausforderungen sind Kernpunkte des Forschungsprojektes. Es wird aufgezeigt, wie Lösungen für ein ländliches Quartier in der Zukunft aussehen können.



Dekarbonisiertes Energiesystem der Zukunft im ländlichen Quartier

### PROJEKTBECHREIBUNG

Im ersten Projektabschnitt wird ein Energiekonzept für ein ländliches Quartier erarbeitet. Es wird in Zusammenarbeit mit einem Strom- und Gasnetzbetreiber ein reales Quartier im Projektgebiet ausgewählt, die energetische Situation in den Sektoren Strom, Wärme und Mobilität erfasst und in der Modellierungssprache Modelica in einer Simulation abgebildet. Aus den erhobenen Daten werden verschiedene dekarbonisierte Energiekonzepte hinsichtlich verschiedener Untersuchungsschwerpunkte und Optimierungen entwickelt. Die Daten aus den Energiekonzepten werden für die Modelica-Simulation aufbereitet



und bieten für die dort dargestellten Energienetze eine Prognosefunktion hinsichtlich möglicher Netzininstabilitäten durch die neuen Energiekonzepte. Parallel werden am FH-Standort Saerbeck Versuchsanlagen errichtet. Diese Anlagen bestehen aus einem Batteriespeicher, einem Elektrolyseur mit Gasspeicher sowie Verdichtertechnik, einer Brennstoffzelle, einer biologischen Wasserstoffherzeugung aus Industrieabwässern sowie einer biogenen Methanisierung nach dem in-situ Verfahren. Einerseits kann so eine Konzeptvalidierung durch den praktischen Einsatz dieser Technologien im Quartiersmaßstab untersucht werden. Andererseits das Technology-Readiness-Level der Power-to-X-Technologien, wie der biologischen Wasserstoffherzeugung und biogenen Methanisierung, weiterentwickelt.

Die Ergebnisse am Projektende werden als Leitfaden für die weiteren Aktivitäten und den zukünftigen Ausbau des Energiesystems in der ländlichen Region dienen. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf weitere ähnlich strukturierte Regionen wird im Rahmen des Projektes untersucht und dargestellt.

Der intensive Netzwerkdiallog ist zentraler Bestandteil des Projektes. Ziel ist die enge Einbindung der örtlichen Akteure, Energieversorger und Unternehmen. Somit werden die Kompetenzen in der Region bestmöglich genutzt und verknüpft. Durch diesen kontinuierlichen Prozess wird der Wissenstransfer forciert.

### PROJEKTPARTNER UND IHRE STÄRKEN



**Gas- und Wärme-Institut Essen e. V.:** Das Gas- und Wärme Institut Essen e. V. (GWI) ist seit mehr als 75 Jahren ein anerkanntes und etabliertes Forschungsinstitut, welches praxisnahe und anwendungsorientierte Forschung rund um Technologien des Themenfeldes der Gasversorgung und -Anwendung durchführt. Aus bereits abgeschlossenen bzw. aktuell laufenden Projekten im Themenbereich virtuelle Kraftwerke, Energiespeicherung und Sektorenkopplung können für das Projekt wertvolle Synergieeffekte abgeleitet werden.



**B&R Energie GmbH:** Die B&R Energie GmbH beschäftigt sich vorrangig mit der Errichtung und dem Betrieb von Windenergie und Photovoltaik Anlagen. Im Projekt stellen die Kenntnisse und Erfahrungen in der Erfassung und der Interpretation von Netzdaten und Systemen, der Dimensionierung und Betrieb von Anlagen im sektorengoppelten Betrieb und das große Netzwerk zu Unternehmen und der Wirtschaft im Projektgebiet einen großen Mehrwert dar.

#### Weitere Infos:

[www.enerregio.de](http://www.enerregio.de)

**Projekträger:** Projekträger ETN, Forschungszentrum Jülich GmbH

**Gefördert durch:** Europäischer Fonds für regionale Entwicklung ( EFRE 2014-2020) Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

**2014 EFRE.NRW**  
Investitionen in Wachstum und Beschäftigung



EUROPÄISCHE UNION  
Investition in unsere Zukunft  
Europäischer Fonds  
für regionale Entwicklung

Ministerium für Wirtschaft,  
Industrie, Klimaschutz und Energie  
des Landes Nordrhein-Westfalen





## TASK FORCE WÄRMEWENDE

Förderung einer nachhaltigen Wärmeversorgung in der EUREGIO

Projektlaufzeit: April 2019 - Juni 2022

### PROJEKTHIGHLIGHTS

- ▶ vermittelt Wissen und Visionen für eine nachhaltige Wärmeversorgung
- ▶ unterstützt die Realisierung regionaler Initiativen durch die Förderung von Machbarkeitsstudien
- ▶ zeigt mit Hilfe interaktiver Karten wo schon heute ein nachhaltiges und wirtschaftliches Wärmenetz gebaut werden könnte
- ▶ trägt als Initiative aktiv zur CO<sub>2</sub>-Reduktion des Wärmesektors bei

### PROJEKTENTSTEHUNG

Technische und marktgerechte Lösungen für eine umfassende und nachhaltige Wärmewende sind verfügbar. Das Thema „nachhaltige Wärmeversorgung“ hat jedoch in den Kommunen auf deutscher und auf niederländischer Seite noch wie vor nicht die höchste Priorität. Die Kommunen sind derzeit unterschiedlich aufgestellt: für eine Vielzahl ist die Wärmewende ein politisches Ziel, welches aber noch nicht umgesetzt wird. Viele weitere haben sich mit dem Thema noch nicht hinreichend beschäftigt. Dabei steigt der Handlungsdruck deutlich an. Raum- und Prozesswärme sowie die Warmwasserversorgung macht ca. 50 % des Energieverbrauchs aus. Aufgrund der Dringlichkeit zur Umsetzung der Wärmewende werden die Informations- und Beratungsangebote für die verschiedenen Zielgruppen weiter ausgebaut und grenzüberschreitend verknüpft.



Projektmeeting

### PROJEKTBSCHREIBUNG

Aufbauend auf dem Projekt „WiEfm – Wärme in der Euregio fokussieren und modernisieren“ vertieft die Task Force Wärmewende die grenzüberschreitende Zusammenarbeit und bietet niederschwellige Angebote für Kommunen und kleine und mittelgroße Unternehmen, um diesen einen Umstieg auf nachhaltige Wärmeversorgungssysteme zu erleichtern. Dabei bietet die Task Force eigens entwickelte Anwendungs- und Planungstools zur Berechnung nachhaltiger Wärmekonzepte auf Quartiers-ebene an und erprobt und etabliert die Nutzung moderner Kommunikationsformen der Virtual Reality zur Ver-

mittlung der Chancen einer „Wärmewende 3D“.

Zur Förderung des Aufbaus einer modernen Energieinfrastruktur werden anhand der ermittelten Gegebenheiten in den Städten und Gemeinden der EUREGIO zirkuläre, d.h. 100 % nachhaltige und auf lokale Gegebenheiten abgestimmte Energiesysteme entworfen und dargestellt. Diese Systeme dienen als Benchmark und Technikcheck, an dem sich Kommunen und Betriebe orientieren können.

Zudem wird das erfolgreiche Programm der „Wärmegutscheine“ fortgesetzt, mit denen sich Wärmenetz-Initiativen um finanzielle Unterstützung zur Erarbeitung von Machbarkeitsstudien bewerben können.



### PROJEKTPARTNER UND IHRE STÄRKEN



**kiemt (Netzwerkorganisation):** Kiemt verfügt als Netzwerkorganisation über fundierte Kenntnisse in den Bereichen Energiewende und Kreislaufwirtschaft. Ihm gehören Vertreter von Unternehmen, Wissens- und Bildungseinrichtungen und Behörden, wie Gemeinden sowie die Provinzen Gelderland und Overijssel an. Kiemt hat sich zum Ziel gesetzt, Übergänge und Innovationen in der Energietechnik und Kreislaufwirtschaft zu beschleunigen, um so zu einem nachhaltigen Lebensumfeld beizutragen. Mit diesen Kompetenzen unterstützt Kiemt im Rahmen des Projekts die Wärmewende.



**iNeG und inenergie (Ingenieurbüros):** Beide Ingenieurbüros erbringen umfangreiche Leistungen im Bereich der Quartiersversorgung, des Energiemanagements und erneuerbarer Energien und arbeiten mit erfahrenen Experten aus anderen Bereichen zusammen. Somit sind sie in der Lage, innovative, aber auch realistische Lösungen zu entwickeln.

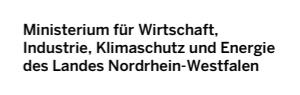


**ROM3D und GeoDok (Geoinformatiker):** Unser Team von Geoinformatikern mit langjähriger Erfahrung unterstützen das Projekt dabei, ein modernes Wärmenavigator-Webtool zu entwickeln. Aufgrund der Durchführung von Projekten in den unterschiedlichsten Themenfelder weisen sie umfangreiche Kompetenzen auf.

#### Weitere Infos:

[www.waerme-wende.eu](http://www.waerme-wende.eu)

Das Projekt wird im Rahmen des INTERREG-Programms Deutschland-Niederland durchgeführt und von folgenden INTERREG-Partnern finanziell unterstützt:





## HY-CORE

### Upscaling AEM Electrolysis - Research and Application

Projektlaufzeit: Mai 2021 - März 2025

#### PROJEKTHIGHLIGHTS

- ▶ **Aufbau des ersten 1 MW AEM-Elektrolyseurs für den industriellen Einsatz**
- ▶ **Ermittlung technischer Optimierungspotenziale**
- ▶ **Senkung der Wasserstoffkosten**
- ▶ **Aufbau eines Application Labs für grüne Wasserstofftechnologien**

#### PROJEKTENTSTEHUNG

Die Enapter AG errichtet in Saerbeck eine hochmoderne Produktionsstätte (Enapter-Campus) zur Fertigung von Anion-Exchange-Membran-Elektrolyseuren, welche eine kostengünstige und skalierbare Produktion von grünem Wasserstoff ermöglichen. Da die einzelnen Elektrolyseure noch relativ klein sind, soll im Verbundvorhaben „HY-Core“ der erste AEM-Elektrolyseur der Megawattklasse entwickelt und realisiert werden. Dabei soll das Vorhaben demonstrieren, dass die AEM-Technologie auch im Bereich großskaliger Erzeugungskapazitäten eine vorteilhafte Alternative zu den bereits etablierten Wasserstoffverfahren darstellen kann.



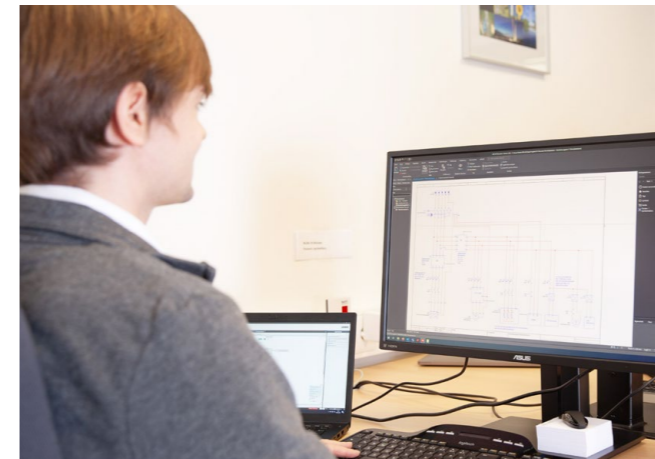
Multicore Bild: Enapter AG

#### PROJEKTbeschreibung

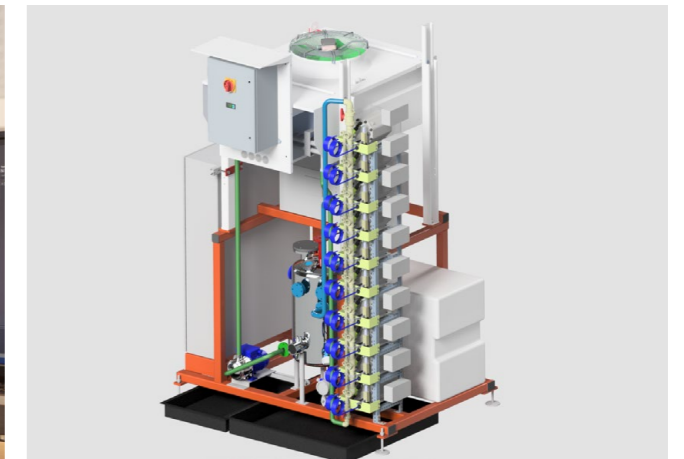
Das Verbundvorhaben HY-Core umfasst die Entwicklung des Stackmoduls sowie Design, Bau und Erprobung des ersten Megawatt-Prototypen. Auf Grundlage der Versuchsergebnisse soll ein Skalierungspfad für einen Elektrolyseur mit bis zu 100 MW Leistung erarbeitet werden.

Das Projekt HY-Core ist Teil des Leitprojekts H<sub>2</sub>Giga des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, welches in 22 verschiedenen Teilprojekten das Ziel einer industriellen Serienproduktion von leistungsfähigen und kostengünstigen Elektrolyseuren verfolgt. Zusammen mit unserem Projektpartner Enapter planen, errichten und erproben wir an unserem Forschungsstandort in Saerbeck einen AEM-Elektrolyseur mit einer elektrischen Leistung von 1 MW. Die am Elektrolyseur durchzuführenden

Versuchsreihen und Langzeitversuche sollen dazu dienen, technische Optimierungspotenziale zu erkennen und die Serienproduktion von AEM-Elektrolyseuren im Megawattmaßstab zu ermöglichen. Zusätzlich entsteht an unserem Forschungsstandort ein Application Lab für grüne Wasserstoffsystemtechnologien, um den Labor- und Testbetrieb des AEM-Multicore zu ermöglichen sowie regionale Vorteile bei der Wasserstoffproduktion und dessen Nutzung zu betrachten. Durch Integration der Versuchsanlagen in die Ausbildung der Nachwuchswissenschaftler und Studierenden entsteht somit auch eine zukunftsgerichtete Ausbildung von Fachkräften und Wissenschaftlern in der Region.



Konstruktion



Teststand für 10 AEM-Stacks

#### PROJEKTPARTNER UND IHRE STÄRKEN



**Enapter**

**Enapter AG:** Enapter designt und produziert hocheffiziente Wasserstoffgeneratoren. Grundlage dieser Technologie ist die von Enapter patentierte Anionenaustausch-Membran-(AEM-)Elektrolyse, die eine kostengünstige Produktion von grünem Wasserstoff ermöglicht. Die AEM-Elektrolyseure haben ein standardisiertes, modular erweiterbares Design und können Wasserstoff flexibel vor Ort produzieren. Enapters Vision ist es, fossile Brennstoffe vollständig durch grünen Wasserstoff zu ersetzen und diesen leichter zugänglich zu machen.

#### Weitere Infos:

<https://www.wasserstoff-leitprojekte.de/leitprojekte/h2giga>

<https://www.enapter.com/de>

#### Projektträger:

Projektträger Jülich, Forschungszentrum Jülich GmbH

**Gefördert durch:** Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) Zuwendung aus dem Sondervermögen Energie- und Klimafonds

GEFÖRDERT VOM





## HYMAT-ENERGIE

Unterstützungsmaßnahmen im Bereich der Innovationsförderung und des Technologie- und Wissenstransfers der regionalen Unternehmen

Projektlaufzeit: April 2021 - Mai 2022

### PROJEKTHIGHLIGHTS

- ▶ Information und Demonstration von Wasserstofftechnologie
- ▶ Stärkung der technologischen und konzeptionellen Kompetenzen
- ▶ Wissenstransfer durch die Frage des Monats
- ▶ Nutzungsmöglichkeiten und Innovationspotenzialen am Forschungsstandort Saerbeck

### PROJEKTENTSTEHUNG

Der energieland2050 e.V. des Kreises Steinfurt hat von September 2019 bis August 2020 mit Projektpartner im Rahmen des NRW Wettbewerbs „Modellregion Wasserstoff-Mobilität“ den Masterplan „HYMAT-Energie“ erarbeitet. Dieser Masterplan beschreibt, wie die Transformation zum Einsatz von grünem Wasserstoff im Mobilitätssektor begonnen und gleichzeitig eine wirtschaftliche Perspektive für Teile der erneuerbaren Energien geschaffen werden kann. Die gemeinsame Vision „Vorreiter werden für Wasserstoff im ländlichen Raum“ wurde zudem unter dem Dach der Marke „HYMAT-Energie“ geschützt und über den Mobilitätssektor hinaus ausgeweitet. Innerhalb von kürzester Zeit wurden im Rahmen von Netzwerktreffen über 200 Akteure informell verbun-

den und Ideen für neue Geschäftsmodelle im Kontext des grünen Wasserstoffs sind entstanden.

Die durch diesen Prozess geweckte Erwartungshaltung bei den beteiligten Unternehmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette fragt nach schnellen, sichtbaren und effizienten Angeboten für Vernetzung, Unterstützung, Förderung, Innovation und Transfer.

### PROJEKTBSCHREIBUNG

Grün erzeugter Wasserstoff hat ein enormes Potential. Der Markt ist erst seit wenigen Jahren im Aufbau. Zahlreiche Unternehmen und Akteure im Kreis Steinfurt stehen in den Startlöchern, entwickeln neue Geschäftsmodelle, haben Ideen und Lust auf Innovation im Themenfeld „Grüner Wasserstoff“. Allerdings gilt es bis zur erfolgreichen Umsetzung einige Hürden zu nehmen. Mit dem Baustein „Kompetenz F&E“ wird die wissenschaftliche Begleitung der Projekte, Pilotmaßnahmen und Gründungsideen angestrebt. Ein gemeinsamer thematischer Austausch und die strukturierte Vernetzung der Akteure untereinander sowie die Begleitung der Innovationsprojekte sind (noch) nicht fest etabliert. Dabei sind gerade dies die Triebfedern für die Entstehung von Innovationen und für einen starken, gemeinsamen Auftritt.

Die Idee: Auf drei Ebenen werden Projektpartner im Kreis Steinfurt ansetzen, um Innovationen und neue Geschäftsmodelle für grünen Wasserstoff, Sektorenkopplung, intelligente Energiesysteme und neue Anwendungs-ideen auszulösen:

1. das Kompetenzzentrum „HYMAT-Energie“ – in Steinfurt – für alle Unternehmen
2. das Accelerator-Programm storch.energy für Start-ups im Bereich der erneuerbaren Energien im Kreis Steinfurt
3. HYMAT – Kompetenz in Forschung & Entwicklung – in Saerbeck – für den Wissenstransfer zwischen allen Akteuren

Mit dem Forschungs- und Entwicklungsangebot der FH Münster im Bioenergiepark in Saerbeck stehen sowohl den Unternehmen wie auch den Start-ups hohe Kompetenzen im Bereich Wasserstoff zur Verfügung. Der Forschungsstandort Saerbeck hält eine umfangreiche infrastrukturelle Ausstattung für Forschungs- und Transferaktivitäten vor, um innovative regionale Projekte und Pilotmaßnahmen wissenschaftlich zu begleiten. Ebenso werden im Sinne des Wissenstransfers wichtige Themen aus der Wasserstoffsystemtechnik durch die FH Münster verständlich und anschaulich für eine breite Zielgruppe in der Frage des Monats aufbereitet und veröffentlicht.

### PROJEKTPARTNER UND IHRE STÄRKEN



**Energieland2050 e.V.:** Das energieland2050 e. V. ist ein gemeinnützigen Verein für Klimaschutz und Nachhaltigkeit im Kreis Steinfurt. Als Zusammenschluss von 133 Vertreterinnen und Vertretern aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft, Zivilgesellschaft und den 24 kreisangehörigen Städten und Gemeinden unterstützt er den Kreis Steinfurt bei seinem großen Ziel: bis 2050 – oder früher – energieunabhängig zu werden.

#### Weitere Infos:

[www.fh-muenster.de/egu/fue/fue\\_gebiete/sectorenkopplung/hymat/fragedesmonats.php](http://www.fh-muenster.de/egu/fue/fue_gebiete/sectorenkopplung/hymat/fragedesmonats.php)  
[www.hymat-energie.de](http://www.hymat-energie.de)

**Projekträger:** Projekträger Jülich, Forschungszentrum Jülich GmbH

**Gefördert durch:** Land NRW, Sonderprogramm Umweltwirtschaft im Rahmen der Corona-Hilfe

Die Landesregierung  
Nordrhein-Westfalen





## WÄRMENETZE 4.0

Capacity Building: Kaltes Nahwärmenetz „Warendorf – In de Brinke“

Projektlaufzeit: März 2022 - Februar 2026

### PROJEKTHIGHLIGHTS

- ▶ Nachhaltige und auf erneuerbaren Energien basierende Wärmeversorgung
- ▶ Leuchtturmprojekt: hohe Übertragbarkeit auf andere Neubaugebiete
- ▶ Hohe Beteiligung von Bürgern und künftigen Anwohnern
- ▶ Größtes deutsches kaltes Nahwärmenetz seiner Art

### PROJEKTENTSTEHUNG

Die Stadt Warendorf errichtet derzeit das Neubaugebiet „In de Brinke“, das durch den Bau eines kalten Nahwärmenetzes künftig mit regenerativer Nahwärme versorgt werden soll. Hierbei handelt es sich um das deutschlandweit bislang größte Nahwärmenetz seiner Art. Damit künftig auch in anderen Neubaugebieten derartige nachhaltige Netze zum Einsatz kommen, wird die FH Münster das Bauvorhaben wissenschaftlich begleiten und die dabei gewonnenen Erkenntnisse verbreiten.



Wärmepumpe | eakrin - stock.adobe.com

### PROJEKTbeschreibung

Das Projekt „Capacity Building“ begleitet das Bauvorhaben eines kalten Nahwärmenetzes in einem Warendorfer Neubaugebiet. Bis zu 500 Wohneinheiten sollen hier künftig nachhaltig mit Wärme versorgt werden. Bei einem kalten Nahwärmenetz werden – im Gegensatz zu klassischen Nah- und Fernwärmenetzen – Netztemperaturen im Bereich von 10 Grad Celsius eingestellt. Die durch das Netz bereitgestellte Wärme wird durch Wärmepumpen in den angeschlossenen Häusern auf ein höheres Temperaturniveau von etwa 30 Grad Celsius angehoben, um so durch Flächen- bzw. Fußbodenheizungen die Häuser zu beheizen.

Im Rahmen des Projektes wird zunächst eine Literatur-, Internet- und Praxisrecherche mit dem Ziel durchgeführt, eine ausführliche Wissensdatenbank zum Thema der kalten Nahwärme aufzubauen.

Anschließend befasst sich das Projektkonsortium mit der Verbreitung von Erkenntnissen über kalte Nahwärme im Allgemeinen und über das Projekt in Warendorf im Speziellen, mit der Förderung von Wissen sowie mit dem Anstoßen von Prozessen, um auch in anderen Kommunen nachhaltige Wärmeversorgungs-lösungen zu etablieren.

Darüber hinaus werden Nachwuchskräfte hinsichtlich nachhaltiger Wärmeversorgungssysteme ausgebildet. Hierunter fällt insbesondere die Betreuung von studentischen Projekt- und Abschlussarbeiten, die an der FH Münster vergeben werden. Ziel ist, dass Bachelor-Studierende zunächst einen Einblick in die Möglichkeiten zur Realisierung nachhaltiger zentralisierter Wärmeversorgungssysteme erhalten und Master-Studierende dieses Wissen praxisnah vertiefen.

### PROJEKTPARTNER UND IHRE STÄRKEN



STADTWERKE  
WARENDORF

**Stadtwerke Warendorf GmbH/WEV Warendorfer Energieversorgung GmbH:** Die Stadtwerke Warendorf sind als Betreiber des Nahwärmenetzes und langjähriger Projektpartner der FH Münster der ideale Partner für die wissenschaftliche Begleitung des Bauvorhabens.

**Projektträger:** Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle

**Gefördert durch:** Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## WASSERSTOFFCLUSTER

Entwicklung des Wasserstoffclusters der FH Münster

Projektlaufzeit: Oktober 2021 - September 2023

### PROJEKTHIGHLIGHTS

- ▶ **Transparenter Wissensaustausch**
- ▶ **Weiterentwicklung von Forschung und Lehre die Wasserstoffsystemtechnik**
- ▶ **Vernetzung der interdisziplinären Kompetenzen der Fachbereiche**
- ▶ **Schaffung der Basis und Infrastruktur für die Wasserstoffsystemtechnik**

### PROJEKTENTSTEHUNG

Im Frühjahr 2020 startete ein hochschulinterner Strategieprozess, um die interdisziplinären Kompetenzen fachbereichsübergreifend zu identifizieren und zu verzahnen. Die beteiligten Professuren stammen aus allen fünf technischen Fachbereichen in Steinfurt. Durch die Entwicklung des Wasserstoffclusters soll eine hochschulinterne Plattform geschaffen werden, um aktuelle und zukünftige Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Bereich der Wasserstoffsystemtechnik an der FH Münster zu verankern.



Arbeitsgruppe

### PROJEKTBECHREIBUNG

Bereits seit einiger Zeit erforscht die FH Münster Methoden zur Erzeugung, Speicherung und Nutzung von grünem Wasserstoff in separaten Forschergruppen. Durch die Entwicklung des Wasserstoffclusters sollen die Kompetenzen der verschiedenen Fachbereiche gebündelt werden, um das Thema umfassend zu bearbeiten.

Das Wasserstoffcluster bildet einen fachbereichsübergreifenden Verbund der Forscherinnen und Forscher der FH Münster im Bereich der Wasserstoffsystemtechnik.

In Workshops und Informationsveranstaltungen werden Probleme und Fragestellungen zu verschiedenen



Arbeitsgruppe

Themen eruiert und systematisch bearbeitet. Hierdurch wird das Wissen der verschiedenen Fachbereiche zusammengetragen und ausgetauscht. Diese interdisziplinäre Zusammenarbeit ermöglicht eine zielgerichtete Forschung entlang der gesamten Wertschöpfungskette von Wasserstoff.

Durch die Vernetzung der Fachbereiche und dem transparenten Wissenstransfer werden sowohl horizontale als auch vertikale Kompetenzen ausgebaut. Die FH Münster möchte hierdurch zum führenden Ansprechpartner für Kommunen, Unternehmen und öffentliche Einrichtungen werden und Kooperationen in einem überregionalen Wasserstoffnetzwerk aufzubauen. Die Leistungen der Hochschule reichen von der Grundlagenforschung über Analysen bis zur Entwicklung, Realisierung und wissenschaftlichen Begleitung von Projekten.

### PROJEKTPARTNER UND IHRE STÄRKEN



**FH Münster:** Das Projekt "Entwicklung eines Wasserstoffclusters an der FH Münster" ist ein interdisziplinäres Kooperationsvorhaben von Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter und Prof. Dr. rer. nat. Thomas Jüstel.

Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter ist Experte in der Wasserstoffsystemtechnik, Sektorenkopplung, Abwassertechnik und Biogasnutzung sowie viele weiteren Themen. Zu den Lehrgebieten von Prof. Dr. rer. nat. Thomas Jüstel zählen unter anderem die allgemeine, analytische und anorganische Chemie sowie angewandte Materialwissenschaft.

#### Weitere Infos:

FH.ms/H2Cluster

#### Projektträger:

Forschungszentrum Jülich GmbH

**Gefördert durch:** Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (MKW NRW)

Die Landesregierung  
Nordrhein-Westfalen





## E-MOBILITÄTSCENTRUM

Die FH Münster macht e-Mobilität „erfahrbar“

Projektlaufzeit: seit Mai 2011

### PROJEKTHIGHLIGHTS

- ▶ „Mitmachen“ vermittelt Wissen viel effektiver als nur „Zuhören“ oder „Lesen“
- ▶ Wir betrachten die Elektromobilität aus dem Blickwinkel der Wissenschaft sowie der praktischen Anwendung
- ▶ Studierende und Schüler können Elektromobilität „erfahren“
- ▶ Zuvor nicht bedachte Problemstellungen und Schwierigkeiten zeigen sich durch die tägliche Nutzung

### PROJEKTENTSTEHUNG

Der Mobilitätssektor stellt im Zuge der Energiewende eine besondere Herausforderungen dar – an Energieträger für Autos, Zweiräder, Busse und Nutzfahrzeuge werden andere Ansprüche gestellt als an jene für stationäre Anlagen. Einerseits muss die Energie- und Leistungsdichte möglichst hoch sein, andererseits sind spezifische Sicherheitsanforderungen zu beachten. Zudem soll der Energieträger schnell und weitestgehend überall „nachfüllbar“ sein. Darüber hinaus existieren immer noch viele Vorurteile gegenüber Elektrofahrzeugen. Sie seien teuer, nur kurzstreckentauglich und unpraktisch. Welche dieser Vorurteile tatsächlich begründet sind und wie mögliche Probleme gelöst werden können, will das e-Mobilitätszentrum in Alltagstests und Forschungsprojekten herausfinden.

Zusätzlich steht allen Interessierten die Möglichkeit offen, Elektrofahrzeuge auf dem Campus selbst zu testen. Regelmäßig werden „Erfahrungen“ im Rahmen von Übungen oder anderen Veranstaltungen der FH Münster durchgeführt. Neben eigenen Fahrzeugen (Fahrräder, Roller, Autos) stehen häufig auch von Partnern gestellte Fahrzeuge bereit.

### PROJEKTBECHREIBUNG

Das e-Mobilitätszentrum wurde im Mai 2011 am Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt der FH gegründet, um das Thema e-Mobilität in den Alltag zu bringen und die Entwicklung der e-Mobilität zu unterstützen.

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Innovationen für eine nachhaltige Mobilität, Elektromobilität: Alltags-



... und E-Bikes beim Schülercampus der FH Münster.

tauglichkeit von Elektromobilität – Langstreckeneignung und -akzeptanz“, kurz „Langstrecken-Elektromobilität (LEM)“ der Ruhr-Universität Bochum wurde am e-Mobilitätszentrum der FH Münster ein Opel Ampera als Dienstfahrzeug im Alltagsbetrieb getestet. Der Ampera war das erste Serienmodell, welches das Konzept des Elektrofahrzeugs mit Reichweitenverlängerung (Range Extended Electric Vehicle, REEV) nutzt, also bei niedrigem Akkustand einen Verbrennungsmotor einschaltet, welcher über einen Generator Strom erzeugt. So hat der Ampera eine rein elektrische Reichweite von 50 bis 90 Kilometern und legt alle Strecken darüber hinaus mithilfe des Verbrennungsmotors zurück.

In realitätsnahen Alltagstests wurden zudem bereits diverse weitere Modelle auf „Herz und Nieren“ überprüft. Begeisterung lösten dabei der Volvo C30 und der VW e!Up aus. Beide wiesen neben einer einfachen Bedienung und praxistauglicher Reichweite, ebenfalls ein sportliches Fahrgefühl auf. Aber auch der Mitsubishi i-MiEV (jetzt Mitsubishi Electric Vehicle), der Smart fortwo electric dri-

ve und der Fiat 500e, der Iseki/Mega e-City und der neue, rein elektrische Opel Ampera-e zeigten, dass Elektroautos gegenüber konventionellen Autos konkurrenzfähig sind. Lediglich geringfügige Gewohnheitsänderungen im Fahrverhalten sind nötig.

Mittlerweile ist das Thema Elektromobilität im Alltag und der breiten politischen und öffentlichen Diskussion angekommen und immer mehr rein batterieelektrisch betriebene Fahrzeuge (Battery Electric Vehicle, BEV) kommen auf den Markt.

Dieser Wandel und Fortschritt zeigt sich auch in der Entwicklung des e-Mobilitätszentrums: 2018 wurde der Ampera durch einen rein elektrischen Tesla Model S abgelöst. Dieser hat eine 75 kWh Lithium-Ionen-Batterie, welche eine Reichweite von über 400 km ermöglicht. Die hohe Reichweite und die Schnellladefunktion der Fahrzeuge des Innovationstreibers und Vorreiters Tesla zeigen, dass die Elektromobilität hier bereits im Alltag angekommen ist.

Im November 2018 wurden zudem vier neue Ladesäulen für Elektrofahrzeuge eingeweiht. Diese stehen Studierenden, Mitarbeitern und Gästen der FH Münster auf dem Parkplatz P4 nahe des Gebäudes J zur Verfügung. Am Gebäude J befindet sich außerdem ein von Studierenden entwickelter, durch Smartphones bedienbarer E-Bike-Charger im Testbetrieb.



Probefahrt mit E-Rollern...

#### Weitere Infos:

[www.fh-muenster.de/egu/e-mobil](http://www.fh-muenster.de/egu/e-mobil)



# 4

---

## TECHNIKUM UND LABOR

▶ <b>TECHNIKUM UND LABOR</b>	
Technikum - Forschung und Entwicklung . . . . .	50
BIOGASFORSCHUNG IM LABOR FÜR ABWASSER- UND UMWELTECHNIK . . . . .	51
INDUSTRIELLE ABWASSERREINIGUNG, HOCHLASTFERMENTATION, BIOGENE METHANISIERUNG UND BIOLOGISCHE WASSERSTOFFERZEUGUNG . . . . .	52
▶ <b>FORSCHUNGSSTANDORT</b>	
Bioenergiepark Saerbeck . . . . .	55
HALLE 1 - ENERGIESPEICHERUNG UND UMWANDLUNG . . . . .	56
HALLE 2 - HYCORE . . . . .	59
HALLE 3 - ANLAGEN ZUR SUBSTRATVORBEHANDLUNG . . . . .	60
HALLE 3 - ANLAGEN ZUR AUFBEREITUNG VON GÜLLE UND GÄRRESTEN . . . . .	61
HALLE 4-5 - BIOGAS- UND STRIPPANLAGE . . . . .	62
▶ <b>FELDFORSCHUNG</b>	
Mobiler Laborcontainer . . . . .	64
FELDEQUIPMENT . . . . .	64
▶ <b>FORSCHUNGSTEAM</b>	
von Prof. Dr.-Ing. C. Wetter und Dr.-Ing. E. Brüggling . . . . .	66
FORSCHUNGSTEAM . . . . .	67
ORGANIGRAMM . . . . .	73
▶ <b>IREI</b>	
Institutsverbund Ressourcen, Energie und Infrastruktur . . . . .	75
VERÖFFENTLICHUNGEN . . . . .	77
PEER-REVIEWED VERÖFFENTLICHUNGEN . . . . .	81
FORSCHUNGSBERICHTE . . . . .	82
KOOPERATIONSPARTNER UND AUFTRAGGEBER . . . . .	86
DRITTMITTEL . . . . .	90
ANFAHRTSBESCHREIBUNG . . . . .	92

---



# TECHNIKUM UND LABOR

## Technikum - Forschung und Entwicklung

Das Technikum des Forschungsteams von Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter und Dr.-Ing. Elmar Brüggling am Fachbereich Energie Gebäude Umwelt der FH Münster verfügt auf mehr als 240 m<sup>2</sup> über eine breit aufgestellte Ausrüstung verschiedener halbtechnischer Anlagen im Bereich der Biogas- und Abwassertechnik. Für Forschungs- und Entwicklungsvorhaben können so verschiedenste Versuchsprogramme entwickelt, geplant und realisiert werden. Unter anderem werden zurzeit folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Kontinuierliche Biogasgewinnung aus landwirtschaftlichen und industriellen Reststoffen
- Kontinuierliche und diskontinuierliche Gärpotenzialbestimmung von Substraten für Biogasanlagen im 20 Liter Maßstab
- Mechanischer Aufschluss von Substraten im halbtechnischen Maßstab
- Anaerobe und aerobe Abwasserbehandlung
- Kontinuierliche Bestimmung des Biowasserstoffpotentials

## BIOGASFORSCHUNG IM LABOR FÜR ABWASSER- UND UMWELTTECHNIK

Das Forscherteam betreut Unternehmen und Institute, die sich mit Fragestellungen zur anaeroben Abbaubarkeit von Abwässern und Substraten sowie der Effizienzsteigerung der Abbaubarkeit beschäftigen. In diesem Zusammenhang wird der Biogas-, Wasserstoff- und Methanertrag nach VDI 4630 bestimmt und aufgrund der Gaserträge der anaerobe Abbau bewertet. Die Regelmäßige Teilnahme an den Ringversuchen der KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft) und LfL (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft) sichern die Qualität der Messwerte.

### Biogas-Batchtests

Für die Bestimmung der Gaspotentiale stehen insgesamt 300 Eudiometer zur Verfügung. Mit Versuchen nach VDI 4630 können folgende Aussagen getroffen werden:

- Bewertung des Biogas- bzw. des Methanertrages und der anaeroben Abbaubarkeit
- Qualitative Beurteilung der Geschwindigkeit des anaeroben Abbaus der untersuchten Substrate
- Qualitative Bewertung der Hemmwirkung des untersuchten Stoffes
- Biowasserstoffpotential in Anlehnung an VDI 4630



### Bestimmung der Methanertrags-Steigerung

Zusatzstoffe zur Ertragssteigerung, wie z.B. Enzyme oder Spurenelemente, werden im direkten Vergleich bestimmt:

- Darstellung der Effizienzsteigerung durch Zusatzstoffe
- Datengrundlage für weitergehende kontinuierliche Versuche

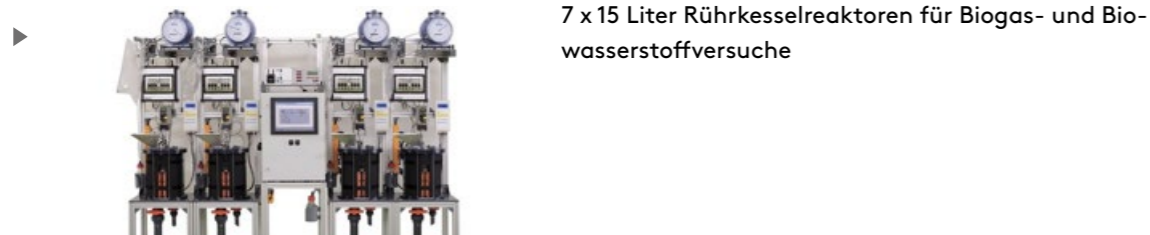
1	4	7	10	13	16	19	22
2	5	8	11	14	17	20	23
3	6	9	12	15	18	21	24
Referenz ohne Vorbehandlung	Substrat zerkleinert	Substrat zerkleinert + Enzym	Cellulose	Inokulum			

- Vergleich des Biogaspotentials verschiedener Substrate
- Biogasertragssteigerung durch zusätzliche Behandlungsmethoden:
  - Enzymeinsatz
  - Separation
  - Zusatz von Biokohle
  - Spurenelemente
  - Weitere Zusatzstoffe
- Vergleich des Biogaspotentials nach mechanischer Vorbehandlung
- Vergleich des Biogaspotentials nach chemisch oder physikalischer Vorbehandlung
- Untersuchung des Biogaspotentials bei der Abwasserbehandlung mit Enzymen
- Untersuchung des Wasserstoffpotentials von anaerober Abwasserbehandlung



INDUSTRIELLE ABWASSERREINIGUNG, HOCHLASTFERMENTATION, BIOGENE METHANISIERUNG UND BIOLOGISCHE WASSERSTOFFERZEUGUNG

Im Abwasser- und Umwelttechnikum des Forschungsteams werden auf über 240 m<sup>2</sup> kontinuierliche Versuche im halbtechnischen Maßstab durchgeführt. Wir betreuen Unternehmen und Institute bei der Prozessoptimierung, -betrieb, -planung, -konzeptionierung und unterstützen bei baulichen Maßnahmen. Dabei greift das Team auf 20 Jahre Expertise im Bereich der Anaerobtechnik zurück und betreibt Forschung und Entwicklung an folgenden Anlagen.



7 x 15 Liter Rührkesselreaktoren für Biogas- und Bio-wasserstoffversuche



3 x 30 Liter Hochlastfermenter (Festbett- und Pellet-Technologie) zur Vergärung landwirtschaftlicher Substrate (z.B.: Rinder- und Schweinegülle)



4 x 40 Liter zweistufige Biowasserstoff - und Bio-methananlage zur kontinuierlichen Erzeugung von Wasserstoff aus Abwässern und biogenen Reststoffen bei Verwendung verschiedener Reaktortypen



1 x 175 Liter, dreistufige Abwasserbehandlungsanlage mit anaeroben Belebungsverfahren (CSTR, Sedimentationsbecken), Hochlastreaktor (EGSB) und aeroben Belebungsverfahren (Belüfteter Reaktor, Sedimentationsbecken)

Für die inhaltliche Beratung, die Lösung von Problemstellungen sowie der Entwicklung von Versuchsprogrammen steht Ihnen das Forscherteam zur Verfügung.

Die Auflistung zeigt eine Parameterliste, die routinemäßig im Labor für Abwasser- und Umwelttechnik erfasst werden können. Auf Nachfrage, können die Methoden für Forschungs- und Entwicklungsaufgaben angepasst werden.

Parameter	Einheit	Methode/Gerät	Verfahren
Dichte	g/L	Pyknometer	Hausmethode
Elektrische Leitfähigkeit	mS/m	Elektrode	DIN EN 27888
pH-Wert	-	Elektrode	DIN 38404-5
Redox-Spannung	mV	Elektrode	DIN 38404-6
Temperatur	°C	Messsonde	DIN 38404-4
kinematische Viskosität	m <sup>2</sup> /s	Rotation	Hausmethode
Absetzbare Stoffe	mL/L	Sedimentation	DIN 38 409 H 9-2

Parameter	Einheit	Methode/Gerät	Verfahren
Phosphat ges.	mg/L	Photometrisch nach Aufschluss	DIN EN ISO 11885
Orthophosphat	mg/L	Photometrisch	DIN 38405 D11-4
Acetat	mg/L	Ionenchromatographie	Hausmethode
Formiat	mg/L	Ionenchromatographie	Hausmethode
Propionat	mg/L	Ionenchromatographie	Hausmethode
Butyrat	mg/L	Ionenchromatographie	Hausmethode
Valeriat	mg/L	Ionenchromatographie	Hausmethode
Capronat	mg/L	Ionenchromatographie	Hausmethode
Nitrat	mg/L	Titration nach Destillation	Hausmethode
Nitrit	mg/L	Photometrisch	DIN 38405
Chlorid	mg/L	Photometrisch	LCK311

Parameter	Einheit	Methode/Gerät	Verfahren
Glukose	mg/L	Ionenchromatographie	Hausmethode
Fruktose	mg/L	Ionenchromatographie	Hausmethode
Saccarose	mg/L	Ionenchromatographie	Hausmethode
Lactose	mg/L	Ionenchromatographie	Hausmethode
Glycerin	mg/L	Ionenchromatographie	Hausmethode

Parameter	Einheit	Methode/Gerät	Verfahren
Gelöster Sauerstoff	mg/L	Messsonde	DIN EN 25814
Kohlenstoffdioxid	Vol.-%	Infrarot, elektrochemisch und Wärmeleitfähigkeit	Hausmethode
Methan	Vol.-%	Infrarot	Hausmethode
Wasserstoff	Vol.-%	Infrarot	Hausmethode
Sauerstoff	Vol.-%	Elektrochemisch	Hausmethode
Schwefelwasserstoff	Vol.-%	Elektrochemisch	Hausmethode

Parameter	Einheit	Methode/Gerät	Verfahren
Trockenrückstand	Gew.-%	Differenzwiegung	DIN EN 15934 2012-11
Organischer Trockenrückstand	Gew.-%	Differenzwiegung	DIN EN 15935 2012-11
Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB5)	mg/L	Photometrisch	EN 1899-1
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	mg/L	Photometrisch	DIN ISO 15705
Gesamter gebundener Stickstoff (TNb)	mg/L	Photometrisch	EN ISO 11905-1
Flüchtige Organische Säuren	mg/L	Titration nach Destillation	DIN 38414-9
FOS/TAC	-	Titration	Nordmann Methode
Brennwert	J/g	Kalorimetrisch	DIN 51900-2
Rohfaser	%	Gravimetrisch	Weender Analyse
Wasserhärte	°dH	Fotometrisch	Hausmethode
Chlorid	mg/L	Photometrisch	LCK311

Parameter	Einheit	Methode/Gerät	Verfahren
Ammonium-Stickstoff	mg/L	Titration nach Destillation	DIN 38406-5



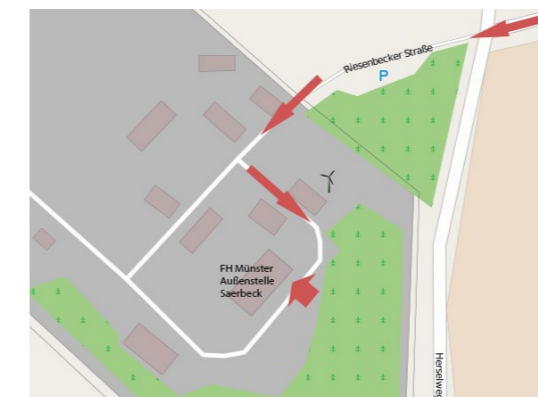
## FORSCHUNGSSTANDORT

### Bioenergiepark Saerbeck

Größere Aufbauten finden in den Versuchshallen im Bioenergiepark Saerbeck Platz. In den angemieteten Hallen werden u.a. Versuche im Bereich der Abwasser- und Biogastechnik durchgeführt. Die Versuche betrachten die Wertschöpfungskette von der Vorbehandlung der Substrate, über den eigentlichen Gärprozess, bis hin zur Aufbereitung der Gärreste. So konnte 2019 durch das Projekt InnoBio eine Ammoniak-Luftstrippungs-Anlage und eine Technikums Biogasanlage angeschafft werden. Beide Anlagen bieten die Möglichkeit, kontinuierliche und somit praxisnahe Versuche durchzuführen. Gleiches gilt für die halbtechnische Anlage zur Durchführung von Flockungsversuchen. Ein anderer Teil der Versuchshallen wird durch das Projekt EnerRegio genutzt. Im Außenbereich sind verschiedene Energiespeicher aufgestellt, um Untersuchungen zu verschiedenen dekarbonisierten Energiekonzepten für Quartiere zu untersuchen. Darüber hinaus werden im Projekt EnerRegio Scale-up-Versuche von Power-to-Gas-Nischentechnologien wie der biologischen Wasserstoffherzeugung aus Abwässern und der biogenen Methanisierung im in-situ-Verfahren zu durchgeführt.

Gerade Untersuchungen mit technischen und halbtechnischen Versuchsanlagen sind besonders praxisnah und vermitteln ingenieurtechnische Leistungen für Studierende. Die Versuchshallen in Saerbeck bieten vielen studentischen Hilfskräften die Möglichkeit, bereits während des Studiums an Forschungsarbeiten mitzuwirken. Zahlreiche Projekt-, Bachelor- und Masterarbeiten bis hin zu Dissertationen entstanden und entstehen aus den Untersuchungen in den Versuchshallen in Saerbeck.

#### Anfahrt



Copyright OpenStreetMap contributors

Bioenergiepark Saerbeck

Im Bioenergiepark 7  
48369 Saerbeck



► Erfahren Sie mehr über den Bioenergiepark Saerbeck. Ein Film über die "Praxisnahe Forschung unter idealen Bedingungen."

Im Rahmen des Projektes „EnerPrax – Energiespeicher in der Praxis“ ist eine Technikumsanlage errichtet worden, mit dem es möglich ist, verschiedenste Energiespeichertechnologien im Praxisbetrieb zu testen. Diese Technikumsanlage wird im Projekt EnerRegio – Modellhafte und netzstabilisierende Energiesysteme in der ländlichen Region um eine Brennstoffzelle sowie Speicherbündel für regenerativ produzierten Wasserstoff und Methan ergänzt. Die Technikumsanlage ermöglicht über eine LabVIEW-Schnittstelle die Untersuchung und Veranschaulichung verschiedener dekarbonisierter Energiekonzepte für Quartiere, die zuvor simulativ ermittelt wurden.

### Lithium-Eisenphosphat-Batterie



Hersteller: Pihsiang Energy Technology Co., Ltd.

Leistung: 3 kW

Kapazität: 25 kWh

Die Lithium-Eisenphosphat-Batterie ist eine Variante der bekannteren Lithium-Ionen-Batterie mit einer positiven Elektrode aus Lithium-Eisenphosphat anstelle von Lithium-Cobalt. Die negative Elektrode besteht aus Graphit mit eingelagertem Lithium. Von Vorteil ist, dass auf das selten vorkommende Element Kobalt verzichtet werden kann. Zudem wird bei mechanischer Beschädigung ein thermisches Durchgehen verhindert. Nachteilig wirkt sich im Vergleich zu herkömmlichen Lithium-Ionen-Batterien der höhere Leistungsverlust bei niedrigen Temperaturen aus.

### Lead-Crystal-Batterie



Hersteller: Powertrust

Leistung: 10 kW

Kapazität: 21,6 kWh

Die Lead-Crystal-Batterie (auch: Blei-Kristall-Batterie genannt) ist ebenso wie die Lithium-Ionen-Batterie den Feststoff-Batterien zuzuordnen. Diese sehr neuartige Form der Energiespeicherung ist eine Weiterentwicklung der weit verbreiteten Blei-Gel-Batterie. Der neuartige Aufbau weist ein verbessertes Transport- (kein Gefahrgut) sowie eine erhöhtes Sicherheitshandling auf.

### Brennstoffzelle



Hersteller: SFC Energy AG

Leistung: 2,5 kW

Wasserstoffbedarf: 0,15 kg/h im Normzustand

Die EFOY Hydrogen Fuel Cell ist eine Brennstoffzelle die mit Wasserstoff der Reinheit 3.0 betrieben wird. Sie kann den Wasserstoff (0,15 kg / h) bedarfsgerecht rückverstromen. Durch das Nutzen der Abwärme bietet sich zudem die Möglichkeit die Wärmeversorgung durch Kraft-Wärme-Kopplung sicherzustellen.

Im Außenbereich und in direkter räumlicher Nähe zu der Halle 1 sind weitere Speicher- und Konversionstechnologien aufgestellt. Die Versorgung und Steuerung der beiden Technologien erfolgt durch die Technikumsanlage aus der Halle 1 heraus. Die Redox-Flow-Batterie und der PEM-Elektrolyseur in Verbindung mit je einem druckluftbetriebenen Wasserstoff- sowie Methanverdichter in Kombination mit Speicherbündeln komplettieren die Technikumsanlage und bilden die Möglichkeiten der Mittel- und Langfrist-speicherung ab.

Mit der Wandlung von elektrischem Strom zu Wasserstoff mittels Elektrolyse-Verfahren steht ein Energieträger bereit, der universell in den Sektoren Mobilität sowie durch die Rückverstromung bei gleichzeitiger Abwärmenutzung in der Brennstoffzelle in den Sektoren Strom Wärme genutzt wird.

Im Rahmen weiterer Forschungsaktivitäten besteht die Möglichkeit, die Außenfläche zu erweitern und weitere Stellplätze für Speicher- und Konversionstechnologien bereitzustellen.

### Redox-Flow-Batterie



Hersteller: Cellcube

Leistung: 15 kW

Kapazität: 125 kWh

Eine elektrochemische Speichertechnologie zur Abdeckung von kurzfristigen Speicherbedarfen (< 8h). Im Gegensatz zu den Feststoff-Batterien, kommen flüssige Elektrolyte zum Einsatz, die die Energie in Tanks außerhalb der Zelle speichern. So lassen sich Leistung (Zellgröße) und Kapazität (Tankgröße) unabhängig voneinander skalieren.

### PEM-Elektrolyseur



Hersteller: Diamond Lite

Leistung: 10 kW

Wasserstoffbildungsrate 1m<sup>3</sup>/h

Ein chemischer Energiespeicher für die Langzeitspeicherung. Der Elektrolyseur erzeugt Wasserstoff durch den Einsatz von Strom. In diesem Fall wird der Strom aus regenerativen Quellen eingesetzt. Durch die Spaltung von Wasser werden Sauerstoff (O<sub>2</sub>) und Wasserstoff (H<sub>2</sub>) erzeugt. Der Wasserstoff kann anschließend im Mobilitäts-, Strom- und Wärmesektor genutzt werden. Somit ist der Wasserstoff als Energieträger ein wichtiger Bestandteil im Rahmen der Energiewende.

**Wasserstoff- und Methanspeichersystem**



Hersteller: Theisen GmbH & Co. KG

1. ein 16 bar Wasserstoff-Pufferbündel (12x50 Liter)
2. ein 300 bar Wasserstoff-Speicherbündel (12x50 Liter) als Langzeitspeicher
3. ein 300 bar Methan-Speicherbündel (12x50 Liter) als optionaler Langzeitspeicher

Insgesamt drei Gasbündel mit je 12x50 Liter-Gasflaschen sorgen in Verbindung mit den druckluftbetriebenen Verdichtern für die Speicherung des Wasserstoffs aus dem PEM-Elektrolyseur und bieten zukünftig die Option zur Speicherung von regenerativ in den Hallen 3 und 4 erzeugtem Methan.

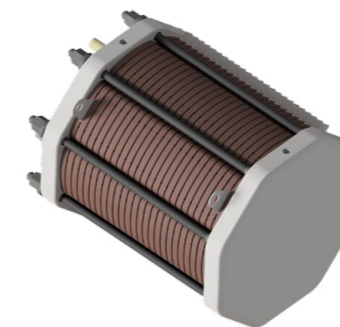
Durch die Verdichter- und Speichertechnik ist ein kontinuierlicher Betrieb der Brennstoffzelle von 272 Stunden möglich, ohne dass der Elektrolyseur Wasserstoff erzeugt.

In Halle 2 entsteht zurzeit ein Anwendungszentrum für Wasserstofftechnologien (H2 Application Lab). Im Rahmen des Projektes HY-Core sollen hier die wesentlichen Technologien in der Wasserstoff-Wertschöpfungskette untersucht und der aktuelle Wissensstand zu diesen illustriert und vermittelt werden. Hierzu werden alle Schlüsseltechnologien der Wasserstofftechnik (wie Elektrolyseure, Verdichter, Speicher und Brennstoffzellen) im Technikumsmaßstab installiert und betrieben und stehen damit für Forschung und Ausbildung zur Verfügung. Darüber hinaus wird im Rahmen des H2 Application Lab auch die Demonstrationsanlage eines Elektrolyseurs mit Anionenaustauschmembran der Megawatt-Klasse betrieben, die derzeit gemeinsam mit der Firma Enapter entwickelt und errichtet wird.

Mit seinen Versuchsanlagen soll das H2 Application Lab Anlaufstelle für Studenten der Natur- und Ingenieurwissenschaften werden und eine praxisnahe Ausbildung fördern. Außerdem sollen im Rahmen regelmäßig stattfindender Veranstaltungen Fachkräfte der Wasserstoffbranche zu technischen und rechtlichen Neuerungen geschult werden. Hierfür plant die FH Münster – auch in Zusammenarbeit mit externen Zertifizierungsstellen – verschiedene Fortbildungsreihen.

Aktuell entwickelt das HY-Core-Projektteam im H2 Application Lab einen Teststand für zehn miteinander verbundene Elektrolysestacks der Firma Enapter (s. Abbildung). An dieser Versuchsanlage soll untersucht werden, wie der gleichzeitige Betrieb mehrerer Stacks so gestaltet werden kann, dass das Gesamtsystem technisch und wirtschaftlich optimal arbeitet. Die Versuchsreihen sollen unter anderem Erkenntnisse über den Gesamtwirkungsgrad, die Funktionalität einzelner Komponenten und Subsysteme der gekoppelten Module liefern (s. Abbildung). Die Ergebnisse fließen in die Planung des oben beschriebenen Elektrolyseurs der Megawatt-Klasse ein.

**AEM Einzelmodul / Stackmodul**



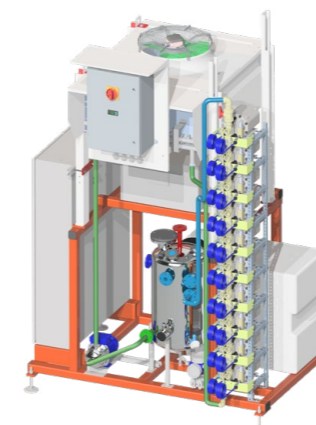
Hersteller: Enapter

Leistung: 2,4 kW

Wasserstoffproduktion: 0,5 Nm<sup>3</sup>/h

Der Elektrolysestack besteht aus 23 Einzelzellen, in denen mit Hilfe von Strom Wasser in Wasserstoff (H<sub>2</sub>) und Sauerstoff (O<sub>2</sub>) gespalten wird.

**Teststand**



Der Teststand besteht aus zehn hydraulisch und elektrisch verschalteten AEM-Elektrolysestacks der Firma Enapter. Zu den Subsystemen gehören u. a. ein beheizbarer Tank für das Elektrolyt, einer Pumpe und ein Tischkühler sowie die Leistungselektronik.

Die zehn Stackmodule haben dabei eine kombinierte elektrische Leistung von 24 kW und produzieren gemeinsam 5 Nm<sup>3</sup>/h Wasserstoff.

## HALLE 3 - ANLAGEN ZUR SUBSTRATVORBEHANDLUNG

In Halle 2 befinden sich Anlagen zur Substratvorbehandlung. Dazu gehören ein Prallreaktor und ein Bioextruder. Im Prallreaktor erfolgt eine mechanische Aufbereitung bzw. Zerkleinerung der Substrate durch den mit hoher Geschwindigkeit drehenden Rotor. An dem Rotor können je nach Anforderungen der Substrate Leisten, Platten, Hämmer, Stifte oder Ketten angebracht werden. Im Rahmen von Forschungsprojekten an der FH Münster konnten die Einstellungen bzw. Einsätze am Rotor für verschiedenste Substrate ermittelt und optimiert werden. Darüber hinaus wurde zum Beispiel für Heu und Stroh eine erhöhte anaerobe biologische Abbaubarkeit durch die Behandlung mit dem Prallreaktor festgestellt. Außerdem befindet sich in der Halle ein Bioextruder zur thermo-mechanischen Behandlung biogener Stoffe. Die Vorbehandlung im Bioextruder erfolgt durch zwei gegenläufig schwimmend gelagerte Schnecken. Durch die sich gegeneinander drehenden Schnecken wird der Druck, der auf das Material einwirkt, mehrfach erhöht und wieder gesenkt. Es erfolgt ein Aufschluss auf zellulärer Ebene. Durch Versuchsreihen wurde festgestellt, dass der Ertrag von zum Beispiel extrudiertem Stroh oder Pferdemist wesentlich höher ist.

### Prallreaktor



Hersteller: Schäfer Elektrotechnik und Sondermaschinen GmbH  
Typ: 132-600-7,5  
Stationäres Prallreaktorsystem zur halbtechnischen Zerkleinerung von Feststoffen.

### Bioextruder



Hersteller: Lehmann Maschinenbau GmbH  
Typ: MSZK - Labor  
Extruder zur thermo-mechanischen Behandlung von biogenen Stoffen im halbtechnischen Maßstab.

## HALLE 3 - ANLAGEN ZUR AUFBEREITUNG VON GÜLLE UND GÄRRESTEN

Im Rahmen von Projekten zur Aufbereitung von Gülle und Gärresten wurden verschiedene Anlagen angeschafft, gebaut und getestet. Landwirtschaftliche Reststoffe werden durch eine entsprechende Behandlung entwässert und weitestgehend von Nährstoffen befreit. Die Anlagentechnik besteht unter anderem aus einem Feinfilter-Separator, einer Pelletpresse und einer Pilotanlage zur Flockung. Der Feinfilter-Separator „VakuSep“ wurde im Rahmen des Projektes „OptiSep“ in Zusammenarbeit mit der Firma BETEBE GmbH entwickelt. Der Separator kann sowohl für die Separation von Schweine- und Rindergülle wie auch für Gärreste verwendet werden. Ziel des Projektes war es vor allem, einen möglichst hohen Abscheidungsgrad der Nährstoffe in den Feststoff und ein entfrachtetes Filtrat zu erreichen. Durch Kooperation mit der Emsland-Stärke GmbH wurde eine Pilotanlage zur Flockung entwickelt. Bedingt durch die schlechte Abbaubarkeit bzw. aufgrund der negativen Umwelteffekte der in der Praxis verwendeten Flockungsmitteln erforscht die FH Münster alternative Flockungsmittel. Besonders geeignet scheinen Flockungsmittel auf Basis von Erbsen- oder Kartoffelstärke. Durch die zunächst im Labor erzielten Ergebnisse wurde die Pilotanlage entwickelt. Ergebnis war die gezielte Abtrennung von 70 % Phosphor in die feste Phase. Beide Anlagen, Feinfilter-Separator und Flockungsanlage, bilden die ersten Schritte zur effizienten Aufbereitung von Gülle und Gärresten.

### Separator – Feinfilter



Hersteller: BETEBE GmbH  
Separationstechnik zur kontinuierlichen Entwässerung von Wirtschaftsdüngern, Gärresten und Klärschlamm. Besonders hohe Phosphor-Abscheidung bei geringem Stromverbrauch.

### Pelletpresse



Hersteller: AGRiFA GmbH  
Typ: AGRI 20 Pelletpresse  
Maschine zur Pelletierung von organischen Roh- und Reststoffen wie beispielsweise Heu, Stroh, Gärrest oder auch Kompost.

### Flockungsanlage



Hersteller: Eigenbau FH Münster  
Die Anlage dient der Flockung und Entwässerung von separierten landwirtschaftlichen Suspensionen. Die Ziele sind die Aufkonzentration der Nährstoffe im Feststoff und die simultane Entfrachtung der flüssigen Phase.

## HALLE 4-5 - BIOGAS- UND STRIPPANLAGE

Im Projekt "InnoBio" konnten zwei Versuchsanlagen angeschafft werden, die beide auf Grund ihrer Größe am Außenstandort im Bioenergiepark in Saerbeck aufgestellt sind. Die durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem Land NRW geförderte Investition wurde der Forschungsschwerpunkt nachhaltig gestärkt. Eine zweistraßige Biogasanlage mit 1 m<sup>3</sup> Fermentervolumen steht für halbertechnische Versuche z.B. im Bereich Effizienzsteigerung des Biogasprozesses zur Verfügung. Eine Strippungsanlage mit einem Stundendurchsatz von 0,5 bis 1 m<sup>3</sup> Gärrest liefert praxisnahe Ergebnisse zu Behandlungsmöglichkeiten von Gülle und Gärrest.

### Strippungsanlage



Hersteller: Byosis Group

Die Ammoniakstrippung ermöglicht eine effektive und kontinuierliche Nährstoffrückgewinnung aus tierischen Ausscheidungen und Gärresten. Durch eine geeignete Gärrestaufbereitung können die wertvollen Nährstoffe in eine transportwürdige und marktfähige Form gebracht werden und die regionalen Nährstoffüberschüsse entlasten. Das Verfahren der Ammoniak-Luft-Strippung ist ein in anderen Bereichen bereits bekanntes Prinzip. Mit der niederländischen Firma Byosis wurde ein Lieferant gefunden, der bereits über Erfahrung in der Behandlung von Gärresten verfügt.

Leistungen: Durch die Anlage sollen praxisnah neue Erkenntnisse hinsichtlich verschiedener Einflussfaktoren für die Strippung von Gülle und Gärresten gewonnen werden. Aufbauend auf bereits vorliegenden Laborergebnissen aus anderen Projekten werden so vielversprechende Behandlungsvarianten der Gülle- und Gärrestaufbereitung untersucht, kombiniert und auf Praktikabilität, Effizienz und Wirtschaftlichkeit unter Praxisbedingungen analysiert und bewertet.

### Biogasanlage



Hersteller: UIT GmbH

Die zweistraßige und kontinuierlich betriebene BGA im technischen Maßstab (1m<sup>3</sup>) knüpft nahtlos an andere Forschungsprojekte wie "Zukunft Biogas - Zukunftsperspektive für das Münsterland - Konzeptideen für einen erfolgreichen Weiterbetrieb bestehender Biogasanlagen" an. Sie schließt vor allem die maßstäbliche Lücke zwischen bisher verwendeten Labor- und halbertechnischer Anlagen (1l, 20l und 160l) und ermöglicht das Generieren von Forschungsergebnissen, die deutlich näher an der Praxis und schließlich der Industrie sind. Jede Anlagenstraße besteht aus getrennter Flüssig- und Feststoffeinbringung, Fermenter (Volumen 1m<sup>3</sup>), Nachfermenter (Volumen 1m<sup>3</sup>) und Gärproduktlager (Volumen 1m<sup>3</sup>). Mit der Firma Umwelt- und Ingenieursleistungen Dresden konnte ein qualifizierter Lieferant für die projektbezogene Umsetzung gewonnen werden.

### Biologische Wasserstoffherzeugung



Hersteller: UIT

- Ein Expanded Granular Sludge Blanket Reactor (EGSB) zur Wasserstoffherzeugung (80 Liter)
- Ein Extended Granular Sludge Blanket Reactor (EGSB) zur Methanherzeugung o Volumen: 500 Liter (Flüssigkeitsstand)
- Zentrale Gasanalyse und Datenerfassungssystem sowie Steuersystem

Folgender Output soll produziert werden:

- 3 (m<sup>3</sup> H<sub>2</sub>) / (m<sup>3</sup> Reaktorvolumen\*d)
- 2,6 (m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>) / (m<sup>3</sup> Reaktorvolumen\*d)

Beim Fermentationsverfahren zur biologischen Wasserstoffherzeugung handelt es sich um ein biologisches und anaerobes Verfahrenskonzept, bei dem in zwei Verfahrensschritten kontinuierlich durch dunkle Fermentation Wasserstoff erzeugt wird. Das zweistufige Verfahren verfügt über einen Wasserstoff- und einen Methanreaktor. Beide werden als sog. EGSB-Reaktoren (Expanded Granular Sludge Bed) mit zuckerhaltigen Abwässern betrieben und stellen den Scale-up zu den Versuchen im Labor in Steinfurt dar.

### Biogene in-situ Methanisierung



Hersteller: UIT

- - Ein 15 Liter Rührkesselreaktors mit Gassparklingsystem auf dem Reaktorboden mit automatisierter Gasanalytik
- - modularer Aufbau, der eine Erweiterung auf bis zu zehn Rührkesselreaktoren ermöglicht.

Auf Basis eines 15 Liter Rührkesselreaktors mit Gassparklingsystem auf dem Reaktorboden wird eine Biogasanlage mit dem für die Musterregion typischen Substratmix abgebildet. Ziel ist das Potenzial der biogenen Methanisierung nach dem in-situ Verfahren zu untersuchen, um den Kohlenstoffdioxidgehalt zu reduzieren und den Methanertrag zu maximieren. Doch bietet die biogene Methanisierung auf Grund der in der Musterregion zahlreich vorhandenen Biogasanlagen ein Potential, das fossile Erdgas durch THG-neutrales Methan aus nachwachsenden Rohstoffen zu substituieren.



# FELDFORSCHUNG

## Mobiler Laborcontainer

Die Biogastechnik ist ein Forschungsbereich der idealerweise vor Ort stattfindet. Daher ist das Forschungsteam auch mit einem mobilen Laborcontainer ausgerüstet. Der Laborcontainer ist ein flexibel einsetzbarer Container, der sowohl als mobiles Labor als auch als Arbeitsplatz nutzbar ist.

In dem Container ist ein vollausgestattetes nasschemisches Analyselabor untergebracht, in dem verschiedenste Versuche und verfahrenstechnische Untersuchungen vor Ort ohne lange Transportwege durchgeführt werden können. Das mobile Labor ist mit außenliegenden Anschlüssen für Hilfsenergien und falls erforderlich mit eigenen Aggregaten zur Strom und Druckluftversorgung ausgestattet.

Der Laborcontainer wurde bereits bei verschiedenen Fragestellungen zu den Themenbereichen Biokraftstoffe, der Biogastechnologie oder der Abwassertechnik eingesetzt. Das mobile Labor wird insbesondere in Forschungs- und Entwicklungsprojekten eingesetzt, in denen eine Vor-Ort-Analytik erforderlich ist.

## FELDEQUIPMENT

### Feldequipment



Hersteller: Fluke

Typ: Fluke 435 Power Quality Analyzer

Mobiles Messgerät zur Messung, Bewertung und Langzeitaufzeichnung elektrischer Energieverbräuche. Mit erweiterten Funktionen zur Netzqualitätsanalyse und Energiequantifizierung.

### Wärmebildkamera



Hersteller: Fluke

Typ: Fluke Ti10

Infrarotkamera zur Erstellung von Wärme- und Sichtbildern zur Detektion von Wärmequellen an Anlagen und Gebäuden.

### Quadrokopter



Hersteller: DJI

Typ: Phantom 3 Professional

Ferngesteuerte Flugeinheit mit deren Hilfe Luftaufnahmen von beispielsweise Biogasanlagen aufgenommen werden.

### Methanlecksuchgerät



Hersteller: Sewerin

Typ: EX-Tec ® Snooper 4

Messgerät zur Detektion von Biogas- und Methanlecks in EX-geschützten Bereichen.

### Ultraschall Durchflussmesser



Hersteller: Flexim GmbH

Typ: FLUXUS F601

Tragbarer Ultraschall Durchflussmesser zur Ermittlung der Strömungsgeschwindigkeit in geschlossenen Rohrsystemen.



# FORSCHUNGSTEAM

von Prof. Dr.-Ing. C. Wetter und Dr.-Ing. E. Brüggling

## ► LEITUNG

Prof. Dr.-Ing.  
**Christof Wetter**

Tel: +49 2551 9627 25  
Mobil: +49 171 9222 933  
Fax: +49 2551 9627 17  
wetter@fh-muenster.de



Dr.-Ing.  
**Elmar Brüggling**

Tel: +49 2551 9624 20  
Mobil: +49 179 5495 281  
Fax: +49 2551 9627 17  
bruegging@fh-muenster.de



## ► FORSCHUNGSTEAM

Koordination

Dipl.-Geogr. **Stephanie Koch**

Tel: +49 2551 9620 36  
Fax: +49 2551 9627 17  
s.koch@fh-muenster.de



## ► FORSCHUNGSTEAM

Koordination

Dipl.-Geogr. **Hinnerk Willenbrink**

Tel: +49 2551 9620 25  
Fax: +49 2551 9627 17  
willenbrink@fh-muenster.de



Sekretariatsleitung

**Andrea Behn**

Tel: +49 2551 9627 25  
Fax: +49 2551 9627 17  
behn@fh-muenster.de



Projektassistenz

**Marion Paßlick**

Tel: +49 2551 9620 25  
Fax: +49 2551 9627 17  
passlick@fh-muenster.de



Projektassistenz

**Leontine Snelder**

Tel: +49 2551 9620 25  
Fax: +49 2551 9627 17  
snelder@fh-muenster.de



Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Leitung AG Biogas und Landwirtschaft

**Jurek Häner, M.Eng.**

Tel: +49 2551 9624 22  
Fax: +49 2551 9627 17  
haener@fh-muenster.de



Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Leitung AG Abwasser- und Umwelttechnik

**Sören Kamphus, M.Sc**

Tel: +49 2551 9620 21  
Fax: +49 2551 9627 17  
soeren.kamphus@fh-muenster.de



► FORSCHUNGSTEAM

Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Leitung AG Sektorenkopplung

**Simon Nießen, M.Eng.**

Tel: +49 2551 9620 19  
Fax: +49 2551 9627 17  
simon.niessen@fh-muenster.de



Wissenschaftliche Mitarbeiterin  
Leitung Labor

**Marion Schomaker, M.Sc.**

Tel: +49 2551 9625 65  
Fax: +49 2551 9627 17  
marion.schomaker@fh-muenster.de



Laborant  
AG Abwasser- und Umwelttechnik

**Jens Brüninghoff**

Tel: +49 2551 9628 29  
Fax: +49 2551 9627 17  
jens.brueninghoff@fh-muenster.de



Wissenschaftliche Mitarbeiter  
AG Biogas und Landwirtschaft

**Alexey Neradko, B.Sc.**

Tel: +49 2551 9625 30  
Fax: +49 2551 9627 17  
alexey.neradko@fh-muenster.de



Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
AG Biogas und Landwirtschaft

**Kim Ove Knutzen, B.Eng.**

Tel: +49 2551 9620 83  
Fax: +49 2551 9627 17  
ove.knutzen@fh-muenster.de



Wissenschaftliche Mitarbeiter  
AG Biogas und Landwirtschaft

**Justin Leifeld, B.Sc.**

Tel: +49 2551 9620 83  
Fax: +49 2551 9627 17  
justin.leifeld@fh-muenster.de



► FORSCHUNGSTEAM

Wissenschaftliche Mitarbeiterin  
AG Biogas und Landwirtschaft

**Dipl.-Ing. Sylke Mehnert**

Tel: +49 2551 9620 35  
Fax: +49 2551 9627 17  
mehnert@fh-muenster.de



Wissenschaftliche Mitarbeiter  
AG Abwasser- und Umwelttechnik

**Eike Meemann, B.Eng.**

Tel: +49 2551 9625 49  
Fax: +49 2551 9627 17  
meemann@fh-muenster.de



Wissenschaftliche Mitarbeiterin  
AG Abwasser- und Umwelttechnik

**Juliana Rolf, M.Eng.**

Tel: +49 2551 9620 44  
Fax: +49 2551 9627 17  
juliana.rolf@fh-muenster.de



Wissenschaftliche Mitarbeiter  
AG Abwasser- und Umwelttechnik

**Damian Wevelsiep, M.Eng.**

Tel: +49 2551 9620 44  
Fax: +49 2551 9627 17  
wevelsiep@fh-muenster.de



Wissenschaftliche Mitarbeiterin  
AG Sektorenkopplung

**Kieu Duong, B. Eng.**

Tel: +49 2551 9620 84  
Fax: +49 2551 9687 17  
duong@fh-muenster.de



Wissenschaftliche Mitarbeiter  
AG Sektorenkopplung

**Lennart Dörtelmann, M. Sc.**

Tel: +49 2551 1869 977  
Fax: +49 2551 9687 17  
lennart.doertelmann@fh-muenster.de



► FORSCHUNGSTEAM

Laborant Saerbeck  
AG Sektorenkopplung

**Matthias Greiwe**

Tel: +49 2551 1869 976  
Fax: +49 2551 9627 17  
matthias.greiwe@fh-muenster.de



Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
AG Sektorenkopplung

**Marco Kulms, B.Eng.**

Tel: +49 2551 9627 25  
Fax: +49 2551 9627 17  
marco.kulms@fh-muenster.de



Hausmeister Technikumshalle  
AG Sektorenkopplung

**Georg Kötter**

Tel: +49 2551 1869 976  
georg.koetter@fh-muenster.de



Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
AG Sektorenkopplung

**Kirill Resnikow, M.Sc.**

Tel: +49 2551 9627 25  
Fax: +49 2551 9627 17  
kirill.resnikow@fh-muenster.de



Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
AG Sektorenkopplung

**Philipp Sommer, B.Eng.**

Tel: +49 2551 9625 75  
Fax: +49 2551 9627 17  
philipp.sommer@fh-muenster.de



Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
AG Sektorenkopplung

**Mark Scheffler, M.Eng.**

Tel: +49 2551 9620 43  
Fax: +49 2551 9627 17  
mark.scheffler@fh-muenster.de



► FORSCHUNGSTEAM

Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
AG Sektorenkopplung

**Andre Schliemer, M.Sc.**

Tel: +49 2551 9620 43  
Fax: +49 2551 9627 17  
andre.schliemer@fh-muenster.de



Wissenschaftliche Hilfskraft

**Michael Ellermann**

michael.ellermann@fh-muenster.de



Wissenschaftliche Hilfskraft

**Matthias Hartmann**

matthias-hartmann@fh-muenster.de



Wissenschaftliche Hilfskraft

**Cem Hanrath**

cem.hanrath@fh-muenster.de



Studentische Hilfskraft

**Benjamin Blankenstein**

benjamin.blankenstein@fh-muenster.de



Studentische Hilfskraft

**Frode Gremme**

gremme@fh-muenster.de



► FORSCHUNGSTEAM

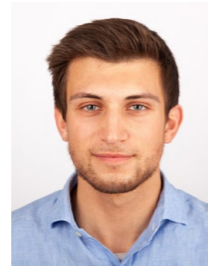
Studentische Hilfskraft

**Inga Harscher**  
inga.harscher@fh-muenster.de



Studentische Hilfskraft

**Philippe Kriemelke**  
philippe.kriemelke@fh-muenster.de



Studentische Hilfskraft

**Leon Helming**  
leon.helming@fhmuenster.de



Studentische Hilfskraft

**Phillip Licht**  
phillip.licht@fh-muenster.de



Studentische Hilfskraft

**Gerrit Lammerding**  
gl250485@fh-muenster.de



ORGANIGRAMM

LEITUNG



Prof. Dr.-Ing.  
Christof Wetter  
Leitung  
+49 2551 9627 25



Dr. Ing.  
Elmar Brüggling  
Leitung  
+49 2551 9624 20



Dipl.-Geogr.  
Stephanie Koch  
Projektkoordination  
+49 2551 9620 36



Dipl.-Geogr.  
Hinnerk Willenbrink  
Projektkoordination  
+49 2551 9620 25

Verwaltung



Andrea Behn  
Sekretariatsleitung  
+49 2551 9627 25



Marion Paßlick  
Projektassistentz  
+49 2551 9620 25



Leontine Snelder  
Projektassistentz  
+49 2551 9620 25

AG SEKTORENKOPPLUNG



Simon Nießen, M.Eng.  
Leitung Arbeitsgruppe  
+49 2551 9620 19

De karbonisierte Energieversorgung durch Verknüpfung der Sektoren Strom, Wärme & Mobilität



Philipp Sommer,  
B.Eng.  
Projektingenieur  
+49 2551 9625 75



Mark Scheffler,  
M.Eng.  
Projektingenieur  
+49 2551 9620 43



Andre Schliemer,  
M.Sc.  
Projektingenieur  
+49 2551 9620 43



Kirill Resnikow,  
M.Sc.  
Projektingenieur  
+49 2551 9627 25



Kieu Duong,  
B.Eng.  
Wiss. Mitarbeiterin  
+49 2551 9620 84



Matthias Greiwe  
Laborant Saerbeck  
+49 2551 1869 976



Marco Kulms,  
B.Eng.  
Projektingenieur  
+49 2551 9627 25



Lennart Dörtelmann,  
M.Sc.  
Projektingenieur  
+49 2551 1869 977



Georg Kötter  
Hausmeister  
Technikumshalle  
+49 2551 1869 976



Gerrit Lammerding  
Studentische  
Hilfskraft



Inga Harscher  
Studentische  
Hilfskraft

## AG ABWASSER- UND UMWELTECHNIK



Sören Kamphus, M.Sc.  
Leitung der Arbeitsgruppe  
+49 2551 9620 21



Marion Schomaker, M.Sc.  
Leitung Labor  
+49 2551 9625 65

### Abwassertechnik



Damian Wevelsiep,  
M.Eng.  
Projektingenieur  
+49 2551 9625 30



Michael Ellermann,  
Wissenschaftliche  
Hilfskraft



Philippe Kriemelke  
Studentische  
Hilfskraft

### Umwelttechnik



Juliana Rolf,  
M.Eng.  
Projektingenieur  
+49 2551 9 620 44



Eike Meemann,  
B.Eng.  
Projektingenieur  
+49 2551 9625 49



Benjamin Blankenstein  
Studentische  
Hilfskraft



Phillip Licht  
Studentische  
Hilfskraft

### Analytik



Jens Brüninghoff  
Laborant  
+49 2551 9628 29



Matthias Hartmann  
Wissenschaftliche  
Hilfskraft



Frode Gremme  
Studentische  
Hilfskraft

## AG BIOGAS UND LANDWIRTSCHAFT



Jurek Häner,  
M.Eng.  
Leitung der Arbeitsgruppe  
+49 2551 9 620 83

### Biogas



Dipl.-Ing.  
Sylke Mehnert  
Projektingenieurin  
+49 2551 9 620 35



Justin Leifeld,  
B.Sc.  
Projektingenieur  
+49 2551 9 620 83



Thomas Mietla  
Wissenschaftliche  
Hilfskraft

### Gülle- und Gärrestaufbereitung



Kim Ove Knutzen  
B.Eng.  
Projektingenieur  
+49 2551 9 620 83



Alexej Neradko  
B.Sc.  
Projektingenieur  
+49 2551 9625 30



Cem Hanrath  
Wissenschaftliche  
Hilfskraft



Leon Helming  
Studentische  
Hilfskraft



## IREI

### Institutsverbund Ressourcen, Energie und Infrastruktur

#### ÜBER UNS

Erfahrungen bündeln, Kompetenzen stärken: Im Institutsverbund Ressourcen, Energie und Infrastruktur arbeiten drei Institute der FH Münster zusammen und decken damit ein weites Themenspektrum in der Forschung fachbereichsübergreifend ab:

- IWARU - Institut für Infrastruktur · Wasser · Ressourcen · Umwelt
- IEP - Institut für Energie und Prozesstechnik
- IuB - Institut für unterirdisches Bauen

Knowhow aus den Fachbereichen Bauingenieurwesen, Energie · Gebäude · Umwelt, Elektrotechnik und Informatik, Maschinenbau sowie Architektur wird im Verbund vereint.

Jedes Institut bringt sich mit entsprechenden Kernkompetenzen ein: Das IWARU verfügt über umfangreiche Erfahrungen aus Forschungs- und Entwicklungsprojekten in den Bereichen Infrastruktur, Wasser, Umwelt und Ressourcen. Das IuB bündelt Forschungsaktivitäten in den Bereichen Geotechnik, Tunnelbau und Verkehrsinfrastruktur und im IEP werden die Themen regenerative Strom- und Wärmeerzeugung, nachwachsende Rohstoffe, Energiespeicherung, sowie energetische und prozess-

technische Optimierung industrieller Produktionsabläufe weiterentwickelt. Insgesamt 19 Professoren und mehr als 80 wissenschaftliche und nichtwissenschaftliche Mitarbeiter sind in der meist anwendungsorientierten interdisziplinären Forschung tätig. Sie werden von 60 Hilfskräften unterstützt. Damit ist auch die gezielte Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses eng im Fokus: Aktuell werden 15 Promotionen in Kooperation mit anderen Hochschulen betreut, in jüngster Vergangenheit konnten bereits sechs erfolgreich abgeschlossen werden. Die Vernetzung der Institute unter dem gemeinsamen Markendach des Verbunds stärkt die Identifikation nach Innen und ermöglicht inter- und multidisziplinäre Ansätze bei der Bearbeitung regionaler nationaler und internationaler Forschungsfragen.

## WIR IM IREI

Die zukünftigen Entwicklungen im Bereich des Ressourcenmanagements und der erneuerbaren Energieversorgung erfordern eine breite, sektorübergreifende Herangehensweise. Unser Forschungsteam arbeitet daran, Konzepte und Techniken zu entwickeln, die dazu beitragen, regionale und kommunale Abwasser- und Energieprojekte im Bereich Strom, Wärme und Mobilität zu realisieren.

Das 36-köpfige Team arbeitet an zwei Standorten. Auf dem Campus in Steinfurt finden sich Büroräume und ein modern eingerichtetes Labor mit Technikum. In Saerbeck finden sich auf dem Gelände des Bioenergieparks Versuchsstände zur Biogassubstratvorbehandlung und Gülle und Gärrestaufbereitung sowie verschiedene Anlagen zur Energiespeicherung im halbtechnischen Maßstab. Die bearbeiteten Forschungsprojekte haben einen deutlichen regionalen Bezug zum Münsterland und den benachbarten Niederlanden. Die Projektsprachen sind neben Deutsch somit oftmals auch Niederländisch und Englisch.

Dieser europäische Bezug erklärt auch, dass der überwiegende Teil des Gesamtprojektvolumens von 2,3 Mio. Euro in 2018 aus EU-Geldern (EFRE - Europäischer Fonds für regionale Entwicklung) stammt. Neben dem INTERREG-Programm Deutschland-Niederlande sind diverse Bundesministerien (BMBF, BMEL, BMU), die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), die Rentenbank, sowie das EFRE NRW-Programm und die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) wichtige und langjährige Fördermittelgeber. Das Geld fließt in die derzeit 12 laufenden Projekte, in denen intensiv an Möglichkeiten einer nachhaltigen Energieversorgung, Biomassenutzung und Stoffstromoptimierungen geforscht wird.

## VERÖFFENTLICHUNGEN

### **Brüggling, E., Wetter, C., Grüner, V.**

Gärprodukte entstickt mit Kalk  
Veröffentlichung in „Umwelt Magazin“, Seite 53-55, Ausgabe 19-10/2021, Oktoberr 2021

### **Brüggling, E., Wetter, C., Grüner, V.**

Erneuerbare Energien speichern - CO<sub>2</sub> einsparen  
Veröffentlichung in „Wirtschaft Münsterland“ Seite 61, Ausgabe 1/2021, Februar 2021

### **Brüggling, E., Wetter, C., Grüner, V.**

Wasserstoff Zukunftstechnologie oder nur ein „Hype“?  
Veröffentlichung in „Wirtschaft Münsterland“ Seite 14, Ausgabe 1/2021, Februar 2021

### **Brüggling, E., Wetter, C.**

Kompetenznetzwerk „HYMAT-Energie“  
Veröffentlichung in „Wirtschaft Münsterland“ Seite 16, Ausgabe 1/2021, Februar 2021

### **Brüggling, E., Wetter, C., Grüner, V.**

„REzAB“-Projekt beendet: Wie die Biogasanlage wirtschaftlich tragbar bleibt  
Veröffentlichung in „Wirtschaft Münsterland“, Ausgabe 4/2020, Oktober 2020

### **Brüggling, E., Wetter, C., Weide, T., Wewering, T.**

Saubere Energie mit Recycling und Biogas – Interreg-Projekt „EMMA“  
Veröffentlichung in „Wirtschaft Münsterland“, Seite 43, Ausgabe 4/2020, Oktober 2020

### **Brüggling, E., Wetter, C., Weide, T.**

Reaktor mit dunkler Fermentation  
Veröffentlichung in „ENTSORGA“, ISSN 0933-3754, Seite 30, Ausgabe 5/2020, Oktober 2020

### **Brüggling, E., Wetter, C., Weide, T., Holtrup, T.**

Molkereiabwasser-Behandlung für ein nachhaltiges Energiekonzept  
Veröffentlichung in „wwt wasserwirtschaft wassertechnik“, S. 14-19, Ausgabe 09/2020, September 2020

### **Brüggling, E., Wetter, C., Weide, T., Holtrup, T.**

Die Energie aus dem Abwasser gewinnen  
Veröffentlichung in „Wirtschaft Münsterland“, Seite 43, Ausgabe 3/2020, Juli 2020

### **Wetter, C., Brüggling, E., Weide, T., Peitzmeier, J., Wichern, M.**

Biowasserstoffherzeugung mittels dunkler Fermentation und Mikroorganismenrückhalt (Egsb) aus Reststoffen und Abwässern  
Veröffentlichung im Tagungsband „26. Energie-Symposium“, ISBN 978-3-9817740-4-7, Seite 201–210, November 2019

### **Wetter, C., Brüggling, E., Heinrich, C.**

EnerPrax – Energiespeicher in der Praxis  
Veröffentlichung im Tagungsband „26. Energie-Symposium“, ISBN 978-3-9817740-4-7, Seite 67–71, November 2019

### **Wetter, C., Brüggling, E., Weide, T., Schomaker, M.**

Bakterien helfen der Energiewende  
Veröffentlichung im „Umwelt Magazin“, Ausgabe 10/11 2019, ISSN 0173-363X, Seite 43–45, November 2019

### **Wetter, C., Brüggling, E., Baumkötter, D., Rolf, J.**

Hygienesisierung und Stickstoffentfrachtung von Wirtschaftsdünger – Hygie(NH<sub>3</sub>)isch  
Veröffentlichung in der KTBL-Schrift 517 „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“ ISBN 978-3-945088-68-5; Seite 337-339, FNR/KTBL-Kongress, Leipzig, Oktober 2019

### **Wetter, C., Brüggling, E., Baumkötter, D., Wettwer, L.**

Optimierung einer Feinseparation für die Aufbereitung von Rindergülle und Gärresten – OptiSep  
Veröffentlichung in der KTBL-Schrift 517 „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“ ISBN 978-3-945088-68-5; Seite 340-342, FNR/KTBL-Kongress, Leipzig, Oktober 2019

### **Wetter, C., Brüggling, E., Baumkötter, D., Rolf, J.**

Verwendung von Flockungsmitteln auf Basis nachwachsender Rohstoffe zur GÜlleaufbereitung und weiteren stofflichen Nutzung  
Veröffentlichung in der KTBL-Schrift 517 „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“ ISBN 978-3-945088-68-5; Seite 342-345, FNR/KTBL-Kongress, Leipzig, Oktober 2019

### **Wetter, C., Brüggling, E., Weide, T.**

Stabile mesophile Biowasserstoff-Produktion mittels dunkler Fermentation durch pH-Wert abhängige Raumbelastungsanpassungen und GÜlle-Verwertung  
Veröffentlichung in der KTBL-Schrift 517 „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“ ISBN 978-3-945088-68-5; Seite 349-351, FNR/KTBL-Kongress, Leipzig, Oktober 2019

### **Wetter, C., Brüggling, E., Schomaker, M.**

Biogene Methanisierung zur Aufreinigung von Biogas zu Biomethan mit einer Kaskade aus zwei Festbettreaktoren  
Veröffentlichung in der KTBL-Schrift 517 „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“ ISBN 978-3-945088-68-5; Seite 352-354, FNR/KTBL-Kongress, Leipzig, Oktober 2019

### **Wetter, C., Brüggling, E., Weide, T., Naßmacher, A.**

Anaerobe Hochlastvergärung separierter, flüssiger Schweinegülle zur Optimierung und Flexibilisierung von Biogasanlagen  
Veröffentlichung in der KTBL-Schrift 517 „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“ ISBN 978-3-945088-68-5; Seite 371-373, FNR/KTBL-Kongress, Leipzig, Oktober 2019

#### Weitere Infos:

[www.fh-muenster.de/iwaru](http://www.fh-muenster.de/iwaru)  
[www.fh-muenster.de/iep](http://www.fh-muenster.de/iep)  
[www.fh-muenster.de/iub](http://www.fh-muenster.de/iub)

## VERÖFFENTLICHUNGEN

- Wetter, C., Brüggling, E., Baumkötter, D., Grüner, V.**  
REzAB – Biogasanlagen für zukünftige Aufgaben fit machen!  
Veröffentlichung in der KTBL-Schrift 517 „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“ ISBN 978-3-945088-68-5; Seite 386-388, FNR/KTBL-Kongress, Leipzig, Oktober 2019
- Wetter, C., Brüggling, E., Baumkötter, D., Wissel, T.**  
Biogasbenchmark Münsterland  
Veröffentlichung in der KTBL-Schrift 517 „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“ ISBN 978-3-945088-68-5; Seite 401-403, FNR/KTBL-Kongress, Leipzig, Oktober 2019
- Wetter, C., Brüggling, E.**  
Phosphorbindung aus Gülle mit Hilfe biologisch abbaubaren Flockungsmitteln  
Veröffentlichung im „Tagungsband 2019 Biogas aus Stroh“, ISBN 978-3-947777-04-4, S. 157-162, August 2019
- Wetter, C., Brüggling, E., Baumkötter, D.**  
Projektbericht: Mest op Maat – Dünger nach Maß  
Veröffentlichung im „Tagungsband 2019 Biogas aus Stroh“, ISBN 978-3-947777-04-4, S. 147-156, August 2019
- Wetter, C., Brüggling, E.**  
Mehr Energie aus Gülle durch Hochlastvergärung  
Veröffentlichung in „Rheinische Bauernzeitung“, ISSN 0344-5070, Ausgabe 34, August 2019
- Wetter, C., Brüggling, E.**  
Energiewende – Was Mikroorganismen leisten  
Veröffentlichung in „Green Building“, ISSN 1866-8151, S. 24, Ausgabe Heft 91, August 2019
- Wetter, C., Brüggling, E.**  
Biologisch abbaubares Flockungsmittel  
Veröffentlichung in „Energie aus Pflanzen“, ISSN 2194-6744, S. 38, Ausgabe 4/2019, August 2019
- Wetter, C., Brüggling, E.**  
Wärmewende über Grenzen  
Veröffentlichung in „stadt + werk“, ISSN 2193-195X, S. 18-19, Ausgabe 7/8 2019, Juli 2019
- Wetter, C., Brüggling, E.**  
Hochlastreaktoren: mehr Energie aus Gülle  
Veröffentlichung in „Energie aus Pflanzen“, ISSN 2194-6744, S. 48, Ausgabe 3/2019, Juni 2019
- Wetter, C., Brüggling, E.**  
Energetisches Gesamtkonzept  
Veröffentlichung in „Die WIRTSCHAFT Münster/ Münsterland“, S. 2, Ausgabe 5/2019, Mai 2019
- Wetter, C., Brüggling, E.**  
Phosphorbildung aus Gülle mit Hilfe biologisch abbaubaren Flockungsmitteln  
Veröffentlichung in „Biogas 2019 – 12. Innovationskongress“, ISBN 978-3-947777-03-7, S. 93-98, Tagungsband 2019, Mai 2019

- Wetter, C., Brüggling, E.**  
Nährstoffe zurückgewinnen – Regionen entlasten  
Veröffentlichung in: fhocus, ISSN 1610-2592, S 10 - 11, Ausgabe SoSe2019, April 2019
- Baumkötter, D.**  
Vorbehandlung lignocelluloseartiger Substrate zur Steigerung des Biogasertrages  
Dissertation, Forschungsbericht Agrartechnik der VDI-MEG Nr. 604, Hohenheim März 2019
- Wetter, C., Brüggling, E., Weide, T.**  
Anaerobic and aerobic degradation of wastewater from hydrothermal carbonization (HTC) in a continuous, three-stage and semi-industrial system  
Veröffentlichung in: Journal of Environmental Chemical Engineering, February 2019, Volume 7, Issue 1, 102912
- Wetter, C., Brüggling, E.,**  
Wärmenetze in der Euregio  
Veröffentlichung in: „tab - Das Fachmedium der TGA-Branche“, ISSN 0341-2032, S. 7, Ausgabe 2/2019 Februar 2019
- Wetter, C., Brüggling, E.,**  
Musterbeispiel für Klimaschutz  
Veröffentlichung in „HLH – Lüftung/Klima, Heizung/Sanitär, Gebäudetechnik“, Bd. 69 (2018), Ausgabe 11/2018, Seite 7, November 2018
- Wetter, C., Brüggling, E.**  
Wärmenetze und Düngemittel  
Veröffentlichung in: „gaspekte“, Ausgabe 01/2018, Seite 44-45, November 2018
- Wetter, C., Brüggling, E.**  
Phosphor zurückgewinnen: Forscher optimieren Separator von BeTeBe  
Veröffentlichung in: „Top Agrar“, online, Oktober 2018
- Wetter, C., Brüggling, E., Baumkötter, D.**  
Geflügelmist für Biogas und Dünger  
Veröffentlichung in „Energie aus Pflanzen“, ISSN 2194-6744, Ausgabe 4/2018, Seite 24, August 2018
- Wetter, C., Brüggling, E., Baumkötter, D.**  
Poultry profit – Stickstoffentfrachtung und Hygienisierung von Geflügelmist  
Veröffentlichung in: Biogas 2018 – 11. Innovationskongress; Tagungsband 2018, ISBN 978-3-947777-00-6, Seite 179-183, Mai 2018
- Wetter, C., Brüggling, E., Baumkötter, D.**  
Stickstoff aus Gärresten und Gülle gewinnen  
Veröffentlichung in „HLH – Lüftung/Klima, Heizung/Sanitär, Gebäudetechnik“, Bd. 69 (2018), Ausgabe 4/2018, Seite 8, April 2018
- Wetter, C., Brüggling, E.**  
FH Münster: 1 Mio € für Biogas-Projekt  
Veröffentlichung in: „Sonne Wind & Wärme“, ISSN 1861-2741, Ausgabe 4/2018, Seite 12, April 2018

## VERÖFFENTLICHUNGEN

- Wetter, C., Brüggling, E.**  
Biogasanlagen für zukünftige Aufgaben fit machen  
Veröffentlichung in „Wirtschaft Münsterland“, Ausgabe 01/2018, Seite 48, Februar 2018
- Wetter, C., Brüggling, E.**  
Die Wärmewende ist ein Generationenprojekt  
Veröffentlichung in der Zeitung „Zeitung für kommunale Wirtschaft (ZfK)“, Ausgabe 10/2017, Seite 2, Oktober 2017
- Wetter, C., Brüggling, E., Willenbrink, H.**  
Wärme-Hotspots im Münsterland – auf dem Weg zur Wärmeleitplanung?  
Veröffentlichung in der Zeitschrift „Euro Heat & Power“, Ausgabe Okt 2017, Seite 14-17, Oktober 2017
- Wetter, C., Brüggling, E., Joshi, J., Willenbrink, H.**  
Applying Geographical Information Systems (GIS) to analyse the potential and design of district heating networks  
3rd International Conference on Smart Energy Systems and 4th Generation District Heating, Seite 109, Kopenhagen, September 2017
- Wetter, C., Brüggling, E., Weide, T.**  
Biochemische Konversion flüssiger, biogener Reststoffe mittels anaerober Hochlast-Reaktoren zur Optimierung konventioneller Biogasprozesse  
Veröffentlichung in der KTBL-Schrift 512 „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“ ISBN 978-3-945088-52-4; Seite 382-384, FNR/KTBL-Kongress, Bayreuth, September 2017
- Wetter, C., Brüggling, E., Baumkötter, D.**  
Entwicklung einer Anlage zur Hygienisierung und Trocknung von schlammartigen Biomassen mithilfe von Branntkalk  
Veröffentlichung in der KTBL-Schrift 512 „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“ ISBN 978-3-945088-52-4; Seite 399-401, FNR/KTBL-Kongress, Bayreuth, September 2017
- Wetter, C., Brüggling, E., Baumkötter, D., Wettwer, L.**  
Optimierung einer Feinseparation für die Aufbereitung von Rindergülle und Gärresten - OptiSep  
Veröffentlichung in der KTBL-Schrift 512 „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“ ISBN 978-3-945088-52-4; Seite 404-406, FNR/KTBL-Kongress, Bayreuth, September 2017
- Wetter, C., Brüggling, E., Baumkötter, D.**  
Mest op Maat – Nachhaltiger Dünger nach Maß  
Veröffentlichung in der KTBL-Schrift 512 „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“ ISBN 978-3-945088-52-4; Seite 407-409, FNR/KTBL-Kongress, Bayreuth, September 2017
- Wetter, C., Brüggling, E., Raben, D., Leiers, D.**  
Biogasbenchmark Münsterland  
Veröffentlichung in der KTBL-Schrift 512 „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“ ISBN 978-3-945088-52-4; Seite 436-438, FNR/KTBL-Kongress, Bayreuth, September 2017
- Wetter, C., Brüggling, E.**  
Energiewende – Klimaschutz: „herausragender Stellenwert“  
Veröffentlichung in der Zeitschrift „Wirtschaft aktuell“ Kreis Borken, Ausgabe III/2017, Seite 16, Juli 2017
- Wetter, C., Brüggling, E.**  
Neue Wege gehen für eine zukunftsfähige Wärmeversorgung  
Veröffentlichung in der Zeitschrift „Wirtschaft aktuell“ Kreis Coesfeld, Ausgabe III/2017, Seite 14-15, Juli 2017
- Wetter, C., Brüggling, E., Weide, T.**  
Optimierung von Hochlastreaktor  
Veröffentlichung in der Zeitschrift „Umwelt Magazin“, Ausgabe 7/8 2017, , Seite 35, Juli 2017
- Wetter, C., Brüggling, E., Raben, D.**  
Biogasbenchmark Münsterland – Biogasanlagen im Ranking  
Veröffentlichung in der Zeitschrift Wirtschaft Münsterland, Ausgabe 3/2017, Seite 42, Juli 2017
- Wetter, C., Brüggling, E.**  
Weniger Gülle, mehr Energie  
Veröffentlichung in der Zeitschrift Wirtschaft Münsterland, Ausgabe 3/2017, Seite 38, Juli 2017
- Wetter, C., Brüggling, E.**  
Forscher optimieren Hochlast-Reaktor für Güllevergärung  
Veröffentlichung in der euwid Neue Energie, Ausgabe 6/2017, Juni 2017
- Wetter, C., Brüggling, E.**  
Startschuss für das Projekt EnerPrax  
Veröffentlichung im Newsletter Klimakommune Saerbeck, Ausgabe 05/2017, Seite 1-2, Mai 2017
- Wetter, C., Brüggling, E.**  
WiEfm: neue Broschüre aufgelegt  
Veröffentlichung in der Zeitschrift „Wirtschaft aktuell“ Kreis Coesfeld, Ausgabe II/2017, Seite 16, April 2017
- Wetter, C., Brüggling, E.**  
Forschungsprojekt „Energiespeicher in der Praxis“ gestartet  
HLH BD. 68, Ausgabe Nr. 4, Seite 72, April 2017
- Wetter, C., Brüggling, E.**  
Wärmekataster Kreis Steinfurt  
Veröffentlichung in der Zeitschrift Wirtschaft Münsterland, Ausgabe 2/2017, Seite 62, April 2017
- Wetter, C., Brüggling, E.**  
Biogas – fit für die Zukunft?  
Veröffentlichung in der Zeitschrift innovation & energie, Ausgabe 2/2017, Seite 13, Februar 2017
- Wetter, C., Brüggling, E.**  
Herausforderung Elektromobilität  
Veröffentlichung in der Zeitschrift „Ingenieur Forum“, Ausgabe 4/2016, Seite 53-54, November 2016



## VERÖFFENTLICHUNGEN

### **Wetter, C., Brüggig, E.**

Gülle- und Gärrestaufbereitung  
Veröffentlichung in Energie aus Pflanzen 01/2016,  
Seite 57, Januar 2016

### **Wetter, C., Brüggig, E., Abtmeyer, S., Grutt- mann, M.**

Die biogene Methanisierung zur Aufbereitung von  
Biogas  
Veröffentlicht im Tagungsband „Biologische Metha-  
nisierung“ des OTTI e. V., 11.11.2015, Regensburg (S.  
59 bis 70)

### **Wetter, C., Brüggig, E., Baumkötter, D.**

Mechanische Vorbehandlung von organischen Rest-  
stoffen zur Optimierung der Gasausbeute  
Veröffentlichung in der KTBL-Schrift 508 „Biogas in  
der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“, ISBN  
978-3-945088-07-4; FNR/KTBL-Kongress, Potsdam,  
September 2015

### **Wetter, C., Brüggig, E., Gruttman, M., Abt- meyer, S.**

Biogene Methanisierung von Wasserstoff und Koh-  
lenstoffdioxid  
Veröffentlichung in der KTBL-Schrift 508 „Biogas in  
der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“, ISBN  
978-3-945088-07-4; FNR/KTBL-Kongress, Potsdam,  
September 2015

### **Wetter, C., Brüggig, E., Ortmann, J.**

Groen Gas - InNet  
Veröffentlichung in der KTBL-Schrift 508 „Biogas in  
der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“, ISBN  
978-3-945088-07-4; FNR/KTBL-Kongress, Potsdam,  
September 2015

### **Wetter, C., Brüggig, E., Kerkering, M.**

Wirtschaftsdünger als Silomaissubstitut  
Veröffentlichung in der KTBL-Schrift 508 „Biogas in  
der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“, ISBN  
978-3-945088-07-4; FNR/KTBL-Kongress, Potsdam,  
September 2015

### **Wetter, C., Göbel, C., Blumenthal, A.; Niepagen- kemper, L.; Baumkötter, D., Teitscheid, P.**

Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsprojekt  
„Reduktion von Warenverlusten und Warenver-  
nichtung in der AHV – ein Beitrag zur Steigerung der  
Ressourceneffizienz“, November 2014

### **Wetter, C., Brüggig, E., Baumkötter, D.**

Verringerung von Lebensmittelabfällen  
Veröffentlichung im 26. Aachener Kolloquium Abfall-  
wirtschaft 2013, Band 39, Seite 4 – 4/10, ISBN 978-3-  
938996-92-8, Januar 2014

### **Wetter, C., Brüggig, E., Kerkering, M.**

Animal excrements as a substitute for silage maize  
Poster auf der 2nd Conference of the European Bio-  
gas Association, September 2014

## PEER-REVIEWED VERÖFFENTLICHUNGEN

### **Wetter, C., Brüggig, E., Häner, J., Weide, T., Naßmacher, A., Hernández Regalado, R. E.**

Anaerobic Digestion of Pig Slurry in Fixed-Bed and  
Expanded Granular Sludge Bed Reactors  
Veröffentlichung in energies, www.mdpi.com/jour-  
nal/energies, ISSN 1996-1073, Seite 1-17, Juni 2022

### **Wetter, C., Brüggig, E., Hernández Regalado, R. E., Häner, J., Tränckner, J.**

Techno-Economic Assessment of Solid-Liquid Biogas  
Treatment Plants for the Agro-Industrial Sector  
Veröffentlichung in energies, www.mdpi.com/jour-  
nal/energies, ISSN 1996-1073, Seite 1-20, Juni 2022

### **Wetter, C., Brüggig, E., Hernández Regalado, R. E., Häner, J., Baumkötter, D., Wettwer, L., Tränckner, J.**

Continuous Co-Digestion of Agro-Industrial Mixtures  
in Laboratory Scale Expanded Granular Sludge Bed  
Reactors  
Veröffentlichung in applied sciences, www.mdpi.  
com/journal/applsci, ISSN2076-3417, Seite 1-22,  
Februar 2022

### **Wetter, C., Brüggig, E., Eloy, Hernández Regal- ado, R. E., Weide, T., Baumkötter, D., Wettwer, L., Häner, J., Tränckner, J.**

Optimization of the conventional agricultural biogas  
plant by the integration of a high-rate reactor in the  
treatment scheme; Veröffentlichung in Processes, S.  
877; <https://doi.org/10.3390/pr9050877>, September  
2021

### **Wetter, C., Brüggig, E., Rolf, J., Weide T.**

The application of Biodegradable Flocculants derived  
from potato starch for nutrient recovery in pig ma-  
nure  
Veröffentlichung in Global Journal of Agricultural Re-  
search, www.eajournals.org/, Print ISSN: 2053-5805,  
Online ISSN: 2053-5813, Seite 1-15, August 2021

### **Brüggig, E., Hernández Regalado, R. E., Wei- de, T., Baumkötter, D., Wettwer, L., Häner, J., Tränckner, J.**

Optimization and Analysis of Liquid Anaerobic CoDi-  
gestion of Agro-Industrial Wastes via Mixture Design  
Veröffentlichung in Processes, www.mdpi.com/jour-  
nal/processes, ISSN 2227-9717, Seite 1-16, Mai 2021

### **Wetter, C., Brüggig, E., Weide, T., Peitzmeier, J., Wichern, M.,**

Comparison of thermophilic and hyperthermophi-  
lic dark fermentation with subsequent mesophilic  
methanogenesis in expanded granular sludge bed  
reactors  
Veröffentlichung in International Journal of Hydro-  
gen Energy,, www.elsevier.com/locate/he, ISSN  
0360-3199, Seite 29142-29159, Januar 2021

### **Stürmer, B., Leiers, D., Anspach, V., Brüggig, E., Scharfy, D., Wissel, T.**

Agricultural biogas production: A regional compari-  
son of technical parameters  
Veröffentlichung in Renewable Energy, www.elsevier.  
com/locate/renene, ISSN 0960-1481, Seite 171-182,  
September 2020

### **Wetter, C., Brüggig, E., Weide, T., Hernández Regalado, R., Wichern, M.**

Biohydrogen production via dark fermentation with pig  
manure and glucose using pH-dependent feeding  
Veröffentlichung in Chemical Engineering & Techno-  
logy, www.cet-journal.com, ISSN 1521-4125, Seite 11-11,  
May 2020

### **Wetter, C., Brüggig, E., Weide, T.**

Anaerobic and aerobic degradation of wastewater  
from hydrothermal carbonization (HTC) in a continu-  
ous, three-stage and semi-industrial system, Veröffent-  
lichung in Journal of Environmental Chemical Enginee-  
ring, 7/2019, www.elsevier.com/locate/jece, <https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.102912> Februar 2019

### **Wetter, C., Brüggig, E., Weide, T., Ierardi, A. Wi- chern, M.**

Use of organic waste for biohydrogen production and  
volatile fatty acids via dark fermentation and further  
processing to methane, Veröffentlichung in Internatio-  
nal Journal of Hydrogen energy 44/2019, S. 24110-24125,  
www.sciencedirect.com, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.07.140>, August 2019

### **Wetter, C., Brüggig, E., Weide, T., Hageman, S., Reumerman, P., Spekrijse, J. Vis, M.**

Life Cycle Assessment on a Biorefinery Approach to Py-  
rolysis Oil for Wood Modification Treatment, Veröffent-  
lichung in applied sciences, 9/2019, www.mdpi.com/  
journal/applsci, <https://doi.org/10.3390/app9204233>,  
September 2019

### **Wetter, C., Brüggig, E., Weide, T., Duque Baquero, C., Schomaker, M.**

Effects of enzyme addition on biogas and methane  
yields in the batch anaerobic digestion of agricultural  
waste (silage, straw, and animal manure), Veröffent-  
lichung in Biomass and Bioenergy 132 (2020), <http://www.elsevier.com/locate/biombioe>, <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2019.105442>

## FORSCHUNGSBERICHTE

EUREGIO – Interreg V A  
**EMMA – Demonstration einer effizienten, anaeroben Vergärung von landwirtschaftlichen und industriellen Reststoffen**  
 Projektpartner: Cornelissen Consulting Service BV  
 Laufzeit: 07/20-03/22

EFRE.NRW  
**Valid-H2 – Innovative Messsysteme zur Bestimmung von Wasserstoff in biologisch erzeugten Gasgemischen**  
 Laufzeit: 06/20-11/20

Interreg V A - EFRE.NRW  
**Klärschlamm, das organische Verbesserungsmittel des Bodens**  
 Projektpartner: Stichting Biomassa, Nijhuis Industries, Waterstromen, Groot zevent Vergisting  
 Laufzeit: 03/20-09/20

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie  
**L'AmmoRE – Ammoniakrückgewinnung aus Gärproduktion von Biogasanlagen**  
 Projektpartner: Forschungsgemeinschaft Kalk und Mörtel e. V.  
 Laufzeit: 03/20-02/22

Deutsche Bundesstiftung Umwelt  
**DBU EnerMolk – Entwicklung eines innovativen Verfahrens zur Steigerung der betrieblichen Energieeffizienz in Molkereibetrieben mittels Anaerobtechnik**  
 Projektpartner: Privatmolkerei Naarmann  
 Laufzeit: 12/19-12/21

EUREGIO – Interreg V A  
**Task Force Wärme – WiEfm 2.0**  
 Projektpartner: GeoDok, IngenieurNetzwerk Energie eG, ROM3D, UCo- Inenergie B.V., Stichting kiEMT  
 Laufzeit: 04/19-03/22

EUREGIO – Interreg V A  
**Biowasserstoffproduktion als zukunftsweisende Technologie zur Energie- und Kraftstoffherzeugung - Bio-Tech2**  
 Projektpartner: bio-energie cluster, H2-BV, PlanET  
 Laufzeit: 04/19-03/22

Deutsche Bundesstiftung Umwelt  
**Hygienisierung und Stickstoffentfrachtung von Wirtschaftsdünger – Hygie(NH3)isch - Phase II**  
 Projektpartner: Thiel GmbH  
 Laufzeit: 04/18 – 11/20

Emsland-Stärke GmbH  
**Fällungs- und Flockungsversuche**  
 Projektpartner: Emsland-Stärke GmbH  
 Laufzeit: 09/18 – 09/2019

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
**InnoBio – FHInvest2016 – Innovationsforschung zur Optimierung der Biogasprozesskette**  
 Laufzeit: 02/18 – 06/19

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)  
**REzAB – Repoweringmaßnahmen hinsichtlich zukünftiger Aufgaben von Biogasanlagen (Teilvorhaben 2 – Technische Analyse)**  
 Projektpartner: Technische Hochschule Ingolstadt, C.A.R.M.E.N e. V.  
 Laufzeit: 01/18 – 12/19

Kreis Steinfurt  
**Wärmekataster MeNo**  
 Projektpartner: Gertec GmbH  
 Laufzeit: 01/17 – 12/17

Stadtentwässerung Lingen  
**Halbtechnischer Anaerobversuch HTC Abwasser Teil II**  
 Projektpartner: Stadtentwässerung Lingen  
 Laufzeit: 01/17-09/17

Huvepharma AD  
**Untersuchung der Wirksamkeit eines Enzympräparates**  
 Projektpartner: Huvepharma  
 Laufzeit: 12//2016-11/2017

AGRAVIS Raiffeisen AG  
**Überprüfung des Effektes des Biogas-Boosters**  
 Projektpartner: AGRAVIS  
 Laufzeit: 11/2016-03/2017

Stadtentwässerung Lingen  
**Halbtechnischer Anaerobversuch HTC Abwasser Teil I**  
 Projektpartner: Stadtentwässerung Lingen  
 Laufzeit: 06/2016-01/2017

Nordluft Wärme- und Lüftungstechnik GmbH & Co. KG  
**Antragsstellung DBU**  
 Projektpartner: Nordluft Wärme- und Lüftungstechnik  
 Laufzeit: 01/2016-08/2016

Deutsche Bundesstiftung Umwelt  
**Entwicklung einer Anlage zur Hygienisierung und Trocknung von schlammartigen Biomassen mit Hilfe von Branntkalk**  
 Projektpartner: Thiel GmbH  
 Förderkennzeichen: AZ 33083/01  
 Laufzeit: 12/2015-10/2017

Kreis Steinfurt  
**E-Mission <sup>nwi</sup> – Energiekonzept Tecklenburger Land**  
 Projektpartner: Transferagentur der FH Münster, Gertec GmbH, infas enermetric, Stadt Land Fluss  
 Laufzeit: 01/2013-09/2015

Kreis Steinfurt  
**Erstellung eines Wärmenutzungskonzeptes für die Kommunen Greven, Neuenkirchen, und Recke**  
 Projektpartner: infas enermetric Consulting GmbH  
 Laufzeit: 01/2015-12/2015

## FORSCHUNGSBERICHTE

Gemeinde Saerbeck  
**Energiespeicherung in Saerbeck Phase 2: Machbarkeitsstudie**  
 Projektpartner: Gas- und Wärme-Institut Essen e. V., Gelsenwasser AG, Saerbecker Ver- und Entsorgung GmbH (SaerVE)  
 Laufzeit: 01/2015-12/2015

Fa. Thiel GmbH, Löningen  
**Begleitung F&E Anlage**  
 Laufzeit: 02/2015-05/2015

Infas enermetric Consulting GmbH  
**Wärmekonzepte Kreis Steinfurt**  
 Projektpartner: Kreis Steinfurt  
 Laufzeit: 12/2014-12/2015

Kreis Steinfurt  
**Energie- und Klimaschutzkonzepte Steinfurter Land**  
 Projektpartner: LAG Steinfurter Land e. V.  
 Lauzeit: 06/2014-06/2015

EUREGIO – Interreg IV A  
**Biores II**  
 Projektpartner: Bioenergiecluster Oost-Nederland, Biores e. V.  
 Laufzeit: 12/2013-04/2015

EUREGIO – Interreg IV A  
**GreenGas – Teilprojekt „Biogene Methanisierung“**  
 Projektpartner: DNL-Contact, Stichting Groen Gas Nederland, Hanze Wetlands  
 Laufzeit: 10/2013-03/2015

EUREGIO – Interreg IV A  
**GreenGas – Teilprojekt „Forschung und Entwicklung einer neuen Generation von Vergärungsanlagen“**  
 Laufzeit: 01/2012-03/2015  
 Förderkennzeichen: INTERREG IV A Groen Gas – 1

EUREGIO – Interreg IV A  
**GreenGas – Teilprojekt „Green Gas InNet“**  
 Laufzeit: 01/2012-03/2015  
 Förderkennzeichen: INTERREG IV A Groen Gas – 28

EUREGIO – Interreg IV A  
**GreenGas – Teilprojekt „Daten teilen - Chancenkarte“**  
 Laufzeit: 01/2012-03/2015  
 Förderkennzeichen: INTERREG IV A Groen Gas – 27

EUREGIO – Interreg IV A  
**GreenGas – Teilprojekt „Mechanische und enzymatische Vorbehandlung von organischen Reststoffen zur Optimierung der Gasausbeute“**  
 Laufzeit: 01/2012-03/2015  
 Förderkennzeichen: INTERREG IV A Groen Gas – 2

Gelsenwasser AG  
**Bedarfsgerechte Erzeugung und Speicherung erneuerbarer Energien**  
 Projektpartner: Gemeinde Saerbeck, Gas- und Wärme-Institut Essen e. V.  
 Laufzeit: 10/2013-03/2014

Infas enermetric  
**KWK Modellkommune Saerbeck**  
 Projektpartner: Gemeinde Saerbeck  
 Laufzeit: 09/2013-03/2014

Gemeinde Dingden  
**KWK Modellkommune „Dingdenergie“**  
 Laufzeit: 09/2013-03/2014

LAG Tecklenburger Land e. V.  
**Energiekonzept Tecklenburger Land**  
 Projektpartner: Infas enermetric, Gertec GmbH, Stadt-Land-Fluß  
 Laufzeit: 05/2013-06/2015

EUREGIO – Regio Achterhoek  
**Regionale Kleinwindkraftanlagen in der Euregio**  
 Laufzeit: 01/2013-30.06.2014  
 Förderkennzeichen: Interreg IV A – I-1-02=27.12

Projektträger Jülich – Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes NRW  
**Reduktion von Warenverlusten und Warenvernichtung in der Außer-Haus-Verpflegung – Ein Beitrag zur Steigerung der Ressourceneffizienz**  
 Laufzeit: 09/2012 – 06/2015  
 Förderkennzeichen: 005-1111-0063

AiF Projekt GmbH – Projektträger des Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMBW)  
**Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM II) – Entwicklung einer neuartigen Separationstechnik für die Behandlung nährstoffhaltiger Suspensionen**  
 Laufzeit: seit 08/2012-07/2014  
 Förderkennzeichen: KF2198804RH2

EUREGIO - Interreg IV A  
**GreenGas – Teilprojekt „Mechanische und enzymatische Vorbehandlung von organischen Reststoffen zur Optimierung der Gasausbeute“**  
 Laufzeit: 01/2012-12/2014  
 Förderkennzeichen: INTERREG IV A Groen Gas – 2

Bezirksregierung Münster  
**Handlungsleitlinie zur CO2-Reduzierung im Regierungsbezirk Münster**  
 Laufzeit: 12/2011-03/2014

Landwirtschaftliche Rentenbank  
**Wirtschaftsdünger als Silomaissubstitut für Biogasanlagen**  
 Laufzeit: 12/2011-11/2013  
 Förderkennzeichen: Z - 20094

Bundesministerium für Bildung und Forschung  
**FHprofUNT – Entwicklung neuer, effizienter Trocknersysteme zur energieoptimalen Trocknung von Biomasse-Gärresten mit Hilfe der numerischen Strömungssimulation**  
 Laufzeit: 10/2011-09/2014  
 Förderkennzeichen: 17034X11

## FORSCHUNGSBERICHTE

Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)

**Nutzung des im Abwasser aus bestimmten Textilveredlungsprozessen enthaltenen Kohlenstoffs zur Biogasgewinnung Phase 2 – Optimierung der Biogasgewinnung im halbtechnischen Maßstab**

Laufzeit: 09/2010-05/2012

Förderkennzeichen: AZ 26808-02

EUREGIO - Interreg IV A

**Energieland Biores - Verwertung biogener Reststoffe**

Laufzeit: 01/2009-12/2011

Förderkennzeichen: 34-INTERREG IV A-II-1-02=041

BIORES

Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

**Energie ST Zukunftskreis Steinfurt – energieautark 2050**

Laufzeit: 06/2009-06/2012

Förderkennzeichen: 64.65.69-EN-1003B

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

**Optimierung der regionalen Bioalkoholherstellung aus biogenen Reststoffen (RE<sub>2</sub>ALKO)**

Laufzeit: 08/2009-12/2012

Förderkennzeichen: 03KB025

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

**Vorwettbewerbliche Entwicklung einer Anlage zur Aufbereitung von Gärresten zu Düngemitteln (ZIM)**

Laufzeit: 10/2009-09/2011

Förderkennzeichen: KF2198801RH9

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

**Verringerung von Lebensmittelabfällen – Identifikation von Ursachen und Handlungsoptionen in Nordrhein-Westfalen (iSuN)**

Laufzeit: 09/2012-02/2012

Förderkennzeichen: 17-06.03.01-04/2011

Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)

**Nutzung des im Abwasser aus bestimmten Textilveredlungsprozessen enthaltenen Kohlenstoffs zur Biogasgewinnung - Phase 1: Untersuchung der Eignung des Abwassers aus bestimmten Teilströmen**

Laufzeit: 08/2009-05/2010

Förderkennzeichen: AZ 26808

## KOOPERATIONSPARTNER UND AUFTRAGGEBER

### #

2G Bio-Energietechnik GmbH, Heek

3N Kompetenzzentrum Niedersachsen e. V., Werlte

### A

Abfallwirtschaftsgesellschaft des Kreises Warendorf mbH, Ennigerloh

Agraferm Technologies AG, Pfaffenhofen

Agrar + -Ernährungsforum Oldenburger Münsterland e. V., Vechta

AGRAVIS Raiffeisen AG, Münster

AiF, Berlin

Alba Baving GmbH, Neuenkirchen

Amt für Klimaschutz und Nachhaltigkeit des Kreises Steinfurt

AOC Oost, Almelo (NL)

Archimedes Facility Management GmbH, Bad Oeynhausen

### B

BETEBE GmbH, Vreden

Bergische Universität Wuppertal, Wuppertal

Bezirksregierung Münster, Münster

BioConstruct GmbH, Melle

Bio-energiecluster Oost Nederland, Enschede (NL)

Biores e. V., Steinfurt

BlueMethano, Berlin

B.T.G. Biomass Technology Group B.V., Enschede (NL)

Budelmann Elektronik, Münster

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz,

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

B&R Energie GmbH, Saerbeck

### C

CAH Dronten, Dronten (NL)

CAJ-Werkstatt - Bildungsstätte Saerbeck, Saerbeck

Canter Cremers Advies, Ulfth (NL)

C.A.R.M.E.N e. V., Straubing

Cluster EnergieForschung.NRW, Düsseldorf

Conditorei Coppentrath & Wiese GmbH, Osnabrück

### D

Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück

Deutsches Biomasseforschungszentrum DBFZ, Leipzig

DGMK – Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle e. V., Hamburg

dGTecs GmbH - Umwelttechnik & Handel, Hildesheim

Die Effizienz-Agentur NRW, Duisburg

DNL-contact GmbH & Co.KG, Steinfurt

Döpik Umwelttechnik GmbH, Stadtlohn

Duurzaam4Life, Varsseveld (NL)

### E

Ecologic-Institut für Internationale und Europäische Umweltpolitik, Berlin

ee – energy engineers GmbH, Essen

EMCEL (EMC), Köln

Emsland-Stärke GmbH, Emlchheim

Enapter AG, Saerbeck

EnergieAgentur.NRW, Düsseldorf

Entsorgungsgesellschaft Steinfurt mbH, Altenberge

enveco GmbH Energie und Umwelt, Münster

EnviTec Biogas AG, Lohne

EUREGIO, Gronau/Enschede (NL)

### F

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)

Farmer-Automatic, Laer

FG Kalk und Mörtel e. V., Köln

Foreco Dalßen, Dalßen (NL)

Friedrich Hippe Maschinenfabrik & Gerätebau GmbH, Hagen a. T. W.

### G

GAP GmbH, Velen

Gas- und Wärme-Institut Essen e. V.

Gebr. Groß GbR – Lohnbetrieb, Lönigen

Geflügelhof Möllenbeck, Sassenberg//Füchtdorf

Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen

Gemeinde Altenberge

Gemeinde Ascheberg

Gemeinde Beelen

Gemeinde Ennigerloh

Gemeinde Everswinkel

Gemeinde Havixbeck

Gemeinde Heek

Gemeinde Heiden

Gemeinde Hopsten

## KOOPERATIONSPARTNER UND AUFTRAGGEBER

Gemeinde Ladbergen

Gemeinde Laar

Gemeinde Legden

Gemeinde Lienen

Gemeinde Lotte

Gemeinde Metelen

Gemeinde Mettingen

Gemeinde Much

Gemeinde Neuenkirchen

Gemeinde Nordkirchen

Gemeinde Nordwalde

Gemeinde Nottuln

Gemeinde Ostbevern

Gemeinde Raesfeld

Gemeinde Recke

Gemeinde Reken

Gemeinde Rosendahl

Gemeinde Saerbeck

Gemeinde Schöppingen

Gemeinde Senden

Gemeinde Südlohn

Gemeinde Wadersloh

Gemeinde Wessterkappeln

Gemeinde Wettringen

GeoDok, Bielefeld

Gertec GmbH, Essen

Gesellschaft für Energiekonversion, Marsberg

Glunz AG - Werk Kaisersesch, Kaisersesch

Goethe-Universität Frankfurt Institut für Molekulare Biowissenschaften, Frankfurt/Main

Groot Zevert Loon- en Grondverzetbedrijf, Beltrum (NL)

Grünes Zentrum Agrar-Service GmbH, Warendorf

### H

H2-BV, Zwolle (NL)

Hanze Wetlands B.V., Appingedam (NL)

Hochschule Ingolstadt, Ingolstadt

Hogeschool van Arnhem en Nijmegen, Arnhem/Nijmegen (NL)

HoSt B.V., Enschede (NL)

Huvepharma, Sofia (Bulgarien)

HZDR - Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf

### I

IEP, Fachhochschule Münster

IFEU – Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH, Heidelberg

IMEZ Bioengineering, Groningen (NL)

Industrieberatung Umwelt GbR, Wistedt i. d. Nordheide

Infront Consulting & Management, Hamburg

Infracor GmbH, Marl

infas enermetric, Greven

### J

Jaske & Wolf Verfahrenstechnik GmbH, Lingen/Ems

JDV Ensys, Nijmegen (NL)

### K

Klass-Filtertechnik GmbH, Türkenfeld

Kreis Steinfurt, Steinfurt

Kreisverwaltung Cochem-Zell, Cochem

### L

Landesamt für Ernährungswirtschaft und Jagd NRW, Düsseldorf

Landesumweltamt NRW, Düsseldorf

Landkreis Coesfeld

Landkreis Borken

Landkreis Osnabrück

Landkreis Steinfurt

Landkreis Warendorf

Landwirtschaftliche Rentenbank

Landwirtschaftskammer Niedersachsen Bezirksstelle Emsland, Meppen

Landwirtschaftskammer NRW, Münster

Landwirtschaft und Kornbrennerei Glitz-Ehringhausen, Werne

Lohmann GmbH, Emsdetten

Lohnunternehmen Moormann-Schmitz GmbH, Kluse

### M

Ministerium für Kultur und Wissenschaft

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz

Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie

Molkerei Naarmann, Neuenkirchen

Molkerei Wiegert, Velen

Moormann-Schmitz GmbH, Kluse

## KOOPERATIONSPARTNER UND AUFTRAGGEBER

### N

NaRoTec e. V., Bad Sassendorf

Native Power Solutions, Emsdetten

Nordluft Wärme- und Lüftungstechnik GmbH & Co. KG, Lohne

### O

Ölmühle Daniels, Hamminkeln

OTS GmbH, Rheine

### P

PlanEt Biogastechnik GmbH, Vreden

Prodede Biomass bv, Enschede (NL)

Prognos AG – Europäisches Zentrum für Wirtschaftsforschung und Strategieberatung, Düsseldorf

Forschungszentrum Jülich GmbH, Berlin und Jülich

Provincie Gelderland, Arnhem (NL)

Provincie Groningen, Groningen (NL)

Provincie Overijssel, Zwolle (NL)

### Q

Qualovis Farmer Automatic Energy GmbH, Laer

### R

Raiffeisen-Warengenossenschaft Emsland-Süd eG, Lünne

Regio Achterhoek, Doetinchem (NL)

REW Regenerative Energie Wirtschaftssysteme GmbH, Quakenbrück

RIELA - Karl-Heinz Knoop e.K., Riesenbeck

ROM3D, Harfsen (NL)

Rückert NatUrgas GmbH, Lauf/Peg

R. Wessendorf Agrar-Service GmbH & Co. KG, Ochtrup

### S

SaerVE · Saerbecker Ver- und Entsorgungsgesellschaft mbH, Saerbeck

Saxion Hogeschool, Enschede (NL)

Setex Textil GmbH, Dingden

Stadt Borgholzhausen

Stadt-Land-Fluss, Städtebau und Stadtplanung, Bonn

Stadtverwaltung Damme, Damme

Stadtwerke Lengerich GmbH, Lengerich

Stadt Ahaus

Stadt Ahlen

Stadt Beckum

Stadt Billerbeck

Stadt Bocholt

Stadt Borken

Stadt Coesfeld

Stadt Drensteinfurt

Stadt Dülmen

Stadt Emsdetten

Stadt Ennigerloh

Stadt Gescher

Stadt Greven

Stadt Gronau

Stadt Hamminkeln

Stadt Hörstel

Stadt Horstmar

Stadt Ibbenbüren

Stadt Isselburg

Stadt Lengerich

Stadt Lüdinghausen

Stadt Münster

Stadt Ochtrup

Stadt Oelde

Stadt Olfen

Stadt Rhede

Stadt Rheine

Stadt Sassenberg

Stadt Sendenhorst

Stadt Stadtlohn

Stadt Steinfurt

Stadt Tecklenburg

Stadt Telgte

Stadt Velen

Stadt Vreden

Stadt Warendorf

Stefan Steverding Sondermaschinen- und Vorrichtungsbau GmbH, Stadtlohn

Stichting Bio-energiecluster Oost-Nederland, Enschede (NL)

Stichting Biomassa, Aalten (NL)

Stichting Groen Gas Nederland, Blaricum (NL)

Stichting kiEMT, Arnhem (NL)

Stimuland, Vilsteren (NL)

### T

THiEL Fördertechnik GmbH, Lönningen

TH Ingolstadt, Institut für neue Energie-Systeme (InES)

TAFH Münster GmbH, Münster

## KOOPERATIONSPARTNER UND AUFTRAGGEBER

### U

Universität Hohenheim, Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie, Stuttgart

Universität Twente, Enschede (NL)

Inenergie B.V., Utrecht (NL)

UTEC Ingenieurbüro, Bremen

### V

Verband der Nordwestdeutschen Textil- und Bekleidungsindustrie e. V., Münster

### W

Wessling Holding GmbH & Co. KG, Altenberge

Willenbrink Stadtentwicklung & Kommunikation, Greven

WIMEX Agrarprodukte, Regenstauf

Wirtschaftsförderungsgesellschaft für den Kreis Borken mbH, Ahaus

Wirtschaftsförderung Kreis Coesfeld GmbH, Dülmen

Wirtschaftsförderungs- und Entwicklungsgesellschaft Steinfurt (WEST), Steinfurt

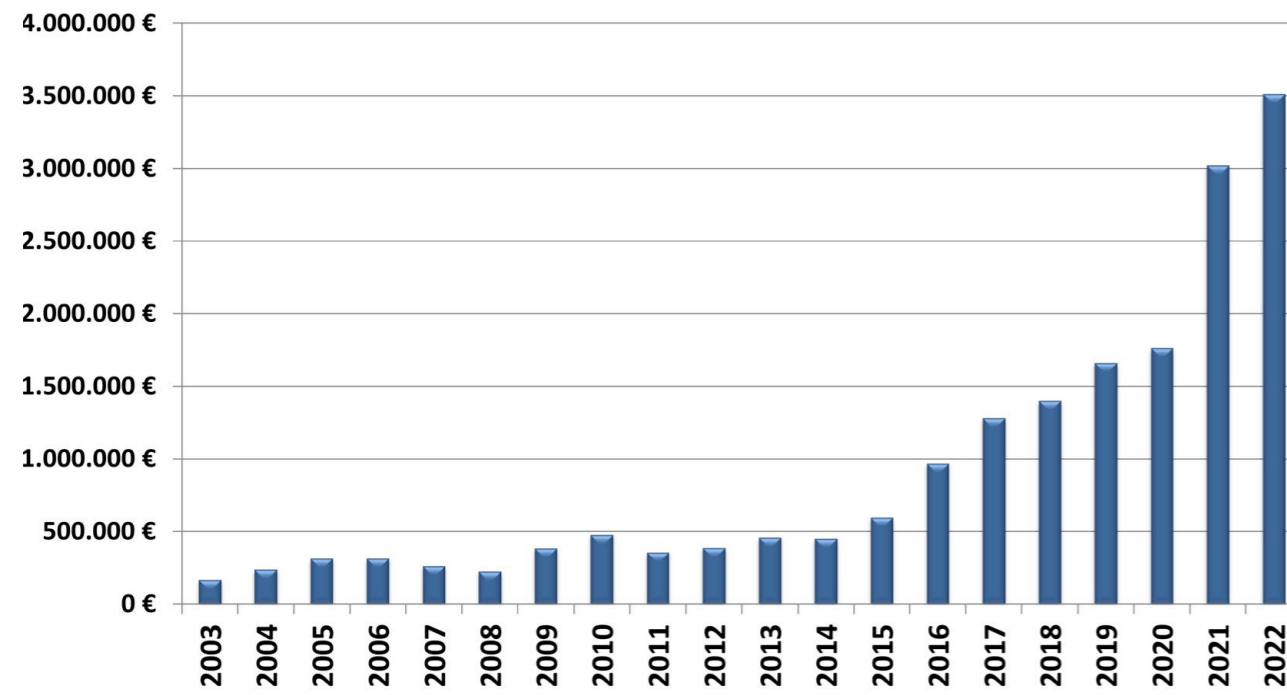
WI Windinvest GmbH, Billerbeck

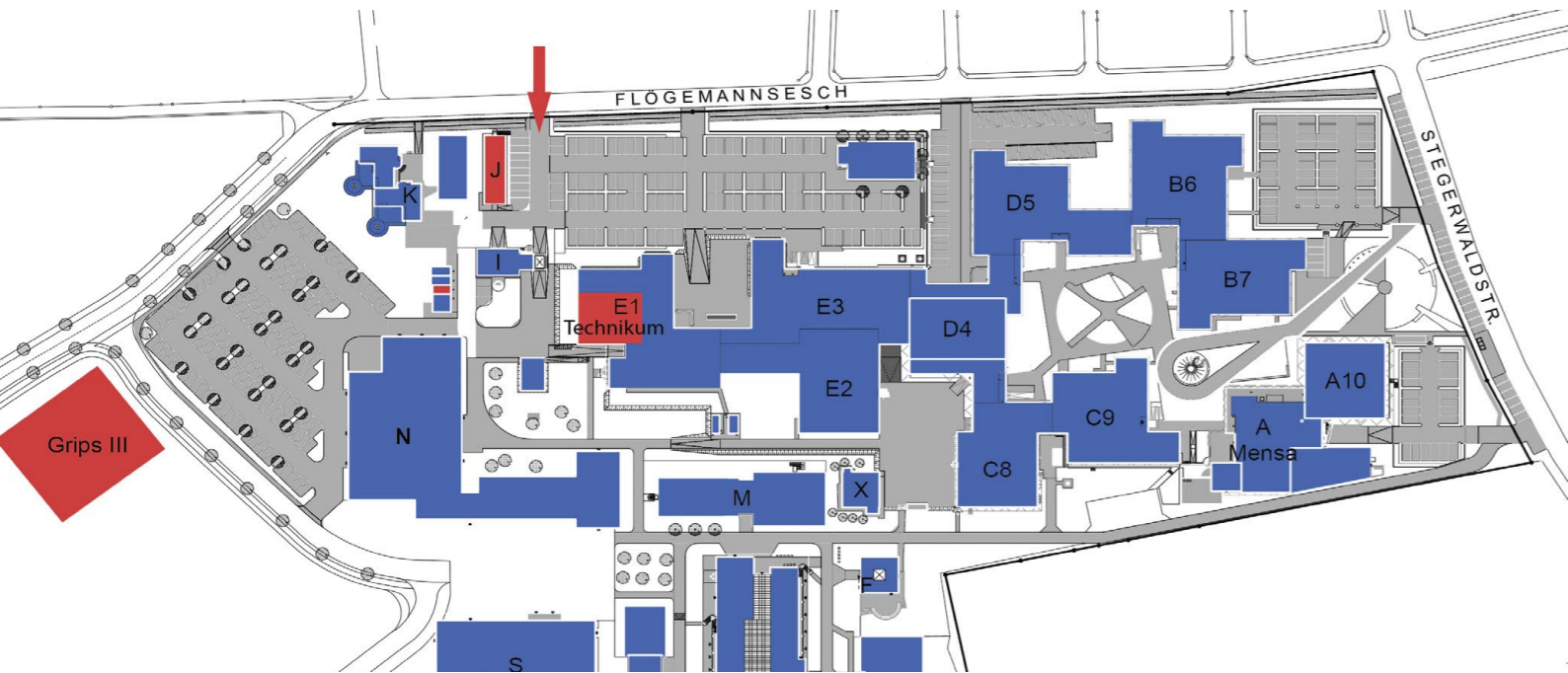
### Z

ZNR Haus Düsse, Bad Sassendorf

## DRITTMITTEL

Drittmittelentwicklung der Forschungsgruppe von Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter und Dr.-Ing Elmar Brüggig





# ANFAHRTSSKIZZE

## ANFAHRTSBESCHREIBUNG

### Kontakt

► Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter  
 Mobil +49 171 9222 933  
 E-Mail [wetter@fh-muenster.de](mailto:wetter@fh-muenster.de)

► Dr.-Ing. Elmar Brüggling  
 Mobil +49 179 5495 281  
 E-Mail [bruegging@fh-muenster.de](mailto:bruegging@fh-muenster.de)

### Anfahrtsbeschreibung Digital



Gebäude J  
(E-Mobilitätszentrum)



Labor/Technikum



GRIPS III



Forschungshalle  
Saerbeck

## ► IMPRESSUM

### Herausgeber

Labor für Umwelttechnik  
 Forschungsteam Prof. Wetter und Dr. Brüggling

Stegerwaldstr. 39  
 48565 Steinfurt  
 Tel +49 2551 9627 25  
 Fax +49 2551 9627 17  
[www.fh-muenster.de](http://www.fh-muenster.de)

Prof. Dr. -Ing. Christof Wetter  
[wetter@fh-muenster.de](mailto:wetter@fh-muenster.de)  
 Mobil +49 171 9222 933

Dr.-Ing. Elmar Brüggling  
[bruegging@fh-muenster.de](mailto:bruegging@fh-muenster.de)  
 Mobil +49 179 5495 281

### Bildnachweise:

Alexander Limbach – [stock.adobe.com](https://stock.adobe.com)  
 bildwerk – [stock.adobe.com](https://stock.adobe.com)  
 LianeM – [stock.adobe.com](https://stock.adobe.com)  
 KPs Photography – [stock.adobe.com](https://stock.adobe.com)  
 eakrin – [stock.adobe.com](https://stock.adobe.com)  
 Askhat – [stock.adobe.com](https://stock.adobe.com)