



Energieforschungsbericht für Nordrhein-Westfalen 2020 Dossier: Wasserstoff





www.energieforschung.nrw

Auf [⇒ www.energieforschung.nrw](http://www.energieforschung.nrw) finden Sie zusätzliche Inhalte, zum Beispiel weitere Interviewfragen und -antworten sowie ergänzende Informationen rund um die Energieforschung in Nordrhein-Westfalen. Online ist der Energieforschungsbericht speziell für das digitale Format aufbereitet. Sie finden dort aber auch die PDF-Datei zum Ausdrucken. Viel Spaß beim Lesen und Stöbern.

Inhalt

Vorwort	5
Starke Forschungsinfrastruktur – in und für Nordrhein-Westfalen	6
Strategie für Fortschritt, Modernität und Klimaschutz	8
Energieforschung fördern – Zukunft gestalten	10
Energiesystem der Zukunft	12
Interview mit Prof. Dr. Manfred Fishedick	14
Interview mit Prof. Dr. Andreas Löschel	16
Leuchtturmprojekte: Designnetz, DGE-ROLLOUT, EnerPrax – Energiespeicher in der Praxis, Digitales Service Center	18
Transformationsforschung	20
Interview mit Prof. Dr. Jürgen Howaldt und Jürgen Schultze	22
Leuchtturmprojekte: Virtuelles Institut Transformation – Energiewende NRW, Transformationsprozesse für nachhaltige und wettbewerbsfähige Wirtschafts- und Industriestrukturen in Nordrhein-Westfalen im Kontext der Energiewende, Virtuelles Institut Smart Energy – Teilprojekt Unternehmen, Neue Zeche Westerholt	24
Urbane Energielösungen	26
Interview mit Dr. Rainer Fuchs, Prof. Dr. Rita Streblov und Ralf Winnemöller	28
Leuchtturmprojekt: Open District Hub	30
Schlaglicht Geothermie	31
Emissionsarme Mobilität	32
Interview mit Prof. Dr. Martin Winter	34
Leuchtturmprojekte: Zentrum für BrennstoffzellenTechnik, DLR-Institut Future Fuels, Forschungszentrum Jülich	36
Klimaneutrale Industrie	38
Interview mit Samir Khayat und Prof. Dr. Stefan Lechtenböhrer	40
Leuchtturmprojekte: H2BF, Trimet, LARA by Lanxess, Kabel Zero	42
Dossier – Wasserstoff	44
Sonderthema – Rheinisches Revier	48
Forschung: erfolgreich! – Und wie geht es weiter?	52
Förderung der nordrhein-westfälischen Energieforschung – eine Erfolgsgeschichte in Zahlen	54
Kooperationspartner	58
Institute – Kooperation made in NRW	60
Projektdarstellungen im Energieforschungsbericht 2020	61
Impressum	63



» Eine starke und innovative
Energieforschung ist die Grund-
lage für den wirtschaftlichen
Erfolg Nordrhein-Westfalens. «

Professor Dr. Andreas Pinkwart,
Minister für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen (MWIDE)

Liebe Leserinnen und Leser,

eine starke und innovative Energieforschung ist die Grundlage für den wirtschaftlichen Erfolg Nordrhein-Westfalens und damit für den Wohlstand in unserem Land. Denn: Als deutsches Energie- und Industrieland Nummer eins mit 18 Millionen Einwohnern ist Nordrhein-Westfalen auf eine auch in Zukunft verlässliche Energieversorgung zu wettbewerbsfähigen Preisen angewiesen. Doch wie wird die Energieversorgung der Zukunft aussehen? Klar ist: Die Transformation unseres Energiesystems hat bereits begonnen, weg von der Nutzung fossiler Rohstoffe, hin zu einer verstärkten Nutzung insbesondere von erneuerbaren Energien und von idealerweise mit erneuerbaren Energien erzeugtem Wasserstoff. Das ist gut für den Klimaschutz, den wir auf diese Weise aktiv und mit voller Kraft unterstützen. Die aktuellen Zahlen zur Minderung der in Nordrhein-Westfalen ausgestoßenen Treibhausgase zeigen, dass wir hier auf dem richtigen Pfad sind.

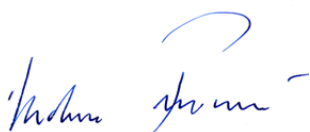
Gleichzeitig ist es eine Mammutaufgabe, unser Energiesystem auf völlig neue Füße zu stellen. Eine Aufgabe, die nur mit einer starken und innovativen Energieforschung bewältigt werden kann, die hier vor Ort die für Nordrhein-Westfalen passgenauen Lösungen entwickelt und schnell in die Anwendung bringt. Nordrhein-Westfalen soll also nicht nur Ideenschmiede für das Energiesystem der Zukunft sein, sondern die Ergebnisse der Forschung auch direkt und hier vor Ort verwerten – das schafft neue Arbeitsplätze und Wertschöpfung für unser Land, es macht uns stark und unabhängig und trägt zum weltweiten Klimaschutz bei.

Schon heute sehen wir: Der Wandel hat begonnen. Die Kohleverstromung wird in den nächsten Jahren massiv zurückgefahren bis sie spätestens 2038 komplett eingestellt wird, die Erzeugung von erneuerbaren Energien nimmt rapide zu und große Unternehmen beginnen damit, ihre Energienutzung teilweise komplett neu zu denken, etwa indem sie bei der Stahlerzeugung Wasserstoff einsetzen.

Ohne die Energieforschung an unseren wissenschaftlichen Einrichtungen, aber auch in den Forschungsabteilungen der Unternehmen selbst, sind solche innovativen Ansätze nicht denkbar. Hiervon brauchen wir in den nächsten zwei bis drei Jahrzehnten mehr, zum Beispiel auch im Verkehrsbereich, der heute noch weitgehend auf der Verbrennertechnologie beruht und weiter hohe Treibhausgasemissionen verursacht. Mit unserer Batteriezellenforschungsfabrik in Münster werden wir hier in Nordrhein-Westfalen an klimafreundlicheren Alternativen arbeiten.

Die Energieforschung sichert die Bedeutung Nordrhein-Westfalens als Energieland Nummer eins. Auch in diesem Energieland der Zukunft wird die Energieversorgung sicher, wettbewerbsfähig und bezahlbar bleiben. Insgesamt gesehen ist die Energieforschung ein zentrales Element für Innovation und Fortschritt, für Arbeitsplätze und wirtschaftlichen Erfolg sowie für Klimaschutz, Wohlstand und Lebensqualität. Dies gilt auch, oder vielleicht insbesondere, in wirtschaftlich schwierigen Zeiten, wie wir sie aktuell erleben.

Mit dem Energieforschungsbericht, der in diesem Jahr zum ersten Mal erscheint, möchten wir Sie nun mitnehmen in die Welt der Energieforschung. Dafür müssen Sie nicht weit reisen, denn diese Welt ist ganz nah: in Nordrhein-Westfalen und in unserem täglichen Leben.



Professor Dr. Andreas Pinkwart

Minister für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

Starke Forschungs- infrastruktur – in und für Nordrhein-Westfalen



Mehr als 30 Hochschulen und
20 Spitzenforschungsinstitute
mit dem Fokus Energie



Mehr als 20 Studiengänge
mit Energiebezug
zur Auswahl

Die Energieforschung in Nordrhein-Westfalen ist exzellent, vernetzt und lebendig. Zahlreiche Universitäten, Hochschulen und Forschungseinrichtungen prägen das Land. Sie arbeiten – oftmals disziplinübergreifend – zusammen, bilden Forschungsverbünde und Exzellenz-Cluster, und kooperieren vielfältig mit Partnern aus Unternehmen und Industrie. In dieser bereichernden und leistungsfähigen Atmosphäre werden Forschungsergebnisse möglich, die Nordrhein-Westfalen auf seinem Weg zu einem klimafreundlichen Energiesystem der Zukunft weiterbringen. Dabei gehen von den Forschungseinrichtungen im Land starke Impulse aus, die zusammen den Forschungsstandort Nordrhein-Westfalen weiter stärken, in einer erfolgreichen Wirtschaft resultieren und Arbeitsplätze sowohl sichern als auch neu schaffen. Die Forschungslandschaft ist somit ein zentrales Standbein für das Land – und wegweisend für die zukünftigen Entwicklungen und Neuerungen im Energiebereich.

Die nordrhein-westfälische Forschungslandschaft zeichnet sich aber nicht nur durch ihre Infrastruktur aus, sondern vor allem auch durch hervorragende und motivierte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Sie sind es, die Forschungsschwerpunkte definieren, sich für wissenschaftliche Qualität einsetzen, Innovationspotenziale identifizieren und technologieoffen und lösungsorientiert an den drängenden Fragen der Zeit arbeiten.



Forschung in allen Bereichen der Energie

Die nordrhein-westfälischen Forschungseinrichtungen arbeiten intensiv an den vielfältigen Fragestellungen zum Energiesystem der Zukunft – und forschen dafür in allen Bereichen der Energie:

Erneuerbare Energien und die entsprechenden Technologien bilden einen Schwerpunkt der Arbeiten, denn ihnen kommt im Energiesystem der Zukunft eine Schlüsselrolle zu. So werden beispielsweise am Center for Wind Power Drives (CWD) der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen Antriebstechnologien für Windenergieanlagen weiterentwickelt. Solarenergie wird am Solarthermischen Versuchskraftwerk des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) erforscht. Die Geothermie fokussiert das GeothermieZentrum Bochum, das Anfang 2020 in die Fraunhofer-Gesellschaft integriert wurde und Kernbaustein der neuen Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie (IEG) ist.



Center for Wind Power Drives, Aachen: 4MW-Systemprüfstand zur Analyse von Belastungen an Getriebe, Rotorlagerung und Generator

Die Themen der Digitalisierung – die ebenfalls eine Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Transformation zum Energiesystem der Zukunft sind – werden im neuen Fraunhofer-Zentrum Digitale Energie gebündelt.

Am Forschungszentrum für Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) forschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am zukünftigen Stromtransport und -netz. Für Stabilität im Stromnetz sorgt die Energiespeicherung. Sie wird zum Beispiel im MEET – Münster Electrochemical Energy Technology, im Forschungszentrum Jülich und an der RWTH Aachen erforscht und spielt auch in der Elektromobilität eine tragende Rolle. Am Ende der Forschungspipeline zu Batterietechnologien soll in Zukunft die Fraunhofer Forschungsfertigung Batteriezelle (FFB) stehen, die aktuell in Münster aufgebaut wird.

Essenzielle Bestandteile im Energiesystem der Zukunft werden auch Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie sein. Beide werden in zahlreichen Bereichen zur Anwendung kommen und zur Flexibilität des Energiesystems beitragen. Aktuell arbeiten daher viele Forschungseinrichtungen an der Thematik, beispielsweise das Zentrum für Brennstoffzellen-Technik (ZBT), das Forschungszentrum Jülich (FZJ), die Ruhr-Universität Bochum, das Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT und die RWTH Aachen.

Exzellente Forschung und Infrastruktur, hervorragende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler.

Flexibilität wird auch erzielt, indem verschiedene Energiebereiche miteinander verknüpft werden. Diese Sektorenkopplung hat zahlreiche Facetten und findet sich zum Beispiel in den Virtuellen Instituten wieder. Auch weitere Forschungsprojekte im Rheinischen Revier arbeiten an Themen der Sektorenkopplung.

Transfer aus dem Labor in die Anwendung

Der sich an die Forschung anschließende Schritt ist der Transfer in die Praxis. Jedoch zeigen sich oftmals neue Herausforderungen, wenn Forschungsergebnisse aus dem Labor in einen großen und anwendungsbezogenen Maßstab übertragen werden. Hier setzen die Technologietransferzentren an. Sie unterstützen Unternehmen und Forschungseinrichtungen dabei, diese Probleme zu lösen und Produkte herzustellen, die den Bedingungen der realen Welt gewachsen sind. Zu den Transferzentren in Nordrhein-Westfalen zählen unter anderem das NanoEnergieTechnikZentrum (NETZ), das COPT – Zentrum für organische Elektronik und das MEET – Münster Electrochemical Energy Technology.

Energieland Nordrhein-Westfalen

Insgesamt bieten sich damit ideale Grundvoraussetzungen für die Transformation zum Energiesystem der Zukunft: die Forschungslandschaft ist exzellent, die Zusammenarbeit mit der Industrie ist eingespielt und das Know-how zu Energietechnologien wie Sektorenkopplung und Wasserstoff ist hoch angesehen.

Strategie für Fortschritt, Modernität und Klimaschutz



Modernster und umweltfreundlichster Industriestandort Europas



Sichere und überwiegend auf erneuerbaren Energien basierende Energieversorgung

Energie erzeugen – mehrere Jahrhunderte lang funktionierte das vor allem durch das Verbrennen von fossilen Brennstoffen wie Kohle oder Öl. Dass wir zügig neue Konzepte für die Erzeugung, die Speicherung und Verteilung sowie die effiziente Nutzung von Energie benötigen, ist spätestens seit 2015 klar. Damals einigte sich die Weltgemeinschaft in Paris darauf, dass die durch den Menschen verursachte globale Erderwärmung auf deutlich unter 2 °C, und möglichst auf 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau begrenzt werden muss. Auf allen Ebenen wird nun weltweit daran gearbeitet, die entsprechenden Rahmenbedingungen zur Erreichung dieses Ziels zu schaffen.

Die Europäische Kommission hat mit dem „Green Deal“ die Weichen gestellt: Bis zur zweiten Hälfte des Jahrhunderts soll die Europäische Union – und damit auch Nordrhein-Westfalen – klimaneutral wirtschaften. Das bedeutet, dass dann nicht mehr CO₂ und andere Treibhausgase in die Atmosphäre gelangen dürfen als durch kompensierende Maßnahmen gebunden werden. Nordrhein-Westfalen steht fest hinter diesem Ziel. Und mehr noch: Die Landesregierung formuliert den Anspruch, Nordrhein-Westfalen zum modernsten und gleichzeitig umweltfreundlichsten Energie- und Industriestandort Europas zu entwickeln. Was wir vor allem dafür brauchen: innovative Ansätze, Konzepte und vor allem Lösungen für eine klimaschonende Energiewelt von morgen. Der strategische Schlüssel dafür: eine starke nordrhein-westfälische Energieforschung.

Wie die Energiewelt von morgen beschaffen sein wird, hat die Landesregierung in ihrer Energieversorgungsstrategie Nordrhein-Westfalen skizziert: Erneuerbare-Energien-Anlagen werden überwiegend dezentral Energie erzeugen. Mithilfe digitaler Technologien wird die Speicherung und Verteilung von Energie intelligent gesteuert werden. Auch bei der Wärmeversorgung, etwa im Gebäudesektor, werden lokal und regenerativ erzeugte Energie sowie Fernwärme an Bedeutung gewinnen. Im Verkehrsbereich werden Elektro- und Wasserstoffantriebe die Norm sein. Zudem werden alle diese Sektoren – Strom, Wärme und Verkehr – wesentlich stärker als heute miteinander verknüpft sein. Die anstehende Transformation des Energiesystems ist eine komplexe Aufgabe, zumal die Versorgung mit Energie zu jedem Zeitpunkt gesichert sein und Energie bezahlbar bleiben muss. Das ist für die gesamte Gesellschaft essenziell, insbesondere aber auch für eine weiterhin wettbewerbsfähige Industrie, die große Energiemengen und zukünftig klimaneutral erzeugte Rohstoffe für ihre Produktionsprozesse benötigt. In Zukunft werden auf Basis von erneuerbaren Energien erzeugter Strom und Wasserstoff sowie synthetische Gase und synthetische Kraftstoffe für die Energie- und Rohstoffversorgung der Industrie benötigt (sogenannte Power-to-X-Technologien). Dadurch können fossile Energieträger wie Erdöl und Erdgas langfristig ersetzt werden. In diesem Wandel liegen große Chancen: Nordrhein-Westfalen kann mit innovativen Lösungen sowohl Vorreiter im Klimaschutz werden als auch führender Anbieter von sicheren und nachhaltigen Energieversorgungskapazitäten und -konzepten.

Die Energieforschung in Nordrhein-Westfalen ist innovativ, stark und lebendig.

Energieforschung: Schmiede für Innovationen

Die Basis für solche erfolgreichen Innovationen sind erstens Rahmenbedingungen, die Erfindergeist, Ideenreichtum und Gründung ermöglichen, und zweitens die exzellente Forschungslandschaft in Nordrhein-Westfalen, die an zentralen Fragen zu Energiewende und Klimaschutz arbeitet. Das Land unterstützt diesen Prozess aktiv und setzt auf einen Ansatz in der Energieforschung, der die Sektoren Strom, Wärme und Mobilität

gleichermaßen berücksichtigt. Im Fokus steht eine Forschung, die untersucht, wie die einzelnen Komponenten des Energiegesamtsystems optimal, zuverlässig und effizient zusammenwirken können.

Durch Förderung rasch in die Anwendung

Erklärtes Ziel ist es zudem, Forschungsergebnisse rasch und innerhalb von Nordrhein-Westfalen anzuwenden, damit sie hier einen realen Beitrag für Klimaschutz und Versorgungssicherheit, aber auch für die Entstehung von Wertschöpfung und Arbeitsplätzen leisten können.

Nordrhein-Westfalen investiert daher in die Entwicklung von Forschungszentren, in deren Umfeld sich privatwirtschaftliche Initiativen ansiedeln. So etwa im Rheinischen Revier, das im Zuge des Strukturwandels zu einer Modellregion für Energie- und Ressourcensicherung entwickelt wird. Oder in Münster, wo die Forschungsfertigung Batteriezelle entsteht. Mit der Initiative IN4climate.NRW hat das Land zudem eine zentrale Plattform geschaffen, auf der Industrie, Wissenschaft und Politik gemeinsam Innovationen für eine klimaneutrale Industrie bis 2050 entwickeln.

Auch Start-ups unterstützt das Land intensiv. Insbesondere die Hot-Spots der Forschungslandschaft bieten beste Voraussetzungen für wissenschaftliche Ausgründungen. Hochschulen sollen deshalb zu führenden Gründerhochschulen in Deutschland weiterentwickelt werden. Dazu tragen unter anderem sechs landesgeförderte Exzellenz Start-up Center bei. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf Gründungen aus Zukunftsbranchen, zu denen auch der Energiesektor zählt. Darüber hinaus gibt es in ganz Nordrhein-Westfalen 75 Startercenter, die potenzielle Gründerinnen und Gründer unterstützen.

Auf dem Weg in die Energiewelt von morgen

Industrie, Energiewirtschaft, Verkehr und Gesellschaft: Ganz Nordrhein-Westfalen ist auf dem Weg in die Energiewelt von morgen. Während Klimaschutz die zentrale Motivation ist, bringen Innovationen die entscheidenden Fortschritte. Der Wandel wird entscheidend durch die Energieforschung geprägt. Sie ist in Nordrhein-Westfalen innovativ und stark – und verleiht den Rückenwind, mit dem wir nicht nur die Herausforderungen meistern, sondern auch die Chancen auf eine lebenswerte und erfolgreiche Zukunft ergreifen können.

Energieforschung fördern – Zukunft gestalten



Mit passgenauen Instrumenten zu einer umfassenden und flexiblen Förderung



Bestmögliche Voraussetzungen für Fortschritt und Wettbewerbsfähigkeit schaffen

Nordrhein-Westfalen versteht sich als Energieland Nummer eins: In großem Stil wird hierzulande Energie generiert, umgewandelt und genutzt – und sie resultiert in vielfältigen, vor allem aber in industriellen Produkten und Dienstleistungen, die weltweit gefragt sind. Dieser industrielle Kern Nordrhein-Westfalens wird dann eine erfolgreiche Zukunft haben, wenn die Energieversorgung von morgen sicher, bezahlbar und klimafreundlich ist. Vor diesem Hintergrund hat die Energieforschung einen äußerst hohen Stellenwert. Dieser Stellenwert spiegelt sich auch in den Förderprogrammen des Landes wider, die einen maßgeblichen Schwerpunkt auf die Energieforschung legen.

Die Förderung gilt dabei als dynamischer Prozess. Immer wieder werden die Förderinstrumente und -richtlinien an die aktuellen Anforderungen und Ideen im Land angepasst. Solche Anpassungen können sowohl die thematische Ausrichtung einer Förderung als auch das Förderverfahren selbst betreffen. Zudem werden neue Fördermaßnahmen begründet, die junge und aufstrebende Forschungsfelder adressieren und bestehende Förderlücken schließen. Stets ist es das Ziel, die Förderung im Land zu optimieren und so bestmögliche Voraussetzungen für Innovationen, Wettbewerbsfähigkeit und Fortschritt in Sachen Energiewende und Klimaschutz zu schaffen.



Landesförderung für Energie und Klimaschutz

Die Landesförderung zu Energie und Klimaschutz ist unter dem Dach „progres.nrw“ gebündelt, das unter anderem die Richtlinien „progres.nrw – Innovation“ und „progres.nrw – Research“ beinhaltet.

Durch progres.nrw – Innovation werden industrielle Forschung und experimentelle Entwicklung gefördert. So sollen in den Unternehmen und Forschungseinrichtungen die Grundlagen für die Bewältigung von Zukunftsaufgaben geschaffen werden. Schwerpunkte sind dabei erneuerbare Energien, Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologien, Speichertechnologien und Energienetze. Auch die Bereiche Energie und Digitalisierung, klimaneutrale Industrie in Verbindung mit IN4climate.NRW und klimagerechte Gebäude- und Quartiersentwicklung werden fokussiert.

Die Richtlinie progres.nrw – Research richtet sich an Hochschulen und Forschungsinstitute, die Forschungsergebnisse beispielsweise aus Master- und Doktorarbeiten weiterentwickeln und validieren möchten. So können Nutzungs- und Verwertungsmöglichkeiten identifiziert und im nächsten Schritt neue Produkte, Verfahren und Dienstleistungen entwickelt werden.

Auch durch die Landesförderung wird Nordrhein-Westfalen zu einem herausragenden Standort für Energieforschung.

Kooperation als Basis für Innovationen

Aus einem Projekt entsteht oftmals erst dann eine Innovation, wenn Partner mit unterschiedlichen Stärken, Kenntnissen und Erfahrungen zusammenarbeiten. Das Land fördert deshalb bevorzugt Forschungsprojekte, die auf Kooperationen basieren. Eine besondere Form solcher Kooperationsprojekte sind die Virtuellen Institute, von denen es in Nordrhein-Westfalen vier gibt. Dort arbeiten Forschungseinrichtungen in einem virtuellen Zusammenschluss disziplinübergreifend zusammen.

Forschungsförderung als Wettbewerb

Über Wettbewerbe soll sichergestellt werden, dass nicht die am frühesten beantragten Projekte, sondern die besten



Anstoß und Beschleunigung durch progres.nrw – Research: Forschungsergebnisse rasch für die Praxis nutzbar machen

Projekte gefördert werden. Wettbewerbe sind daher ein wesentliches Element der Innovationsförderung in Nordrhein-Westfalen. Dies gilt insbesondere für die Förderung des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) und seine Leitmarktwettbewerbe. Projekte zur Energieforschung werden insbesondere im Rahmen des Leitmarktwettbewerbs EnergieUmweltwirtschaft.NRW gefördert, in bestimmten Aspekten aber auch in den Leitmarktwettbewerben MobilitätLogistik.NRW, Produktion.NRW sowie NeueWerkstoffe.NRW.

Ergänzt werden die Leitmarktwettbewerbe durch die Klimaschutzwettbewerbe. Über sie werden Forschungsprojekte gefördert, die ganz speziell dazu beitragen, den Ausstoß von Treibhausgasen zu reduzieren.

Hand in Hand: Förderung durch Land, Bund und EU

Die nordrhein-westfälische Forschungsförderung steht nicht für sich alleine, sondern geht stets Hand in Hand mit der Bundesförderung. So findet mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) und mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) ein kontinuierlicher Austausch statt. Besonders intensiv ist diese Verbindung im Rahmen der „Reallabore der Energiewende“ des BMWi, wo vorgeschaltete Machbarkeitsstudien sowie projektinitiierende Förderungen vielfach durch das Land übernommen wurden.

Auch die Förderinstrumente auf EU-Ebene hat Nordrhein-Westfalen im Blick. Dort können zum Beispiel durch den EU-Innovationsfonds oder im Rahmen des IPCEI-Programms (Programm für wichtige Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse) Vorhaben mit enormem Finanzierungsbedarf angestoßen werden, die das Potenzial haben, den Standort Nordrhein-Westfalen zu stärken.

Energiesystem der Zukunft

Von der Vision zur Realität

Zukunft – das klingt wie etwas, das in weiter Ferne liegt. Doch so ist es nicht. Mit jeder Handlung nehmen wir Einfluss, ja gestalten wir unsere Zukunft. Mit den Klimaschutzzielen von Paris wurde 2015 Zukunft gestaltet. Und mit dem Engagement für ein modernes und klimagerechtes Energiesystem gestalten wir die Zukunft heute weiter.

Modern, lebenswert, klimaneutral, wirtschaftlich stark und mit einer weiterhin sicheren und nachhaltigen Energieversorgung. Das ist die Vision für die Zukunft Nordrhein-Westfalens im Jahr 2050. Um dies zu erreichen, wird sich unser Energiesystem in all seinen Teilbereichen wandeln müssen – hin zu einem Energiesystem der Zukunft und der Energiewelt von morgen.

Damit dies gelingt, braucht es eine starke Energieforschung, Innovationen, neue Technologien, neue Produkte und Anwendungen: Sie sind der Schlüssel für eine klimaschonende Zukunft.

Das Ziel fest im Blick

Das Energiesystem der Zukunft basiert nicht mehr auf fossilen Energieträgern wie Kohle und Öl. Auch stammt die Energie nicht mehr aus wenigen, zentralen Kraftwerken. Vielmehr rücken erneuerbare Energiequellen in den Fokus, die über das Land verteilt sind – also dezentral liegen – und zum Teil abhängig von Wetter und Tageszeit unterschiedliche Mengen an Energie liefern – das heißt volatil sind.

Unser Energiesystem muss also weiter umgebaut werden zu einem flexiblen, dezentralen und intelligenten System. Denn nur diese Eigenschaften ermöglichen ein sicheres Zusammenspiel aus den verschiedenen erneuerbaren Energiequellen wie Windkraft, Sonnenenergie, Geothermie, Biomasse und Wasserkraft.

Hierfür braucht es moderne Speichertechnologien. Denn durch leistungsfähige Speicher kann überschüssige erneuerbare Energie, die an stürmischen Tagen oder bei intensiver Sonneneinstrahlung gewonnen wird, gespeichert und



Zahlen, bitte!

Bis zum Jahr 2050 soll das Energiesystem, wie wir es heute kennen, umgebaut sein: zum Energiesystem der Zukunft. Es wird flexibel, dezentral und intelligent sein. Es wird zuverlässig und sicher sein. Und es wird essenziell sein für den Klimaschutz, die Wirtschaft und die Bürgerinnen und Bürger in Nordrhein-Westfalen.

2050 Zieljahr

beispielsweise bei Windstille oder Dunkelheit wieder in das System eingespeist werden. Auch müssen die unterschiedlichen Sektoren wie Strom, Wärme/Kälte und Mobilität eng aneinander gekoppelt werden.

Durch Forschung Zukunft gestalten

Soweit der Blick in die Zukunft – denn noch sind wir nicht so weit. Noch ist das Energiesystem nicht so flexibel, dezentral und intelligent, wie es zukünftig erforderlich ist. Aufgabe der Energieforschung ist es, bestehende Technologien anzupassen und zu optimieren, Innovationen hervorzubringen und Produkte und Geschäftsmodelle zu entwickeln, die den Ansprüchen an ein klimaverträgliches Energiesystem gerecht werden.

Dabei bedeuten alle Ergebnisse aus der Energieforschung einen wichtigen Fortschritt auf dem Weg in Richtung des neuen Energiesystems – wobei diese Ergebnisse natürlich auch angewandt, getestet und erprobt werden müssen. Dafür bietet sich in Nordrhein-Westfalen insbesondere das Rheinische Revier an. Durch den Strukturwandel lassen sich dort Forschungsergebnisse wie innovative Technologien und Produkte an der Schnittstelle zwischen Energie und Industrie ideal einsetzen und ausprobieren. Das Rheinische Revier soll so schon bald zu einer Modellregion für ein real umgesetztes Energiesystem der Zukunft werden.

Aber nicht nur im Rheinischen Revier, sondern auch in der Energieregion Ruhrgebiet und darüber hinaus in ganz Nordrhein-Westfalen sollen Innovationen entwickelt, getestet und etabliert werden. Das Land kann so Vorreiter

für zukunftsweisende, moderne und energieeffiziente Technologien werden. Die nordrhein-westfälischen Unternehmen, die diese Technologien entwickeln, können von der global steigenden Nachfrage danach profitieren und zu weltweiten Innovationstreibern werden.

In die Zukunft investieren

Diesen Prozess gestaltet die Landesregierung Nordrhein-Westfalen aktiv mit, indem sie die Forschung an zukunftsweisenden Technologien und Weiterentwicklungen unterstützt und massiv in Forschung und Entwicklung investiert. So hat die Landesregierung mehrere Machbarkeitsstudien über die Förderrichtlinie *progres.nrw* gefördert, um die technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit von Großprojekten zu untersuchen und den Projektkonsortien eine gute Ausgangslage für die anschließende Umsetzung zu verschaffen.

Zum Beispiel wird ein Projektkonsortium, bestehend aus der RWE Power AG, dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) und der Fachhochschule Aachen, dabei unterstützt, ein bestehendes Kohlekraftwerk im Rheinischen Revier zu einem Wärmespeicherkraftwerk umzurüsten und eine großskalige Umsetzung in Form eines Reallabors vorzubereiten (StoreToPower).

Ein Meilenstein war auch die Gründung des Spitzenclusters Industrielle Innovationen (SPIN) in der Metropolregion Ruhr. Mit dieser neuen Innovationsplattform sollen innovative Projekte für das Energiesystem der Zukunft im Ruhrgebiet vorangetrieben werden.

„Wir haben in Nordrhein-Westfalen eine exzellente Ausgangssituation“



www.energiforschung.nrw

Professor Dr. Manfred Fishedick

ist wissenschaftlicher Geschäftsführer des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie. Seine Arbeits- und Forschungsschwerpunkte beziehen sich unter anderem auf die Transformationsforschung, vor allem im Bereich Energie, Mobilität und Industrie, sowie die nationale und internationale Energie- und Klimapolitik.



Was sind die wichtigsten Strategien, um den Ausstoß von Treibhausgasen wie CO₂ zu reduzieren?

Fishedick: Im Wesentlichen gibt es vier Strategieelemente: An erster Stelle steht natürlich der Ausbau der erneuerbaren Energien. In Deutschland sind das vor allem Photovoltaik und Windenergie. Gerade beim Ausbau der Windenergie müssen wir wieder deutlich an Dynamik zulegen. Gleichzeitig müssen wir den Ausstieg aus der Verbrennung von fossilen Energieträgern wie Kohle, Öl und Gas vorantreiben. Das zweite Strategieelement ist die Energieeffizienz. Überall wo Energie eingesetzt wird, sollte dies so effizient wie eben möglich erfolgen. Dies hilft nicht zuletzt den Aufwand beim Ausbau erneuerbarer Energien und die damit verbundenen Herausforderungen zu begrenzen. Flexibilität ist das dritte Strategieelement. Die erneuerbaren Energiequellen sind volatil und setzen damit ein sehr anpassungsfähiges Energiesystem voraus und dies sowohl bei der Erzeugung von Strom als auch bei der Nachfrage. Elektrische Verbraucher müssen flexibler werden. Neue Anwendungen wie Elektrofahrzeuge, die über eine Batterie verfügen, bieten dazu gute Voraussetzungen. Und viertens wird dringend ein intelligentes Transport- und Verteilnetz benötigt, das an die neuen Rahmenbedingungen der erneuerbaren Energiequellen angepasst ist.

„Deutschland muss eine Vorreiterrolle übernehmen und dazu ist es nötig, dass mutige Visionen umgesetzt werden.“ Das ist ein Zitat von Ihnen. Was sind solche mutigen Visionen für Sie?

Fishedick: Aus Sicht vieler Länder hat Deutschland die Vorreiterrolle verloren. Zum einen, weil hierzulande zum

Teil sehr zögerlich vorgegangen wird, zum anderen, weil Länder wie China deutlich schneller und konsequenter in der Umsetzung geworden sind. Deswegen braucht es mutige Visionen. Wir dürfen uns nicht nur auf die kommenden zehn Jahre konzentrieren, sondern müssen mutig in Richtung 2050 blicken und dafür schon heute die richtigen Weichen stellen. Um Beispiele zu nennen: Wir müssen jetzt einsteigen in die Wasserstoffstrategie, jetzt auf klimaneutrale Prozesse im Bereich der energieintensiven Industrie setzen, jetzt Ernst machen mit dem Umbau eines Mobilitätssystems. Gerade am Beispiel der Mobilität lässt sich der Unterschied gut verdeutlichen: Es reicht nicht aus, vom Verbrennungsmotor auf den Elektromotor überzugehen, sondern wir müssen tatsächlich auch die Städte umbauen: den Fuß- und Radverkehr attraktiver machen und außerhalb der Städte Infrastrukturen für den Güterverkehr aufbauen, zum Beispiel für Oberleitungs-LWKS. Solche Maßnahmen gehen weit über kleine, schrittweise Veränderungen hinaus. Es sind vielmehr strukturelle Veränderungen und das Überwinden historischer Pfadabhängigkeiten – und genau das meine ich mit Mut.

Welche ganz besonderen Herausforderungen gibt es in Nordrhein-Westfalen und wie lässt sich davon profitieren?

Fishedick: Eine der Schlüsselherausforderungen ist sicher der geplante Kohleausstieg. Hierbei geht es nicht nur um die Frage, wie der fehlende Baustein im Energiesystem ersetzt werden kann, sondern auch darum, wie ehemalige Kohlekraftwerke und Bergbaustandorte in neuer Art und Weise, nämlich für erneuerbare Energien,

genutzt werden können. Beispielsweise könnten alte Kohlekraftwerke zu neuen Wärmespeicherkraftwerken umgebaut werden. Kompetenzen in diesem Bereich werden in Zukunft weltweit nachgefragt werden. Ein anderer Bereich, der ebenfalls mit dem Kohleausstieg zusammenhängt, sind die Fernwärmesysteme. Kohlekraftwerke liefern ja nicht nur Strom, sondern gerade im Ruhrgebiet auch große Mengen an Fernwärme. Die Herausforderung wird hier sein, zum Beispiel industrielle Abwärme oder auch die Geothermie in die bestehenden Fernwärmenetze einzubinden. Als speziell für Nordrhein-Westfalen wichtigen Punkt ist natürlich außerdem die Versorgungssicherheit zu nennen. Wenn wir hier gute Lösungen finden und ein intelligentes und flexibles Netz entwickeln, können sich daraus ebenfalls profitable Schlüsseltechnologien entwickeln.

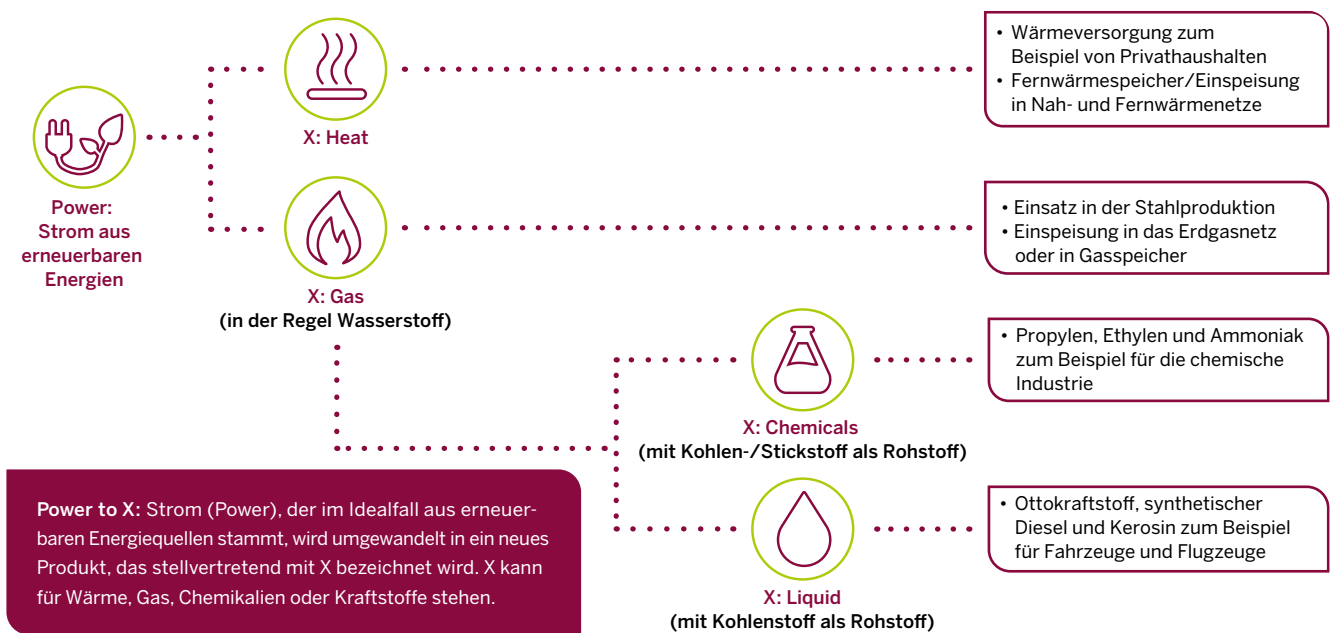
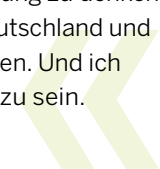
Welche Rolle spielt die Energieforschung dabei?

Fischedick: Die Transformation des Energiesystems ist ja, wenn man so möchte, eine Operation am offenen Herzen. Wir verändern das System im laufenden Betrieb und ohne dass es ein Modell gibt, an dem wir uns orientieren könnten. Insofern spielt die Energieforschung eine ganz zentrale Rolle. Wichtig ist aber auch, dass die Forschung früher als bisher mit denjenigen interagiert, die in der Praxis Entscheidungen treffen. Wir nennen das transformative Forschung. Dabei geht es in der Forschung nicht mehr nur darum, von außen auf Veränderungen zu schauen und zu lernen, sondern selber Teil des Umsetzungsprozesses zu werden und hierdurch Impulse zu setzen. Zudem

braucht die Energieforschung eine stärker ganzheitliche Perspektive. Ihr kommt die Rolle zuteil, Ideen und Konzepte aus unterschiedlichen Perspektiven zu reflektieren, um Veränderungsprozesse in ihrer Wirkung richtig bewerten zu können.

Wir wagen einen Blick in die Zukunft und setzen die rosarote Brille auf: Deutschland ist klimaneutral und die Energieversorgung ist sicher und bezahlbar. Wie würde sich das auf die Motivation anderer Länder für den Klimaschutz auswirken?

Fischedick: Auch wenn Deutschland die Vorreiterrolle im Klimaschutz aktuell verloren hat, schauen trotzdem natürlich noch immer viele Länder auf Deutschland. Wenn es uns in Nordrhein-Westfalen gelingt, klimaneutral zu werden – in einem Land mit hoher Bevölkerungsdichte, in einem Land mit überschaubarer solarer Einstrahlung und überschaubarem Windpotenzial, in einem Land mit viel energieintensiver Industrie – dann wird das international natürlich wahrgenommen. Wir haben immer noch die Chance in Deutschland als Multiplikator zu wirken. Alleine die Tatsache, dass die Stromerzeugung in Deutschland bereits heute zu mehr als 40 Prozent aus erneuerbaren Energiequellen stammt – und unser Energiesystem trotzdem nicht zusammengebrochen ist – führt dazu, dass auch andere Länder mutiger geworden sind und beginnen, in eine ähnliche Richtung zu denken. Insofern schaut die Welt zu Recht auf Deutschland und ganz speziell auch auf Nordrhein-Westfalen. Und ich hoffe, es gelingt uns, ein gutes Beispiel zu sein.



„Eine Chance für Deutschland als Industrienation“



www.energieforschung.nrw

Professor Dr. Andreas Löschel

lehrt an der Westfälischen Wilhelms-Universität (WWU) Münster Volkswirtschaftslehre, insbesondere Energie- und Ressourcenökonomik. Des Weiteren leitet er das Virtuelle Institut Smart Energy (VISE), ist Vorsitzender der Expertenkommission der Bundesregierung zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ und Direktor am Centrum für angewandte Wirtschaftsforschung Münster.

Ökologie und Ökonomie – wie passt das zusammen?

Löschel: Ökologie und Ökonomie passen sehr gut zusammen – wenn die richtigen Rahmenbedingungen gegeben sind. Durch Rahmenbedingungen kann die wirtschaftliche Perspektive des Einzelnen in Einklang mit ökologischen Zielen gebracht werden. Das wird am Beispiel der CO₂-Bepreisung deutlich. Entstehen durch den CO₂-Ausstoß Kosten, so liegt es im wirtschaftlichen Interesse des Einzelnen, seinen CO₂-Ausstoß zu reduzieren. Und genauso liegt diese Reduktion natürlich im ökologischen Interesse, da sich auf diese Weise negative Auswirkungen auf das Klima abschwächen lassen.

Für die Zukunft brauchen wir auch Geschäftsmodelle, die die Ökonomie und die Ökologie gleichermaßen bedienen. Was kommt Ihnen dabei als erstes in den Sinn?

Löschel: Für den Klimaschutz ist insbesondere die weitere Integration von erneuerbaren Energien in den Energiemarkt von zentraler Bedeutung. Da Wind- und Sonnenenergie naturgemäß wetterabhängig sind, variiert jedoch die Energiemenge, die aus erneuerbaren Energien in das Energiesystem eingespeist werden kann. Dieses fluktuierende Angebot trifft auf eine recht starke, konstante Nachfrage. Geschäftsmodelle könnten daher darauf abzielen, Angebot und Nachfrage besser zusammenzubringen und Spitzen im Energiesystem abzumildern. Dies kann zum Beispiel durch Dezentralisierung und Digitalisierung gelingen. Geschäftsmodelle aus diesen Bereichen können Ökologie und Ökonomie gleichermaßen adressieren.

Lässt sich die Digitalisierung auch als verbindendes Element zwischen verschiedenen Einzeltechnologien bewerten?

Löschel: Ja, das gilt natürlich für die Technologien, die wir jetzt schon haben. Sie werden zum Beispiel in virtuellen Kraftwerken oder Smart-Home-Konzepten zunehmend digital miteinander verbunden. Aber der Vorteil von Digitalisierung ist eben nicht nur das Zusammenbringen von Technologien, sondern auch das Koordinieren von Akteuren. Ihre Zahl ist durch die Dezentralisierung des Energiesystems stark gestiegen und um sie zu koordinieren, braucht es datenbasierte Geschäftsmodelle. Nur so kann es gelingen, die dezentrale Energieerzeugung und den Verbrauch in Einklang zu bringen – und zwar automatisiert in Einklang zu bringen. Denn genau dort liegen die Effizienzvorteile, die sich positiv auf Wirtschaft und Klimaschutz auswirken können.

Gibt es noch weitere Gründe, die für die Digitalisierung sprechen?

Löschel: Bisher haben wir ja insbesondere zum Strommarkt gesprochen. Aber natürlich liegen die Chancen für Wirtschaft und Klimaschutz nicht im Strommarkt allein, sondern in der gesamten Energiewelt. Das betrifft zum Beispiel auch die intelligente Mobilität, smarte Gebäude, die Kopplung der Sektoren durch Elektrifizierung und die Umwandlung von Strom in Gas, Wärme oder flüssige Energieträger. Es geht also auch im Energiesystem insgesamt wieder darum, Angebot und Nachfrage zusammenzubringen – mit der Digitalisierung als Vermittler zur Entwicklung passgenauer Produkte.

Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit sich neue digitale Geschäftsmodelle am Markt etablieren können?

Löschel: Oft sind weniger die technischen Hemmnisse, als vielmehr die wirtschaftlichen Aspekte entscheidend. Geschäftsmodelle müssen sich wirtschaftlich lohnen. Wenn die beschriebenen Flexibilisierungspotenziale nicht wirtschaftlich gehoben werden können, weil etwa zu viel konventioneller Strom im System ist, weil Strom aus erneuerbaren Energien mit hohen Abgaben, Umlagen und Steuern belastet ist oder weil vielfältige regulatorische Hindernisse bestehen, dann können sich digitale Geschäftsmodelle nicht durchsetzen. Es muss also ein entsprechender Rahmen geschaffen werden, etwa indem CO₂-Preise steigen, grüner Strom von Zusatzkosten befreit wird und räumliche und zeitliche Flexibilität im Energiemarkt gestärkt werden.

Sie sind unter anderem auch Leiter des Virtuellen Instituts Smart Energy (VISE). Was begeistert Sie an diesem Projekt?

Löschel: Das VISE füllt eine entscheidende Lücke: Wir schlagen eine Brücke zwischen der klassischen Energiewirtschaft, der IT-Welt und der Gesellschaft. Auf diese Weise können wir aus verschiedenen Perspektiven auf die Digitalisierung schauen: aus der technischen, aus der ökonomischen und aus der sozialwissenschaftlichen Perspektive. Wir sind zum Beispiel mit Unternehmen und mit Verbänden in konstantem Austausch, um auch die Perspektiven aus der Praxis zu verstehen. Kooperation spielt bei uns eine zentrale Rolle.

Werden durch die Kooperationen auch neue digitale Geschäftsmodelle entwickelt?

Löschel: Wir versuchen mit großem Engagement, die Grundlage dafür zu schaffen. Im Bereich

privater Haushalte arbeiten wir zum Beispiel mit Verbraucherzentralen und Handelskammern zusammen. Gemeinsam untersuchen wir unter anderem das Investitions- und Nutzungsverhalten bezüglich Smart-Home-Anwendungen, um so die Effekte im Sinne der Energieeffizienz, des Komforts und der Sicherheit bewerten zu können. In ähnlicher Weise arbeiten wir auch mit kleinen und mittelständischen Unternehmen zusammen, mit denen wir Anwendungsmöglichkeiten im Bereich Energieeffizienz und Energie- und Lastmanagement identifizieren möchten. Grundsätzlich versuchen wir also, neue digitale Geschäftsmodelle wissenschaftlich zu analysieren. Wir wollen verstehen, welche Optionen sich ergeben.

Wie stellen Sie sich die Energiewelt im Jahr 2050 vor?

Löschel: Das Ziel für das Jahr 2050 ist Klimaneutralität. Das bedeutet, dass wir nur genau so viel CO₂ ausstoßen, wie wir auch wieder aus der Atmosphäre herausholen können. Für Deutschland bedeutet das, dass die Emissionen praktisch auf null sinken müssen. Es wird also eine erneuerbare Welt sein.

Dieses Vorhaben ist nicht nur ein spannendes Projekt, sondern birgt auch große Chancen für Deutschland als Industrienation. Im Pariser Abkommen haben sich alle Länder dazu verpflichtet, die globale Erderwärmung auf deutlich unter 2 °C zu begrenzen, besser auf 1,5 °C. Null-Emissionen werden damit zu einem globalen Vorhaben. Know-how, Technologien und systemisches Wissen werden also auch global benötigt und nachgefragt werden. Und gerade in diesem systemischen Wissen liegt die große Chance für Deutschland. Deshalb ist es auch so wichtig, dass wir jetzt die verschiedenen Perspektiven sinnvoll zusammenfügen, jetzt Systemlösungen entwickeln – und dann auch nach außen tragen.



Leuchtturmprojekte



Schaufenster befinden sich in Innenstädten und in den Schaufenstern liegen Waren aus, die wir begutachten, auswählen und kaufen können. So kennen wir es. Seit 2016 gibt es aber auch Schaufenster der Energieforschung. Und erstaunlicherweise funktionieren sie ganz ähnlich wie die Schaufenster in den Innenstädten.

Designnetz – Schaufenster für ein integriertes Energiesystem der Zukunft

Schaufenster-Projekte oder Reallabore werden sie genannt: Die großangelegten Projekte, in denen Innovationen und Technologien aus der Energieforschung angewandt und getestet werden – nicht nur im Labor, sondern auch konkret vor Ort. Und die Projekterfolge werden wie in einem Schaufenster präsentiert: Expertinnen und Experten sowie Bürgerinnen und Bürger können sie begutachten und die besten Lösungen nutzen. Denn eben diese besten Lösungen können als Vorlage für ganz Deutschland dienen und damit Musterlösungen für eine klimafreundliche, verlässliche und effiziente Energieversorgung sein.

Im Februar 2015 hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie das Förderprogramm „Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende (SINTEG)“ ins Leben gerufen. Die Energiezukunft soll durch fünf Schaufenster betrachtet und in Modellregionen großflächig erforscht und erlebbar gemacht werden.

Einzellösungen zu einem Gesamtsystem vereinen

Das SINTEG-Schaufenster in Nordrhein-Westfalen, in Rheinland-Pfalz und im Saarland heißt Designnetz. In diesem Projekt sollen Blaupausen für das Stromnetz der Zukunft entwickelt werden. Ziel ist es, große Anteile erneuerbarer Energien in das Energiesystem zu integrieren. Gleichzeitig soll der Umbau des Stromnetzes so gering wie möglich – und

damit kosteneffizient – gehalten werden. Dafür werden dezentrale Einzellösungen zu einem Gesamtsystem vereint. Im Projekt wird ein breites Portfolio an technischen und marktdienlichen Lösungen realisiert, analysiert und bewertet. Rund 30 Teilprojekte adressieren die Bereiche Energiemarkt und -handel, intelligenter Netzbetrieb sowie Informations- und Kommunikationstechnik.

➔ www.designnetz.de

Übertragbar auf alle Bundesländer Deutschlands

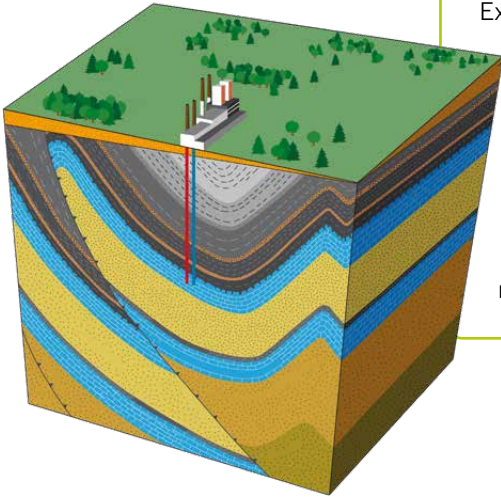
Die drei Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Saarland sind durch eine Mischung aus Metropolen, Industriezentren und dünn besiedelten Regionen charakterisiert. Die in Designnetz erarbeiteten Lösungen lassen sich daher auf nahezu alle Bundesländer in Deutschland übertragen.

Die Projektpartner setzen sich aus Unternehmen der Energiewirtschaft, der Industrie, der Branche zu Informations- und Kommunikationstechnologien sowie aus wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen zusammen. Konsortialführer ist die E.ON SE. Als Vertreter des Konsortialführers bildet E.ON-Netzvorstand Dr. Thomas König zusammen mit den für Energie verantwortlichen Ministerinnen und Ministern der drei Bundesländer – Minister Professor Dr. Andreas Pinkwart für Nordrhein-Westfalen – den politischen Beirat von Designnetz. Über diese Schnittstelle zwischen Politik und Forschung können die politischen und regulatorischen Rahmenbedingungen begleitet werden.

DGE-ROLLOUT: Potenziale der Tiefengeothermie nutzen

Die Infrastruktur der traditionellen Energiebranche kann auch für das Energiesystem der Zukunft genutzt werden. So wird untersucht, ob die Region Weisweiler tiefengeothermische Potenziale bietet und ob das vorhandene Verteilernetz des Braunkohlekraftwerks Weisweiler künftig mit Erdwärme gespeist werden kann. Im Oktober 2019 wurde für den Standort ein 3D-Untergrundmodell erstellt. Ende 2020 soll eine Explorationsbohrung dessen Ergebnisse verifizieren. Die Unter-

suchungen in Weisweiler finden im Rahmen des EU-Interreg-Projekts DGE-ROLLOUT (Roll-out of Deep Geothermal Energy in North-West Europe) statt, das von 2018 bis 2022 durchgeführt und vom Geologischen Dienst NRW koordiniert wird. Durch das internationale Projekt sollen Lage und Ausdehnung hydrothermalmer Reservoirs erkundet, Investitionsrisiken reduziert, bestehende tiefengeothermische Anlagen optimiert und somit der CO₂-Ausstoß reduziert werden.

**SPIN-Projekt: Digitales Service Center**

Sich im weltweiten Wettbewerb um neue Technologien zu positionieren, die klimaschützende Transformation der Industrie und des Energiesystems voranzutreiben und damit Arbeitsplätze im Ruhrgebiet zu schaffen – das sind die Ziele des „Spitzenclusters Industrielle Innovationen (SPIN)“. Im Rahmen dieser Innovationsplattform gestalten Industrie und Forschung den Strukturwandel des Ruhrgebiets über vielfältige Projekte. Eines davon ist das Digitale Service Center: Es wird cloudbasierte Softwarelösungen anbieten, die bis Januar 2023 entwickelt werden, und die mithilfe von künstlicher Intelligenz Energieerzeugungsanlagen überwachen können. Mit den so ermittelten Informationen zum Gesamtsystem und zu Einzelkomponenten können Betreiber ihre Anlagen energieeffizienter fahren und den optimalen Zeitpunkt für Wartungsarbeiten bestimmen. Auch Störungen sollen frühzeitig erkannt und qualifizierte Hinweise für Gegenmaßnahmen gegeben werden.

EnerPrax: Energiespeicher in der Praxis

Bei rein regenerativer Stromversorgung muss die Energieversorgung auch in Phasen, in denen erneuerbare Quellen wenig Energie liefern, gewährleistet sein. Das kann durch leistungsstarke Speichertechnologien gelingen. In der FH Münster wurde daher von Dezember 2016 bis November 2019 die Kombination aus PEM-Elektrolyseur, Lithium-Ionen-Batterie und Redox-Flow-Batterie untersucht. Standort ist die Kommune Saerbeck, die einen Überschuss an Energie aus Wind, Sonne und Biomasse erwirtschaftet. In kleinem Maßstab kann dort schon heute das Energiesystem der Zukunft getestet werden.



Transformationsforschung

Gemeinsam auf dem Weg

Das Motiv ist klar: Wir wollen unser Klima schützen. Dafür gibt es eine breite Mehrheit in der Bevölkerung. Doch wie sieht es aus, wenn es um konkrete Umsetzungen und Maßnahmen vor Ort geht? Hier kann die Transformationsforschung helfen, Lösungen zu entwickeln, die eine breite Zustimmung finden.

Für einen erfolgreichen Wandel hin zur Energiewelt von morgen braucht es Erfolg in vielen und ganz unterschiedlichen Dimensionen. Natürlich geht es um technologische Neuerungen und um Forschung zur weiteren Optimierung einzelner Komponenten und ganzer Prozesse. Natürlich geht es um industrielle Produktionsprozesse und um politische Strategien und Rahmenbedingungen. Aber zu einem sehr großen Anteil geht es bei der Transformation

des Energiesystems auch um die gesellschaftliche Akzeptanz, um das Mitmachen-wollen und um den Willen, mit eigenen Handlungen und Initiativen das Ziel Klimaschutz zu ermöglichen.

Die Energiewende wird in der Gesellschaft im Grunde unterstützt: Meinungsumfragen zeigen, dass zum Beispiel die Nutzung erneuerbarer Energien eine breite Zustimmung findet. Dennoch geraten die Entwicklungen ins Stocken, wenn es darum geht, Standorte für Anlagen wie Windräder zu finden oder konkrete Projekte vor Ort zu realisieren. Der so wichtigen gesellschaftlichen Akzeptanz für die Energiewende als Ganzes steht häufig eine zum Teil eher geringe Unterstützung für die konkrete Umsetzung der Energiewende vor Ort gegenüber.



Zahlen, bitte!

Transformation und soziale Innovationen für das Energiesystem der Zukunft und für den Klimaschutz funktionieren, wenn vier Personengruppen zusammenarbeiten: Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Fachleute aus Wirtschaft und Industrie, Personen aus dem öffentlichen Sektor und der Verwaltung sowie Bürgerinnen und Bürger. Gemeinsam und aus den unterschiedlichen Perspektiven heraus entstehen gute Ideen für die Energiewelt von morgen.

4 Gruppen

Diese Differenzen aufzulösen und die unterschiedlichen gesellschaftlichen Akteure für das gemeinsame Ziel Klimaschutz zu gewinnen, ist eine der zentralen Herausforderungen für die kommenden Jahre. Um dieses Ziel zu erreichen, werden zum Beispiel die Möglichkeiten für Bürgerbeteiligungen ausgebaut. Die Bürgerinnen und Bürger sollen frühzeitig in Planungsprozesse einbezogen werden. Auch finanzielle Anreize sind im Gespräch. Denkbare Modelle sind eine direkte finanzielle Beteiligung am Investment von Windkraftanlagen oder die Verwendung eines Teils der Einnahmen für soziale Zwecke vor Ort.

Forschung für und mit der Gesellschaft

Transformationsforschung ist die Wissenschaft, die sich mit Veränderungen und Umbrüchen in der Gesellschaft befasst. Ihr Streben ist es, ein besseres Verständnis über die Systemeigenschaften zu gewinnen, Konzepte und Visionen für die Zukunft abzuleiten und reale Veränderungsprozesse zu erforschen.

In der Transformationsforschung wird übergreifend zusammengearbeitet: Die Gruppe derer, die sich mit den gesellschaftlichen Fragestellungen beschäftigt,

besteht nicht nur aus Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern unterschiedlicher Fachrichtungen, sondern zum Beispiel auch aus Personen, die Industrien und Unternehmen vertreten, sowie aus Bürgerinnen und Bürgern. Durch diese heterogene Zusammensetzung und die unterschiedliche Perspektive, mit der jedes Teammitglied auf die Fragestellung blickt, wird praxisnahes und handlungsorientiertes Wissen erzeugt. Auf dieser Basis können Transformationsprozesse – wie die Transformation hin zu einer klimaneutralen Welt 2050 – beschleunigt und langfristig stabil gestaltet werden.

Im Kern der Transformationsforschung geht es darum, alle gesellschaftlichen Akteure gleichermaßen zu adressieren, die jeweiligen Perspektiven und Präferenzen zu erfassen, Gemeinsamkeiten oder Unterschiede zum Beispiel bei der Einschätzung von Technologien herauszuarbeiten und Transformationspfade zu analysieren. So gelingt es, Diskrepanzen in der Wahrnehmung oder in der Bewertung aufzudecken, Konfliktlinien frühzeitig zu erkennen – und darauf aufbauend Lösungskorridore zu entwickeln, die eine breite Zustimmung und Unterstützung aller Beteiligten erfahren.

„Die Menschen sollen ihre Zukunft aktiv mitgestalten können“

Professor Dr. Jürgen Howaldt

ist Direktor der Sozialforschungsstelle der Technischen Universität Dortmund. Dort erforscht er den Zusammenhang von sozialen Innovationen und gesellschaftlichem Wandel. Weitere Schwerpunkte sind Wissensmanagement und moderne Konzepte der Organisations- und Arbeitsgestaltung. (Rechts im Bild)

Jürgen Schultze

ist ebenfalls für die Sozialforschungsstelle in Dortmund tätig. Er koordiniert den Forschungsbereich „Transformative Governance in Stadt und Region“, forscht zu sozialen Innovationen und fördert Innovationsdialoge zu Klimaanpassung und nachhaltiger Produktion. (Links im Bild)



Mit der Energiewende erleben wir heute einen tiefgreifenden Umbruch. Ein anderer, ähnlich tiefgreifender Umbruch hat bereits im 18. Jahrhundert stattgefunden: die Industrialisierung. Was ist der Unterschied zwischen diesen beiden Transformationsprozessen?

Howaldt: Während der Industrialisierung entwickelten sich nicht nur neue technologische Prozesse, sondern auch ganz neue Organisations- und Lebensformen. Diese große Transformation im 18. Jahrhundert war sicher noch umfassender als die Energiewende heute. Es gibt aber noch einen anderen wichtigen Unterschied: Wir sehen heute, dass unsere Lebensweise zu einer Reihe von ökologischen und sozialen Problemen führt. Deshalb diskutieren wir über den notwendigen Wandel zu einer nachhaltigeren Gesellschaft und Wirtschaft. Dieser Transformationsprozess muss gemeinsam gestaltet werden – ohne dass jedoch ein funktionierendes Vorbild existiert, an dem wir uns orientieren könnten. Das ist einmalig in der Geschichte.

Schultze: Anders als in der Industrialisierung können wir heute auf viele gute, bereits existierende Technologien und auch Verhaltensweisen aufbauen. Bei der Energiewende wird es deshalb auch darum gehen, die technologischen Systeme neu zu kombinieren und in eine neue Gesellschaft zu transferieren – auf sozial gerechte Art und Weise. Auch das ist natürlich ein wesentlicher Unterschied zu der Industrialisierung.

Können zu dieser Weiterentwicklung auch soziale Innovationen beitragen?

Howaldt: Wenn wir Begriffe wie Energiewende oder Verkehrswende benutzen, denken wir immer noch zu sehr über Technologien nach und zu wenig über die Veränderung von Lebensweisen, von sozialen Praktiken, die eine ganz große Rolle spielen. Ohne soziale Innovationen wird es keine nachhaltigen gesellschaftlichen Strukturen geben.

Schultze: Das Erneuerbare-Energien-Gesetz hat sich zum Beispiel aus sozialen Innovationen entwickelt. Bereits in den 70er und 80er Jahren gab es Kommunen, die lokale Energieversorgungssysteme aufbauten – und damit Alternativen zu Atom- und Kohlekraftwerken aufzeigten. Diese Alternativen wurden vorangetrieben und gefördert, und mündeten schließlich im Erneuerbare-Energien-Gesetz, das Technologien jenseits von Kohle- und Atomenergie eine Chance gab. Durch die im Gesetz vorgesehene Einspeisevergütung wurde die Windenergie schließlich industrialisiert: Es war nicht mehr nur der Bauer, der mit einem einzelnen Windrad Strom erzeugte und ins Netz einspeiste, sondern es wurden nun große Anlagen entwickelt, onshore wie offshore, die heute ganz andere Dimensionen an Leistung und Energieeffizienz eröffnen.

Gibt es Grundvoraussetzungen, die erfüllt sein müssen, damit soziale Innovationen entstehen können?

Howaldt: Soziale Innovationen entstehen in der Gesellschaft täglich und überall. Es geht jetzt vor allem darum, diejenigen sozialen Innovationen zu fördern und zu verbreiten, die unsere Gesellschaft nachhaltiger machen und uns helfen, die großen gesellschaftlichen Herausforderungen zu bewältigen. Ein großes und noch ungenutztes Potenzial liegt bei den Universitäten: Dort wurden weitreichende Strukturen aufgebaut, um in Kooperation mit der Wirtschaft an technologischen Innovationen zu arbeiten. Für soziale Innovationen sind ähnliche Strukturen für die Kooperationen zwischen Universitäten und Zivilgesellschaft denkbar. So könnten Ideen aus der Zivilgesellschaft von der Forschung, von der Wirtschaft und schließlich auch vom Gesetzgeber schneller aufgegriffen und umgesetzt werden. Dieses Zusammenspiel zu beschleunigen, wäre sicher eine Grundvoraussetzung, um die Wirkungskraft sozialer Innovationen zu erhöhen.

Welche Vision haben Sie diesbezüglich?

Howaldt: Die Innovationspolitik sollte sich nicht nur nach dem wirtschaftlichen Erfolg, sondern auch nach gesellschaftlichen Herausforderungen ausrichten. Innovationen könnten nach ihrem Entwicklungsziel und Nachhaltigkeitsgehalt selektiert werden. Unsere Vision sind großangelegte Förderprogramme und soziale Innovationszentren, die die Gesellschaft dabei unterstützen, ihr innovatives Potenzial zu nutzen – in ähnlichen Dimensionen wie dies im Technologiebereich bereits seit Jahrzehnten üblich ist.

Schultze: Soziale Innovationszentren bedeuten auch Konsensbildung, beispielsweise zwischen großen Energiekonzernen und kleinen alternativen Lösungen. Im Zusammenspiel aus Wirtschaft und kleinen Initiativen

können neue Geschäftsmodelle entwickelt werden – und gleichzeitig ein neues Modell des Zusammenlebens.

Kann Empowerment auch Rebound-Effekten vorbeugen?

Schultze: Gerade bezüglich Rebound-Effekten möchte ich die These aufstellen, dass technologische Innovationen alleine in eine Sackgasse führen. Wenn ich zum Beispiel durch eine neue Wärmedämmung im Haus Energie spare und dadurch jeden Monat 50 Euro zurücklegen kann, dann aber am Ende des Jahres von dem gesparten Geld nach Bangkok fliege, ist nichts gewonnen. Und genau das bedeutet Rebound-Effekt: Durch technologische Innovationen erzielte Einsparungen werden (über-) kompensiert durch steigendes Konsumverhalten. Solche Rebound-Effekte lassen sich nur durch die Veränderung sozialer Praktiken vermeiden. Und tatsächlich lassen sich soziale Praktiken auch mit der Frage „Was macht mich glücklich?“ verknüpfen. Ist es wirklich der Flug nach Bangkok? Wir als Wissenschaftler sehen uns auch in der Rolle, alternative Verhaltensweisen gemeinsam mit den Bürgern zu entwickeln und aufzuzeigen.

Howaldt: Heute stellen viele Menschen das auf Konsum ausgerichtete Leben noch zu oft in den Vordergrund und das Nachhaltige nur, wenn es eben noch reinpasst. Es gilt also, soziale Praktiken zu entwickeln, die uns beides ermöglichen: ein reichhaltiges und gleichzeitig nachhaltiges Leben.

Das bedeutet, es geht bei der Energiewende nicht nur um Sparen und Verzicht, sondern auch um ein besseres Leben?

Schultze: Genau: Es geht um einen Zugewinn an Lebensqualität. Mehr Platz für Menschen statt für Autos. Höhere Luftqualität. Ausgebauter öffentlicher Nahverkehr. Mehr Grün und mehr Wasser in den Städten. Es gibt viele Qualitätsvorteile. Die sollten wir nutzen – für ein gutes Leben.

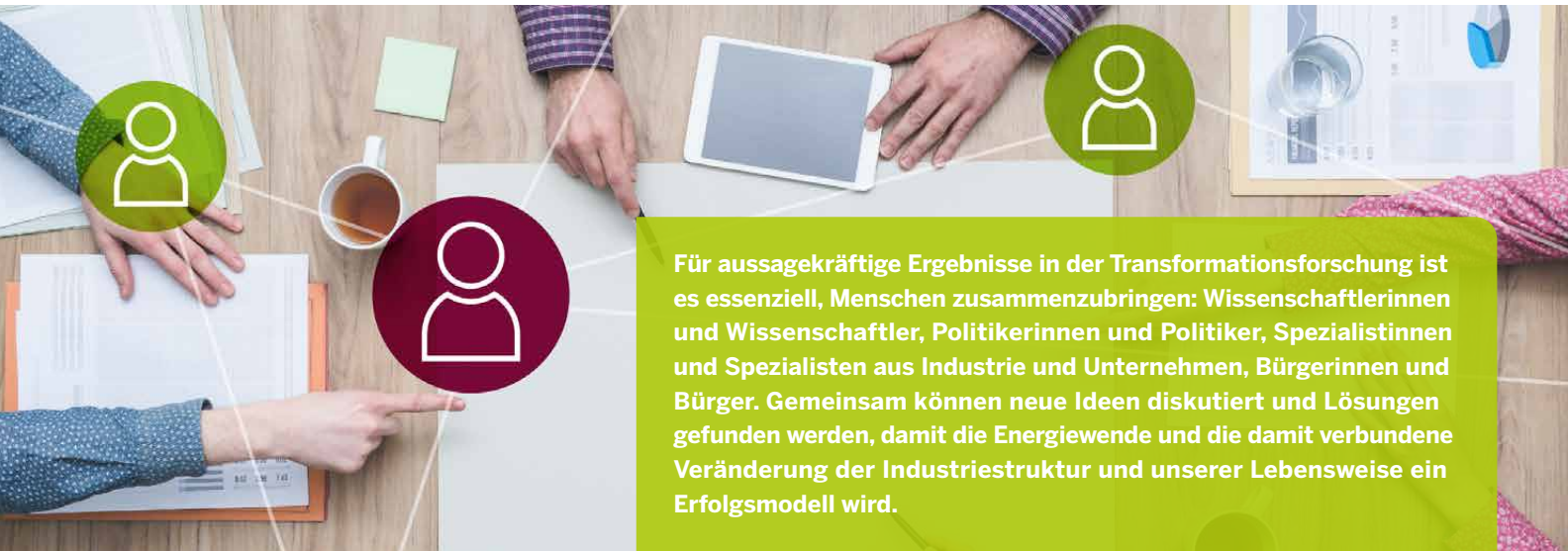


www.energieforschung.nrw

Soziale Innovation

Wenn wir über Innovationen sprechen, dann denken wir meist an technologische Neuerungen. Innovation bedeutet aber auch, neue Formen zu entwickeln, wie wir unser Leben organisieren. Und hier kommen häufig die innovativsten Ideen von Menschen, die sich beruflich gar nicht mit Innovationen befassen: von Bürgerinnen und Bürgern, die die Dinge einfach anders angehen als andere. Die zum Beispiel kein eigenes Auto besitzen, sondern sich eines teilen – und dadurch die Car-Sharing-Bewegung ins Leben rufen. Solche Innovationen kommen mitten aus der Gesellschaft und werden daher „soziale Innovationen“ genannt. Sie können auch als neue soziale Praktiken verstanden werden. In der Transformationsforschung werden soziale Innovationen gezielt gefördert und genutzt. Denn das Zusammenspiel aus technologischen und sozialen Innovationen ist ein Erfolgsrezept.

Leuchtturmprojekte



Für aussagekräftige Ergebnisse in der Transformationsforschung ist es essenziell, Menschen zusammenzubringen: Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Politikerinnen und Politiker, Spezialistinnen und Spezialisten aus Industrie und Unternehmen, Bürgerinnen und Bürger. Gemeinsam können neue Ideen diskutiert und Lösungen gefunden werden, damit die Energiewende und die damit verbundene Veränderung der Industriestruktur und unserer Lebensweise ein Erfolgsmodell wird.

Virtuelles Institut Transformation – Energiewende NRW

Wissenschaft im gesellschaftlichen Kontext kann nicht nur Entwicklungen beschreiben und Folgen abschätzen, sondern Wissenschaft kann auch dabei helfen, Umsetzungen vorzudenken, Teil des Veränderungsprozesses zu sein und Impulse aktiv zu setzen. Dies gilt insbesondere für den Weg in die Energiewelt von morgen.

Im Jahr 2013 haben sich daher verschiedene Forschungseinrichtungen aus Nordrhein-Westfalen zu dem Virtuellen Institut „Transformation – Energiewende NRW“ zusammengeschlossen. Dieser Zusammenschluss ist virtuell, weil die Partner weiterhin eigenständig in Organisation, Struktur und Standort bleiben. Durch die enge Zusammenarbeit und den gemeinsamen Auftritt beispielsweise bei Veranstaltungen oder in Publikationen entsteht dennoch eine Verbindung wie in einem gemeinsamen Institut.

Im Fokus: Kooperation und Beteiligung

Für den erfolgreichen Wandel des Energiesystems arbeiten in diesem Virtuellen Institut Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus ganz unterschiedlichen Fachbereichen zusammen. Und nicht nur im Bereich Wissenschaft wird disziplinübergreifend zusammengearbeitet: Genauso wichtig ist die Kopplung mit Wirtschaft, Politik und Gesellschaft. Denn das Virtuelle Institut beschäftigt sich mit sozio-ökonomischen und soziokulturellen Fragestellungen der Energiewende. Zum Beispiel: Welche Vorstellungen haben Bürgerinnen und Bürger von der Energiewende? Und wie möchten sie die Energiewende in ihrem Sinne gestalten? Welche historisch gewachsenen Denkweisen beeinflussen

die Wahrnehmung der Energiewende in den unterschiedlichen Regionen Nordrhein-Westfalens?

Solche und ähnliche Fragen stehen auf der Forschungsagenda des Virtuellen Instituts Transformation – Energiewende NRW, die regelmäßig aktualisiert und ergänzt wird. Aus den zentralen Themen dieser Forschungsagenda entstehen Forschungsprojekte, die in Projektteams bearbeitet werden – stets mit dem Fokus auf Beteiligung der Bereiche Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft.

Organisation in Clustern

Die Verbundprojekte des Virtuellen Instituts sind thematisch organisiert: Durch das Cluster „Governance & Partizipation“ soll ein möglichst breit angelegter, gesellschaftspolitischer Austausch und Diskurs angeregt werden, der die Ziele und Umsetzungen der Energiewende in Nordrhein-Westfalen betrachtet. Das Cluster „Mentalitäten & Verhaltensmuster“ beschäftigt sich mit historisch gewachsenen Denk-, Bewusstseins- und Verhaltensmustern in der Gesellschaft – und mit der Frage, wie sich diese auf die Umsetzung der Energiewende auswirken. Im Cluster „Transformation industrieller Infrastrukturen“ wird untersucht, wie die in Nordrhein-Westfalen ansässige Industrie den Transformationsprozess zu einem klimaverträglichen Energiesystem gestalten und prägen kann.

Ergebnisse, Hintergründe und weiterführende Informationen zu Projekten und Verbundpartnern sind auf der Homepage des Virtuellen Instituts Transformation – Energiewende NRW zu finden. ➔ www.vi-transformation.de

Nachhaltige und wettbewerbsfähige Wirtschafts- und Industriestrukturen

Die Energiewende macht es notwendig, den Industriestandort Nordrhein-Westfalen mit Hilfe von technologischen, aber auch sozialen und politischen Innovationen neu auszurichten. Welche ökonomischen Effekte hat die Energiewende auf die Industrie in Nordrhein-Westfalen? Welche Gestaltungsmöglichkeiten und Erfolgsfaktoren gibt es für industrielle Transformationsprozesse? Diesen Fragen ging das Projekt „Transformationsprozesse für nachhaltige und wettbewerbsfähige Wirtschafts- und Industriestrukturen in Nordrhein-Westfalen im Kontext der Energiewende“ von Juni 2016 bis Mai 2017 nach (Koordination: Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln und Wuppertal Institut). Dabei wurde untersucht, in welcher Phase der Transformation welche Faktoren und Instrumente essenziell für das Gelingen des Prozesses war. Ein Schwerpunkt der Untersuchungen waren Branchen-übergreifende Kooperationen zwischen Unternehmen aus einer Region. Solche Kooperationen stellen bei der Transformation von Industriestrukturen ein großes, bisher aber wenig ausgeschöpftes Potenzial dar.

➔ www.vi-transformation.de/wp-content/uploads/2017/10/vi_tii_endbericht_v13_small.pdf

Neue Zeche Westerholt

Die Zeche Westerholt in Herten/Gelsenkirchen wird zur „Neuen Zeche Westerholt“. Damit wird ein Stadtquartier weiterentwickelt, das die Bergbautradition würdigt und gleichzeitig für die Zukunft der Stadt steht. Das Konzept für die Wärmeversorgung wurde von April 2018 bis November 2019 im Rahmen des Projekts „EnerAct LowEx Herten“ erarbeitet (Koordination: Wuppertal Institut). Grundlage des Konzepts waren zwei zentrale Aspekte: die technische Ausgestaltung und die Diskussion der technischen Varianten mit Bürgerinnen und Bürgern. Technisch sollten diverse erneuerbare Energiequellen wie Solarthermie, Erdwärme und Abwärmequellen eingebunden werden. Die bürgergesellschaftlichen Anforderungen wurden im „Partizipativen Reallabor“ ausgearbeitet: Dort erstellten 50 Bürgerinnen und Bürger aus Herten ein Bürgergutachten mit ihren Stellungnahmen und Empfehlungen. Das auf diese Weise gemeinschaftlich erstellte Konzept für die Wärmeversorgung soll die Kommunen befähigen, unmittelbar in eine Planungs- und Implementierungsphase zu starten.



Virtuelles Institut Smart Energy – Teilprojekt Unternehmen

Die Digitalisierung der Energiewirtschaft ist eine Herausforderung – auch für die kleinen und mittelständischen Unternehmen in Nordrhein-Westfalen. Gemeinsam mit und in diesen kleinen und mittelständischen Unternehmen nehmen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in dem Teilprojekt „Unternehmen“ des EFRE-kofinanzierten Virtuellen Instituts Smart Energy daher seit Juli 2017 und bis September 2020 smarte Technologien zur Verbesserung von Energieeffizienz, Energie- und Lastmanagement unter die Lupe. So soll ein besseres Verständnis für den Nutzen von neuen, digitalen Technologien entstehen. Darüber hinaus werden prinzipiell anwendbare Dienstleistungen abgeleitet.

Urbane Energielösungen

Erfolgsfaktor Stadt

In Nordrhein-Westfalen leben fast 50 Prozent der Bevölkerung auf nur 14 Prozent der Landesfläche. Dort, nämlich in den Städten, konzentrieren sich die Herausforderungen der neuen Energiewelt auf engstem Raum. Es lohnt sich daher, das Energiesystem in den Städten zu optimieren.

Die hundert Städte mit dem größten CO₂-Fußabdruck produzieren zusammen fast 20 Prozent des weltweiten CO₂-Ausstoßes.¹ Darin zeigt sich die Relevanz der Städte für das Energiesystem der Zukunft: Wenn wir die Klimaschutzziele von Paris erreichen wollen, ist die Transformation zu einem nachhaltigen Energiesystem in den Städten zwingend notwendig. Nicht nur in Köln, sondern in ganz Nordrhein-Westfalen. Denn das Land – und insbesondere die Rhein-Ruhr-Region – ist die bevölkerungsreichste Metropolregion Deutschlands und eine der größten in Europa.

Konzepte über Gebäude- und Sektorengrenzen hinweg

Es gilt, urbane Energielösungen zu finden. Das kann gelingen, indem die Energieversorgung von Städten nachhaltig gestaltet wird und die Potenziale der lokalen, klimagerechten Energieerzeugung und der Energieeffizienz ausgeschöpft werden. Um mit räumlich überschaubaren Einheiten arbeiten zu können und gleichzeitig die Vorteile des Verbundes von mehreren Erzeugern und Verbrauchern zu nutzen, bietet sich das Quartier als Betrachtungsraum an. Der Begriff „Quartier“ ist dabei nicht fest definiert. Ein räumlicher Zusammenhang muss gegeben sein, Größe und Nutzung können jedoch variieren. Die Spanne reicht von Wohnquartieren über Innenstadtviertel, die durch den Einzelhandel geprägt sind, bis hin zu Gewerbegebieten. Gemeinsam ist allen Quartieren jedoch, dass nicht nur einzelne Häuser, sondern das Energiesystem in einem räumlich-funktionalen Zusammenhang und

¹Daniel Moran et al., Environmental Research Letters 2018, 13(6)



Zahlen, bitte!

Im Jahr 1900 lebten nur rund 10 Prozent der Menschen in Städten – im Jahr 2050 werden es weltweit 70 Prozent sein. Das prognostizieren die Vereinten Nationen (UNO). Wohlstand und Wirtschaftskraft, aber auch Energiebedarf und Ressourcenverbrauch werden sich damit zunehmend auf die Städte konzentrieren.

70 Prozent

über Gebäudegrenzen hinweg betrachtet wird. Daraus ergibt sich die Chance, Erzeugung und Verbrauch neu miteinander zu verknüpfen: Strom aus einer Photovoltaikanlage kann zum Beispiel für mehrere Haushalte genutzt werden oder auch zum Laden von Elektroautos. Das Verbinden von Sektoren, die traditionell wenig miteinander zu tun haben – wie die Wohnung heizen und das Auto laden – wird als „Sektorenkopplung“ bezeichnet. Und eine intelligente Verknüpfung dieser Sektoren Strom, Wärme/Kälte und Mobilität bietet in Quartieren große Potenziale für die Energiewelt von morgen und für effektiven Klimaschutz.

Mit der Sektorenkopplung wird auch die Digitalisierung immer wichtiger. Sie ist ein Schlüsselwerkzeug, denn Digitalisierung ermöglicht die integrierte, effiziente Nutzung von Energieinfrastrukturen und innovativen Konzepten. Grundlage für die Digitalisierung des Energiesystems sind effektive Steuerungsmöglichkeiten, die wiederum auf digitalen Technologien wie etwa intelligenten Messsystemen – sogenannten Smart Meter – beruhen. Solche Steuerungsmöglichkeiten werden benötigt, um die Energieanlagen stetig überwachen und steuern zu können und damit die Verbraucher bedarfsgerecht mit Energie versorgen zu können.

Eine gesteigerte Energieeffizienz und ein reduzierter Energiebedarf sind entscheidende Größen, wenn es um urbane Energielösungen geht. Bei Neubauten ist man im Vorteil: Mit hohen Gebäudestandards können erneuerbare Erzeugungstechnologien den Strom- und Wärmebedarf des Gebäudes abdecken und darüber hinaus Strom zum Beispiel zum Laden von Elektrofahrzeugen bereitstellen. Den Großteil der Städte machen jedoch Bestandsgebäude

aus, die einen deutlich höheren Heizwärmebedarf – und zunehmend auch Kältebedarf zur Kühlung in den Sommermonaten – haben. Hier gilt es, energetische Gebäudesanierungen, neue innovative Gebäudetechnologien und vorhandene Strom-, Gas- und Wärmeinfrastrukturen optimal zu kombinieren. Im Gebäudebestand liegt also die Herausforderung.

Enorme Potenziale für Nordrhein-Westfalen

Nordrhein-Westfalen engagiert sich durch verschiedene Förderprogramme für urbane Energielösungen. Im Programm „100 Klimaschutzsiedlungen in Nordrhein-Westfalen“ werden Bestandsquartiere energetisch saniert und Neubauquartiere mit neuen Technologien ausgestattet. So kann in den 96 ausgezeichneten Siedlungen der energetische Standard von neun Kilogramm CO₂ pro Quadratmeter und Jahr für Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie eingehalten werden. Auch die 25 geförderten Projekte des Aufrufs „Kommunaler Klimaschutz.NRW“ zeigen, dass die Kombination verschiedenster Maßnahmen, oftmals über Gebäudegrenzen hinweg, enorme Potenziale zum Einsparen von CO₂ birgt.

Das große Ziel ist der klimaneutrale Gebäudebestand bis zum Jahr 2050 mit intelligent gekoppelten und klimafreundlichen Quartieren. Auf dem Weg dorthin sind noch einige Herausforderungen zu meistern sowie Instrumente und Vorgehensweisen zu erforschen, weiterzuentwickeln und zu erproben. Dabei können wir uns auf die vielfältigen Erfahrungen stützen, die wir bereits gesammelt haben – und den Weg zu einer lebenswerten Stadt der Zukunft gemeinsam zu gestalten.

Forschung und Praxis: gemeinsam stark

Dr. Rainer Fuchs

ist Bereichsleiter Strategie bei der Vivawest Wohnen GmbH. Das Unternehmen verfolgt ein nachhaltiges und auf Langfristigkeit ausgerichtetes wohnungswirtschaftliches Geschäftsmodell, das ökonomischen Erfolg mit der gleichzeitigen Übernahme von ökologischer und sozialer Verantwortung verbindet.



Wo steht die Forschung im Bereich urbane Energielösungen?

Streblow: In den letzten Jahren hat sich die Sektorkopplung als wichtiger Baustein für mehr Energieeffizienz erwiesen. Aktuell zeichnet sich ab, dass wir die Sektorkopplung um weitere Themen ergänzen müssen. In ersten Forschungsprojekten werden daher zum Beispiel Mobilität und Logistik als zusätzliche Komponenten adressiert.

Fuchs: Damit die Sektoren miteinander verknüpft werden können, müssen die unterschiedlichsten Akteure zunächst lernen, auf Augenhöhe miteinander zu kooperieren. Die Forschung spielt insbesondere für ein umfassendes Monitoring und praxisorientierte Entwicklungen eine tragende Rolle.

Winnemöller: Ein Schwerpunkt der urbanen Energielösungen wird in der kalten Nahwärme liegen. Dieses Wärmenetz wird als „kalt“ bezeichnet, da es auf vergleichsweise niedrigem Temperaturniveau betrieben wird und kaum spürbare Temperaturverluste erfährt.

Streblow: In den letzten Jahren konnte in den Städten ein kontinuierlicher Zubau an Kühllösungen beobachtet werden. Dieser Bedarf wird bisher kaum beachtet, dabei ist

gerade hier eine gesamtsystemische Betrachtungsweise wichtig. Denn Einzellösungen sind weder energetisch noch wirtschaftlich oder infrastrukturell sinnvoll. Kalte Wärmenetze sind daher ein wichtiger Ansatz. In solche Netze können die Verbraucher sowohl Leistung einspeisen als auch Leistung daraus entnehmen. Der Netzbetrieb läuft also in zwei Richtungen und ermöglicht Kühlen und Heizen gleichzeitig. Wegen dieser komplexen Funktionsweise gibt es für kalte Wärmenetze aber noch erheblichen Forschungsbedarf.

Winnemöller: Der Schlüssel zum Erfolg wird die intelligente Regelung aller Energiequellen und -verbraucher sein. So könnte das gesamte Quartier mit Blick auf Wärme und Strom sowie Ökologie und Ökonomie optimiert werden. Bei einem solchen „Quartiersmanager“ wird zunehmend auf künstliche Intelligenz gesetzt – die allerdings sicherlich noch ein Forschungsfeld ist.

Streblow: Grundsätzlich müssen Lösungen gefunden werden, die sowohl im Sinne von Gebäudebesitzern, Betreibern und Anlagenherstellern sind, als auch den klimapolitischen Gesamtzielen dienen. Solche übergreifenden Quartierskonzepte zu entwickeln, ist eine komplexe Planungsaufgabe, die mit vielen Forschungsfragestellungen verbunden ist.



Professorin Dr. Rita Streblow

forscht an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen an urbanen Energielösungen. Gleichzeitig hält sie die Professur „Digitale Vernetzung von Gebäuden, Energieversorgungsanlagen und Nutzenden“ im Rahmen des Einstein Center Digital Future, dem Zentrum für Digitalisierungsforschung in Berlin.

Welche Instrumente brauchen die Praktiker von der Forschung?

Fuchs: Was Wohnungsunternehmen vor allem helfen würde, wären Technologien, mit welchen die Klimaschutzziele realisiert werden können. Dies betrifft insbesondere Heizungstechnologien auf Basis von erneuerbaren Energien, die nicht nur im Neubau, sondern vor allem auch im Wohnungsbestand eingesetzt werden können. Dort gibt es häufig Einschränkungen, zum Beispiel aufgrund von Schallschutz, benötigten Vorlauftemperaturen oder baulichen Anforderungen. Deshalb können viele der neueren Technologien dort in der Regel nicht eingesetzt werden.

Die Versorgungssicherheit der Mieter besitzt für Wohnungsunternehmen die oberste Priorität. Im Falle einiger Technologien ist die Ausfallsicherheit nicht in dem Maße gewährleistet, wie dies bei konventionellen Verbrennungstechnologien der Fall ist. Eine unserer Erfahrung nach sichere und effiziente – wenn auch aktuell noch sehr teure – Lösung wäre die Wärmeversorgung auf Basis von Wasserstoff über Brennstoffzellen. Für diesen Bereich würden wir uns daher weitere Förderung und Forschung wünschen.

Winnemöller: Eine tragende Rolle spielen die Planer für urbane Energielösungen, denn sie müssen nicht nur die Energie-Infrastrukturen planen, sondern auch sektorenübergreifend denken. Das beinhaltet zahlreiche Herausforderungen wie eine möglichst autonome Stromversorgung im Quartier, die sowohl Stromerträge aus Photovoltaikanlagen und Blockheizkraftwerken berücksichtigt, als auch die Dimensionierung von Batteriespeichern und das Lastprofil von Ladesäulen. Aufgabe von Planern ist des Weiteren das Energiemanagement, das für urbane Energielösungen deutlich komplexer ist als für klassische Konzepte der Wärmeversorgung. Und auch weitere relevante Bereiche wie Sicherheit, Verkehrsmanagement, E-Mobilität und Dienstleistungen durch bürgernahe Apps müssen Planer beachten. Kompetenzaufbau bei Planern – aber auch bei Handwerkern – sehen wir als Hersteller energieeffizienter Technologien daher als eine der großen Herausforderungen.

Streblov: Aus den komplexen Forschungsergebnissen müssen wir einfache und klar strukturierte Handlungsempfehlungen für die Praxis ableiten. Dafür müssen die Ergebnisse aus Forschungsprojekten aufbereitet und in die bereits vorhandenen Fortbildungsprogramme für Praktiker integriert werden.



Ralf Winnemöller

ist Diplom-Ingenieur für Energie- und Umweltschutztechnik mit langjähriger Erfahrung in der Solarbranche. Beim Heiztechnikanbieter Buderus liegt sein Schwerpunkt auf thermischen Großanlagen und insbesondere auf Systemlösungen mit effizienten Wärmenetzen und erneuerbaren Energien.

Wie erfolgreich ist die Zusammenarbeit zwischen Forschung und Praxis?

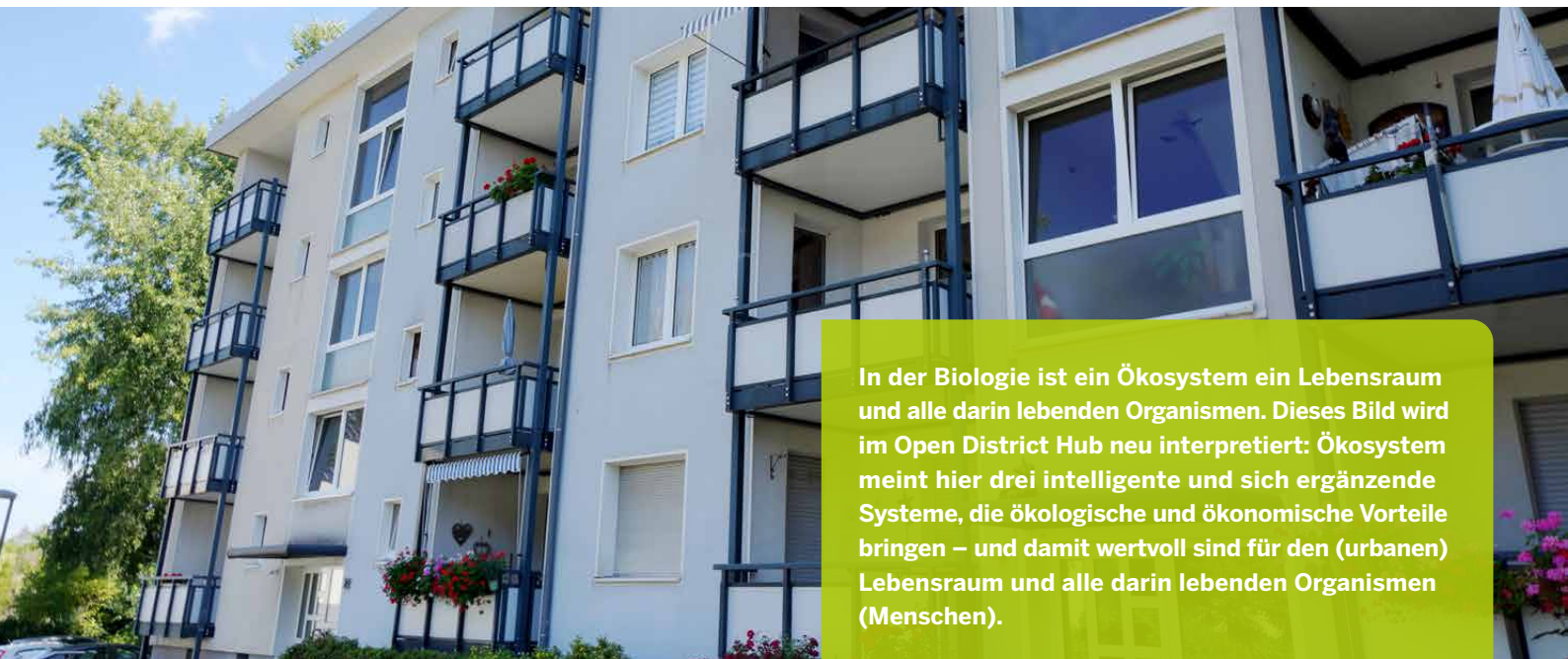
Winnemöller: Wir aus der Industrie begrüßen übergreifende Zusammenarbeit von Forschung und Praxis, wie sie zum Beispiel in den Reallaboren des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie umgesetzt wird. Solche gemeinsamen Projekte – gleichermaßen aber auch Rahmenbedingungen wie unbürokratische Antragstellungen und schnelle Umsetzung von Projekten – können den Weg ebnen für großangelegte Anwendungen und Technologieplattformen seitens der Industrie.

Streblov: Die Kooperation von Forschung und Praxis ist sehr wichtig und erfordert einen kontinuierlichen Austausch zwischen allen Akteuren. Wir nehmen allerdings wahr, dass lange Bewilligungszeiträume für die Förderung von Forschungsprojekten und der hohe administrative Aufwand bei der Durchführung häufig Hemmschwellen für die Partner aus der Praxis sind. In der Forschung wünschen wir uns daher kurzfristige Forschungsförderungen, um noch intensiver mit den Praxispartnern zusammenarbeiten zu können.

Fuchs: Für uns als Wohnungsunternehmen sind vor allem anwendungsorientierte Forschungsprojekte interessant. Dabei konzentrieren wir uns insbesondere darauf, neue Technologien auf ihre Einsatzfähigkeit im betrieblichen Alltag zu prüfen – denn dies ist entscheidend für eine erfolgreiche Umsetzung vor Ort.



Leuchtturmprojekt



In der Biologie ist ein Ökosystem ein Lebensraum und alle darin lebenden Organismen. Dieses Bild wird im Open District Hub neu interpretiert: Ökosystem meint hier drei intelligente und sich ergänzende Systeme, die ökologische und ökonomische Vorteile bringen – und damit wertvoll sind für den (urbanen) Lebensraum und alle darin lebenden Organismen (Menschen).

Open District Hub – intelligente Energieversorgung im Quartier

Der traditionelle Ansatz, die Energieversorgung und -steuerung für jedes Gebäude individuell zu betrachten, ist heute noch überwiegend die Regel. Dies gilt insbesondere für Bestandsbauten, deren Infrastrukturen aus den vergangenen Jahrzehnten stammen. Diese klassischen Strukturen erschweren einen schnellen Ausbau der erneuerbaren Energien und das Zusammenwirken unterschiedlicher Technologien. Darüber hinaus fehlt es oftmals an Daten, Methoden und Softwarelösungen.

Lösungen für komplexe Problemstellungen

Lösungen in Form eines Ökosystems aus Informations- und Kommunikationstechnologien erarbeitet das Projekt „ODH@Bochum-Weitmar“ von Oktober 2019 bis September 2022. Dieses Ökosystem wird über ein Quartiersplanungssystem, einen digitalen Marktplatz und ein selbstlernendes Energiemanagementsystem entwickelt. Mit dem Quartiersplanungssystem begegnet man der Komplexität der modernen Energiewelt: Maßnahmen zur Energieeffizienz müssen mit unterschiedlichen erneuerbaren Energiequellen kombiniert und durch Mobilitätskonzepte ergänzt werden. Über den digitalen Marktplatz können Anwohner untereinander besser vernetzt und Produkte und Dienstleistungen wie beispielsweise Mobilitätslösungen, Co-Working-Spaces, Strom- und Wärmebezug sowie Reparatur- oder Lieferservices angeboten werden. Solche Leistungen

können von externen Anbietern, lokalen Gewerbetreibenden oder von den Bewohnern selbst kommen. Das Energiemanagementsystem kommuniziert unter anderem mit dem digitalen Marktplatz und kann dort zum Beispiel Energieprodukte anbieten oder nachfragen. Für solche Aktivitäten sind die Vorhersage von Verbrauchs- und Einspeisezeiten sowie die Optimierung der Energiesysteme wichtige Merkmale – auch um das Quartier möglichst kostengünstig versorgen zu können. Die Vorhersage- und Optimierungsmodelle laufen datengetrieben und automatisiert ab, sodass sich das Energiemanagementsystem, basierend auf künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen, weiterentwickelt.

Gewinn für das ganze Land

Erprobt und erforscht wird das Ökosystem des Open District Hubs in dem Quartier Bochum-Weitmar. Es ist geprägt durch Mehrfamilienhäuser aus den 50er und 60er Jahren, die für die damalige Zeit typisch und heute gegebenenfalls sanierungsbedürftig sind. Dabei zeigt das Ökosystem doppelte Wirkung: erstens wird in den Gebäuden Energie eingespart und zweitens werden weitere, für Energieversorgung und -verbrauch relevante Sektoren wie Verkehr, Versorgung vor Ort oder Anonymität positiv beeinflusst. Da sich ähnliche Quartiere wie in Bochum-Weitmar in ganz Deutschland finden, lassen sich die durch den Open District Hub erzielten Erkenntnisse und Methoden weiträumig übertragen.

Schlaglicht

Geothermie

Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie

Die Geothermie hat das Potenzial, in Zukunft eine zentrale Rolle für die Energieversorgung zu spielen. So kann sie beispielsweise Fernwärmenetze speisen, wenn fossil betriebene Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen aus dem Netz gehen. Um Technologien wie diese, die die Sektoren Wärme, Strom und Verkehr miteinander verknüpfen, zu testen und zur Marktreife zu bringen, wurde Anfang 2020 die neue Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie (IEG) gegründet. An vier Standorten in Nordrhein-Westfalen sowie weiteren Standorten in Brandenburg und Sachsen wird das Institut an vielfältigen Themenfeldern wie Energieinfrastruktur, Sektorenkopplung, Wasserstofftechnologie und Georessourcen mit Geothermie forschen. Geleitet wird die neue Einrichtung von dem Geowissenschaftler Professor Dr. Rolf Bracke und dem Physiker Professor Dr. Mario Ragwitz.

Geologischer Dienst NRW

Der Geologische Dienst NRW ist die geowissenschaftliche Einrichtung des Landes Nordrhein-Westfalen und erkundet den Untergrund im gesamten Bundesland. Die Themenfelder erstrecken sich von Geologie, Bodenkunde, Rohstoffen und Grundwasser über geophysikalische bzw. geotechnische Untergrundeigenschaften bis hin zur Geothermie. Die erhobenen Daten sind zum Beispiel Grundlage für die Planung von Bauwerken, sichern die nachhaltige Nutzung von Rohstoff- oder Energievorkommen und weisen auf Geogefahren wie Erdbeben hin. Viele dieser Informationen sind über Onlinedienste frei verfügbar.



Der Untergrund bleibt ein zentrales Element

Auch nach dem Ende des fossilen Energiezeitalters bleibt der unterirdische Raum ein zentrales Element für den Energiesektor. Insbesondere für die Gewinnung und Speicherung von Wärmeenergie und Energierohstoffen ist der Untergrund von besonderer Bedeutung – und damit auch die zukünftigen vernetzten Energieinfrastrukturen.

Weltweit sind die Technologien und das Know-how zur Nutzung des Untergrunds in nur wenigen Regionen so konzentriert vorhanden wie in den west- und ostdeutschen Bergbaurevieren. Die dort ansässigen Unternehmen der traditionellen Energiebranche werden die Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie bei der Umstellung ihres Technologieportfolios auf CO₂-arme Verfahren unterstützen.

Professor Dr. Rolf Bracke, Leiter der Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie (IEG)



Emissionsarme Mobilität

Klimafreundlich unterwegs

Diversität ist aktuell wie nie. Wir verstehen sie heute vor allem in einem gesellschaftlichen Zusammenhang. In Zukunft werden aber auch Mobilität und Diversität eng zusammengehören. Für die Menschen wird es neue Konzepte der Mobilität geben und für die Fahrzeuge vielfältige Antriebsmöglichkeiten. Wir werden weiterhin mobil sein – auf diverse Art und Weise.

Seit jeher ist die Mobilität Ausdruck von Freiheit, Unabhängigkeit, Individualität und Selbstbestimmung. Natürlich werden diese Werte hochgehalten und verteidigt. Doch ist Verteidigung notwendig? Klimaschutz bedeutet nicht das Ende der Mobilität. Im Gegenteil: Die neuen Technologien haben das Potenzial, die Mobilität modern und attraktiv zu gestalten, die Lebensqualität zu steigern und das Klima zu schützen. Auch der Wirtschaft steht der Klimaschutz nicht entgegen. Vielmehr ist er ein Treiber für Innovation, Forschung, Entwicklung, Effizienz und Optimierung.

Nordrhein-Westfalen liegt zentral im europäischen Verkehrsnetz und beheimatet jedes dritte Unternehmen aus dem

Automotive-Sektor. Gleichzeitig sind die nordrhein-westfälischen Unternehmen, Hochschulen und Forschungseinrichtungen bestens miteinander vernetzt. Insgesamt bieten sich damit ideale Voraussetzungen, um neuartige Mobilitätskonzepte zu erforschen, zu entwickeln und anzuwenden. Solche neuen Mobilitätskonzepte bedeuten vor allem einen Mobilitätsmix – und das gleich in zweifacher Hinsicht: ein Mix der Mobilitätsformen und des Antriebs.

Für jeden Bedarf das passende Mobilitätsangebot

Nicht nur der grundsätzliche Bedarf an Mobilität ist mit den Jahren gestiegen, sondern auch die Vielfalt an Mobilitätsanlässen: berufliches Pendeln, Schulweg, Familienbesuche, Arzttermine, Shopping, Freizeitaktivitäten, Urlaub, Geschäftsreisen. Wir sind unterwegs. Immer! Und während wir unterwegs sind, nutzen wir Smartphones und mobiles Internet, starten Video- und Telefonkonferenzen. Und für jeden Bedarf brauchen wir das passende Mobilitätsangebot. Lösungen könnten Mobilitätssysteme sein. Bisher für sich stehende Verkehrsmittel könnten so zu einem Angebot



Zahlen, bitte!

Experten für emissionsarme Mobilität forschen nicht nur an Technologien für neue und innovative Fahrzeuge, sondern beschäftigen sich auch mit der aktuellen Flotte. Auch diese Autos mit konventionellem Antrieb sind Bestandteil der Energiewelt von morgen und müssen fit gemacht werden für die Zukunft. Allein in Deutschland betrifft das rund 45 Millionen Fahrzeuge.

45 Millionen

verknüpft werden, das alle verfügbaren Mobilitätsformen bündelt und eine effiziente, kombinierte, bedarfsgerechte und vernetzte Mobilität ermöglicht.

Ebenso stehen der Güterverkehr und die Logistik vor der Herausforderung, mehr Transporte und Mobilität mit weniger Emissionen zu ermöglichen. Hier gilt es, durch intelligente Technologien und Infrastrukturen, digitalisierte Abläufe, optimierte Transportrouten und die Vernetzung der Verkehrsträger zu einer Reduzierung der Verkehrsströme und zu einer emissionsarmen Mobilität beizutragen.

Harmonischer Dreiklang: Batterie, Brennstoffzelle, Wasserstoff

Auch in Sachen Antrieb wird auf bedarfsgerechte Lösungen gesetzt. Batteriebetriebene Elektrofahrzeuge mit Reichweiten von 100 bis 200 Kilometern und Batterieladezeiten ab 30 Minuten sind energieeffizient und für einen Großteil der PKW-Fahrten geeignet. Bei größeren und schwereren Fahrzeugen, beziehungsweise wenn die Reichweite größer oder die Ladezeit kürzer sein muss, rücken Transportmittel mit Wasserstoff-betriebenen Brennstoffzellen in den Vordergrund. Werden die beiden Technologien Batterie und Brennstoffzelle kombiniert genutzt, lassen sich die Vorteile aus beiden Welten nutzen: der gute Wirkungsgrad auf kurzen Strecken und eine hohe Reichweite bei Bedarf.

Auch mit Blick auf die benötigten Rohstoffe und die verfügbaren Ressourcen macht es Sinn, beide Technologien parallel

einzusetzen. Für die Herstellung von Batterien werden heute noch große Mengen an Lithium, Kobalt, Nickel und Mangan benötigt. Das soll sich in Zukunft ändern: Forschung und Entwicklung arbeiten zum einen an Batterien, die mit weniger Rohstoffen auskommen, und zum anderen an Recyclingsystemen zur Wiederverwendung von Rohstoffen. Brennstoffzellen dagegen bestehen aus Stahl, Kohlenstoff und etwas Platin als Katalysator. Sie greifen also auf völlig andere Ressourcen zurück und verringern damit die Abhängigkeit von Batterierohstoffen. Damit sich Brennstoffzellen etablieren können, müssen vor allem die Produktion gesteigert und die Kosten gesenkt werden. Weitere Forschung, Entwicklung und Demonstration sind also sowohl für die Batterietechnologie als auch für die Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologie essenziell.

Synthetische Kraftstoffe und Güterverkehr

Des Weiteren kann Wasserstoff als Basis für synthetische Kraftstoffe eingesetzt werden. Synthetische Kraftstoffe werden in vielen nordrhein-westfälischen Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen erforscht, entwickelt und erprobt. Auch Gaskraftstoffe haben Potenzial zum Klimaschutz und können durch weitere erneuerbare Komponenten noch klimaschonender werden. Insbesondere im Güterverkehr, wo für Gaskraftstoffe sowohl die Infrastrukturen als auch die Fahrzeuge bereits entwickelt und wirtschaftlich verfügbar sind, wird die Markteinführung der Gasmobilität deutlich leichter.

„Die Geschichte der Energie und Mobilität mitbestimmen“

Professor Dr. Martin Winter

ist wissenschaftlicher Leiter des Batterieforschungszentrums Münster Electrochemical Energy Technology (MEET) und Gründungsdirektor des Helmholtz-Instituts Münster (HI MS). Mit seinem Team forscht er entlang des gesamten Wertschöpfungskreislaufs von Batterien. Die Arbeit reicht von der Optimierung der bewährten Lithium-Ionen-Technologie über aktuelle Weiterentwicklungen wie Festkörperbatterien.



Leistungsfähige Energiespeichersysteme werden immer wichtiger, zum Beispiel für Elektrofahrzeuge oder um Energie aus erneuerbaren Quellen zu speichern. Die Entwicklung und Fertigung von Akkumulatoren, also wiederaufladbaren Batterien, findet derzeit vor allem in Asien statt. Im vergangenen Jahr gab es nun Ankündigungen, Batteriezellfertigung gerade auch in Deutschland aufzubauen. Wie beurteilen Sie diese Entwicklungen?

Winter: Ich schätze diese Entwicklungen für den Standort Deutschland und Europa als sehr positiv ein. Es ist immens wichtig, alle Elemente der Wertschöpfungskette industriell abzudecken, um im internationalen Wettbewerb konkurrenzfähig zu sein. Dazu gehört beispielsweise das Recycling der Batteriezelle.

Wie schätzen Sie die Chancen für europäische Unternehmen ein? Und welche Unterstützung kann die Politik leisten?

Winter: Wir haben in Europa eine starke Chemieindustrie, einen starken Maschinenbau und eine starke Elektrotechnikindustrie. Wir bauen Batteriesysteme und Elektroantriebe. Zwar können wir gute Zellen herstellen, jedoch noch nicht kostengünstig in Großserie. Dabei gibt es mit der Lithium-Ionen-Technologie noch großen Innovationspielraum, Batteriezellen energieeffizienter, langlebiger, grüner und recyclingfähiger zu machen. Die Autoindustrie ist systemrelevant in Deutschland, deshalb muss dafür Sorge getragen werden, dass die Wertschöpfung in der Zellproduktion abgesichert ist. Der Politik ist das sehr bewusst.

Ein wichtiger Aspekt ist die zügige Überführung von Forschungsergebnissen in die Praxis. Wie könnte dieser Prozess aus Ihrer Sicht verbessert werden?

Winter: Eine enge Kooperation zwischen Industrie und Akademie ist entlang der gesamten Wertschöpfungskette von Batterien wichtig, denn so kann eine zügige und erfolgreiche Überführung von Forschungsergebnissen in die Anwendung erzielt werden. Viele unserer Patente haben wir als Kooperationsergebnisse mit der Industrie zusammen angemeldet. Bereits bestehende universitäre Gründungsnetzwerke werden in ihrem regionalen Ökosystem weiterentwickelt – so wird das Gründungspotenzial an der Universität angehoben.

Helmholtz-Institut Münster (HI MS)

Das HI MS bündelt als Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft die Kompetenzen der drei Partner Forschungszentrum Jülich, RWTH Aachen und Westfälische Wilhelms-Universität Münster (WWU). Die Partner profitieren von exzellenten Forschungsinfrastrukturen an den drei Standorten und forschen gemeinsam an neuen Batterietechnologien auf der Basis innovativer Elektrolyte. Das Institut genießt auf den Gebieten Materialforschung (Forschungszentrum Jülich), Lithium-(Ionen-)Batterien (MEET der WWU) sowie großformatige Zellen und Anionenleitende Keramiken (RWTH Aachen) ein internationales Renommee.

Beim jetzigen Stand der Technologie- und der Serienreife der Batteriezelle in Deutschland lohnen sich Investitionen in die Transferforschung, um den Impact der aufgebauten Infrastrukturen für Forschung und Entwicklung in Akademie und Industrie zu multiplizieren. Die neue Batterieforschungsfabrik „Forschungsfertigung Batteriezelle“ (FFB) wird letztlich den Transfer von neuen Batteriekonzepten und Produktionsverfahren in die Praxis beschleunigen.

Münster Electrochemical Energy Technology (MEET)

Münster Electrochemical Energy Technology (MEET) der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster ist eines der führenden deutschen Batterieforschungszentren. Seit 2009 schlägt die Forschungseinrichtung im Bereich Batterie eine Brücke zwischen Wissenschaft und Industrie. Zusammen mit seinen Kooperationspartnerinnen und -partnern forscht das MEET entlang des gesamten Wertschöpfungskreislaufs von Batterien: von der Entwicklung neuer oder verbesserter Materialien über die Batteriezellfertigung bis zum Recycling von Energiespeichern. Mit einem Fokus auf die Anwendungsorientierung überführt das Wissenschaftsteam neueste Forschungserkenntnisse anschließend in die Praxis.

⇒ www.uni-muenster.de/MEET

Welche Schwerpunkte sehen Sie in der Batterieforschung in den nächsten Jahren?

Winter: Ein Hauptschwerpunkt wird auf der weiteren Optimierung der Lithium-Ionen-Zelle liegen, da diese noch viel Potenzial bereithält. Daneben werden neue Zellchemien wie Lithium-Metall- und Feststoffbatterien eine große Rolle spielen. Feststofftechnologien mit Lithium-Metall-Elektrode versprechen gegenüber heutigen Technologien mit flüssigen Elektrolyten eine höhere Sicherheit und eine volumetrisch und gravimetrisch höhere Energiedichte. Das bedeutet, dass die zukünftigen Batterien kleiner und leichter sein werden, obwohl die gespeicherte Energiemenge die Gleiche bleibt. Hier gilt es abzuwarten, wann der Durchbruch erfolgt, denn die Entwicklung der Festkörpertechnologie steht noch vor Herausforderungen. Auch die Möglichkeiten der Lithium-freien Zellchemien wird ganz klar ein Thema sein, allerdings – bis auf die Natrium-Ionen-Chemie – zunächst eher eines für die Grundlagenforschung.

Sie haben die Forschungsfertigung Batteriezelle (FFB) bereits erwähnt. Münster hat den Zuschlag für den Aufbau der FFB erhalten. Welches Konzept verfolgt die FFB? Und welche Impulse erwarten Sie für die Batterieforschung in Nordrhein-Westfalen?

Winter: In Deutschland fehlt bisher eine Serienproduktion großer Batteriezellen als wichtiger Bestandteil der Batteriewertschöpfungskette. Die Serienproduktion ist zum Beispiel ein wichtiger Aspekt für die Elektromobilität. In der Forschungsfabrik in Münster soll in Kooperationsprojekten mit der Industrie Wissen aufgebaut werden. Die FFB kann sich technisch als die Institution etablieren, die von Forschungseinrichtungen in Deutschland und Europa entwickelte Batteriechemien, -designs und -konzepte in Serienreife bringt. Das schließt die gesamte Wertschöpfung von der Idee über die Anwendung bis hin

zum Recycling mit ein und macht das Projekt so spannend. Die Fraunhofer-Gesellschaft wird die FFB leiten und ihren Aufbau über Projektarbeiten in vielen deutschen Fraunhofer-Instituten unterstützen.

Die FFB wird außerdem ein Jobmotor für Europa und Deutschland werden – und natürlich auch für Nordrhein-Westfalen, das Münsterland, die Stadt Münster und die Universität. Das sind hervorragende Aussichten für unsere Absolventinnen und Absolventen und generell für die Menschen hier.

Wie kann die Wirtschaft aus Ihrer Sicht am besten in die Arbeit der FFB eingebunden werden?

Winter: Die Meinungen und Interessen der Industrie werden schon jetzt eingebunden, zum Beispiel durch Gespräche und Besuche vor Ort. Außerdem wird die FFB industrielle Partner und Kunden bei der Umsetzung neuer Batteriezellkonzepte und der Entwicklung zugehöriger Fertigungsverfahren unterstützen. Innovations- und Kommerzialisierungsprozesse werden so vorangetrieben und Risiken bei der Überführung neuartiger Zellkonzepte und Produktionstechnologien in die Großserienreife reduziert.

Wann wird die FFB voraussichtlich den Betrieb aufnehmen können?

Winter: Wir planen, sehr bald erste Innovationsmodule in Betrieb zu nehmen, wahrscheinlich schon 2021. Die gesamte FFB wird bereits nach und nach aufgebaut, sodass wir schon 2022 erste große Produktionslinien sehen werden können.



Leuchtturmprojekte



Mannigfaltig! Dieses etwas altmodische Wort ist durchaus treffend für einen modernen Energieträger: den Wasserstoff. Mannigfaltig bedeutet üppig, vielfältig, reichlich, bunt, facettenreich. Und genau so wird Wasserstoff eingesetzt: für die Elektrizität, für die Industrie, für die Mobilität. Eben mannigfaltig.

Zentrum für BrennstoffzellenTechnik

Wasserstoff ist eine der Schlüsseltechnologien für das Energiesystem der Zukunft. Denn durch seine vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten bietet er die Chance, unseren CO₂-Ausstoß nachhaltig zu reduzieren.

Drängenden Fragen rund um den Wasserstoff widmet sich das Zentrum für BrennstoffzellenTechnik (ZBT) in Duisburg. Das ZBT ist sowohl ein in zahlreiche Forschungsprojekte eingebundener Projektpartner als auch ein Ansprechpartner für Projektkonsortien, die zu Wasserstoffthemen forschen und entwickeln. Schwerpunkte sind zum Beispiel die großtechnische Elektrolyse (die benötigt wird, um die erforderlichen Mengen an Wasserstoff herzustellen), die Entwicklung und Verbesserung von Wasserstoff-betriebenen Fahrzeugen sowie das Netz von Wasserstoff-Tankstellen.

Mit Hochdruck ins Wasserstoff-Zeitalter starten

Bei der Betankung mit Wasserstoff ist Druck ein wichtiger Faktor. Der Druck der Luft um uns herum beträgt im Normalfall und auf Meeresspiegelniveau 1 bar. In den Tanks von Wasserstoff-Tankstellen für PKW herrscht ein ganz anderer Druck: Das Gas wird mit 700 bar zusammengedrückt und so auf ein kleines Volumen komprimiert. Auch die Temperatur liegt mit -40 °C viel tiefer als die Lufttemperatur in unseren Gefilden. Durch den hohen Druck und die niedrige Temperatur

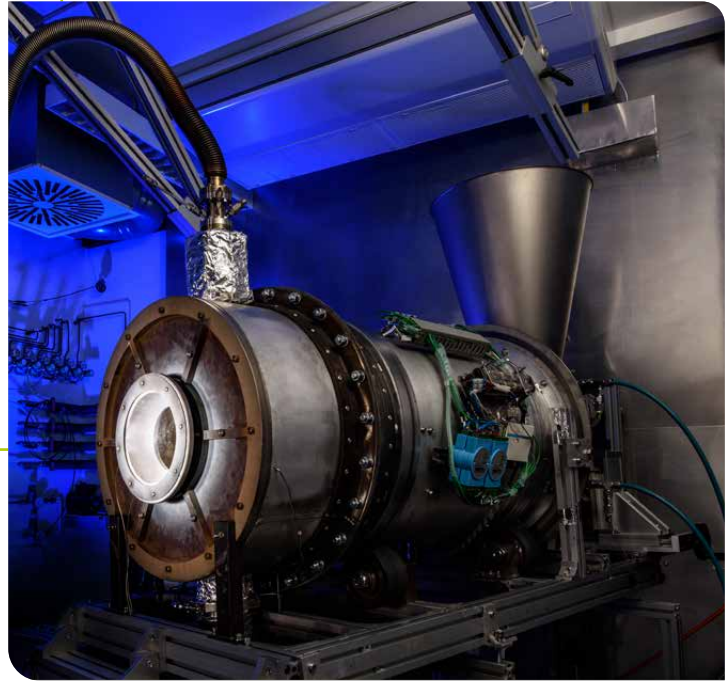
passt vergleichsweise viel Wasserstoff in einen vergleichsweise kleinen PKW-Tank – wodurch mit nur einer Tankfüllung lange Strecken gefahren werden können. Soweit der Vorteil des hohen Drucks. Nachteilig ist, dass viel Energie benötigt wird, um den Druck von 700 bar überhaupt aufzubauen. Für die Betankung von Bussen hat man sich daher auf einen Druck von 350 bar geeinigt. Für Tankstellen sind also Wasserstoffspeicher auf verschiedenen Druckniveaus vorgesehen, für die es neben theoretischen Betrachtungen auch praxisnahe Experimente erfordert. Solche Experimente können zum Beispiel auf dem Wasserstofftestfeld des ZBT durchgeführt werden. Dort steht außerdem eine mobile Befüll-einheit zur Verfügung – quasi eine mobile Tankstelle – die Anlagen und Fahrzeuge fernab von Versorgungsnetzen mit Wasserstoff betanken kann.

Auch die Reinheit des Wasserstoffs ist wichtig: Schon ein einziges Schadstoffmolekül auf 10 Millionen Wasserstoffmoleküle kann die Leistung von Wasserstoff-betriebenen Brennstoffzellen beeinträchtigen. Das ZBT arbeitet daher zusammen mit Kooperationspartnern an einer analytischen Methode, die Schadstoffe in dieser geringen Konzentration nachweisen kann.

Auch an der Entwicklung geeigneter Fahrzeuge und Fahrzeugkomponenten ist das ZBT beteiligt.

DLR-Institut Future Fuels

Im Idealfall sollen zukünftige Brenn- und Kraftstoffe nur aus erneuerbaren Ressourcen produziert werden. Bei ihrer Verbrennung soll also kein zusätzliches fossiles CO₂ freigesetzt werden. Solche synthetischen Kraftstoffe sollen in dem neuen Institut „Future Fuels“ des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) erforscht werden. Ziel ist es, mithilfe von konzentrierter Solarenergie Herstellungsverfahren für Kraftstoffe und Grundchemikalien aus erneuerbaren Ressourcen zu entwickeln, wobei darauf geachtet wird, die benötigten Ausgangsstoffe effizient bereitzustellen.



Forschungszentrum Jülich: alternative Kraftstoffe und Modellanalyse

Alternative Kraftstoffe, wie Wasserstoff oder aus Wasserstoff und CO₂ hergestellte Flüssigkraftstoffe, werden im Forschungszentrum Jülich erforscht. Neben der Herstellung und Anwendung werden auch die notwendigen Infrastrukturen untersucht. Begleitet werden diese Arbeiten durch Energiesystemmodelle, die insbesondere die komplexen Strukturen der Sektorenkopplung und Möglichkeiten internationaler Energieimporte berücksichtigen. Neue Konzepte für Energieversorgung und -nutzung können so digital analysiert werden, bevor sie in der realen Welt aufgebaut werden. Die Modelle sind so erstellt, dass sie zu minimalen Gesamtkosten der Energieversorgung führen: eine wichtige Eigenschaft, um die neuen Versorgungsstrukturen bezahlbar zu halten. Aus diesen Systemanalysen lassen sich also Handlungsempfehlungen und Funktionszusammenhänge ableiten, die fundierte Entscheidungen in Politik und Wirtschaft erlauben.



Klimaneutrale Industrie

In der Neutralität liegt die (Wirtschafts-) Kraft

Klimaschutz und Wirtschaft sind Konkurrenten und Treibhausgase sind zu nichts zu gebrauchen. Von diesen Vorurteilen können wir uns getrost verabschieden – das zeigen uns die Aktivitäten zur klimaneutralen Industrie in Nordrhein-Westfalen.

Die Oberfläche der Sonne hat eine Temperatur von etwa 5.500 °C. Im Inneren einiger nordrhein-westfälischer Industrieanlagen herrschen Temperaturen von bis zu 3.600 °C. Dort wird Stahl hergestellt. Auch um Glas zu schmelzen oder neues, noch nasses Papier zu frischen Bögen zu trocknen, braucht es immens hohe Temperaturen. Diese lassen sich nur mit sehr viel Energie erzeugen. Unternehmen, die mit solch hohen Temperaturen arbeiten, werden deshalb als „energieintensive Industrie“ bezeichnet.

Zusätzlich zur Stahl-, Chemie-, Glas- und Papierbranche zählen dazu zum Beispiel auch Unternehmen, die Zement oder Aluminium herstellen.

In Nordrhein-Westfalen ist ein Großteil der deutschen energieintensiven Industrie zu Hause. Sie hat sich traditionell dort niedergelassen, wo Energie in großen Mengen verfügbar ist, nämlich in der Nähe der Kohlekraftwerke. Heute bilden die energieintensive und die nicht energieintensive Industrie aus Nordrhein-Westfalen zusammen eine der stärksten Industrieregionen Europas. Sie produzieren die Grundstoffe für unsere Infrastrukturen und Konsumgüter, sie stehen für hohe Qualität und sie erwirtschaften rund 20 Prozent des gesamten deutschen Industrieumsatzes.



Zahlen, bitte!

Nicht umsonst hat die Industrie in Nordrhein-Westfalen einen besonders hohen Stellenwert: Mehr als 1,37 Millionen Menschen arbeiten hier in über 10.000 Industriebetrieben. Damit ist die Industrie einer der größten Arbeitgeber im Land und trägt maßgeblich zum Bruttoinlandsprodukt von Nordrhein-Westfalen bei.

1,37 Millionen Menschen

Industrielle Energieversorgung in der Energiewelt von morgen

Als Arbeitgeber und Wirtschaftsfaktor ist die Industrie also wesentlich. Und genauso wesentlich ist die Industrie, wenn es um das Erreichen von Klimaschutzzielen geht. Denn wenn die industriellen Produktionsprozesse so umgestellt werden können, dass sie nicht mehr auf Kohle und fossilen Kraftstoffen basieren, dann reduziert sich der Ausstoß von Treibhausgasen in die Atmosphäre maßgeblich – dann ist ein großer Schritt in Richtung Zukunft getan.

Das Ziel ist es deshalb, die energieintensive Industrie in Nordrhein-Westfalen zu halten und sie gleichzeitig in eine klimaneutrale Industrie zu transformieren. Klimaneutral heißt nicht emissionsfrei. Auch bei klimaneutralen Produktionsprozessen können Treibhausgase wie CO₂ ausgestoßen werden. Klimaneutral bedeutet aber, dass die gleiche Menge an Treibhausgasen, die ausgestoßen wird, an einer anderen Stelle im Prozess gebunden, das heißt idealerweise aus der Atmosphäre entnommen wird. Insgesamt ist die Treibhausgasbilanz dann neutral. Klimaneutral.

Für unsere zukünftige Industrielandschaft spielen also nicht nur emissionsfreie Energieträger wie Wasserstoff oder erneuerbare Energiequellen eine Rolle, sondern auch Konzepte, die auf dem Energiepotenzial von Treibhausgasen basieren.

Hand in Hand für Wirtschaft und Klimaschutz

Die Umstellung auf klimaneutrale Produktionsprozesse und Herstellungsverfahren ist eine große Herausforderung. Dafür wurde von der Landesregierung Nordrhein-Westfalens im September 2018 die Initiative IN4climate.NRW gegründet. IN4climate.NRW versteht sich als Kooperationsplattform für Industrie, Wissenschaft und Politik, in der Strategien und Lösungen für Klimaneutralität in der Industrie entwickelt werden. Von politischer Seite können geeignete Infrastrukturen und Rahmenbedingungen geschaffen werden. Die Industrie beteiligt sich mit derzeit 35 Partnern aus der energieintensiven Industrie und Verbänden an IN4climate.NRW und lädt andere Industriebranchen ein, den Wandel hin zur klimaneutralen Industrie aktiv mitzugestalten. Aus der Wissenschaft sind sechs Forschungsinstitute beteiligt, geleitet durch das Wuppertal Institut. Sie begleiten die Initiative unter dem Titel SCI4climate.NRW als wissenschaftliches Kompetenzzentrum.

Insgesamt steht IN4climate.NRW damit für eine entscheidende Botschaft: Erfolgreiche Klimaschutzkonzepte und -technologien sind gefragte Produkte. Klimaschutz und Wirtschaft sind keine Gegensätze, sondern vielmehr das Fundament und der Motor für Wohlstand, heimische Wertschöpfung und Arbeitsplätze.

„Veränderungen klug und fair gestalten“

Nordrhein-Westfalen ist die industrielle Kernregion Deutschlands und eine der stärksten Industrieregionen Europas. Besonders die energieintensive Industrie ist stark in Nordrhein-Westfalen verankert. Da energieintensive Industrieprozesse mit einem hohen Ausstoß an Treibhausgasen einhergehen, stehen hinsichtlich Klimaneutralität gerade in diesem Bereich tiefgreifende Transformationsprozesse an. Diese Transformation insgesamt zu unterstützen, ist eine wichtige Aufgabe der Energieforschung.

Samir Khayat

ist Geschäftsführer von IN4climate.NRW und arbeitet an der Vision einer klimaneutralen und ressourcenschonenden Grundstoffindustrie.



Welche Bedeutung hat Wasserstoff für eine klimaneutrale Industrie?

Khayat: Eine klimaneutrale Industrie ist ohne Wasserstoff nicht denkbar. Strom aus erneuerbaren Energiequellen lässt sich nicht nur dafür nutzen, Industrie und Gesellschaft mit Elektrizität zu versorgen, sondern er kann auch für die Herstellung von Wasserstoff eingesetzt werden. Die erneuerbare Energie wird also zu einer chemischen Energie in Form des Wasserstoffmoleküls umgewandelt. Dieser erneuerbar hergestellte – „grüne“ – Wasserstoff ist ein vielfältig einsetzbarer Energieträger und auch ein chemischer Langzeitspeicher von erneuerbarer Energie.

Lechtenböhmer: Ausreichend verfügbare Energie aus erneuerbaren Quellen ist eine der zentralen Voraussetzungen für eine klimaneutrale Industrie. Die Industrie wird in Zukunft voraussichtlich vor allem mit elektrischer Energie und mit grünem Wasserstoff versorgt werden.

Khayat: Wasserstoff ist zudem ein wichtiger Baustein für die Herstellung chemischer Grundstoffe, wie in der Stahl- oder Glasindustrie.

Lechtenböhmer: Ein weiterer wichtiger Vorteil von Wasserstoff liegt im Bereich Infrastruktur: Werden für die Versorgung großer Industrieverbraucher großflächig Wasserstoffpipelines aufgebaut, so würde die Energieversorgung einerseits vielfältiger und durch die Potenziale der Energiespeicherung in Wasserstoff andererseits flexibler. Für solche Wasserstoffpipelines könnte unter anderem auf Teile der bisherigen Erdgasinfrastruktur zurückgegriffen werden, sodass keine vollständige Neuerrichtung notwendig wäre.

Wie kann die Energieforschung den Weg hin zu einer klimaneutralen Industrie ebnen?

Khayat: Einige der Technologien, die wir für die Transformation zu einer klimaneutralen Industrie benötigen, sind bereits gut erforscht und haben einen hohen technologischen Reifegrad. Solche Technologien, zu denen zum Beispiel die Elektrolyse zur Wasserstoffherstellung zählt, müssen nun in großem Maßstab und für die industrielle Produktion aufgebaut werden. Daneben gibt es viele Verfahren in mittleren Technologiereifegraden. Damit auch diese Technologien in Zukunft erfolgreich eingesetzt werden können, müssen insbesondere anwendungsorientierte Forschung und Industrie eng zusammenarbeiten.

Lechtenböhmer: Meist geht es um die Frage, wie die energetische und stoffliche Basis industrieller Prozesse von fossilen Rohstoffen auf erneuerbare Quellen umgestellt werden kann. Dies sind klassische Themen der Energie- und Verfahrensforschung, deren Fokus sich aber deutlich von Kohlenstoff-haltigen Energien auf elektrisch- bzw. Wasserstoff-basierte Verfahren verschiebt.

Auch der Aufbau von neuen und der Ausbau von bestehenden Infrastrukturen sowie zum Teil völlig neue Lieferketten bei gleichzeitiger Versorgungssicherheit sind zu erforschen. Zugleich sind die fossil-basierten Produktionsverfahren heute noch deutlich kostengünstiger als die klimaneutralen Alternativen. Das ist problematisch für die Grundstoffindustrien, die sich im internationalen Wettbewerb behaupten müssen. Die Kosten zu reduzieren und gleichzeitig Leitmärkte für grüne Produkte zu schaffen, sind daher vordringliche Forschungsthemen.

Wir brauchen eine starke anwendungsorientierte und disziplinübergreifende Forschung zu Energiesystemanalyse und Transformationsforschung. Diese sollte insbesondere auch die gesellschaftswissenschaftlichen Disziplinen mit einbeziehen. So können die Industrietransformation konzipiert und ihre Realisierbarkeit durchgespielt werden, Politikinstrumente und Geschäftsmodelle entwickelt und erprobt werden, geo- und klimapolitische Aspekte einbezogen werden und die Transformation gesellschaftlich durchdacht und positiv etabliert werden.

Welcher Bereich der Energieforschung beeinflusst den anstehenden Transformationsprozess in der Industrie am meisten?

Khayat: Von besonderer Bedeutung wird es sicher sein, industrielle Prozesswärme über erneuerbare Energien bereitzustellen. Einen weiteren Schwerpunkt sehe ich in der Steigerung von Energieeffizienz in Verbindung mit künstlicher Intelligenz und optimierter Sensorik.

Lechtenböhmer: Wir benötigen beides: technisch-naturwissenschaftliche Erkenntnisse, um die industriellen

Verfahren noch grüner und erfolgreicher zu machen, und genauso auch Forschung, durch die wir die technischen Fähigkeiten in nachhaltige Wirtschafts- und Geschäftsmodelle umsetzen können. Dabei dürfen wir nicht vergessen, auch die Menschen mitzunehmen.

Wie können Ergebnisse der Energieforschung heute in die Anwendung kommen? Was sind vielleicht (abbaubare) Hemmnisse?

Lechtenböhmer: Um das Klima zu schützen, muss die Transformation von Energiesystem und Industrie massiv beschleunigt werden. Dafür müssen Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft eng zusammenarbeiten. Es braucht gemeinsame Visionen.

Khayat: Grundsätzlich mangelt es nahezu allen klimaneutralen Verfahren an einem tragfähigen Geschäftsmodell. Vor allem die Betriebskosten der neuen Prozesse sind nicht wirtschaftlich. Solche Projekte sind daher über längere Zeiträume auf staatliche Beihilfen angewiesen. Um die Finanzierung der Mehrkosten von Investition und Betrieb langfristig sichern zu können, sollten die EU-Beihilferichtlinien auf Klimaneutralität ausgerichtet werden.



www.energieforchung.nrw



Der europäische Green Deal ist besonders wichtig, da er die mittel- und langfristige Richtung vorgibt und damit für Orientierung sorgt. Gerade in Nordrhein-Westfalen als Zentrum der energieintensiven Grundstoffindustrie können Klimaneutralität und Ressourcenschonung zum Innovationsmotor werden und damit gleichzeitig den Standort sichern und neue Geschäftsfelder im Rahmen einer nachhaltigen Grundstoffproduktion schaffen. Durch eine intensive und zielgerichtete Vernetzung kann Nordrhein-Westfalen so zur ersten nachhaltigen Industrieregion weltweit werden – und damit zu einem Vorbild und einem Exporteur nachhaltiger, klimaneutraler Industriestrukturen.

Professor Dr. Stefan Lechtenböhmer

gestaltet die Arbeiten von IN4climate.NRW aus der wissenschaftlichen Perspektive über SCI4climate.NRW mit. Er ist außerdem Leiter der Abteilung „Zukünftige Energie- und Industriesysteme“ am Wuppertal Institut und erforscht unter anderem Langfristszenarien einer CO₂-armen Gesellschaft.

Europäischer Green Deal

Die Europäische Kommission hat im Dezember 2019 den European Green Deal vorgestellt, mit dessen Hilfe Europa bis zum Jahr 2050 klimaneutral werden soll. Hierfür wurden zahlreiche Investitions-, Gesetzes- und Strategiemassnahmen entwickelt, um die Wirtschaft nachhaltiger zu gestalten und den natürlichen Lebensraum zu schützen.

Leuchtturmprojekte



Die Stahlproduktion hat ihre Emissionen in den vergangenen Jahrzehnten kontinuierlich gesenkt. Die kohlebasierte Route wurde nah an ihr theoretisches Optimum herangeführt. Deswegen ist ein Technologiewandel nötig, um die Stahlherstellung klimaneutral aufzustellen. Dabei im Mittelpunkt: Wasserstoff. In Duisburg wird dessen Einsatz im Hochofen bereits getestet.

Stahlproduktion: Wasserstoff ersetzt Kohlenstaub

Im Hochofen findet der erste Schritt auf dem Weg zum Stahl statt. Dort wird dem Eisenerz Sauerstoff entzogen, traditionell mit Hilfe von Kohlenstoff. Unter anderem wird der Kohlenstoff in Form von Kohlestaub in den Ofen eingeblasen. Die Folge: Es entsteht CO_2 . Mit dem Projekt H2BF erforscht thyssenkrupp Steel in Duisburg neue Wege, um diese CO_2 -Emissionen zu reduzieren. Statt Kohlestaub wird in einen der Hochöfen teilweise Wasserstoff eingeblasen. Auch der Wasserstoff entzieht dem Eisenerz Sauerstoff – aber statt CO_2 entsteht dabei Wasser.

Aus Experimenten lernen

Im November 2019 wurde erstmals Wasserstoff in einen laufenden Hochofen eingeblasen. Seitdem finden an einer von 28 Blasformen am Hochofen weitere Versuche statt. In der ersten Projektphase geht es vor allem um die technische Erprobung, denn der Wasserstoff sorgt unter anderem für deutlich höhere Temperaturen als der normalerweise verwendete Kohlestaub. Entsprechend geht es darum, die Auswirkungen dieser höheren Temperaturen auf die Anlagentechnik zu untersuchen. Hinzu kommen Erkenntnisse zu den Druckverhältnissen im Hochofen und zur richtigen Position der Lanze, mit der der Wasserstoff eingeblasen wird. Im

Anschluss soll der Einfluss des neuen Verfahrens auf den Gesamtprozess der Stahlherstellung erforscht werden. Die Versuche an einer Blasform sollen die Grundlage schaffen, um die Wasserstoffinjektion auf alle 28 Blasformen ausweiten zu können. In der zweiten Projektphase wird es um metallurgische Untersuchungen gehen und darum, wie effektiv das Verfahren ist. Dazu gibt es zwar theoretische Betrachtungen, bisher jedoch keine großindustriellen Erfahrungen.

Kleine Veränderung, große Wirkung

Bis Ende 2021 sollen alle 28 Blasformen des Hochofens auf den teilweisen Einsatz von Wasserstoff umgestellt werden. Spätestens dann wird die benötigte Menge an Wasserstoff nicht mehr mit einem Tanklastwagen angeliefert werden können. Stattdessen soll der thyssenkrupp-Standort mit einer Pipeline verbunden werden.

Das neue Verfahren hat zwei Vorteile: Erstens lässt sich die Technologie kurzfristig umsetzen, ohne dass neue Anlagen gebaut werden müssen. Zweitens können bis zu 20 Prozent der sonst entstehenden CO_2 -Emissionen vermieden werden. Ein wichtiger Schritt auf dem Weg in eine klimaneutrale Stahlherstellung.

Trimet: flexible Aluminiumherstellung

Einer der energieintensivsten Industrieprozesse ist die Herstellung von Aluminium. Sie benötigt nicht nur viel Energie, sondern auch eine konstant große Energiemenge – zumindest bisher. Dass die Konstanz auch umgangen werden kann, zeigte das Unternehmen Trimet Aluminium SE im Rahmen zweier Forschungsprojekte (September 2013 bis Juni 2015 und Januar 2017 bis Dezember 2019) und stellte 120 Aluminiumöfen um: Diese sind nun nicht mehr auf eine konstant große Energiemenge angewiesen, sondern können im laufenden Betrieb bis zu 25 Prozent mehr oder weniger Strom abnehmen. Durch diese Pufferkapazität können Schwankungen im Netz ausgeglichen werden, die zum Beispiel durch eine Über- oder Unterproduktion von Strom aus erneuerbaren Energiequellen entstehen können. Mit dieser neuen Flexibilität unterstützen die Öfen die weitere Integration von erneuerbaren Energiequellen ins Netz.

⇒ www.in4climate.nrw/best-practice/projekte/2019/flexible-aluminiumelektrolyse-by-trimet

**LARA by Lanxess: Lachgas fast vollständig vermeiden**

Die Kunststoffindustrie braucht Adipinsäure – aber bei der Herstellung der Säure entsteht Lachgas (N_2O), eines der klimaschädlichsten Treibhausgase. Der Chemiekonzern Lanxess hat daher im Rahmen eines Forschungsprojekts eine Lachgasreduktionsanlage (LARA) entwickelt und gebaut. Die in der Anlage herrschenden Temperaturen von mehr als 1.000 °C spalten das Lachgasmolekül in seine Bestandteile Stickstoff und Sauerstoff auf. Diese beiden Gase sind natürliche Hauptbestandteile der Luft und können daher problemlos freigesetzt werden. Auf diese Weise neutralisiert LARA jedes Jahr etwa 5.000 Tonnen Lachgas. Die Effizienz der Anlage wird weiter gesteigert, indem der durch die hohen Temperaturen entstehende Dampf in ein Versorgungsnetz eingespeist wird und umliegende Quartiere heizt.

⇒ www.in4climate.nrw/best-practice/projekte/2019/lara-by-lanxess

Kabel Zero: Geothermie in der Papierindustrie

Die Papierindustrie braucht viel Strom und Wärme, um neu hergestelltes Papier zu trocknen. Diese Wärme möchte die Kabel Premium Pulp & Paper GmbH zukünftig aus einer Geothermieanlage beziehen. In einem Forschungsprojekt werden daher bis November 2022 die geologischen Bedingungen am Unternehmensstandort untersucht, Probebohrungen vorgenommen und nach positiver Bewertung eine hydrothermale Geothermieanlage aufgebaut. Ziel ist es, das in etwa 4.000 Meter Tiefe zirkulierende Thermalwasser als Prozessdampf für die Papiertrocknung zu nutzen. Mit diesem Wärmeversorgungskonzept soll die Produktion bis 2025 klimaneutral werden.

⇒ www.kabelpaper.de/kabel-zero



Dossier

Wasserstoff

Am Wasserstoff kommt aktuell niemand vorbei. Von der Landespolitik bis zur EU-Kommission: auf allen politischen Ebenen wird darüber diskutiert. Insbesondere in den vergangenen zwei Jahren ist Wasserstoff enorm populär geworden – vor allem wegen der Klimaschutzziele von Paris.

Vor dem Pariser Abkommen wurde für Klimaschutzmaßnahmen das sogenannte 80-Prozent-Ziel diskutiert, das vorsah, den Ausstoß von Treibhausgasen bis zum Jahr 2050 um 80 Prozent im Vergleich zum Jahr 1990 zu reduzieren. Für dieses Ziel hätte es Berechnungen zufolge ausgereicht, fossile Energieträger durch Strom aus erneuerbaren Energiequellen zu ersetzen. Wasserstoff und künstlich hergestellte, das heißt synthetische Gase oder Flüssigtreibstoffe hätten in diesem Szenario eine eher untergeordnete Rolle gespielt.

Ziel: Treibhausgas-neutrale Welt 2050

Doch dann kam mit dem Pariser Abkommen im Jahr 2015 die Einigung, die globale Erderwärmung verglichen zu vorindustriellem Niveau auf unter 2 °C zu begrenzen, besser noch auf 1,5 °C. Diese Vereinbarung lässt sich mit dem 80-Prozent-Ziel nicht einhalten. Logische Konsequenz aus den Klimaschutzzielen von Paris war daher ein neues Ziel: Treibhausgas-Neutralität. Neutralität bedeutet eine neutrale Bilanz zwischen Verbrauch und Ausstoß. Da wir Treibhausgase jedoch kaum verbrauchen, bedeutet Treibhausgas-Neutralität in der Realität, dass der Ausstoß von Treibhausgasen nicht um 80 Prozent, sondern um nahezu 100 Prozent reduziert werden muss. Ein Unterschied, der es in sich hat – und der ohne Wasserstoff und synthetische Gase oder Flüssigkraftstoffe nicht gelingen kann. Insbesondere in der Industrie werden in Zukunft große Mengen an Wasserstoff benötigt, sowohl als Energieträger als auch als Rohstoff für Produktionsprozesse. Und auch andere Sektoren wie die Mobilität werden auf wasserstoffbasierte Anwendungen umsteigen. Der Bedarf an Wasserstoff wird rasant steigen, Schätzungen zufolge kann er sich bis zum Jahr 2030 in Nordrhein-Westfalen verdoppeln. Mithilfe von Wasserstoff können 25 Prozent der jährlichen CO₂-Emissionen in Nordrhein-Westfalen eingespart werden.

Allianzen und Aktivitäten

Vor diesem Hintergrund verwundern weder die Popularität noch die Aktivitäten rund um den Wasserstoff. Auf europäischer Ebene schmiedet man große Allianzen und Partnerschaften. So hat die EU-Kommission im März dieses Jahres die Gründung einer „Europäischen Allianz für sauberen Wasserstoff“ angekündigt. Darüber hinaus wird intensiv an einem großen und grenzübergreifenden Wasserstoffprojekt gearbeitet, das im gemeinsamen europäischen Interesse liegt und der gesamten Europäischen Union zu Gute kommen soll (Important Project of Common European Interest, IPCEI). Auf Bundesebene hat das Kabinett im Juni 2020 die nationale Wasserstoff-Strategie verabschiedet, die 38 Maßnahmen für die weitere Entwicklung im Bereich Wasserstoff definiert. Speziell für Nordrhein-Westfalen arbeitet die Landesregierung derzeit sowohl an einer Wasserstoff-Roadmap als auch an einer Modellregion Wasserstoffmobilität.

Wasserstoff-Roadmap NRW

Mit der Wasserstoff-Roadmap NRW zeigt die Landesregierung von Nordrhein-Westfalen, dass Sie die Wasserstofftechnologie weiter stärken und unterstützen wird. Mithilfe des Forschungszentrums Jülich und einem begleitenden Beteiligungs- und Stakeholderprozess beschreibt die nordrhein-westfälische Roadmap die Entwicklung einer Wasserstoffwirtschaft und analysiert Bedarfe, Quellen und Infrastrukturen. Gemeinsam mit Unternehmen, Wissenschaft und Gesellschaft wollen wir nun diesen Transformationspfad gestalten und begehen.

Wasserstoffforschung – eine Reise quer durch Nordrhein-Westfalen

In ganz Nordrhein-Westfalen wird zu allen möglichen Wasserstoff-Aspekten geforscht. Stellvertretend für diese Aktivitäten werden hier acht Forschungsstandorte vorgestellt – in einer virtuellen Reise quer durch das Land.

Das Helmholtz-Cluster soll Nordrhein-Westfalen zum Technologieführer im Wasserstoffbereich machen.

Rheinisches Revier/Jülich: Wandel zu einer Wasserstoff-Modellregion

Das Rheinische Revier zwischen Aachen, Mönchengladbach, Düsseldorf und Köln wird sich in den kommenden Jahren grundlegend verwandeln: Aus einem traditionellen Braunkohleabbaugebiet soll eine weitgehend treibhausgasneutrale, europäische Modellregion für moderne Energieversorgung und Ressourcensicherheit werden. Dieser Wandel ist ohne Wasserstoff kaum denkbar. Die in der Region schon heute bestehende Forschung zur Wasserstoffwirtschaft wird in Zukunft am Forschungszentrum Jülich gebündelt: in dem neuen Helmholtz-Cluster für nachhaltige und infrastrukturelle Wasserstoffwirtschaft. Ein Forschungsschwerpunkt des Clusters werden flüssige organische Wasserstoffträger sein (LOHC, Liquid Organic Hydrogen Carriers). LOHC sind Verbindungen, die Wasserstoff durch eine chemische Reaktion sowohl aufnehmen als auch abgeben können. Sie sind also Trägerflüssigkeiten, die Wasserstoff speichern können. Haben die LOHC den Wasserstoff wieder abgegeben, können sie den Speicherzyklus noch mehr als hundertmal durchlaufen, ohne dabei selbst verbraucht zu werden. Dass auf Basis solcher LOHC-Systeme eine systematische Wasserstoffwirtschaft mit Speicherung, Transport und Handel funktionieren kann, soll das neue Helmholtz-Cluster unter anderem demonstrieren.

Jülich: Energieträger und Brennstoffzellen

Eine Schlüsseltechnologie für den Klimaschutz ist auch der Einsatz von Wasserstoff in Brennstoffzellen. Dies gilt insbesondere im Mobilitätssektor. Forschung und

Entwicklung beschäftigen sich aber auch mit Fragen zu Speicherung und Transport von Wasserstoff, beispielsweise um Tankstellen zu beliefern. Aktuell werden dazu Lastwagen mit Hochdrucktanks genutzt, doch auch alternative Konzepte sind denkbar und werden erforscht: Wasserstoff-Pipelines, flüssiger Wasserstoff (LH₂), Methanol und Ammoniak als flüssige Wasserstoffträger oder die LOHC-Technologie.

Neben vielfältigen anderen Wasserstoffthemen arbeitet das Forschungszentrum Jülich außerdem an Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC, Solid Oxide Fuel Cells). Sie zählen zu den Hochtemperatur-Brennstoffzellen und werden in Jülich entwickelt, charakterisiert und optimiert. Professor Ludger Blum, der die Abteilung Festoxid-Wandler am Institut für Energie- und Klimaforschung leitet, sagt: „SOFC können sowohl biogene Gase wie Faulgase oder Biomethan als auch reinen Wasserstoff mit elektrischen Wirkungsgraden von 60 bis 65 Prozent verstromen. Die dabei entstehende Abwärme lässt sich für verschiedenste Anwendungen weiternutzen. Außerdem kann der gleiche Brennstoffzellenstapel nicht nur als Brennstoffzelle, sondern auch als Elektrolyseur betrieben werden. Dadurch ergibt sich insgesamt eine deutlich höhere Nutzungsdauer. Im Elektrolysebetrieb wird außerdem Abwärme aus anderen Prozessen genutzt, wodurch Elektrolysewirkungsgrade im Bereich von 85 Prozent möglich sind.“

➔ www.fz-juelich.de/iek/iek-14/DE/Forschung/_Solid-Oxide-Converters/_node.html



Professor Blum mit dem Herzstück der reversiblen Hochtemperaturanlage: Sie kann nicht nur aus Wasserstoff Strom erzeugen, sondern auch umgekehrt aus Strom und Wasserdampf Wasserstoff produzieren.

Duisburg: Industrielle Produktionsprozesse und Infrastruktur

Im Westen des Ruhrgebiets hat sich auch die Stahlindustrie auf den Weg in eine Treibhausgas-neutrale Zukunft gemacht. Gleich zwei große Forschungsprojekte befinden sich auf dem Gelände der thyssenkrupp Steel AG in Duisburg. In dem Projekt Carbon2Chem wird daran geforscht, wie aus Hüttengasen, die im Hochofen entstehen, chemische Grundstoffe wie Methanol oder Düngemittel hergestellt werden können ➔ www.thyssenkrupp.com/carbon2chem/de/carbon2chem. Bei dem Projekt H2BF und dem daran anschließenden Reallabor H2Stahl geht man noch einen Schritt weiter: Schon im Produktionsprozess von Stahl wird statt Kohlestaub anteilig Wasserstoff eingesetzt, um so den Ausstoß von Treibhausgasen zu minimieren. Mit der Vermeidung von CO₂ durch den Einsatz von Wasserstoff und – im nächsten Schritt – durch den Betrieb von Direktreduktionsanlagen begibt sich die Stahlindustrie auf einen Transformationspfad zur Klimaneutralität und wird zu einem Großverbraucher von Wasserstoff. Das Forschungsprojekt adressiert daher auch eine entsprechende Infrastruktur zur Wasserstoffversorgung. ➔ www.thyssenkrupp-steel.com/de/unternehmen/nachhaltigkeit/klimastrategie



Beim Projekt „tkH2Steel“ setzt thyssenkrupp Steel auf Wasserstoff für die klimaneutrale Stahlproduktion.

Bochum: Katalysatoren optimieren

An der Ruhr-Universität Bochum sucht man nach Alternativen zu den bisher üblichen, aber teuren und nur begrenzt verfügbaren Edelmetallen, die als Katalysatoren für die Elektrolyse genutzt werden. Möglicherweise können die heute verwendeten Edelmetalle wie Iridium und Platin durch andere Elemente ersetzt werden. Es wird deshalb zum Beispiel daran geforscht, wie resistent neue Katalysatoren gegenüber Verunreinigungen sind. Fragen wie

diese möchte Professorin Dr. Kristina Tschulik mit ihrer Forschungsgruppe für Elektrochemie und nanoskalige Materialien beantworten. „Für Elektrolyseure sind Katalysatoren deshalb so wichtig, weil Wasser reaktionsträge ist. Wasserstoff entsteht aber natürlich gerade durch diese chemischen Reaktionen, deshalb müssen die Reaktionsraten und -geschwindigkeiten gesteigert werden. Das gelingt durch Katalysatoren. Besonders geeignet sind Nanokatalysatoren, da sie aufgrund ihrer geringen Größe im Vergleich zum Volumen eine extrem hohe reaktive Oberfläche haben, wobei nur eine geringe Menge der oft teuren Katalysatormaterialien benötigt wird. Um Katalysatoren aus anderen Materialien gezielt neu entwickeln zu können, schaffen wir neuartige Messmethoden, mit denen wir die Aktivität und die Alterung von Elektrokatalysatoren selbst an einzelnen Nanopartikeln im Detail untersuchen können.“

➔ nanoec.ruhr-uni-bochum.de

Gelsenkirchen, Bocholt, Recklinghausen: Entwicklung neuartiger Elektrolyseure & Brennstoffzellen

An Elektrolyseuren und Brennstoffzellen forscht auch das Energieinstitut der Westfälischen Hochschule.

➔ www.w-hs.de/wei/institut/ueber-das-institut

Um beispielsweise die Leistungsdichte zu optimieren, werden verschiedene Werkstoffe, Geometrien und Anordnungen getestet. Aber auch neue Grundkonzepte für modulare Brennstoffzellen- und Elektrolyseurstapel (sogenannte Stacks) werden entwickelt. Professor Dr. Michael Brodmann, Vizepräsident für Forschung und Entwicklung und Direktor des Westfälischen Energieinstituts beschreibt die Forschungsziele: „In den letzten Jahren haben wir mit vielen Partnern Stackkonzepte entwickelt. So sind Ideen und Patente entstanden, die auch für die Wasserelektrolyse unter sehr hohem Druck einsetzbar sind. Mit diesen Forschungsergebnissen

wollen wir den Wasserstoff zukünftig direkt auf Speicher- bzw. Betankungsdruck produzieren. Zudem fokussieren wir uns auf den nächsten Schritt: den sukzessiven Aufbau einer professionellen Fertigung von Elektrolyseuren.“

Münster: Sektorenkopplung durch Wasserstoff

Im Münsterland erforscht die Fachhochschule Münster eine der Kernkompetenzen des Wasserstoffs: die

Sektorenkopplung. Zusammen mit der Klimakommune Saerbeck wird untersucht, wie Energiebedarf und -verfügbarkeit aus erneuerbaren Quellen in Einklang gebracht werden können. Professor Dr. Christof Wetter aus dem Fachbereich Energie Gebäude Umwelt der Fachhochschule Münster erläutert die Arbeiten: „Ein Ergebnis unserer Forschung ist, dass es besonders wichtig ist, die Energie in der richtigen Menge, zum richtigen Zeitpunkt und in der richtigen Form bereitzustellen. Daher unser Fokus auf die Sektorenkopplung. Wir konnten zum Beispiel zeigen, dass aus biogenen Abfällen und Abwasser unmittelbar Wasserstoff hergestellt werden kann. Darüber hinaus konnten wir zeigen, dass sich Wasserstoff und CO₂ bei niedrigen Temperaturen und unter Umgebungsdruck zu Methan konvertieren lassen. Damit ist es möglich, Biomethan auf rein biologischem Weg zu erzeugen. Hinzu kommen Fortschritte in der Elektrolyse. Durch den zunehmenden Wasserstoffbedarf und die damit steigende Wirtschaftlichkeit erwarten wir, dass Wasserstoff einen wichtigen Platz in dem Gesamtkonzept der Energiebereitstellung einnehmen wird.“ ➔ www.energiespeicher.nrw

Wasserstoff wird schon in naher Zukunft einen wichtigen Platz im Gesamtkonzept der Energieversorgung einnehmen.

Wesseling: Wasserstoff in großem Stil produzieren

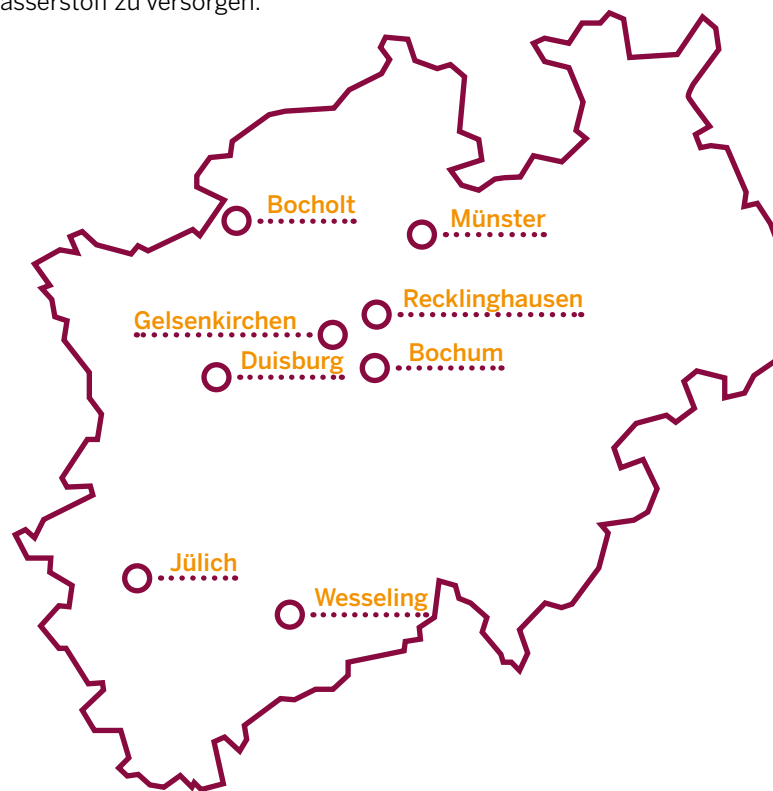
Insgesamt wird der Bedarf an Wasserstoff enorm zunehmen. Die Internationale Energieagentur erwartet eine Steigerung von 30 Prozent innerhalb von zehn Jahren – allein für die Herstellung von Basischemikalien wie Methanol und Ammoniak. Weiterer Wasserstoff wird gebraucht, wenn zukünftig auch Treibstoffe wie Benzin, Diesel und Kerosin verstärkt aus Wasserstoff und CO₂ hergestellt werden. Die Produktion von Wasserstoff wird also eine tragende Rolle für den Klimaschutz in der Industrie und Mobilität spielen. Vor diesem Hintergrund entsteht auf dem Gelände der Shell Rheinland Raffinerie in Wesseling eine Anlage zur Wasserstoffherstellung durch PEM-Elektrolyse. PEM steht für die im Elektrolyseur verbaute protonendurchlässige Membran (Proton Exchange Membrane). Gegenüber anderen Elektrolyseverfahren hat die PEM-Elektrolyse den Vorteil, dass sie sich sehr schnell auf eine unterschiedlich hohe Stromzufuhr einstellen kann und dadurch gut für den Betrieb mit

erneuerbaren Energien und deren schwankenden Energiemengen geeignet ist. Die Elektrolyseanlage in Wesseling wird weltweit die größte ihrer Art sein.

➔ refhyne.eu/de/homepage-2

Über die Grenzen hinweg: das Gesamtsystem im Blick

Durch die vielfältigen Anwendungen von Wasserstoff, insbesondere im industriellen Maßstab, wird sich der Bedarf an Wasserstoff für Nordrhein-Westfalen nicht mit der vor Ort produzierten Menge decken lassen – selbst bei gewährleistetem Ausbau von Elektrolyseuren und erneuerbaren Energien. Nordrhein-Westfalen wird daher auf Importe aus anderen Bundesländern und Nachbarstaaten angewiesen sein. Vor diesem Hintergrund sind insbesondere auch solche Innovationsprojekte interessant, die den komplexen Anwendungsbezug aus Herstellung, Speicherung, Transport und Integration neuer Transportsysteme in bestehende Infrastrukturen im Blick haben. Beispiele sind die Projekte GET H2 ➔ www.get-h2.de, HyBridge ➔ www.hybridge.net oder Element Eins ➔ www.element-eins.eu. Sie liegen zwar nicht ausschließlich in Nordrhein-Westfalen, haben aber das Potenzial, Nordrhein-Westfalen in Zukunft mit Wasserstoff zu versorgen.



Wasserstoffforschung in Nordrhein-Westfalen: Forschungsstandorte stellvertretend für vielfältige Aktivitäten zur Wasserstoffforschung im ganzen Land

Sonderthema

Rheinisches Revier

Im Rheinischen Revier zwischen Aachen, Mönchengladbach, Düsseldorf und Köln ergänzen sich drei Aspekte zu einer ganz besonderen Konstellation: Erstens beheimatet die Region exzellente Forschungseinrichtungen aus Wissenschaft und Industrie, die im Bereich Energie forschen, zweitens befindet sich die Region durch den Ausstieg aus der Kohleverstromung in einer Umbruchsituation und drittens stehen durch das Strukturstärkungsgesetz des Bundes weitreichende finanzielle Mittel für den Strukturwandel zur Verfügung. Insgesamt bietet sich dem Rheinischen Revier damit die einzigartige Möglichkeit, die Transformation zu nutzen, um das Energiesystem der Zukunft in kürzester Zeit Realität werden zu lassen – und zu einer weitgehend treibhausgasneutralen Modellregion mit Vorbildfunktion zu werden.

Das Rheinische Revier, das größte Braunkohleabbaugebiet Deutschlands, wird sich durch das Ende der Kohleverstromung besonders intensiv wandeln. Diese schon begonnene Transformation wird als Chance ergriffen: Die Region will sich von einer Braunkohleregion hin zu einem modernen und klimaverträglichen Energie- und Industrie-Revier der Zukunft entwickeln. Innerhalb der nächsten zwei Jahrzehnte – zehn Jahre vor dem Zieljahr 2050 – soll das Energiesystem der Zukunft im Rheinischen Revier bereits erfahrbare Realität sein. Damit wird das Rheinische Revier zum Modellstandort für eine industriell geprägte, klimafreundliche Energieregion und zum Vorbild für Deutschland und Europa in den Bereichen neue Energien, Mobilität und nachhaltige Produktion.

Zukunftstechnologien vorantreiben

Auf dem Weg zu diesem Ziel müssen die Bausteine eines klimagerechten Energiesystems, in dem die Energieversorgung weiterhin preisgünstig und sicher ist, in den Fokus von Forschung und Entwicklung rücken. Dabei soll insbesondere an die Stärken der Region angeknüpft werden. Es gilt, die wichtigsten Zukunftstechnologien zu erforschen und in die Anwendung zu bringen: von großen Reallaboren wie dem geplanten Wärmespeicherkraftwerk StoreToPower über Innovationszentren wie dem Brainergy Park bis hin zu lokalen Projekten für ein dezentrales Energiemanagement. Auch der Entwicklung weitestgehend treibhausgasneutraler und wettbewerbsfähiger Produkte und Produktionsprozesse kommt eine wichtige Bedeutung zu, ebenso wie Technologien für emissionsarmes (mittelfristig sogar emissionsfreies) und geräuscharmes Fliegen.

Das Rheinische Zukunftsrevier soll so zu einem Vorreiter bei der Forschung, Entwicklung und Anwendung von zukünftigen innovativen Technologien für ein klimaneutrales Energiesystem werden.

Finanzielle Unterstützung durch Bund und Land

Gefördert wird die Transformation durch das „Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen“ der Bundesregierung, das im Juli 2020 durch Bundestag und Bundesrat verabschiedet wurde. Es schafft die gesetzliche Grundlage, um die ambitionierte Transformation des Rheinischen Reviers mit bis zu 15 Milliarden Euro zu unterstützen. Um bereits früh erste sichtbare Signale zu setzen, haben Bund und Land 2019 zudem ein Sofortprogramm aufgelegt, über das bereits erste Fördermittel für zukunftsweisende Projekte vergeben wurden.

Mit den umfangreichen finanziellen Mitteln für den Strukturwandel geht auch eine große Verantwortung einher – sowohl gegenüber dem Rheinischen Revier als auch gegenüber den Steuerzahlerinnen und Steuerzahlern in Deutschland, die die Finanzierungen ermöglichen. Um dieser Verantwortung gerecht zu werden, wurde 2019 unter der Federführung der Zukunftsagentur Rheinisches Revier das Wirtschafts- und Strukturprogramm 1.0 als Strukturentwicklungsprogramm für das Rheinische Revier erarbeitet. Auf dieser Grundlage soll sorgfältig und anhand klar definierter Ziele und Kriterien geprüft und entschieden werden, welche innovativen Projekte und Vorhaben im Rahmen des Strukturwandels finanziell unterstützt und ermöglicht werden. Ziel ist es, Modellregion für ein klimaneutrales Energiesystem der Zukunft zu werden.

Stärken und Kompetenzen der Region weiter fördern

Für die Entwicklung des Rheinischen Reviers in Richtung Energiesystem der Zukunft verfolgt die Landesregierung einen sogenannten stärkenorientierten Wirtschaftsförderungsansatz. Das bedeutet, dass die besonderen Stärken und Kompetenzen der Region identifiziert und weiter gefördert werden. „Stärken stärken“ ist das geflügelte Wort, das diese Strategie beschreibt. Vor diesem Hintergrund hat die Zukunftsagentur Rheinisches Revier gemeinsam mit kommunalen Akteuren vier Zukunftsfelder ausgelotet, die die Stärken im Rheinischen Revier beschreiben: „Energie und Industrie“, „Ressourcen und Agrobusiness“, „Innovation und Bildung“ sowie „Raum und Infrastruktur“. Diese Zukunftsfelder bilden zusammen mit dem Wirtschafts- und Strukturprogramm 1.0 den inhaltlichen Rahmen, innerhalb dessen Projekte mit den vom Bund bereitgestellten Strukturhilfen gefördert werden sollen.

Die Forschungslandschaft als Stärke und Chance begreifen

Eine der zentralen Stärken des Rheinischen Reviers ist die anwendungsorientierte Forschungslandschaft, die auch im internationalen Maßstab als exzellent bewertet wird. Diese beinhaltet die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen, das Forschungszentrum Jülich, die unterschiedlich spezialisierten Institute der großen Forschungsgesellschaften Fraunhofer, Helmholtz und Leibniz sowie die Fachhochschule Aachen und die Hochschule Niederrhein. Besonders ist außerdem die feste Verzahnung zwischen der Forschung im Hochschulbereich und der Anwendungsentwicklung in der Industrie. Durch seine geografische Lage ist das Rheinische Revier außerdem überregional und international in einem starken Forschungsnetzwerk verankert.

Transformation zum Energierequivier der Zukunft – zehn Jahre vor dem Zieljahr 2050.

Hervorzuheben sind insbesondere die Kompetenzen in der energiewirtschaftlichen und energietechnischen Forschung. Allein die Sektion ENERGY (Sustainable Energy Experiments) der Forschungsallianz zwischen Jülich und Aachen (JARA) vereint mehr als 50 Institute mit mehr als 2.500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Sie alle eint das Ziel, die Energieversorgung und die

Mobilität der Zukunft zu sichern – mit Blick auf Umwelt, Klima, Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit.

Diese Wissenschafts- und Forschungslandschaft der Region ist die Grundlage und die Chance für einen erfolgreichen Dreiklang: den gelingenden Strukturwandel, die Entwicklung und den Export nordrhein-westfälischer Technologien und eine zunehmende Anziehungskraft des Rheinischen Reviers für hochqualifizierte Fachkräfte.

Zukunftsagentur Rheinisches Revier

Strukturwandel ist kein Top-down-Prozess: Erfolgreiche Strukturpolitik wird von den betroffenen Regionen und Kommunen selbst entwickelt und getragen. Mit der Zukunftsagentur Rheinisches Revier wurde daher eine lokal verortete, zentrale Steuerungsinstanz eingerichtet. Sie wird von den Gebietskörperschaften, den Industrie- und Handelskammern, den Handwerkskammern und den Gewerkschaften getragen und vertritt die Interessen des Reviers gegenüber übergeordneten Ebenen und Behörden sowie gegenüber dem tagebautreibenden Konzern.

➔ www.rheinisches-revier.de

Forschungsschwerpunkte: Power-to-X, Wasserstoff und Solarforschung

Einen wichtigen Schwerpunkt im Rheinischen Revier werden Power-to-X-Technologien bilden. Diese Technologien können beispielsweise genutzt werden, um synthetische Kraftstoffe oder hochwertige chemische Produkte zu erzeugen. Da die hierfür erforderlichen Prozesse zumeist große Mengen an Wasserstoff benötigen, entstehen interessante Anknüpfungspunkte an die Wasserstoffforschung und die infrastrukturelle Wasserstoffwirtschaft.

Eben diese Wasserstoffforschung wird die Weiterentwicklung des Rheinischen Reviers ebenfalls vorantreiben. So soll das neu entstehende Helmholtz-Cluster für nachhaltige und infrastrukturelle Wasserstoffwirtschaft im Rheinischen Revier die Produktion, die Speicherung, den Transport und die Verwertung von Wasserstoff erforschen, entwickeln und in großem Maßstab demonstrieren. Durch die Forschungsergebnisse und die enge Zusammenarbeit von Partnern aus Wissenschaft, Industrie und Kommunen im Helmholtz-Cluster werden sowohl die Transformation bestehender

Industrien als auch die Gründung und Ansiedlung neuer Unternehmen gefördert und ermöglicht.



Solarforschung am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt: der Hochleistungsstrahler Synlight

Zu den Stärken der Energieforschung im Rheinischen Revier zählt auch die Solarforschung. Zum Beispiel betreibt das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Jülich seit 2017 den Hochleistungsstrahler Synlight – eine weltweit einmalige Anlage, die auch den Titel „größte künstliche Sonne der Welt“ trägt. Synlight besteht aus 149 individuell regelbaren Xenonstrahlern, von denen jeder einzelne einen Lampendurchmesser von bis zu 1,10 Meter aufweist. Zusammen erzeugen die Strahler eine Lichtintensität, die mindestens dem 10.000-fachen Wert der natürlichen Sonneneinstrahlung auf der Erdoberfläche entspricht. Synlight eignet sich daher bestens, um solarthermische Kraftwerkstechnologien eingehend zu testen.

In den kommenden Jahren wird der Schwerpunkt der Solarforschung auf solaren Treibstoffen liegen. Diese durch konzentrierte Sonnenenergie künstlich hergestellten,

flüssigen Kraftstoffe können beispielsweise fossilen Kraftstoffen beigemischt werden und so kurzfristig zu reduzierten CO₂-Emissionen beitragen. Mittel- bis langfristig können solare Treibstoffe die fossilen Kraftstoffe in einigen Bereichen komplett ersetzen, zum Beispiel in der Luft- und Schifffahrt oder im Schwerlastverkehr. In diesem Zusammenhang soll in Jülich im Rahmen des Strukturwandels ein weiteres DLR-Institut entstehen: das Institut für Future Fuels.

Die Maßnahmen und Projekte, die es für den Aufbau des Energiereviers der Zukunft braucht, sind äußerst vielschichtig. Sie umfassen nicht nur Power-to-X, Wasserstoff und Solarforschung, sondern beinhalten alle Bereiche der erneuerbaren Energien, der Sektorenkopplung und der Flexibilisierung, der Digitalisierung und des intelligenten Netzmanagements, der Energiespeicherung und der Energieeffizienz, der Cyber-Sicherheit und der Transformationsforschung.

Durch Innovation zum Hot-Spot für neue Geschäftsmodelle und Produktionsstätten

Mit diesen Stärken und Potenzialen will das Rheinische Revier zum Vorreiter für die Entwicklung zukunftsfähiger Technologien für ein klimaneutrales Energiesystem werden – sowie zum weltweiten Hot-Spot für neue Geschäftsmodelle und Produktionsstätten, die sich aus der Energieforschung ergeben. Voraussetzung hierfür ist ein erfolgreiches Zusammenspiel von angewandter Forschung, Unternehmen, Start-ups und Projektentwicklern, die ein gemeinsames Ziel verfolgen: den Transfer von der Forschung in die Anwendung zu schaffen und innovative Technologien zügig in die Umsetzung zu bringen. Mit dieser Strategie sichert sich die Region einen wesentlichen Know-how-Vorsprung und langfristig eine Technologieführerschaft.

Zukunftsfeld „Energie und Industrie“

Für das Zukunftsfeld „Energie und Industrie“ sieht das Wirtschafts- und Strukturprogramm 1.0 im Kapitel „Modellregion Energiesystem der Zukunft“ folgende Maßnahmen vor:

- bestehende Forschungsaktivitäten bündeln und nachhaltige Verwertungsketten aufbauen
- „Technologie-Scouting“ für nachhaltige Technologien etablieren
- relevante Technologien entwickeln, erproben und anwenden
- Unternehmen sowohl bei der Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen als auch bei der Konsortienbildung unterstützen
- Vernetzungsstrukturen für Akteure aus Forschung, Wirtschaft und Gesellschaft schaffen
- Themencluster bilden und lebendig halten
- neue Technologien und Verfahren anwenden und im Rahmen der Internationalen Bau- und Technologieausstellung präsentieren



Brainergy Park Jülich

In Jülich entsteht auf einer Fläche von 52 Hektar ein innovatives und nachhaltiges Gewerbegebiet: der Brainergy Park. Dort werden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zusammen mit Energieversorgern und Wirtschaftsunternehmen an den Bereichen Energie, Digitalisierung und Bioökonomie arbeiten. Diese dynamische Arbeitswelt soll Schnittstellenaktivitäten zwischen Forschung und Wirtschaft ermöglichen sowie Impulse für Neugründungen setzen. Der Brainergy Park adressiert damit die Herausforderungen der Energiewelt von morgen und bildet gleichzeitig eine Basis für neue Arbeitsplätze.

➔ www.brainergy-park.de

ANABEL – Accelerator Nachhaltige Bereitstellung Elektrochemisch Erzeugter Kraft- und Wertstoffe mittels Power-to-X: Verbundvorhaben iNEW

Im Rheinischen Revier soll das Energiesystem bis zum Jahr 2038 umgebaut sein. Damit dies gelingt, müssen wissenschaftliche Innovationen schneller als bisher in industrielle Produktionsprozesse implementiert werden. Dieser Kernaspekt steht im Zentrum der Innovationsplattform iNEW: Sie fokussiert die Erforschung, Weiterentwicklung und Implementierung von Power-to-X-Technologien, einem der vielversprechendsten Ansätze für CO₂-neutrale Industrieprozesse. Power-to-X-Technologien nutzen erneuerbar erzeugten Strom und regenerative Ressourcen. Zu diesen regenerativen Ressourcen zählt auch bereits vorhandenes CO₂ aus Punktquellen, das in der Power-to-X-Anwendung zur Herstellung neuer Produkte genutzt und damit zu einem nachhaltigen Rohstoff wird. Langfristiges Ziel ist es, fossile Energieträger durch Produkte aus Power-to-X-Technologien zu ersetzen. Durch iNEW sollen Power-to-X-Technologien entwickelt, unter Realbedingungen erprobt und zielgerichtet in die Produktion überführt werden. Dazu bringt die Innovationsplattform akademische und industrielle Partner zusammen, bündelt so die Innovationskräfte und schließt durch die Gemeinschaft Lücken im Innovationszyklus. Für Forschung und Entwicklung werden auf diese Weise optimale Bedingungen geschaffen.

➔ www.fz-juelich.de/iek/iek-9/DE/Home

Energieforschung ist der Schlüssel zum Erfolg

Das Rheinische Revier soll zu einem Modellstandort für eine industriell geprägte und klimafreundliche Energieregion mit weltweitem Vorbildcharakter werden. Für dieses Ziel ist eine exzellente Energieforschung der Schlüssel zum Erfolg. Je fundierter und professioneller diese abläuft, desto effizienter und kostengünstiger entstehen technologische Konzepte, die über Forschungsprojekte hin zu Marktreife und Massenproduktion entwickelt werden können. Für diesen Reifeprozess soll das Rheinische Revier ein Schaufenster werden. Die langjährige bewährte Zusammenarbeit zwischen den Hochschulen, den wissenschaftlichen Einrichtungen und der heimischen Industrie schafft hierfür die Basis. Gemeinsam stellen sie Projekte zum beschleunigten Ausbau erneuerbarer Energien, zur Sektorenkopplung, zur Digitalisierung und zum dezentralen Energiemanagement auf die Beine und gründen großskalige Reallabore und Innovationszentren. Das Rheinische Revier wird so zu einem Energierevier der Zukunft.

Dr. Andreas Ziolk, Leiter des Revierknotens „Energie“ der Zukunftsagentur Rheinisches Revier



Forschung: erfolgreich! – Und wie geht es weiter?

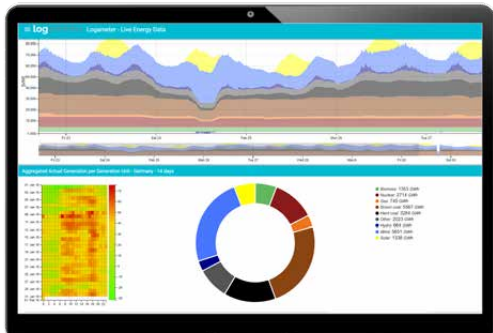


Mit Produkten und Dienstleistungen
aus der Energieforschung auf den
Markt gehen



Immer öfter gehen auch Start-ups
und junge Unternehmen diesen
nächsten Schritt nach der Forschung

Energieforschung ist komplex und knifflig – und überaus erfolgreich! Die Forscherinnen und Forscher beantworten Fragen, entwickeln Neuheiten und optimieren bestehende Technologien. Ein Clou ist aber auch der sich an die Forschung anschließende Schritt: die Ergebnisse der Energieforschung zu nutzen, daraus Produkte und Dienstleistungen abzuleiten und diese auf dem Markt einzuführen und zu etablieren. Dies gelingt nicht nur traditionsreichen Forschungseinrichtungen und Großunternehmen, sondern immer öfter auch Start-ups und jungen Unternehmen. Sie alle tragen mit ihren klugen Ideen rund um die Energie zu Fortschritt und Klimaschutz im Land bei.



logarithmo: künstliche Intelligenz und aktuelle digitale Verfahren

Wie können Unternehmen das Potenzial ihrer Daten optimal nutzen? Wie können wissenschaftliche Verfahren und Algorithmen gewinnbringend genutzt werden? An diesen Fragen arbeitet logarithmo, eine Ausgründung der Technischen Universität Dortmund, in enger Kooperation mit der Industrie. Das Start-up entwickelt zum Beispiel aus wissenschaftlichen Lösungsverfahren Web-Anwendungen, die einfach zu bedienen und schnell operativ einsetzbar sind. Hierbei werden Algorithmen (wie aus dem Bereich künstliche Intelligenz) zielgerichtet auf das individuelle Fachproblem (wie dem Betrieb von Stromnetzen) ausgerichtet. logarithmo bietet Anwendungen für Energie und Logistik an.

➔ www.logarithmo.de

Next Kraftwerke: Energieproduzenten und -verbraucher intelligent vernetzt

Next Kraftwerke ist ein junges Unternehmen aus Köln, das Produzenten erneuerbarer Energien und Energieverbraucher in einem virtuellen Kraftwerk miteinander vernetzt und intelligent steuert: Liefert zum Beispiel ein Solarpark kurzfristig weniger Energie, weil ein Wolkenfeld vorbeizieht, so wird dieses Defizit rasch ausgeglichen, indem die Stromproduktion in den vernetzten Bioenergieanlagen hochgefahren wird. Steht dagegen ein Stromüberschuss zur Verfügung, zum Beispiel weil mehr Wind weht als erwartet, erhöhen flexible Stromverbraucher ihren Energieabruf und freuen sich über günstige Energiepreise. Auf diese Weise profitieren alle Partner von dem Zusammenschluss im virtuellen Kraftwerk und tragen gleichzeitig zur Stabilität im Stromnetz bei – und damit letztlich auch zu einem schnelleren Ausbau erneuerbarer Energien.

➔ www.next-kraftwerke.de

E-Lyte Innovations: Maßgeschneiderte Elektrolyt-lösungen für innovative Energiespeicher

Batterien werden vielfältig eingesetzt – und dadurch entstehen ganz unterschiedliche und spezifische Anforderungen an die Batterien. Hier setzt das Start-up E-Lyte Innovations an und entwickelt und produziert sowohl maßgeschneiderte Elektrolytlösungen als auch Standardelektrolytlösungen für Batterien. Insbesondere die maßgeschneiderten Elektrolytlösungen ermöglichen den Einsatz von Batterien in neuen Anwendungen, wo es zum Beispiel aufgrund von Außentemperatur, Sicherheitsanforderungen oder benötigter Energiedichte bisher nicht möglich war. E-Lyte Innovations ist eine Ausgründung des Batterieforschungszentrums MEET in Münster.

➔ www.e-lyte-innovations.de

Volterion: kostengünstige Redox-Flow-Batterien

Leistungsfähige Batteriesysteme werden dringend benötigt: für eine stabile Stromversorgung mit erneuerbaren Energien, für den Mobilitätsbereich und für viele andere Anwendungen. Dafür bieten sich zum Beispiel Redox-Flow-Batterien an, deren Herstellung jedoch bisher verhältnismäßig teuer und damit oftmals weniger interessant war. Dieser Herausforderung hat sich Volterion gestellt. Das Spin-off des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT entwickelte das Design, die Materialien und den Herstellungsprozess für die Batteriezellstapel (sogenannte Stacks) der Redox-Flow-Batterien so weiter, dass erhebliche Materialeinsparungen und deutlich geringere Herstellkosten realisiert werden – bei gleichbleibend hoher Leistung und Lebensdauer. Damit werden Energiespeicher insbesondere für industrielle Anwendungen erstmals wirtschaftlich nutzbar.

➔ www.volterion.com



Förderung der nordrhein-westfälischen Energieforschung – eine Erfolgsgeschichte in Zahlen



Hohe Fördervolumina, zahlreiche geförderte Projekte, vielfältige Zuwendungsempfänger



Landes- und EU-Förderung stärkt Nordrhein-Westfalen als Standort für Energieforschung

Nordrhein-Westfalen als attraktiven Standort stärken und weiter ausbauen – das ist die Förderstrategie des Landes in der Energieforschung. Die Früchte dieser Strategie zeigen sich nicht nur in der reichen nordrhein-westfälischen Forschungslandschaft, sondern lassen sich auch durch Zahlen belegen: Vielfältige Wettbewerbe werden ausgelobt, exzellente Projekte werden gefördert und ein breites Spektrum an Zuwendungsempfängern erreicht. Gewinner sind letztlich alle: die Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen – und das Land als Forschungs- und Wirtschaftsstandort.

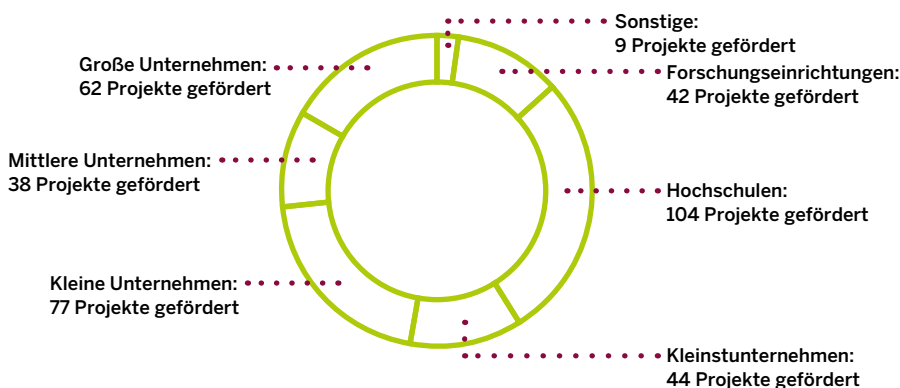
Für reine Landesfördermittel können sich Forscherinnen und Forscher kontinuierlich bewerben. Die Wettbewerbe, die im Rahmen des Operationellen Programms NRW für den Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (OP EFRE NRW) laufen, finanzieren das Land und die Europäische Union gemeinsam. Dabei ist der Leitmarktwettbewerb EnergieUmweltwirtschaft.NRW mit den größten finanziellen Mitteln ausgestattet. Das gesonderte Ziel, den Ausstoß von Treibhausgasen zu reduzieren, wird im OP EFRE NRW über die Klimaschutzwettbewerbe gefördert.

Auch für die Zukunft ist eine weiterhin starke Landesförderung geplant – und damit ein Fortschreiben der Erfolgsgeschichte.

EFRE-Leitmarkt Wettbewerb EnergieUmweltwirtschaft.NRW und die Klimaschutz Wettbewerbe

EFRE-Wettbewerb	Datum Aufruf	Einreichfrist	Anzahl Bewerbungen	Geförderte Verbände	Anzahl geförderte Projekte	Fördermittel/Mio. €			
						EU-Anteil	Landesanteil	Gesamt-förderung	Gesamt-förderung pro Wettbewerb
Leitmarkt Wettbewerb EnergieUmweltwirtschaft.NRW 1	17.11.2014	26.02.2015	93	27	74	15,952	9,176	25,127	80,321
		17.12.2015	73	19	51	12,998	8,083	21,081	
Leitmarkt Wettbewerb EnergieUmweltwirtschaft.NRW 2	24.04.2017	27.07.2017	41	12	48	9,170	4,861	14,031	20,082
		17.05.2018	49	19	61	12,637	7,445	20,082	
Klimaschutz Wettbewerb EnergieeffizienzRegion.NRW 1	01.06.2015	30.09.2015	5	2	5	0,246	0,108	0,355	0,355
Klimaschutz Wettbewerb Energieeffizienz Unternehmen.NRW 1	01.06.2015	30.09.2015	6	3	11	4,053	1,155	5,208	5,208
Klimaschutz Wettbewerb Erneuerbare Energien.NRW 1	01.06.2015	30.09.2015	10	6	18	2,828	1,599	4,427	4,427
Klimaschutz Wettbewerb Virtuelle Kraftwerke.NRW 1	01.09.2015	11.12.2015	14	6	31	6,221	1,765	7,986	7,986
Klimaschutz Wettbewerb HydrogenHyWay.NRW 1	20.01.2016	31.03.2016	8	3	9	2,087	1,103	3,190	3,190
Klimaschutz Wettbewerb Energieeffizienz Unternehmen.NRW 2	05.09.2016	27.01.2017	12	6	22	6,108	1,895	8,003	8,003
Klimaschutz Wettbewerb Erneuerbare Energien.NRW 2	24.10.2016	09.02.2017	21	10	30	10,194	4,497	14,691	14,691
Klimaschutz Wettbewerb EnergieSektorenkopplung.NRW 1	06.02.2017	07.06.2017	13	4	19	2,983	1,097	4,079	4,079
Klimaschutz Wettbewerb EnergieSystemWandel.NRW	09.04.2018	12.07.2018	21	8	22	5,015	3,380	8,396	31,525
		17.12.2018	32	18	50	13,833	9,295	23,129	
Summen			398	137	435	104,325	55,459	159,785	159,785

Zuwendungsempfänger aus dem Leitmarkt Wettbewerb EnergieUmweltwirtschaft.NRW und aus den Klimaschutz Wettbewerben (seit November 2014)



Energieforschung in Nordrhein-Westfalen heißt: Neben Hochschulen und (außer-universitären) Forschungseinrichtungen werden in hohem Maße auch Unternehmen erreicht, insbesondere Kleinstunternehmen sowie kleine und mittlere Unternehmen.

Bewilligte Fördermittel in den vom Projektträger ETN abgewickelten Förderbereichen und der Nachhaltigkeit in den Jahren 2017 bis 2019

Förderbereich/Technologie	2017			
	OP-EFRE Projekte		Reine Landesprojekte/€	Gesamt/€
	EU/€	Land/€		
Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe und Handel	3.878.469	1.158.334	0	5.036.802
Energieeffizienz in Gebäuden und Quartieren	0	0	0	0
Energieeffizienz im Verkehr (inkl. Elektromobilität)	713.638	280.431	0	994.069
Sonstige Energieeffizienzmaßnahmen	1.611.696	437.864	372.173	2.421.732
Thermische Kraftwerke/CO ₂ -Technologien	0	0	0	0
Erneuerbare Energien – Solarthermie und Photovoltaik	0	0	2.037.927	2.037.927
Erneuerbare Energien – Windenergie	4.140.898	1.073.835	0	5.214.733
Erneuerbare Energien – Geothermie	0	0	0	0
Erneuerbare Energien – Bioenergie	0	0	0	0
Erneuerbare Energien – Wasserkraft	0	0	0	0
Erneuerbare Energien – Meeresenergie	0	0	0	0
Sonstige Erneuerbare Energiequellen	0	0	0	0
Wasserstofftechnologien	1.589.157	980.037	0	2.569.194
Brennstoffzellen	789.876	239.428	0	1.029.304
Stromnetze (Elektrizitätsübertragung und -verteilung)	3.263.344	793.888	0	4.057.232
Energiespeichertechnologien	0	0	3.070.208	3.070.208
Energiesystemanalyse/Modellierung	2.050.688	892.525	694.646	3.637.859
Nachhaltigkeitsprojekte	0	0	0	0
Summen				30.069.060

Förderschwerpunkte 2017–2019 in Millionen Euro

30,72

Energieeffizienz

15,35

Stromnetze

13,26

Speichertechnologien

11,09

Wasserstoff

Förderschwerpunkt Erneuerbare Energien in Millionen Euro

16,42

Solarthermie/
Photovoltaik



Die hier eingesetzten Mittel fließen zu circa 80 Prozent in die Projekte zu solarthermischen Kraftwerken in Jülich – was die Bedeutung dieser in Deutschland einzigartigen Forschungseinrichtung betont.

	2018				2019				2017–2019
	OP-EFRE Projekte		Reine Landesprojekte/€	Gesamt/€	OP-EFRE Projekte		Reine Landesprojekte/€	Gesamt/€	Gesamt/€
	EU/€	Land/€			EU/€	Land/€			
	4.975.576	1.878.881	8.157.222	15.011.680	3.275.270	1.929.524	5.469.043	10.673.837	30.722.319
	919.918	338.824	215.720	1.474.462	1.112.103	340.064	0	1.452.167	2.926.630
	0	0	0	0	1.816.113	865.123	0	2.681.236	3.675.305
	0	0	0	0	1.131.000	840.720	0	1.971.721	4.393.453
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4.353.733	2.462.873	1.493.300	8.309.906	3.452.658	1.873.627	748.067	6.074.352	16.422.185
	1.303.912	639.082	0	1.942.994	1.401.168	983.936	0	2.385.104	9.542.830
	0	0	0	0	927.620	478.052	0	1.405.671	1.405.671
	0	0	0	0	943.721	656.511	0	1.600.231	1.600.231
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1.286.443	922.619	0	2.209.062	0	0	0	0	2.209.062
	0	0	0	0	2.345.546	1.434.261	4.739.974	8.519.781	11.088.975
	0	0	0	0	0	0	72.059	72.059	1.101.363
	1.239.756	499.883	0	1.739.639	4.108.540	2.348.959	3.094.770	9.552.270	15.349.141
	425.010	319.833	0	744.843	4.013.204	2.497.690	2.933.982	9.444.875	13.259.927
	1.211.448	469.902	1.105.388	2.786.738	2.303.446	1.599.892	406.346	4.309.684	10.734.281
	4.111.932	2.482.281	0	6.594.213	2.943.960	1.793.304	0	4.737.264	11.331.477
				40.813.537				64.880.252	135.762.849

Kooperationspartner

Cluster EnergieForschung.NRW

Forschung durch Netzwerkarbeit noch innovativer und erfolgreicher zu gestalten, ist die Aufgabe des Clusters EnergieForschung.NRW. Dazu stellt der Cluster Kontakte zwischen Experten unterschiedlichster Fachrichtungen her, vernetzt Fachleute aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft und organisiert Veranstaltungen zu verschiedenen technischen und gesellschaftlichen Themenfeldern rund um die Transformation des Energieversorgungssystems: zum Beispiel Digitalisierung, Wasserstoff, Transformation und Sektorenkopplung. In diesem Rahmen informiert der Cluster außerdem zu Innovationen und Forschungsaktivitäten rund um die Energieforschung.

⇒ www.cef.nrw



EnergieAgentur.NRW

Die EnergieAgentur.NRW ist im Energiebereich breit aufgestellt: von der Energieforschung, technischen Entwicklung, Demonstration und Markteinführung über die Initialberatung bis hin zur beruflichen Weiterbildung. Als operative Plattform bringt die EnergieAgentur.NRW innovative Entwicklungen von Energietechnologien in Nordrhein-Westfalen voran und berät Unternehmen, Kommunen und Privatleute, wie sie ökonomischer mit Energie umgehen oder erneuerbare Energien sinnvoll einsetzen können. Zu den Aufgaben der EnergieAgentur.NRW zählen: Cluster- und Netzwerkmanagement, Beratungsleistungen sowie das Angebot von Informationen und Weiterbildungen.

⇒ www.energieagentur.nrw



Förderberatung „Forschung und Innovation“ des Bundes

Für Fragen rund um das Thema Forschungs- und Innovationsförderung hat die Bundesregierung eine erste Anlaufstelle eingerichtet: die Förderberatung „Forschung und Innovation“ des Bundes. Sie informiert über die Forschungsstruktur des Bundes, die Bundesförderprogramme sowie über aktuelle Förderschwerpunkte und -initiativen beim Bund. Darüber hinaus bietet die Förderberatung des Bundes Einstiegsinformationen zu Fördermöglichkeiten der Bundesländer und der EU. Das Angebot richtet sich an Unternehmen (insbesondere kleine und mittlere Unternehmen), Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Der Service ist kostenfrei.

⇒ www.foerderinfo.bund.de



IN4climate.NRW

Viermal IN für das Klima: INdustriell, INterdisziplinär, INovativ und INternational. Das ist IN4climate.NRW. Expertinnen und Experten aus Industrie, Wissenschaft und Politik arbeiten dort eng zusammen, um Strategien und Lösungen für klimaneutrale industrielle Prozesse und Produkte zu entwickeln. Zudem werden wissenschaftliche, technische und regulatorische Strategien für einen zukunftsfähigen Wirtschaftsstandort Nordrhein-Westfalen erarbeitet. Begleitet wird IN4climate.NRW durch SCI4climate.NRW. Unter diesem Titel bilden sechs führende Forschungsinstitute ein Kompetenzzentrum, das die Arbeit der Initiative aus wissenschaftlicher Sicht begleitet und unterstützt.

⇒ www.in4climate.nrw



Nationale Kontaktstelle Energie (NKS Energie)

Zu Inhalten und Zielen des europäischen Rahmenprogramms für Forschung und Innovation (Horizon 2020 und geplant Horizon Europe) im Themenbereich Energie informiert die NKS Energie. Zum Portfolio gehören außerdem aktuelle Entwicklungen zur Forschungs- und Innovationsförderung in Brüssel sowie Antrags- und Förderverfahren im Rahmen des Horizon-Programms. Darüber hinaus bietet die NKS Energie Antragstellerinnen und Antragstellern Hilfestellung in der Antragsphase und gibt Hinweise auf Verbesserungspotenziale in Projektskizzen und -anträgen. Mit diesem Angebot richtet sich die NKS Energie an Forschungseinrichtungen, Unternehmen, Städte und Gemeinden sowie Kommunen.

⇒ www.nks-energie.de



Projektträger Jülich

Im Geschäftsfeld „Energie und Klima“ des Projektträger Jülich wird die Energieforschungsoffensive.NRW des Landesministeriums für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie umgesetzt. Ziel der Offensive ist es, die Energieforschung im Land noch weiter zu stärken und damit die Transformation zum Energiesystem der Zukunft zu unterstützen. Inhaltlich ist die Energieforschungsoffensive.NRW in die vier Bausteine Dialog, Kooperation, Förderinstrumente und Öffentlichkeitsarbeit gegliedert. Im Baustein Öffentlichkeitsarbeit liegt unter anderem die Erstellung und Publikation des Energieforschungsberichts.

⇒ www.energieforschung.nrw



Das Geschäftsfeld „Forschung und Gesellschaft NRW“ des Projektträger Jülich setzt die Förderprogramme des Landes Nordrhein-Westfalen um: Interessierte aus verschiedensten Bereichen werden ausführlich über Fördermöglichkeiten beraten. Anträge auf Forschungsförderung werden geprüft und bewilligt und Fördervorhaben werden über die gesamte Projektlaufzeit begleitet. Dabei steht der Projektträger den Projektdurchführenden für alle Förderfragen zur Verfügung. Das Geschäftsfeld „Forschung und Gesellschaft NRW“ betreut sowohl die Kofinanzierungen des Landes im Rahmen des EU-Strukturfonds für regionale Entwicklung (EFRE) als auch die rein landeseigenen Mittel, die zum Beispiel für Forschung und Entwicklung in den Bereichen Energie und Umwelt- und Klimaschutz eingesetzt werden.

⇒ www.ptj.de/ueber-uns/unsere-geschaeftsfelder/forschung-und-gesellschaft-nrw

Zentrum für Innovation und Technik in Nordrhein-Westfalen (ZENIT)

ZENIT unterstützt technologieorientierte Unternehmen, Hochschulen und Forschungseinrichtungen bei ihren Innovations- und Internationalisierungsaktivitäten. Zentrales Ziel ist es dabei den Weg zu ebnen, um aus guten Ideen marktfähige Produkte und Dienstleistungen zu machen. Dazu schafft und nutzt ZENIT regionale, nationale und internationale Netzwerke und fördert auf diese Weise Austausch, Projektkooperationen und Perspektivenwechsel. Ergänzend berät ZENIT zu den zugehörigen Förderoptionen und Finanzierungsinstrumenten.

⇒ www.zenit.de



Virtuelle Institute – Kooperation made in NRW

Virtuelles Institut Transformation – Energiewende NRW

Für eine erfolgreiche Energiewende muss das Energiesystem fit für die Zukunft gemacht werden. Dieser Prozess wird in Nordrhein-Westfalen durch das Virtuelle Institut Transformation – Energiewende.NRW wissenschaftlich begleitet und unterstützt. Besonderer Fokus liegt dabei auf den sozio-ökonomischen und kulturellen Aspekten des Transformationsprozesses sowie auf den besonderen Rahmenbedingungen in Nordrhein-Westfalen.

Beteiligte Institutionen: Bergische Universität Wuppertal, Forschungszentrum Jülich, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, Hochschule Bochum, Institut Arbeit und Technik, Kulturwissenschaftliches Institut Essen, Ruhr-Universität Bochum, RWTH Aachen, Sozialforschungsstelle Dortmund, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.

⇒ www.vi-transformation.de

Virtuelles Institut Smart Energy (VISE)

Die Digitalisierung ist eine Herausforderung – und eine Chance für innovative, datenbasierte Geschäftsmodelle. Diese Chance gilt es zu nutzen und genau hier setzt das Virtuelle Institut Smart Energy an: Es soll zu einem zentralen Kompetenzzentrum ausgebaut werden, das zum Verständnis des Systems der digitalen Energiewelt und seiner Dynamiken beiträgt und mithelfen kann, die Wettbewerbsfähigkeit Nordrhein-Westfalens zu stärken.

Beteiligte Institutionen: Bergische Universität Wuppertal, Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln, Forschungszentrum Jülich, Technische Hochschule Köln, Universität Duisburg-Essen, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.

⇒ www.smart-energy.nrw

Virtuelles Institut Strom zu Gas und Wärme

Für die erfolgreiche Transformation hin zum Energiesystem der Zukunft braucht es Flexibilisierung sowohl auf Seiten der Verbraucher als auch auf Seiten der Erzeuger. Um dieses Ziel erreichen zu können, müssen verschiedene Sektoren wie Strom, Gas und Wärme immer stärker miteinander verknüpft werden. Diese Optionen untersucht das Virtuelle Institut Strom zu Gas und Wärme und leitet daraus Handlungsempfehlungen für Wissenschaft, Wirtschaft und Industrie ab.

Beteiligte Institutionen: Cluster EnergieForschung.NRW, Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln, Forschungszentrum Jülich, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, Gas- und Wärme-Institut Essen, Ruhr-Universität Bochum, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Zentrum für BrennstoffzellenTechnik.

⇒ strom-zu-gas-und-waerme.de

Virtuelles Institut KWK.NRW

Wenn Strom, Wärme und Kälte über Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) kombiniert erzeugt werden, können Motoren, Turbinen und Brennstoffzellen deutlich effizienter arbeiten. Durch KWK-Anlagen wird deshalb sowohl Primärenergie als auch CO₂ eingespart. Das Virtuelle Institut KWK.NRW vernetzt die nordrhein-westfälischen KWK-Kompetenzen, bündelt technische und wissenschaftliche Expertise und trägt so zur Flexibilisierung des Energiesystems bei.

Beteiligte Institutionen: Gas- und Wärme-Institut Essen, Universität Duisburg-Essen, Zentrum für Brennstoffzellen-Technik.

⇒ vi.virtuelles-institut-kwk-nrw.de

Projektdarstellungen im Energieforschungsbericht 2020

Im Energieforschungsbericht 2020 werden die folgenden Projekte aus dem Bereich der Energieforschung in Nordrhein-Westfalen vorgestellt. Sie stehen stellvertretend für die Vielzahl der Projekte, die in gleicher oder ähnlicher Weise die Energieforschung im Land präsentieren und einen Beitrag zu Fortschritt, Wirtschaftskraft und Klimaschutz leisten.

Projektname	Seitenzahl
Designetz	Seite 18
DGE-ROLLOUT (Roll-out of Deep Geothermal Energy in North-West Europe)	Seite 19
EnerPrax – Energiespeicher in der Praxis	Seite 19
Digitales Service Center	Seite 19
Virtuelles Institut Transformation – Energiewende NRW	Seite 24, 60
Transformationsprozesse für nachhaltige und wettbewerbsfähige Wirtschafts- und Industriestrukturen in Nordrhein-Westfalen im Kontext der Energiewende	Seite 25
Neue Zeche Westerholt	Seite 25
Virtuelles Institut Smart Energy	Seite 25, 60
Open District Hub	Seite 30
Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie (IEG)	Seite 31
Geologischer Dienst NRW	Seite 31
Helmholtz-Institut Münster (HI MS)	Seite 34
Münster Electrochemical Energy Technology (MEET)	Seite 35
Zentrum für BrennstoffzellenTechnik (ZBT)	Seite 36
DLR-Institut Future Fuels	Seite 37
Forschungszentrum Jülich, Institut für Energie- und Klimaforschung, Techno-ökonomische Systemanalyse (IEK-3)	Seite 37
H2BF	Seite 42
Trimet	Seite 43
LARA by Lanxess	Seite 43
Kabel Zero	Seite 43
Helmholtz-Cluster für nachhaltige und infrastrukturelle Wasserstoffwirtschaft	Seite 45, 49
Forschungszentrum Jülich, Institut für Energie- und Klimaforschung, Elektrochemische Verfahrenstechnik (IEK-14)	Seite 45
Carbon2Chem, H2BF, H2Stahl	Seite 46
Ruhr-Universität Bochum, Elektrochemie und nanoskalige Materialien	Seite 46
Westfälisches Energieinstitut, Westfälische Hochschule	Seite 46
Fachhochschule Münster, Fachbereich Energie Gebäude Umwelt	Seite 46
Shell Rheinland Raffinerie	Seite 47
GET H2, HyBridge, Element Eins	Seite 47
Sektion ENERGY der Forschungsallianz zwischen Jülich und Aachen (JARA)	Seite 49
Zukunftsagentur Rheinisches Revier	Seite 49, 51
Synlight	Seite 50
Brainergy Park	Seite 51
ANABEL – Accelerator Nachhaltige Bereitstellung Elektrochemisch Erzeugter Kraft- und Wertstoffe mittels Power-to-X : Verbundvorhaben iNEW	Seite 51

Titelbild: Impulsgenerator des HGÜ-Testzentrums an der Technischen Universität Dortmund

Am Forschungszentrum für Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) forschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Technischen Universität Dortmund an der Zukunft der elektrischen Energienetze. Dafür wird ein Testscenario mittels Hochspannungsgeneratoren mit begleitender Messtechnik aufgebaut, das Komponenten und Betriebsmittel aus dem realen Stromnetz beinhaltet. Zentraler Bestandteil dieses Testsystems ist ein rund 15 Meter hoher und rund 16 Tonnen schwerer Impulsgenerator (Titelfoto). Er erzeugt elektrische Impulse von bis zu 4 Millionen Volt bei gleichzeitiger Gleichspannung von bis zu 1 Millionen Volt und simuliert somit hohe Energie- oder Schaltspitzen, die zum Beispiel an gewittrigen oder sehr windigen Tagen im Stromnetz auftreten können. So wird untersucht, wie einzelne Betriebsmittel auf eine derartige realitätsnahe Belastung reagieren, um die Betriebssicherheit und Verfügbarkeit der elektrischen Energieübertragung zu optimieren.

Impressum

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Landesregierung Nordrhein-Westfalen herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlbewerberinnen und -bewerbern oder Wahlhelferinnen und -helfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden.

Dies gilt auch für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen sowie für die Wahl der Mitglieder des Europäischen Parlaments.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung.

Eine Verwendung dieser Druckschrift durch Parteien oder sie unterstützende Organisationen ausschließlich zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder bleibt hiervon unberührt. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift der Empfängerin oder dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Herausgeber:

Ministerium für Wirtschaft, Innovation,
Digitalisierung und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen
Berger Allee 25
40213 Düsseldorf
Tel.: +49 (0) 211/61772-0
Fax: +49 (0) 211/61772-777
Internet: www.wirtschaft.nrw

Redaktion und Mediengestaltung:

Projektträger Jülich (PtJ), Forschungszentrum Jülich GmbH

Druck:

Weiss-Druck GmbH & Co. KG

Die Broschüre ist auf der Homepage des Ministeriums für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen als PDF-Dokument abrufbar oder kann dort unter unten angegebener Bestellnummer als Printexemplar bestellt werden (solange vorrätig).

© November 2020/MWIDE E-0010

Bildnachweise

Titel: © MWIDE NRW/D. Hackenberg; S. 4: © MWIDE NRW/R. Pfeil; S. 6, S. 7: © MWIDE NRW/A. Buck; S. 8: © aerogondo – stock.adobe.com; S. 10: © Aldeca Productions – stock.adobe.com; S. 11: PtJ; S. 12: © dennisstracke – stock.adobe.com; S. 14: PtJ/A. Köbler; S. 15: PtJ; S. 16: © A. Löschel; S. 17: PtJ; S. 18: © DESIGNETZ; S. 19: oben: © Geologischer Dienst NRW 2020, unten: © changeinpower.com; S. 20: © Robert Kneschke – stock.adobe.com; S. 22: © PtJ/A. Köbler; S. 24: © stokkete – stock.adobe.com; S. 25: oben: © BGNZW, unten: © krisana – stock.adobe.com; S. 26: © finecki – stock.adobe.com; S. 28: oben: © VIVAWEST, unten: © RWTH Aachen; S. 29: © Buderus; S. 30, S. 31 oben: PtJ/A. Köbler; S. 31 unten: ©Krekau; S. 32: © powell83 – stock.adobe.com; S. 34: © J. Kraft; S. 36: www.eventfotograf.in/©JRF e. V.; S. 37: oben: © DLR, unten: © Manuel – stock.adobe.com; S. 38: © COVESTRO; S. 40: © IN4climate.NRW; S. 41: © Wuppertal Institut; S. 42: © thyssenkrupp Steel Europe AG; S. 43: oben: © TRIMET Aluminium SE, unten: © LANXESS; S. 45: Forschungszentrum Jülich/R.-U. Limbach; S. 46: thyssenkrupp Steel Europe AG; S. 50: © MWIDE NRW/A. Buck; S. 51: oben: © Brainergy Park Jülich GmbH, unten: © Fotograf Schmitter; S. 52: © Siam – stock.adobe.com; S. 53: oben: © logarithmo, unten: © Volterion GmbH; S. 54: © MIND AND I – stock.adobe.com; Rückseite: © MWIDE NRW/C. Mester

**Ministerium für Wirtschaft, Innovation,
Digitalisierung und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen**
Berger Allee 25, 40213 Düsseldorf
www.wirtschaft.nrw

