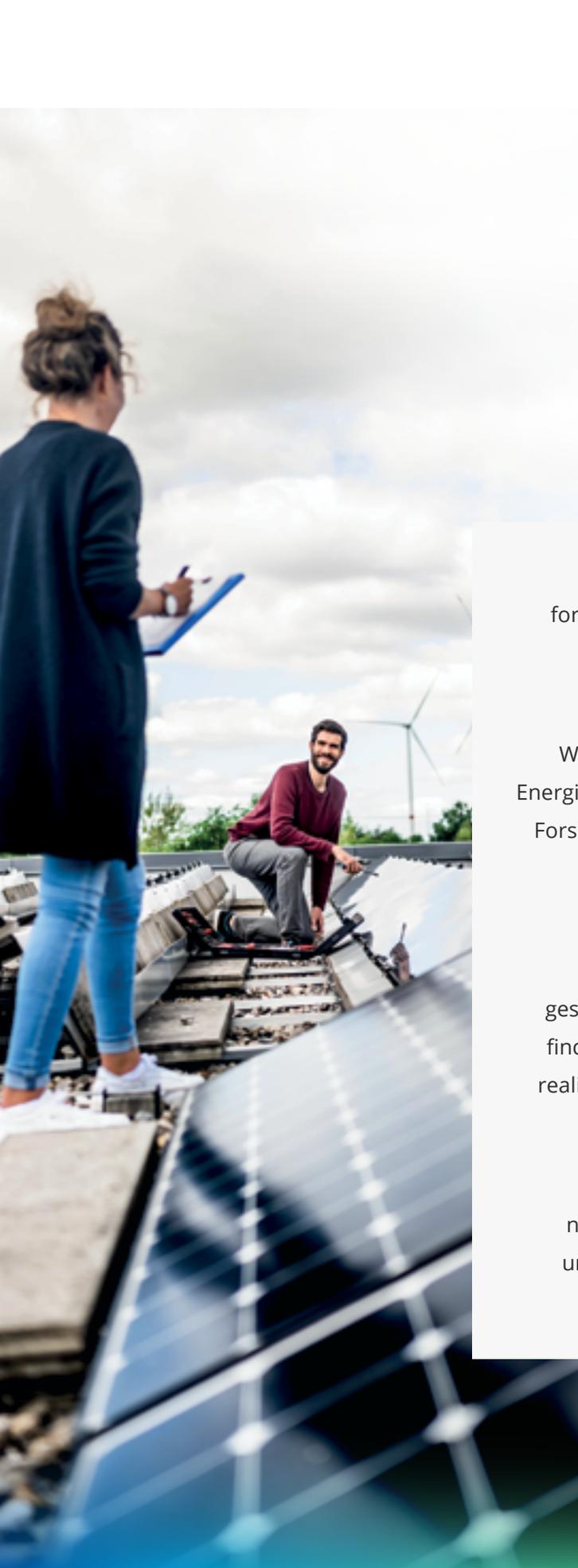


A modern, two-story building with a grey facade and large windows. The building has a curved corner and a prominent entrance with glass doors. The letters 'CCAE' are visible on the side of the building. The sky is blue with white clouds. The foreground is a paved area with a blue and green gradient.

Lösungen für die Energiewende

**Competence Center für Erneuerbare Energien
und EnergieEffizienz**



Gesellschaft

wie wir uns einbringen

Wir transferieren unser praxis- und forschungsrelevantes Wissen in Studium und Weiterbildung.

Wir möchten Interessierte auf die Reise der Energiewende mitnehmen, zum aktuellen Stand der Forschung informieren und einen gemeinsamen Dialog schaffen.

Wir sehen die Energiewende als gesamtgesellschaftliche Herausforderung und finden Lösungen in einem marktwirtschaftlich realisierbaren und sozial nachhaltigen Rahmen.

Wir leisten mit unserer Forschung einen nachhaltigen Beitrag zu wirksamem Klima- und Umweltschutz – für die Erhaltung einer lebenswerten Welt.

Partner

der Mehrwert für Sie

Wir verfügen mit dem Technologiezentrum Energie-Campus und dem angeschlossenen Windpark über eine einzigartige Forschungsausstattung.

Wir setzen in unserer Forschung und bei der Lösungsfindung auf eine hohe Interdisziplinarität.

Wir zeichnen uns durch langjährige Erfahrungen in der Energieforschung, starkes Projekt-Know-how und zukunftsorientiertes Innovationsmanagement aus.

Wir sind in der Metropolregion Hamburg stark vernetzt und pflegen einen vertrauensvollen Umgang mit unseren Partner aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik.





Energiezukunft

Nachhaltige Lösungen für die Energieprobleme der Gesellschaft.



Unsere Motivation ist die Leidenschaft, Wege zur nachhaltigen Energieversorgung zu entwickeln – für die Erhaltung einer lebenswerten Welt.

DAS CC4E

Das Competence Center für Erneuerbare Energien und EnergieEffizienz (CC4E) ist eine zentrale wissenschaftliche Einrichtung der HAW Hamburg, die sich interdisziplinär den gegenwärtigen und zukünftigen Herausforderungen der Energiewende annimmt. Entwickelt werden praxisnahe Lösungen für ein breites Spektrum an technologischen, gesellschaftlichen, politischen und wirtschaftlichen Problemstellungen – von der Idee bis zur Umsetzung. Damit leistet das CC4E einen nachhaltigen Beitrag zu wirksamem Klima- und Umweltschutz.

Wir sehen es auch als wichtige Aufgabe, uns intensiv mit der Gesellschaft über die Veränderungen im Rahmen der Energieversorgung von morgen auszutauschen und sie durch die Inhalte und Ergebnisse der Forschungsprojekte für die Energiewende zu begeistern.

Stark verankert in der Metropolregion Hamburg übernehmen wir eine wichtige Schnittstellenfunktion zwischen Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft. Hierbei setzen wir auf den Dreiklang aus Forschen, Vermitteln und Vernetzen.

Ziel ist die Forschung gemeinsam mit Industrie- und Forschungspartnern, die Vermittlung des Know-hows in die Wissenschaft und Gesellschaft sowie die Vernetzung der relevanten Branchenpartner, um Synergiepotenziale auszuschöpfen.

Mit unserem Technologiezentrum Energie-Campus und dem angrenzenden Windpark Curslack haben wir eine starke Infrastruktur geschaffen und bauen unsere Kompetenzen im Rahmen der vielfältigen Forschungsprojekte stetig aus. Durch die erfolgreiche Umsetzung innovativer Projekte im Umfeld der erneuerbaren Energien erhöhen wir die Sichtbarkeit der HAW Hamburg und sind auf diesem Gebiet eine der bedeutendsten wissenschaftlichen Einrichtungen in Norddeutschland.

Die Grundlage für eine erfolgreiche Umsetzung unserer Ziele bildet unser wertschätzender Umgang untereinander und mit unseren Partner*innen. Dabei öffnen wir uns auch über die Projekte hinaus gegenüber den Themen Nachhaltigkeit und Umweltbewusstsein.



Forschungsschwerpunkte

Die Energiewende als gesamtgesellschaftliche Herausforderung zu begreifen, bedeutet, Lösungsfindungen interdisziplinär zu denken.

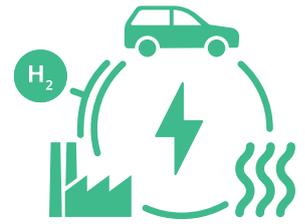
ENERGIEFORSCHUNG

Das Kompetenzspektrum in Kombination mit der technischen Forschungsausstattung am Technologiezentrum Energie-Campus, und der engen Zusammenarbeit mit Partner*innen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik, zeichnen die Forschungstätigkeit am CC4E besonders aus. Die inhaltlichen Kernkompetenzen des CC4E liegen in den Bereichen:

- Sektorkopplung und Wasserstoff
- Wärme
- Windenergie
- Gesellschaftliche Transformation und Akzeptanz

Das CC4E hat über alle inhaltlichen Forschungsschwerpunkte hinweg eine sehr starke **Projektkompetenz** – von der Idee, über die Konzeption, Beantragung, Steuerung bis zur inhaltlichen Ausführung. In diesem Rahmen legt das CC4E auch besonderen Wert auf das hierfür relevante **Innovationsmanagement**, in dem es maßgeblich um die systematische Steuerung und Planung von Projekten geht. Zudem gilt es Technologie- und Marktbewertungen durchzuführen und Innovationen in den Markt zu bringen.

Das übergeordnete Ziel gemäß des neuen Klimaschutzgesetzes der Bundesregierung ist die verbindliche Reduzierung von Treibhausgasemissionen bis 2030 um 65 % gegenüber dem Jahr 1990. Für das Jahr 2040 gilt ein Minderungsziel von mindestens 88 %. Bereits bis 2045 soll Deutschland Treibhausgasneutralität erreichen und bis 2050 strebt die Bundesregierung negative Emissionen an. Dann soll Deutschland mehr Treibhausgase einbinden, als es ausstößt. Um diese Ziele erreichen zu können, betreibt das CC4E intensive Forschungsarbeit. Gemeinsam leisten wir unseren Beitrag zum Gelingen der Energiewende.



SEKTORKOPPLUNG UND WASSERSTOFF

Die Sektorkopplung spielt eine tragende Rolle für die gesamtheitliche Energiewende. Dabei geht es insbesondere um die Verbindung der Erzeugung durch erneuerbare Energien auf der einen Seite und den Verbrauch in den Sektoren Industrie, Mobilität und Gebäudewärme auf der anderen Seite. Um die Energiewende zielführend und konsequent voranzutreiben, gilt es, die technischen Anlagen, Infrastrukturen und Märkte der verschiedenen Sektoren – sowohl sektorübergreifend als auch in sich – stärker aufeinander abzustimmen, um so ein flächendeckendes, intelligentes Energiesystem zu etablieren. Dies stellt das Gesamtsystem der Energieversorgung vor neue Herausforderungen. Eine besondere Anforderung ist die Flexibilität des Systems, d. h. die Fähigkeit, auf Erzeugungsschwankungen reagieren zu können. Ein wichtiger Baustein sind hierbei Power-to-Gas Technologien. Mit der Umwandlung von elektrischer Energie zu Wasserstoff, durch die sogenannte Elektrolyse, kann Energie mittel- und langfristig gespeichert und vielfältig genutzt werden. Bei Bedarf kann die Energie in Brennstoffzellen und wasserstofffähigen Kraftwerken – idealerweise unter Nutzung der Abwärme – zurückverstromt werden. Alternativ kann die Energie als Kraftstoff in Brennstoffzellenfahrzeugen, in Bereichen, in denen batterieelektrische Fahrzeuge nicht einsatzfähig sind, eingesetzt werden. Außerdem können Wasserstoff und Wasserstoffderivate in der Industrie stofflich genutzt werden, um fossile Rohstoffe zu ersetzen.

Das CC4E fokussiert sich in seiner Forschungsarbeit auf **grünen Wasserstoff**. Hierfür wird der für die Elektrolyse benötigte Strom aus erneuerbaren Energien gewonnen. Ein weiteres Forschungsthema ist die Erzeugung von türkisem Wasserstoff. Dieser entsteht durch die Aufspaltung von Methan zu Wasserstoff und elementarem Kohlenstoff. Der pulverförmige, reine Kohlenstoff – auch Carbon Black – genannt, ist somit als Feststoff langfristig gebunden und kann bei Bedarf schließlich wieder in Industrieprozessen eingesetzt werden. Damit zielt die Forschungsarbeit auf die Herstellung CO₂-neutralen oder sogar negativen Wasserstoffs. Außerdem betreibt das CC4E eine Anlage zur Abtrennung von CO₂ aus der Umgebungsluft (CO₂ Direct Air Capture) und dessen weitere Nutzung (siehe Seite 2).

Zur konkreten Erprobung der unterschiedlichen Technologien im Bereich Sektorkopplung nutzt das CC4E die technische Forschungsausstattung am Technologiezentrum Energie-Campus, das als „netzreaktives Gebäude“ betrieben wird (siehe Seite 14 f.). Zudem wird an Anlagen von Projektpartnern gearbeitet, die für Forschungszwecke zur Verfügung gestellt werden.

Die zentralen Forschungsthemen sind Netzdienlichkeit, Netzintegration, Speicherung und Lademanagement: Der Forschungsbereich **Demand Side Integration** befasst sich insbesondere mit der **netzdienlichen Nutzung** des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms. Hierfür sind am Technologiezentrum Energie-Campus sowohl Energieerzeuger als auch unterschiedliche, flexible Stromverbraucher eingebunden. Im Bereich **Energiespeicherung** werden mit Hilfe von Batterie-, Wasserstoff-, Methan-, Wärme- und Kältespeichern unterschiedliche Speicherkonzepte entwickelt und erprobt. Um Lösungen zur Systemintegration erneuerbarer Energien zu erforschen, wurde im Rahmen eines Forschungsprojekts zusätzlich ein Batteriespeicher im Forschungswindpark Curslack betrieben*. Zudem wird untersucht, wie mit Hilfe von intelligenten und variablen **Steuer- und Regelungskonzepten** die Energieeffizienz optimiert werden kann. Hierzu zählt auch ein **intelligentes Lademanagement**, das den Anteil lokal erzeugter erneuerbarer Energien erhöht und Ladeleistungen maximiert. Softwarelösungen unterstützen wiederum den netzdienlichen Ladebetrieb.

* Da das Forschungsprojekt ausgelaufen ist, wurde der vom Projektpartner zur Verfügung gestellte Batteriespeicher abgebaut. Die Infrastruktur und Teilkomponenten sind nach wie vor vorhanden und Anschlussprojekte in Planung.



WÄRME

Die Energiewende war in den vergangenen Jahren in der öffentlichen Wahrnehmung nahezu ausschließlich vom Stromsektor geprägt. Doch nicht nur im Stromsektor, auch in den Bereichen Wärme, Kälte und Verkehr müssen fossile Energieträger sukzessiv durch erneuerbare Energien ersetzt werden. Gerade im Wärmebereich werden zunehmend erhebliche Potenziale für die Dekarbonisierung des Energiesystems deutlich. Aktuell wird in Deutschland etwa die Hälfte des Endenergiebedarfs für die Wärmeversorgung genutzt, daher ist die Gewährleistung einer klimafreundlichen, zuverlässigen und bezahlbaren Wärmeversorgung zentral für das Gelingen der Energiewende.

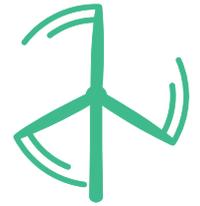
Die Versorgung mit Wärme ist grundlegend anders strukturiert als die Stromversorgung. Im Gegensatz zur elektrischen Energie lässt sich Wärme aufgrund der hohen Verluste nicht sinnvoll über längere Strecken transportieren. Die Wärmeerzeugung muss also deutlich dezentraler und vor allem näher am Verbrauchsort angesiedelt sein als die Stromproduktion. Hierzulande verfügen die meisten Gebäude über eine eigene Wärmeerzeugung. Wenige Ausnahmen bilden Gebäude, die ihre Wärme aus Wärmenetzen beziehen. Derartige Versorgungssysteme gilt es weiter auszubauen und zu optimieren, um die Wärmeversorgung auf erneuerbare Wärmequellen umzustellen, wie beispielsweise Geothermie, Solarthermie, Wärmepumpen, Abwärme aus Industrie und Gewerbe sowie Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) basierend auf nachwachsenden oder synthetischen Rohstoffen. Hier setzen mehrere Forschungsarbeiten am CC4E an.

Forschungsschwerpunkt des CC4E ist die **Wärmenetztransformation**. Dies beinhaltet vor allem die Entwicklung und Steuerung von intelligenten Wärmenetzen sowie die Erarbeitung von Transformationsstrategien in der Fernwärme hin zu einer vollständig erneuerbaren Versorgung. Die Kernkompetenz liegt in der Modellierung, der verteilten Simulation von thermischen Systemen und in der Entwicklung von Überwachungs-, Steuerungs- und Regelungsalgorithmen.

Vor diesem Hintergrund untersucht das CC4E wie z. B. **flexible KWK-Anlagen** genutzt werden können. Ziel ist es, aktiv auf fluktuierende Stromnachfrage reagieren zu können. Gleichzeitig prüfen Forschende, wie **Wärmespeicherpotenziale** mit Hilfe von städtischen Infrastrukturen erhöht werden können. In diesem Rahmen wird auch untersucht, wie ein **Aquifer-Wärmespeicher** in ein intelligentes Wärmenetz eingebunden werden kann. Aquifere sind natürliche, abgeschlossene Gesteinsformationen, die tief unter der Erde Grundwasser führen. In diesem Grundwasser lässt sich thermische Energie langfristig speichern. Damit dienen Aquiferspeicher vorwiegend der Abdeckung saisonaler Bedarfsschwankungen. Ein weiterer relevanter Bereich für die Steuerung der Bedarfs- bzw. Verbraucherseite ist ein intelligentes **Demand Side Management**. Dies erhöht Einsparpotenziale und kann erheblich zur Effizienzsteigerung des Wärmenetzbetriebs beitragen. In den vielfältigen Forschungsansätzen wird mit komplexen Simulationen gearbeitet, deren Ergebnisse zusätzlich in Feldtests erprobt werden. Neben der technischen Seite wird auch die

marktwirtschaftliche Seite betrachtet: So wird erforscht, wie **neuartige Handels-, Vermarktungs- und Nachweismechanismen** einen Beitrag zur Dekarbonisierung der Fernwärme leisten können.

Auch dieser Kompetenzbereich macht sich die Infrastruktur des Technologiezentrums Energie-Campus zunutze und arbeitet kontinuierlich an der Weiterentwicklung und dem Betrieb des dort etablierten Smart Grid-Labors.



WINDENERGIE

Durch den rasanten Ausbau der Windenergie in Deutschland – sowohl onshore als auch offshore – müssen Windenergieanlagen einen immer größeren Beitrag zur Versorgungssicherheit leisten. Ein wichtiger Aspekt ist hierbei die Bereitstellung von Regelleistung. Diese wird benötigt, um kurzfristige Ungleichgewichte zwischen Erzeugung und Verbrauch auszugleichen. In der Vergangenheit wurde dieses Ungleichgewicht durch fossile Energieträger aufgefangen, da weder Regularien noch technische Voraussetzungen eine Systemsicherheit durch Windenergie ermöglicht haben. Wie künftig eine kurzzeitige Bereitstellung von Regelleistungen ermöglicht werden kann, ist eine der Forschungsfragen, mit denen sich das CC4E befasst.

Ein Großteil der Forschung untersucht auch die **Ertrags- und Lebensdaueroptimierung** von Windparks. Die Besonderheit stellt hier die Forschung an realen Anlagen im eigenen Forschungswindpark Curslack dar, der direkt an das Technologiezentrum Energie-Campus angebunden ist (siehe Seite 16 sowie Seite 14). Die hier gewonnenen Erkenntnisse können auf neue Windparkprojekte übertragen werden. Besonders wichtig ist beispielsweise die Untersuchung von **Nachlauferturbulenzen** und welchen Effekt diese auf die gegenseitige Beeinflussung von Windenergieanlagen haben. Durch intelligentes **Sektormanagement** können Belastungen auf nachfolgende Anlagen reduziert und **Windparklayouts** optimiert werden. Im Rahmen der Forschung rund um das Thema **Anlageneffizienz** steht die Erhöhung der Anlagenzuverlässigkeit bei gleichzeitiger Reduzierung des Materialeinsatzes im Fokus. Schadenszustände sollen möglichst

genau prognostiziert und schließlich Ausfälle reduziert werden. Hierbei unterstützt ein im Forschungswindpark installiertes Condition Monitoring System.

Ein innovativer Forschungsansatz ist die **Entwicklung von Konzeptdesigns für Multirotor- und Zweiblattwindenergieanlagen**. Hintergrund ist es zum einen, Windenergieanlagen durch ihr Design bestmöglich der Umgebung und einflussgebenden Kräften anzupassen, und zum anderen, wartungsfreundliche Designs zu entwickeln, um Service- und Reparaturkosten zu reduzieren. In Verbindung mit den Zweiblattanlagen werden auch schwimmende Plattformen untersucht, die einen Einsatz in den Windparks der nächsten Generation für Tiefwasserstandorte ermöglichen.

Ein weiterer Forschungsaspekt ist die akustische Optimierung der Getriebe- und Generatorgehäuse von Windenergieanlagen. Ziel ist nicht nur die **Geräuschreduzierung** als solche, sondern auch die Nutzung der

Akustik zur **Fehlerfrüherkennung**. Hierfür arbeitet das Forschungsteam des CC4E mit einer für Dauermessungen optimierten wetterfesten akustischen Kamera auf Basis von MEMS-Mikrofonen (Micro-Elektronisch-Mechanische-Systeme). Mit anderem Schwerpunkt besteht hier eine inhaltliche Verbindung zu der virtuellen Auralisation des Forschungswindparks. Fokus liegt auf der audiovisuellen (Klang-)Landschaft, die die Geräuschkulisse im Windpark und in dessen Umgebung in einem virtuellen Raum wiedergibt. Zusätzlich soll ein sogenannter Noise-Watch-Dog Schallimmissionen der Windenergieanlagen in Echtzeit messen und die Ergebnisse automatisch mit der Regelung des Windparks verbinden, um so den schallreduzierten Betrieb zu optimieren. Das CC4E schafft hier eine wichtige Schnittstelle zur Wissenschafts- und Bürgerkommunikation.

CC4E Forschungswindpark Curslack in ca. einem km Entfernung zum Technologiezentrum Energie-Campus





GESELLSCHAFTLICHE TRANSFORMATION UND AKZEPTANZ

Neben der technologischen Forschung und Entwicklung beschäftigt sich das CC4E im Rahmen der Energiewende mit Fragen zu Umweltauswirkungen, gesellschaftlicher Akzeptanz und Transformationsprozessen. Das CC4E strebt an, die wachsende Komplexität der Herausforderungen der **Energiewende als gesamtgesellschaftliche Aufgabenstellung** zu begreifen und in marktwirtschaftlich realisierbare und zugleich sozial nachhaltige Ansätze zu überführen. Der Kompetenzbereich zeichnet sich durch eine besonders hohe **Interdisziplinarität** aus. Die breite fachliche Expertise ermöglicht sowohl ökologische, sozialwissenschaftliche, didaktische als auch ökonomische Perspektiven auf aktuelle Fragestellungen der Energiewende.

Die Umwelt- und die Sozialforschung im Windpark Curslack untersuchen beispielsweise mögliche Auswirkungen der Windenergieanlagen auf Anwohner*innen und Umwelt. Unter anderem wird aktuell an der Ermittlung des **Kollisionsrisikos von Fledermäusen** mit Windenergieanlagen unter Einsatz technischer Erkennungssysteme geforscht. Außerdem wird der Einfluss einer **bedarfsgesteuerten Nacht Kennzeichnung** auf die Akzeptanz von Windenergie untersucht. Die für die Luftsicherheit notwendige Beleuchtung der Windenergieanlagen wird hierzu mit einem technischen System um mehr als 90 % reduziert. Ob dies zu einer signifikanten Akzeptanzsteigerung unter den Anwohner*innen führt und wie sich der Einführungsprozess der Technologie in der Praxis gestaltet, ist eine der sozialwissenschaftlichen Forschungsfragen am CC4E.

Der ökonomische Schwerpunkt des CC4E forscht an **neuen Markt- und Geschäftsmodellen**. Hier steht die Frage im Vordergrund, welche Strukturen und Regularien erfüllt werden müssen, damit entwickelte technische Innovationen am Markt implementiert werden können. Konkret geht es um die Identifizierung von gesamtwirtschaftlich geeigneten Einsatzbereichen von Wasserstofftechnologien sowie die wissenschaftliche Unterstützung von Praxispartnern aus den Bereichen Erzeugung, Mobilität und Industrie in der konkreten Implementierung dieser Technologien. Zudem wird an einer ESG-Due-Diligence gearbeitet. ESG beschreibt Kriterien aus den Bereichen Umwelt (**E**nvironmental), Soziales (**S**ocial) und verantwortungsvolle Unternehmensführung (**G**overnance). Ziel ist es also ein Instrument zur Unternehmensprüfung anhand von Nachhaltigkeits-

kriterien zu entwickeln, das auf aktuellen EU-Vorgaben (bspw. Taxonomie-Verordnung) beruht. Ein derartiges Tool wird zukünftig entscheidend für die Bewertung von Unternehmen und Investitionsentscheidungen sein.

Einen weiteren Schwerpunkt bildet die Begleitung von technologischen Vorhaben mit **sozioökonomischen Fragestellungen**. Im Fokus der Sozialforschung steht hier, wie die industrielle Nutzung und damit der Markthochlauf von Sektorkopplungstechnologien durch die Einbindung aller jeweils relevanten Anspruchsgruppen beschleunigt werden kann.

Als Teil der Hochschule beschäftigt sich das CC4E über die klassische Lehre hinaus mit dem Bereich **Weiterbildung und Qualifizierung**. Hierfür werden bedarfsorientierte Lernangebote und passende Lernplattformen für die breite Gesellschaft sowie für Fachpersonal zur Präsenz- und Online-Lehre (weiter-)entwickelt (siehe Seite 10).

Die am CC4E durchgeführten Forschungsvorhaben werden stets durch entsprechende Projekt- und Ergebniskommunikation begleitet. Ziel ist es, sich intensiv, im Sinne von **Partizipation und Transdisziplinarität**, mit Bürger*innen und gesellschaftlichen Vertreter*innen über die zukünftigen Veränderungen der Energieversorgung auszutauschen. Hierzu zählt neben der Vermittlung von relevantem Wissen und Informationen auch die Erhebung von Interessen und Einstellungen sowie der gemeinsame Dialog über zukünftiges Handeln. Dadurch sollen Akzeptanz und Unterstützung im Hinblick auf Nachhaltigkeit und Energiewende im persönlichen Umfeld gesteigert werden.

Forschung an der biologischen Methanisierung im Technologiezentrum Energie-Campus in Hamburg-Bergedorf.





Studium und Weiterbildung

Bildung, Digitalisierung, Klimaschutz: Kostenfreie Lernportale zum Thema Energiewende.

Das CC4E sieht sich in der Verantwortung, nicht nur zur Energiewende zu forschen und zu informieren, sondern auch aktiv Wissen in die breite Gesellschaft zu vermitteln. Zudem könnte ein drohender Fachkräftemangel als Hindernis für die erfolgreiche Umsetzung der Energiewende gesehen werden. Um dem entgegenzuwirken, stellt das CC4E u. a. allgemein zugängliche und kostenfreie Lernportale zur Verfügung.

Vertiefungsmöglichkeiten gibt es hier:

[HowToChangeARunningSystem.info](https://www.howtochangea-running-system.info) richtet sich an jüngere, interessierte Jugendliche und Erwachsene – von der Oberstufe bis zum Berufseinstieg. Das Lernportal unter Creative Commons Lizenz vermittelt niedrigschwellig und anschaulich Hintergrundwissen zur Klimakrise und Energiewende. In den fünf Kapiteln Klimakrise, Energieträger, Systemwandel, Denkwende und Eigeninitiative soll mit Hilfe von Videos, Infografiken und Kurztexten die Story der Energiewende so erzählt werden, dass sie Lust macht, sich mit ihr auseinander zu setzen. Damit werden Impulse für das eigene Handeln gesetzt. Zudem bietet die Seite zahlreiche Vertiefungsmöglichkeiten in verschiedene Aspekte der Energiewende.

[Energiewende-Campus.de](https://www.energie-wende-campus.de) bietet Fachinformationen zur Energiewende. Damit richtet sich das Portal in erster Linie an berufliche Quereinsteiger*innen, die ihr Know-how im Bereich der erneuerbaren Energien ausbauen möchten und einen ersten fachlichen Einstieg suchen. Das Lernportal teilt Aus- und Weiterbildungsangebote rund um die Themen Klimawandel, Akzeptanzforschung, Smart Balancing, Digital Leadership und Change-Management. Darüber hinaus umfasst die Plattform viele weitere Erklärvideos zu den forschungsrelevanten und praxisnahen Arbeiten am CC4E.

DIE STUDIENGÄNGE

Als Hochschuleinrichtung gehört es zum Selbstverständnis des CC4E, dass das anwendungsbezogene Wissen zu technologischen, energiepolitischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen aus den Forschungsprojekten in die Lehre einfließt. Das heißt, dass die HAW Hamburg Lehre und Studium im Bereich der erneuerbaren Energien stetig ausbaut und auf eine enge Verknüpfung mit innovativer, anwendungsnahe Forschung und Entwicklung setzt. Zahlreiche Transferpartnerschaften mit Unternehmen und Institutionen sorgen zudem für eine hohe Anwendungsnahe. Besonders in Abschlussarbeiten und Studienprojekten fördern Unternehmen den Nachwuchs mit Fragestellungen aus der Praxis und erhalten kreative Lösungen. Die HAW Hamburg ist die zweitgrößte Hochschu-

le Hamburgs und einer der größten Ingenieurausbilder in Norddeutschland. Gemeinsam mit dem CC4E baut die HAW Hamburg das Studienangebot im Bereich erneuerbare Energien zunehmend aus, integriert relevantes Wissen aus Forschung und Wirtschaft und fördert damit die Interdisziplinarität, die in der Branche zunehmend gefragt ist. Dieser zukunftsweisende Schwerpunktbereich umfasst aktuell jeweils fünf Bachelor- und Masterstudiengänge und bildet rund 2.000 Studierende aus.

Im Rahmen des Promotionskollegs ist es darüber hinaus möglich, an der HAW Hamburg in einem gewählten Fachbereich kooperativ zu promovieren.

Studiengänge mit Schwerpunktbereich erneuerbare Energien

Fakultät	BA/MA	Studiengang
LIFE SCIENCES	B. Sc.	Umwelttechnik
	M. Sc.	Renewable Energy Systems – Environmental and Process Engineering
TECHNIK UND INFORMATIK	B. Sc.	Regenerative Energiesysteme und Energiemanagement - Elektro- und Informationstechnik
	M. Sc.	Nachhaltige Energiesysteme im Maschinenbau
	M. Eng.	Erneuerbare Energien

Studiengänge mit Bezug zu erneuerbaren Energien

Fakultät	BA/MA	Studiengang
LIFE SCIENCES	B. Sc.	Verfahrenstechnik
	M. Sc.	Wirtschaftsingenieurwesen
TECHNIK UND INFORMATIK	B. Sc.	Elektrotechnik und Informationstechnik
	B. Sc.	Maschinenbau und Produktion
	M. Sc.	Automatisierung

EIMSBÜTTEL

WANDS

ALTONA

MITTE

Standorte des CC4E

AM SCHLEUSENGRABEN

Zu den Eckpfeilern des CC4E zählt die Infrastruktur in Bergedorf. Mit dem Technologiezentrum Energie-Campus verfügt das CC4E über ein eigenes Forschungszentrum, in dem ein Großteil des wissenschaftlichen Teams arbeitet. Herzstück sind das Smart Grid-Labor sowie das Windlabor. In unmittelbarer Nähe zum Technologiezentrum befindet sich der Forschungswindpark Curslack – deutschlandweit eine einzigartige Konstellation.

Berliner Tor 21

Steindamm 96

STEINDAMM

Im Steindamm sind die Projektleitungen bzw. das Projektmanagement der Großprojekte, der Bereich Business Development, die Strategieplanung sowie die Leitung des CC4E mit zentralen Funktionen tätig. Von hier aus werden die insgesamt rund 30 laufenden Projekte mit insgesamt etwa 80 Mitarbeiter*innen gesteuert.

BERLINER TOR

Am Berliner Tor ist das Kompetenzteam für Windenergie angesiedelt. Sowohl hier als auch vom Standort Bergedorf-Curslack aus wird die Windenergieforschung betrieben.



BERGEDORF



Technologiezentrum Energie-Campus

Das Technologiezentrum stellt im Systemverbund mit dem Windpark eine einzigartige Infrastruktur dar, die eine anwendungsnahe Forschung in einem netzreaktiven Gebäude ermöglicht.

Bereits bis 2030 sollen Deutschlands Treibhausgasemissionen um 65 % gegenüber 1990 gemindert werden; bis 2040 bereits um 88 %. Bis 2045 soll die Treibhausgasneutralität erreicht sein und der Energiebedarf in Deutschland aus erneuerbaren Energien, im Wesentlichen aus Wind- und Sonnenenergie, gewonnen werden.

Damit die Stromversorgung sicher und stabil ist, muss in jedem Augenblick so viel Strom verfügbar sein, wie auch verbraucht wird. Die Erzeugung erneuerbarer Energien schwankt jedoch, abhängig von Wind- und Sonnenverhältnissen, und entspricht nicht immer dem Verbrauch. Wie können wir also in Zukunft eine sichere und stabile Stromversorgung ermöglichen?

Es gibt einen vielversprechenden Lösungsansatz: Das sogenannte Smart Grid, ein

intelligentes Energienetz. Dabei werden Erzeugung und Verbrauch intelligent aufeinander abgestimmt, etwa durch flexible Stromverbraucher sowie Wärme-, Strom- und Gasspeicher (siehe Seite 4). Dieses Zusammenwirken wird am Technologiezentrum Energie-Campus in Bergedorf entwickelt und erprobt. Hierzu stehen Komponenten für die Energieerzeugung und den Energieverbrauch zur Verfügung und sind im Gebäude unter einem Dach vereint. So kann das Zusammenspiel der verschiedenen Komponenten – gesamtheitlich oder auch in Teilen untersucht werden. Die Besonderheit dabei: Alle Komponenten sind in den Betrieb des Gebäudes integriert.

So wirken die Komponenten beispielhaft zusammen:

Wenn an einem kalten Wintertag aus Wind und Sonne nicht genügend Strom produziert werden kann, wird am Technologiezentrum Energie-Campus das **Blockheizkraftwerk (BHKW)** betrieben. Es produziert für das Gebäude ausreichend Wärme und Strom, überschüssige Wärme wird zwischengespeichert. Nicht benötigter Strom wird ins Stromnetz eingespeist, in dem dann gerade zu wenig Strom aus lokalen, erneuerbaren Energiequellen vorhanden ist.

Ändert sich das Wetter und es steht verstärkt Strom aus Wind und/oder Sonne zur Verfügung, ist es möglich, dass im Energiesystem insgesamt zu viel Strom vorhanden ist. Dann wird das BHKW abgeschaltet. Der im Netz vorhandene und nicht benötigte Strom kann dem Netz durch Verbraucher, wie der PEM Elektrolyse, Methanisierung, DAC Anlage, Wärmepumpe oder der Ladestation für Elektrofahrzeuge, entzogen werden.

Die **Elektrolyse** dient der Erzeugung von Wasserstoff (H_2). Die **Direct Air Cap-**

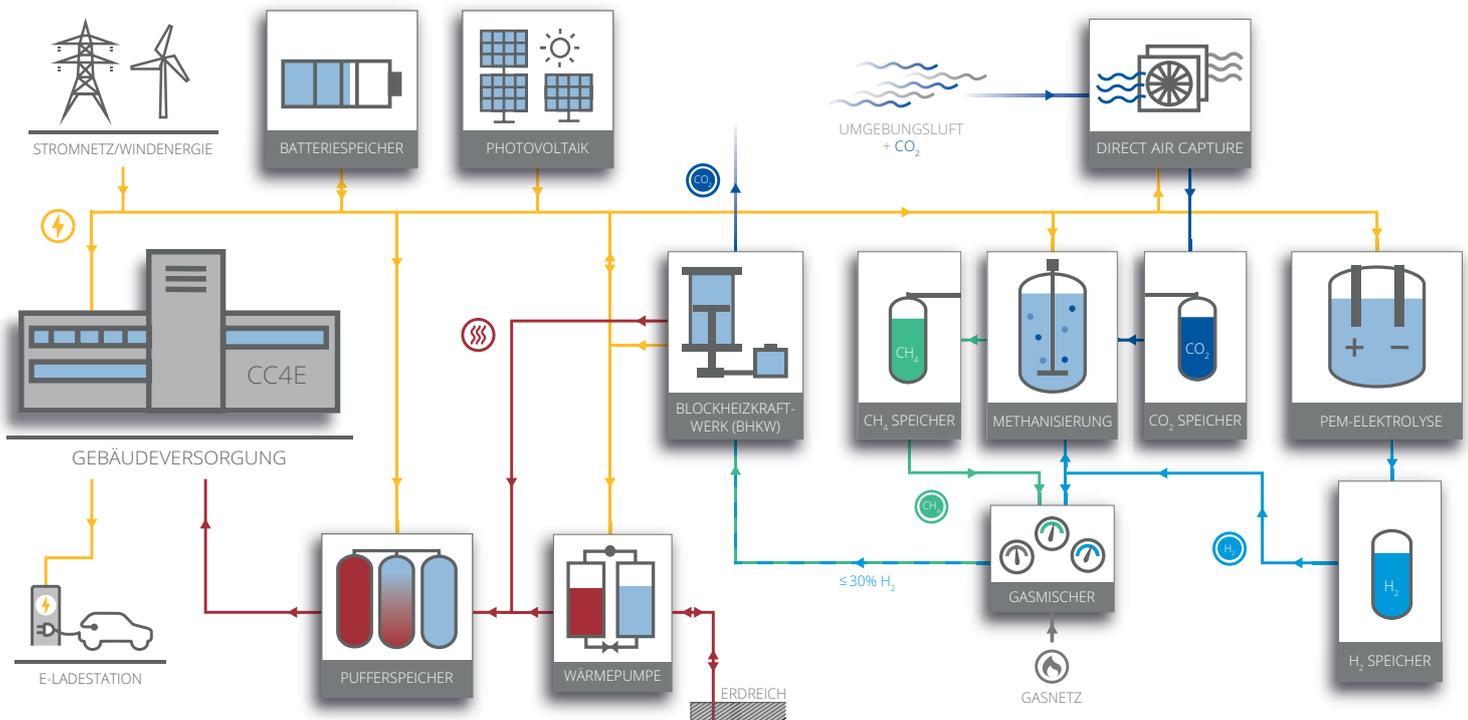
ture Anlage (DAC Anlage), entzieht der Umgebungsluft CO_2 . Die hieraus gewonnenen Gase werden in einer Anlage zur biologischen **Methanisierung** in Methan (CH_4) – quasi synthetisches Erdgas – umgewandelt. Somit kann Strom in Form von Gasen „speicherbar“ gemacht werden. Ändert sich das Wetter nun abermals und der Strombedarf aus erneuerbaren Energien überschreitet die Produktion, kann das gespeicherte synthetische Erdgas im **BHKW** für die Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden.

Die Einspeisung der unterschiedlichen Gase – synthetisches Methan, Wasserstoff und natürliches Erdgas – in das BHKW erfolgt mit Hilfe eines **Gasmischers**. Der Wasserstoff kann dabei bis zu 30 % der Gasmenge ersetzen. Die gekoppelte Wärme- und Stromerzeugung durch das BHKW kann somit schrittweise effektiv dekarbonisiert werden und stellt im Zuge der Energiewende eine wichtige Technologieoption dar.

Bei einem hohen Stromangebot kann die strombetriebene **Wärmepumpe** als weiterer Verbraucher hinzugeschaltet werden. Je nach Wetterlage stellt diese Wärme oder

Kälte aus dem Erdreich zur Verfügung mit der das Gebäude entsprechend beheizt oder klimatisiert wird. Diese Temperaturniveaus können in Wasserstanks, in sogenannten **Pufferspeichern**, gespeichert werden. Zusätzlich ist es möglich, mit Hilfe von elektrischen Heizstäben, Wasser in den Wärmespeichern direkt mit Strom zu erwärmen, wenn die Leistung der Wärmepumpe nicht ausreicht oder höhere Temperaturen benötigt werden.

Darüber hinaus werden am Technologiezentrum über eine **Elektroladestation** das E-Auto sowie E-Bikes geladen. Hierfür wurde ein intelligentes Lademanagement entwickelt, um den Anteil lokal erzeugter erneuerbarer Energien zu maximieren.





Forschungswindpark Curslack

Wind. Energieträger der Zukunft.

In ca. einem Kilometer Entfernung zum Technologiezentrum Energie-Campus befindet sich der Windpark Curslack mit fünf Windenergieanlagen der 2,40 bis 3,15 Megawatt-Klasse. Zur Elnordnung: Bis zu 11.000 Zweipersonenhaushalte können jährlich durch den Windpark Curslack mit Strom versorgt werden.

Durch den Systemverbund der Forschungseinrichtungen mit dem realen Windpark werden zahlreiche Forschungsvorhaben sowie Synergiepotenziale geschaffen. Beispiele hierfür sind die Untersuchung der Integration von Windstrom in das Stromnetz und die Ermöglichung des Schwankungsausgleichs durch Lastmanagement und Speicherkomponenten. Hierfür wurde im Windpark ein lokaler Lithium-Ionen-Speicher errichtet*. Schwankungen im Netz können so durch Regelernergie ausgeglichen werden.

Der Forschungswindpark ist mit einem Condition Monitoring System ausgestattet. Zahlreiche Sensoren erfassen den Zustand der Windenergieanlagen, was eine Fehlerfrüherkennung, eine effiziente Steuerung des Windparkbetriebs und eine Steigerung der Stromproduktion ermöglicht.

Ein 120 Meter hoher und nach aktueller IEC-Norm konformer Windmessmast befindet sich direkt neben dem Windpark. Durch Anemometer, Windfahnen und weitere Sensoren auf verschiedenen Höhen können die Umgebungsbedingungen wie u. a. Windgeschwindigkeit und

-richtung bestimmt werden. Mit Hilfe von LiDAR Systemen (Windmessung mit Laserlicht) werden sowohl Nachlaufbubulenzen und Abschattungszustände untersucht als auch Windprofile und Leistungskurven vermessen. Zwei auf den Windenergieanlagen verbaute LiDAR sowie ein terrestrisches LiDAR stehen dafür zur Verfügung.

Für die Umweltforschung zum Thema Kollisionsrisiko von Fledermäusen ist im Windpark Curslack ein Radar in kontinuierlichem Einsatz, um die Präsenz der Fledermäuse in einem großen Erfassungsvolumen bestimmen zu können. Außerdem wurden akustische Erfassungsgeräte in den Gondeln zur Arten- und Präsenzbestimmung installiert. Die gleichzeitige Nutzung dieser Geräte und die Korrelation der Daten soll zur Entwicklung eines räumlichen Erfassungssystems führen, das in Zukunft bspw. für die Validierung bestehender Abschaltalgorithmen für Windenergieanlagen eingesetzt werden kann.

* Da das Forschungsprojekt ausgelaufen ist, wurde der vom Projektpartner zur Verfügung gestellte Batteriespeicher abgebaut. Die Infrastruktur und Teilkomponenten sind nach wie vor vorhanden und Anschlussprojekte in Planung.

Facts & Figures

Betreiber: **ReTec Zweite Betriebs UG & Co. KG**
(beteiligt sind: CC4E Windenergie UG, Dr. Ole Augustin Planungsbüro für Umwelttechnik, Hamburg Energie GmbH)

Lage: **Bergedorf Curslack**

Inbetriebnahme: **September 2017**

Betriebsdauer: **20 Jahre**

Anzahl Windenergieanlagen: **5**

4x Nordex (N117/2400)
(Generation Gamma)

1x Nordex N117/3000
(Generation Delta)

Gesamtenergieertrag pro Jahr: **33 GWh**

Gesamtleistung: **12,75 MW**
(Über 10% der in Hamburg installierten Leistung aus Windenergie)

Volllaststunden pro Jahr: **3.000**

Vermiedene CO₂ Emission: **20.000 Tonnen**

Windmessmast

IEC 61400-12-1 konform



Der Windmessmast ist ein Dreieck-Stahlgittermast und steht westlich des Windparks. Insgesamt besitzt der Mast elf Sensoren zur Überwachung der Windgeschwindigkeit, fünf Sensoren für die Windrichtung, sowie je zwei Sensoren zur Messung der Temperatur, des Luftdrucks und der Luftfeuchte.

Außerdem in und um den Windpark



1x Noise-Wach-Dog



11x Fledermausdetektoren



1x Akustikkamera



1x Fledermausradar



2x Horizontal-LiDAR



1x BNK-System



1x Vertikal-LiDAR



4x GPS-Rover

Forschungspartnerschaften in der Metropolregion Hamburg stärken den Innovationsstandort und tragen zu einer nachhaltigen und unabhängigen Versorgungssicherheit bei.

Kooperationen und Projekte



Seit Gründung des CC4E wurden Fördermittel in Höhe von 40 Mio. € akquiriert.

Als Ansprechpartner*in für Unternehmen, Behörden, Verbände und andere wissenschaftliche Einrichtungen bringt das CC4E die richtigen Partner*innen für vielfältige Fragestellungen an einen Tisch. Ziel ist stets der Ausbau der Energiewende und die Stärkung der Metropolregion Hamburg als Innovationsstandort.

Insbesondere mit dem Technologiezentrum Energie-Campus möchte das CC4E die Ansiedlung von Unternehmen der erneuerbaren Energien Branche und deren Forschungsvorhaben fördern. Speziell kleinere und mittlere Unternehmen können von potenziellen Kooperationen und den damit verbundenen Forschungs- und Entwicklungskapazitäten profitieren. Gleiches gilt für Neu- und Existenzgründungen, die im Rahmen von Verbundprojekten unterstützt werden sollen.

Um dies zu erreichen ist einerseits eine enge Zusammenarbeit mit Behörden und Politik entscheidend, andererseits aber auch mit Verbänden und Vereinen, wie dem Branchen Netzwerk **Cluster für Erneuerbare Energien Hamburg (EEHH)**. Darüber hinaus gilt es, die wissenschaftlichen Einrichtungen enger miteinander zu vernetzen, um die Wei-

terbildung und Qualifizierung von Fachkräften zu fördern. Zudem können durch gemeinsame Forschungsvorhaben das Kompetenzspektrum und damit die Innovationskraft noch weiter ausgeschöpft werden. In diesem Rahmen arbeitet das CC4E eng mit dem **Energieforschungsverbund Hamburg (EFH)** zusammen – ein Zusammenschluss der fünf großen Hamburger Hochschulen.

Das CC4E hat eine Vielzahl von Forschungsprojekten, die von kleineren Studienprojekten bis hin zu großen Verbundprojekten reichen. Derartige Vorhaben werden häufig in Zusammenarbeit mit Partner*innen aus Industrie und Wissenschaft durchgeführt. Durch das vielfältige Know-how in den einzelnen Schwerpunktbereichen und insbesondere mit dem Technologiezentrum Energie-Campus bildet das CC4E eine wesentliche Grundlage für weiterführende Forschungsprojekte und strategische Partnerschaften. Hierzu zählen insbesondere die enge Zusammenarbeit mit dem **Fraunhofer IWES** (Institut für Windenergiesysteme) und dem **Fraunhofer-Anwendungszentrum ILES** (Integration lokaler Energiesysteme).

Gemeinsam mit dem Fraunhofer IWES ist ein Demonstrationszentrum für Sektorkopplung am Standort Hamburg-Bergedorf geplant.

DEMONSTRATIONSZENTRUM

Mit dem **Demonstrationszentrum Sektorkopplung und Wasserstoff** soll der Standort Bergedorf erweitert und die Metropolregion Hamburg als Impulsgeber für Wissenschaft und Industrie gestärkt werden. Die Herausforderungen, die sich aus dem Umbau der Energieversorgung, und dem dafür nötigen Klimaschutz ergeben, sind vielfältig. In den kommenden Jahren wird es verstärkt darum gehen, die geschaffenen und im weiteren Ausbau befindlichen Erzeugungsstrukturen für erneuerbare Energien sinnvoll durch die Kopplung mit den Sektoren

Mobilität, Wärmeversorgung von Gebäuden und Industrie zu integrieren. Nur so wird eine langfristig stabile, umweltverträgliche und kostengünstige Energieversorgung sichergestellt. Im Fokus steht sowohl die Erzeugung grünen Stroms und die Wandlung in andere Energieträger als auch die Speicherung und die direkte Nutzung. Hierfür werden EU-Fördermittel vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) bereitgestellt.

LEITUNGSTEAM

HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN HAMBURG

Competence Center für Erneuerbare Energien
und EnergieEffizienz (CC4E)

Steindamm 96, 20099 Hamburg

KONTAKT

+49.40.428 75-5828 Tel.
cc4e-presse@haw-hamburg.de Mail



Prof. Dr. Werner Beba

Leiter CC4E



Prof. Dr. Hans Schäfers

stellv. Leiter CC4E



Prof. Dipl.-Ing. Peter Dalhoff

stellv. Leiter CC4E



Janine Becker

Geschäftsführung CC4E



Dipl.-Ing. Mike Blicher

Strategische Projektentwicklung und wiss. Teamleitung CC4E

Porträts: CC4E



IMPRESSUM

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

Steindamm 96
20099 Hamburg

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

Herausgeber:
Leiter des CC4E
Prof. Dr. Werner Beba

Redaktion:
Team CC4E

Bilder:
Pieter-Pan

Grafiken:
Louis Fraser und Jana Garberg

Konzeption und Gestaltung:
Jenny Capel und Nina Laskowski

© CC4E der HAW Hamburg, August 2022
