



HAW
HAMBURG

CC4E



Innovationszentrum für Windenergie,
Systemintegration und Speicher

Strategie und Ziele



Bild: CC4E



Bild: Isabela Pacini

Voraussetzung für einen wirksamen Klimaschutz ist die erfolgreiche Realisierung der Energiewende. Hierfür ist eine technologieoffene Transformation des Stromsystems notwendig – weg von fossilen hin zu erneuerbaren Energien. Das neue Stromsystem muss flexibel auf Schwankungen in der Stromerzeugung reagieren können, wobei sich der Verbrauch von Strom stärker nach dem Stromangebot richten muss. Um das in einem immer komplexeren Stromsystem erreichen zu können, benötigt man eine intelligente Steuerung aller Stromerzeuger und -verbraucher. Genau hier setzt die Projektinitiative **X-Energy** mit den Forschungsthemen **Windenergie, Systemintegration, Energiespeicher** sowie dem interdisziplinären Forschungsfeld **Umwelt und Akzeptanz** an.

Die Forschungspartnerschaft X-Energy wird vom Competence Center für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz (CC4E) realisiert. Das CC4E bündelt als zentrale wissenschaftliche Einrichtung der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW Hamburg) deren vielfältige Aktivitäten und interdisziplinäre Kompetenzen im Bereich der erneuerbaren Energien. Das Themenfeld „Energie und Nachhaltigkeit“ stellt an der HAW Hamburg einen zentralen Forschungsschwerpunkt dar. Durch die Verankerung von X-Energy im CC4E wird dieser maßgeblich in seinem Profil gestärkt.

Ziel des CC4E ist es, zu einem führenden Innovationszentrum in der Metropolregion Hamburg zu werden – mit der Entwicklung von Lösungen für die Zukunftsfähigkeit des Energiesystems. Gestärkt wird dies durch ein Partnerschaftsnetzwerk, das im Rahmen der zahlreichen Forschungsprojekte mit regionalen und überregionalen Unternehmenspartnern stetig ausgebaut wird. Damit möchte das CC4E der HAW Hamburg

- zum Impulsgeber für **exzellente Forschung** werden,
- einen erfolgreichen **Wissenstransfer** fördern und
- die Markteinführung **innovativer Produkte und Dienstleistungen** sicherstellen.

Die Projektkoordination der Forschungspartnerschaft ist dabei auf eine zielgerichtete Verwertung der Projektergebnisse ausgelegt. Dies erfolgt über die Integration des Erkenntnisgewinns in die Wirtschaft und wissenschaftliche Lehre sowie den Know-how-Transfer innerhalb der Partnerschaft.

PROJEKTSTECKBRIEF

X-Energy – Innovationszentrum für Windenergie, Systemintegration und Speicher

Fördersumme	rd. 10,9 Mio. €
Drittmittel Wirtschaft	rd. 1,7 Mio. €
Förderzeitraum	2017-2026 Teilprojekte 1-4 Jahre

Fördermittelgeber:
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Fördermaßnahme:
Starke Fachhochschulen - Impuls für die Region (FH-Impuls)

Projektstruktur:
Strategische Projektinitiative, verankert am CC4E der HAW Hamburg, 24 Teilvorhaben, geleitet von 17 Professor*innen aus 3 Fakultäten, Beteiligung von rd. 20 Industriepartnern



Windenergie

Ein Großteil des wetterbedingt ungleichmäßig anfallenden erneuerbaren Stroms stammt aus Windenergie. Der weitere Ausbau erneuerbarer Energien und die vollständige Integration dieses Stroms in die Netze wird umso besser gelingen, je mehr **Flexibilitäts- und Optimierungspotenziale** erschlossen werden. Zudem müssen die Stromgestehungskosten durch Innovationen weiter gesenkt werden, um die Ausbauziele erreichen zu können. Eine **Steigerung der Effizienz und Erzeugungsleistung** sowie das **Reduzieren von Wartungsaufwand** durch die **Optimierungen der Anlagenkonstruktionen** von Windenergieanlagen (WEA) minimiert die Kosten. Durch gezielte Weiterentwicklung der Steuer- und Regelungstechnik können WEA außerdem dabei helfen, das Stromnetz stabil zu halten.

Zur Förderung der gesellschaftlichen Akzeptanz für Windenergie wächst zudem die Notwendigkeit von Innovationen zur **Verbesserung der Umweltverträglichkeit**. Hierzu gehören der Schutz von Flora und Fauna sowie die Reduktion der Licht- und Schallemissionen von WEA.



Systemintegration

Mit der Energiewende ändert sich die Stromversorgung von einem lastgeführten System, in dem der Strombedarf durch gut regelbare fossile Kraftwerke gedeckt werden konnte, hin zu einem erzeugungsgeführten System, in dem die schwankende Stromproduktion aus Wind und Sonne mit dem Stromverbrauch in Einklang gebracht werden muss. Die Sicherung des Gleichgewichts ist eine unabdingbare Voraussetzung für die Stabilität des Stromnetzes. Gelingen kann dies durch eine **systematische Steuerung und Regelung** einer Vielzahl von Stromerzeugern und -verbrauchern mit Hilfe einer dezentralen Kommunikationsstruktur und innovativen Algorithmen. Eine **Kopplung des Stromsektors mit den Verbrauchssektoren Industrie, Wärme und Mobilität** erhöht die Flexibilität des Gesamtsystems durch steuerbare Großverbraucher und ermöglicht zudem die Dekarbonisierung dieser Sektoren.



Energiespeicher

In Stromnetzen mit steigendem Anteil fluktuierender, erneuerbarer Energien muss die Synchronisation von Verbrauch und Erzeugung durch effiziente Energiespeicher unterstützt werden. Diese sind notwendig, um einerseits **kurzfristige Last- und Erzeugungsschwankungen** auszugleichen und andererseits **langfristige Stromüberschüsse** sinnvoll aufzunehmen bzw. Energiereserven für wind- und sonnenarme Perioden vorzuhalten.

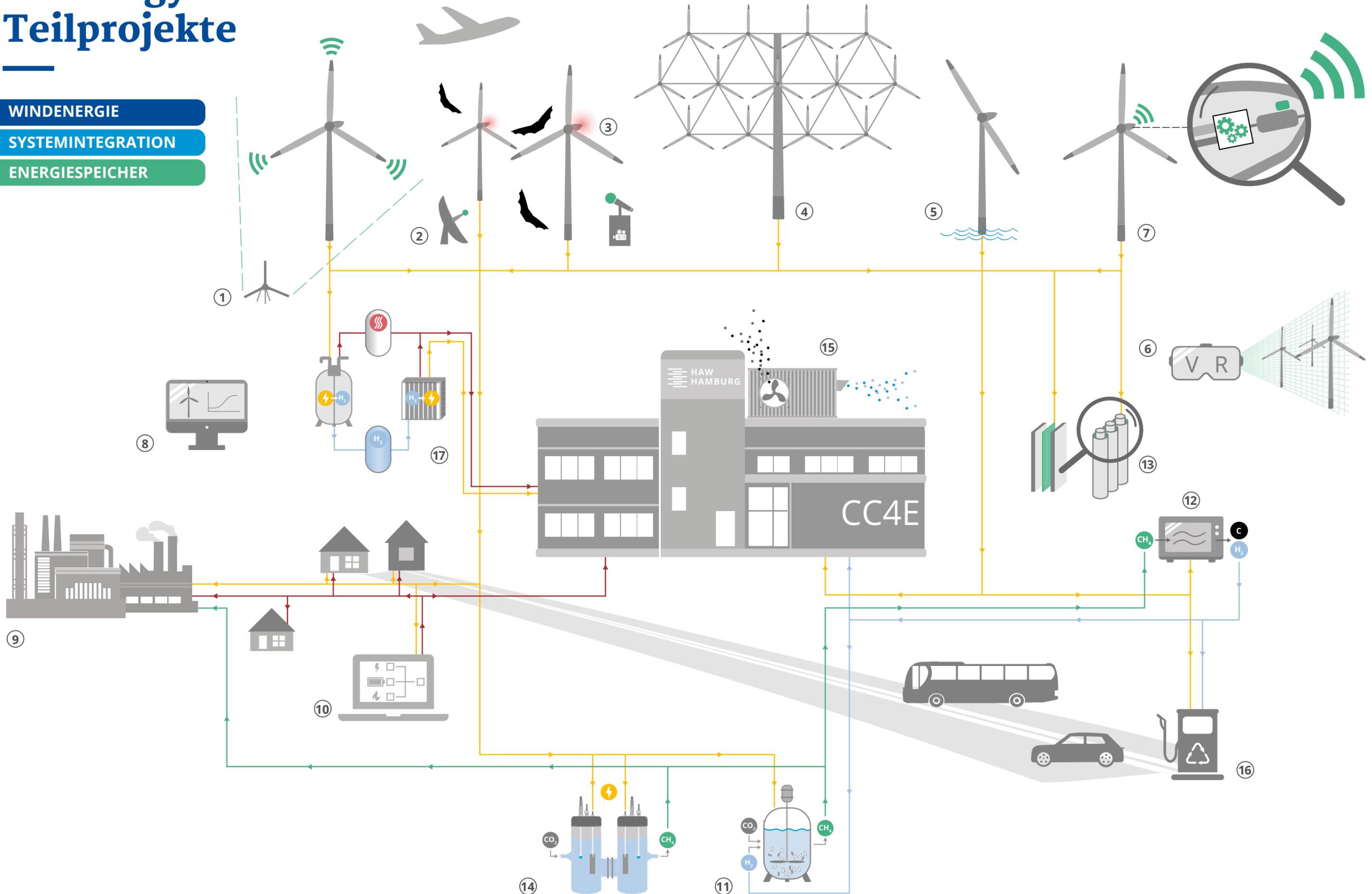
Power-to-X-Konzepte (PtX) machen Stromüberschüsse langfristig für erzeugungsschwache Zeiten verfügbar. Zudem kann Strom durch die Umwandlung in gasförmige oder flüssige Energieträger auch für schwer elektrifizierbare Anwendungen – wie den Schwerlastverkehr oder bestimmte industrielle Anwendungen – verfügbar gemacht werden. **Wärme- und Stromspeicher** hingegen sind vor allem für die dynamische kurz- bis mittelfristige Energiespeicherung geeignet.

X-Energy Teilprojekte

WINDENERGIE

SYSTEMINTEGRATION

ENERGIESPEICHER



VIBROAKUSTIK

1

Der Projektfokus liegt auf der Entwicklung konstruktiver Maßnahmen zur **akustischen Optimierung** der Schallpfade innerhalb des WEA-Triebstrangs mit Hilfe von Simulationen. Dazu wird das akustische Verhalten von Materialien, Bauteilen und Konstruktionen von WEA untersucht. Ziel ist die Reduzierung des mechanischen Schalls, der durch Haupttriebstrangkomponenten (insbesondere Getriebe und Generator) erzeugt wird.



FLEDERWIND

2

Zum **Schutz von Fledermäusen** werden Kollisionsursachen mit WEA erforscht und Risikominderungsmaßnahmen wie standortspezifische Abschaltalgorithmen an Onshore-WEA entwickelt und untersucht. Die räumliche Erfassung von Fledermausanzahl, -art und -flugverhalten erfolgt mit Hilfe einer innovativen Kombination aus Radaranlage, Batcordern und Wärmebildkamera.



X-Radar

3

X-Radar untersucht die Wirkung von **Systemen zur bedarfsgesteuerten Nachtkenzeichnung** (BNK) von WEA auf die **Akzeptanz der Bevölkerung**. BNK-Systeme reduzieren die nächtliche Befehlung von WEA um über 90%, indem sie das Licht nur anschalten, wenn Luftfahrzeuge in der Nähe sind. Im Projekt werden in mehreren Windparks BNK-Systeme mit Transpondertechnologie installiert und Befragungen in der Bevölkerung durchgeführt. Positive Akzeptanzeffekte können Einfluss auf die Marktfähigkeit dieser Systeme haben und die Zustimmung zum WEA-Ausbau bei Bürger*innen fördern.



X-Multirotor & Multirotor DfM

4

Ziel von X-Multirotor ist die **Entwicklung von Anlagenkonzepten für Multirotoren** und deren Vergleich mit einer Dreiblattanlage hinsichtlich der Stromgestehungskosten.

Im Projekt Multirotor DfM („Design for Maintenance“) liegt der Forschungsschwerpunkt auf dem **wartungsfreundlichen Design einer Multirotor-WEA für den Offshore-Einsatz**. Ziel ist es, die Betriebskosten besser abschätzen zu können und verschiedene technische Lösungen zur **Betriebskostenminimierung** zu entwickeln.



X-Rotor Zweiblatt & X-Zweiblatt Floating

5

Ziel von X-Rotor Zweiblatt ist ein **ganzheitlicher Vergleich zwischen Zwei- und Dreiblattanlagen** mit einer Erzeugungsleistung von 20 Megawatt, der die strukturelle Entwicklung von Turbinenkonzepten, Lastsimulationen und das Controllerdesign einschließt.

Im Projekt X-Zweiblatt Floating wird eine Ausdetaillierung des **Zweiblatt-Konzepts für eine im Meer schwimmende WEA** durchgeführt – ein erster Schritt zur Vorentwicklung einer Zweiblattanlage.



X-Eptance Explore

6

Ziel des Teilvorhabens ist die Entwicklung eines **immersiven, mobilen Virtual-Reality-Systems, das Visualisierung und Auralisation** (bildliche Hörbarmachung) einer WEA in unterschiedlichen Betriebsituationen zusammenführt. Grundlage bilden die Messtechnik und die Daten aus dem Projekt X-Eptance Impulse. Mit der neuen Technologie soll die Akzeptanz in Bezug auf die Errichtung neuer WEA verbessert werden.

X-Eptance Impulse

7

Ziel ist die Entwicklung eines preisgünstigen, synchronen, vielkanaligen Messsystems für akustische Signale unter Nutzung modernster, hochintegrierter Komponenten. Dies dient zur permanenten **Messung der Geräuschemissionen aus WEA** und deren Minimierung durch die Anlagensteuerung. Zudem wird eine **Geräuschdatenbank** zur akustischen Fehlerfrüherkennung entwickelt.



X-SmartWind

8

Bei der Standortplanung von WEA ist eine sehr gute Netz- und Systemintegration entscheidend. Daher werden in dem Projekt **Werkzeuge für die Projektplanung, Standortanalyse und -bewertung von Windparks** entwickelt, die den sinnvollen Einsatz technischer Lösungen zur verbesserten Netzintegration von Windparks (z. B. Netzengpassvermeidung) am jeweiligen Standort berücksichtigen.



morFLEX & skaFLEX

9

Ziel von morFLEX ist die Entwicklung generischer Hard- und Softwarelösungen zur **Flexibilisierung des Stromverbrauchs** von Industrieanlagen. Der Fokus liegt hierbei auf der Skalierbarkeit von Flexibilität durch Demand Side Management (Steuerung der Stromnachfrage) in einem Stromsystem.

In skaFLEX wird darüber hinaus die Ertüchtigung „kleiner“ Kraft-Wärmekopplungsanlagen (>100 kW und < 300 kW) für den **handelsoptimierten Stromabverkauf** betrachtet. Ziel ist es, das Zusammenspiel von Einspeisung, Netzbezug und lokalem Verbrauch zu optimieren. Um den Kosten-/Nutzenaufwand zu verringern, sollen automatisierte Prozesse entwickelt werden.



X-Store & L-Store

10

In X-Store werden moderne modellbasierte Methoden der Steuer- und Regelungstechnik weiterentwickelt. Diese stellen den **optimierten Betrieb von Speicherkomponenten** mit unterschiedlichen dynamischen Eigenschaften sicher und verbessern so das Energiemanagement dezentraler Energie-/Wärme-Netzwerke.

Im Projekt L-Store werden **modellbasierte Methoden der Fehlerdiagnose** weiterentwickelt. Diese sind Voraussetzung für eine vorausschauende Instandhaltung und Rekonfiguration lokaler Energiesysteme – insbesondere mit Energiespeichern, erneuerbaren Energieanlagen und Wasserstofftechnologien.



MethaSyn

11

Die biologische Methanisierung ist eine **Sektorkopplungstechnologie**, um regenerativ erzeugte Energie in Form von Methan, dem Hauptbestandteil von Erdgas, zu speichern. Der neuartige Ansatz von MethaSyn ist die **Nutzung einer syntrophen, also voneinander profitierenden, Organismengemeinschaft zur Herstellung von Methan**. Dabei sollen Erkenntnisse über die Zusammensetzung und Kinetik syntropher Mischkulturen die Grundlagen für eine effektive und flexible Methansynthese im industriellen Maßstab schaffen.

MEDEA

12

Ziel von MEDEA ist der Aufbau und Test einer innovativen Anlage zur **plasmakatalytischen Spaltung (Plasmalyse) von Methan (CH₄) in Wasserstoff (H₂) und elementarem Kohlenstoff/Carbon Black (C)**. Basierend auf Mikrowellentechnik soll somit CO₂-neutral bzw. -arm hergestellter Wasserstoff zur Verfügung gestellt werden. Die CO₂-Bilanz des Prozesses im dynamischen, netzdienlichen Anlagenbetrieb sowie die Nutzungsmöglichkeiten des Carbon Black werden szenarienbasiert evaluiert.



TuRoX

13

Redox-Flow-Batterien (RFB) sind **elektrochemische Energiespeicher**. Die Speicherung der Energie erfolgt durch unterschiedliche Salzlösungen (mit Redox-Paaren), die in separaten Tanks gelagert werden. Zur Energieumwandlung durchströmen die Lösungen eine Zelle oder einen Verbund aus mehreren Zellen (Stack) und werden elektrochemisch umgewandelt.

Diese Zellen sind in aktuellen RFB flach/planar. Runde (bzw. tubuläre) Zellen sind im Prinzip günstiger und mit geringerem Materialeinsatz herstellbar. **TuRoX entwickelt tubuläre Zellen und Stacks weiter und prüft die Realisierbarkeit dieser Vorteile**.



DUEME & EmSpe

14

Ziel von DUEME ist die Erforschung der Elektromethanogenese, also einer biogenen **Umwandlung von Strom zu Methan**. Die Besonderheit hierbei ist, dass dieser Prozess in einem einzigen Schritt erfolgen soll – ohne eine zwischengeschaltete Elektrolyse.

Im Projekt EmSpe soll die Frage beantwortet werden, ob bei der Elektromethanogenese lokal an der Kathode Wasserstoff als Zwischenprodukt erzeugt wird, oder ob Strom direkt biogen zu Methan umgesetzt werden kann. Ziel ist es, die **Prozesseffektivität der Elektromethanogenese** zu steigern.



ClosedCarbonLoop (CCL)

15

Am Technologiezentrum Energie-Campus des CC4E wird der Anlagenkomplex, bestehend aus Blockheizkraftwerk (BHKW), Elektrolyse und Methanisierung, um eine **CO₂-Adsorptionsanlage** erweitert. Ziel dieser Erweiterung ist es, den mit der Verbrennung von Gas verbundenen Kohlenstoffkreislauf klimaneutral zu schließen: regenerativer Strom + CO₂ aus Luft → Power to Gas → Rückverstromung im BHKW und CO₂-Abgabe an Umgebungsluft. Hierbei werden Regelalgorithmen für den netzdienlichen Betrieb erprobt und evaluiert.

READi-PtL & KLIMAKRAFT

16

Unter Verwendung des zweistufigen READi™-Verfahrens erfolgt die **Umwandlung von organischen Reststoffen und elektrischer Energie in flüssige Kohlenwasserstoffe**. Bei diesem Vorgehen wird Elektrolyse-Wasserstoff verwendet, um aus fetthaltigen Abfällen wie beispielsweise Frittierfett, flüssige Kohlenwasserstoffe herzustellen, die wiederum als Basis für nachhaltige Kraftstoffe dienen.

Im Projekt KLIMAKRAFT wird das READi™-Verfahren weiter optimiert, um eine **Skalierung und den Dauerbetrieb in einer Prototypenanlage** zu erreichen. Eine kontinuierliche Feststoffausschleusung der im Prozess gebildeten festen Rückstände soll skaliert, installiert und betrieben werden. Zudem wird das Verfahren auf **andere Rohstoffe wie z. B. Kunststoffabfälle** übertragen.



Hymenspiel

17

Das Projekt Hymenspiel entwickelt, errichtet und erforscht ein **innovatives und integratives Energieversorgungskonzept für ein Quartier** (Energiecampus Bergedorf). Die lokale Nutzung von Strom aus Photovoltaik, Wind und (Ab-)Wärme soll durch einen Anlagenverbund aus Elektrolyseur inklusive Wasserstoffspeicher und Rückverstromung mittels Brennstoffzelle maximiert werden. Ziel ist es, neben der technischen Umsetzung verschiedene Betriebsweisen zu erproben, um die Anlagen möglichst netzdienlich zu betreiben und einen hohen Selbstversorgungsgrad zu erreichen.

IMPRESSUM

HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN HAMBURG
Competence Center für Erneuerbare Energien und EnergieEffizienz (CC4E)

Steindamm 96
20099 Hamburg

Pressekontakt:
T +49 40 428 75-5828
www.xenergy-hamburg.de
www.cc4e.de

Herausgeber:
Leiter des CC4E
Prof. Dr.-Ing. Hans Schäfers

Projektmanagement:
Steuerungsgremium
Prof. Peter Dalhoff, Prof. Dr.-Ing. Peter Wulf

Partnerschaftssprecher
Mike Blicher
mike.blicker@haw-hamburg.de

Innovationsmanagement
Dr. Oliver Arendt, Nadja Grupe, Lisa Pinkowski
xenergy@haw-hamburg.de

Redaktion:
Team X-Energy

Konzeption und Gestaltung:
Jenny Capel, Frederik Engelbrecht, Louis Fraser, Nina Laskowski

