

acatech KOOPERATION

Wege in die Energiezukunft

Transformationspfade der Energiesysteme
in internationaler Perspektive

acatech/BDI (Hrsg.)

Der Aufbau einer bezahlbaren, verlässlichen und nachhaltigen Energieversorgung kann nur in internationalen Kooperationen gelingen. Globale Abhängigkeiten und Auswirkungen des nationalen Handels werden derzeit noch oft zu wenig beachtet. Deshalb braucht es systematische Erkenntnisse über internationale Strategien und innovative Forschungsansätze.

Was aber sind wegweisende Impulse für Innovationen im Energiesystem? Welche Transformationspfade werden bereits erfolgreich beschritten, und welche Best Practices im Energiebereich bieten Chancen für Deutschland in Europa und im globalen Kontext? Und welche Kooperationsmöglichkeiten ergeben sich daraus?

Mit dem Ziel, Antworten auf diese Fragen zu finden, wurde das Kooperationsvorhaben zwischen acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften und dem Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) „Wege in die Energiezukunft: Transformationspfade der Energiesysteme in internationaler Perspektive“ 2016 ins Leben gerufen. Das Projekt wurde durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

Kern des Vorhabens bildeten sogenannte Fact Finding Missions – hochrangig besetzte Delegationsreisen von Vertreterinnen und Vertretern aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft – zu führenden Institutionen der Energieforschung und der Industrie in ausgewählten Ländern der G20. Im April 2017 besuchte die erste Delegation

der deutschen Fachleute die USA. Die zweite Reise führte im Frühjahr 2018 nach China, Japan und Südkorea. Die dritte und letzte Reise führte im Herbst 2019 nach Australien.

Die Schlussfolgerungen dieser Reisen wurden auf Basis der Erkenntnisse vor Ort von acatech und BDI in gemeinsamen Impulspapieren zusammengetragen. Diese lieferten wichtige Impulse für die Entwicklung von fünf Handlungsoptionen für die deutsche und europäische Energieforschungspolitik:

1. Expertise bündeln, Forschung verknüpfen: zentrale Koordination der Energiewende erforderlich.
2. Breite der Energieforschung bewahren und die Ergebnis- und Technologieoffenheit fördern, dennoch insbesondere Sektorkopplung und Power-to-X, CCUS-Technologien und elektrochemische Speicher verstärkt verfolgen.
3. Kontinuierliches Energiewende-Benchmarking der G20-Länder einführen.
4. Internationale Technologieallianzen und Partnerschaften fördern, insbesondere eine deutsch-australische Partnerschaft zu grünem Wasserstoff.
5. Mit gutem Beispiel vorangehen: zeigen, dass es geht.

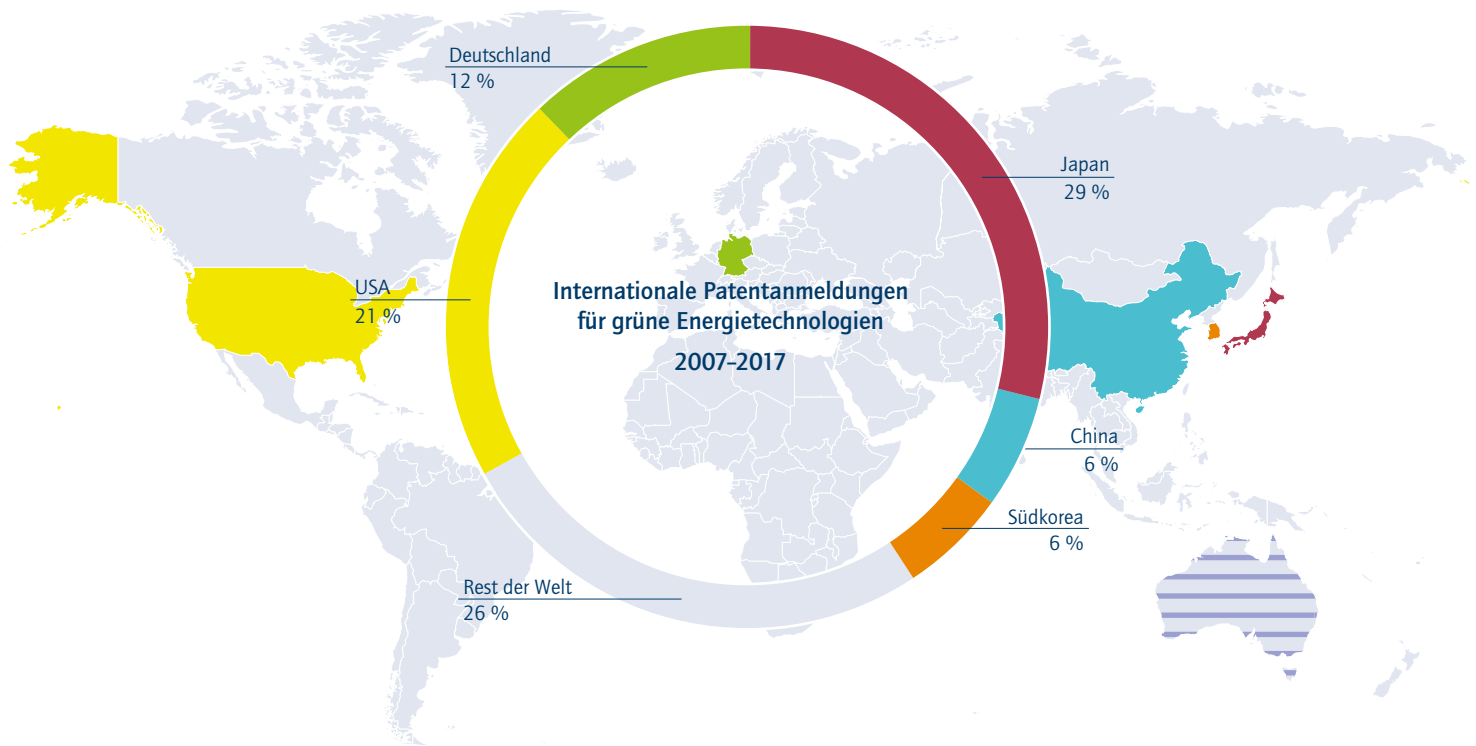


Abbildung 1: Internationale Patentanmeldungen für grüne Energietechnologien nach Herkunft, 2007-2017. Als grüne Energietechnologien zählen laut Weltorganisation für geistiges Eigentum (WIPO) alternative Energieproduktion, Energieeinsparung, grüne Transporttechnologien und Kernenergie (Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage von WIPO 2018¹).

Energieforschungspolitik und Best-Practice-Beispiele der besuchten G20-Länder



Vereinigte Staaten von Amerika

Die USA sind die weltweit größte Volkswirtschaft und verfügen über substantielle Vorkommen fossiler Energieträger, von denen insbesondere Erdöl, Erdgas und Kohle zur Energieerzeugung genutzt werden. Energieunabhängigkeit, Versorgungssicherheit und Kosteneffizienz sind zentrale Ziele der US-amerikanischen Energiestrategie.

Best-Practice-Beispiel: National Labs

Die 17 National Labs stellen Innovations-Ökosysteme dar, die sowohl mit universitären Forschungseinrichtungen als auch privaten Unternehmen zusammenarbeiten. Diese werden zentral durch das Department of Energy koordiniert und umspannen den gesamten Innovationsprozess von der Grundlagenforschung über die angewandte Forschung bis hin zum Markthochlauf und zur Serienproduktion. Somit schaffen sie die Basis einer systemischen und integrierten Förderlandschaft. Durch die enge Zusammenarbeit mit Unternehmen liegt der Fokus auf der zügigen Umsetzung und Anwendung von Forschungsergebnissen.

Die Energieforschung in den USA ist breit angelegt und schließt keine Entwicklungspfade in der Grundlagenforschung aus, sodass keine einzelne Technologie bevorzugt wird. Dementsprechend wird ein breites Spektrum an Energiethemen abgedeckt, insbesondere durch die „National Labs“.

Die schnelle Umsetzung von Forschungsergebnissen in die Praxis wird von ökonomischen Interessen und der Startup-Kultur vorangetrieben. Die Ausrichtung der Forschung wird überwiegend durch die politische Agenda bestimmt und unterliegt damit den Interessen der jeweils amtierenden Administration. Hierbei sind besonders Themen betroffen, die aus Sicht der Regierung Fragen von „nationaler Bedeutung“ sind.



Volksrepublik China

Die Volksrepublik China ist mit einem kontinuierlich steigenden Energieverbrauch der weltweit größte CO₂-Emittent. Dennoch steht neben der Energiesicherheit und Energieunabhängigkeit zunehmend die Verbesserung der heimischen Luftqualität im Fokus der Energiepolitik Chinas.

Die chinesische Energieforschung richtet sich an den strategischen Zielen der kommunistischen Partei aus. Durch die strikten staatlichen Direktiven können Mittel für prioritäre Forschungsfelder kurzfristig bereitgestellt und in Projekten umgesetzt werden. Zwar wird Technologieoffenheit angestrebt, doch erweist sich die Grundlagenforschung als weniger breit angelegt.

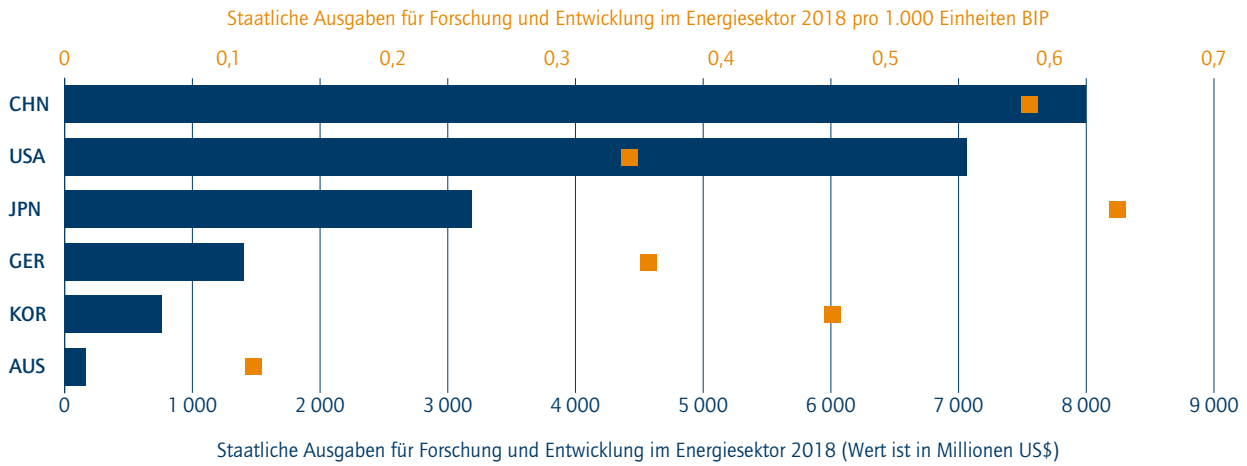


Abbildung 2: Vergleich der staatlichen Ausgaben für Forschung und Entwicklung im Energiesektor im Jahr 2018
 (Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage der Daten von IEA 2019² und Weltbank 2020³)

Best-Practice-Beispiel: Stromnetze und Netzausbau

Die ungleichmäßige Verteilung der Stromerzeugung im Westen des Landes und in den Lastzentren an den Küsten im Osten stellen China vor enorme Herausforderungen. Um die hohen Abregelungsquoten für Photovoltaik- und Windkraftanlagen zu reduzieren, baut das Land kontinuierlich und in kürzester Zeit tausende Kilometer modernster Ultra-Hochspannungsleitungen. Neben dem landesweiten Netzausbau forscht die staatliche State Grid Corporation of China zudem an der Entwicklung von Smart-Grid-Technologien sowie Netzsteuerungs- und Simulationssystemen. Die Dimensionen des Netzausbaus und der dazugehörigen Forschung sind weltweit einzigartig.

Lange baute die chinesische Forschung auf den Ergebnissen internationaler Spitzenforschung auf, teilweise durch erzwungenen Technologie- und Wissenstransfer. Inzwischen entspricht das Niveau der Forschung in einigen anwendungsnahen Bereichen westlichen Standards oder übertrifft diese.

Die Übernahme der Investitionsrisiken durch den Staat spielt eine große Rolle für den Erfolg der Energieforschung: Chinesische Forschungseinrichtungen und Unternehmen sind in der einzigartigen Lage, innovative Technologien in Großprojekten realisieren zu können und die Marktskalierung von Energieinnovationen gezielt durchzuführen.



Südkorea

Als ressourcenarmes Land ist Südkorea auf den Import von Primärenergie angewiesen. Versorgungssicherheit ist somit von höchster Priorität. Die aktuelle Regierung leitete mit dem „Renewable-Energy-3020“-Plan einen politischen Kurswechsel ein:

Statt Kernenergie und Kohleverstromung soll nun die Förderung von Gas und erneuerbaren Energien vermehrt im Fokus stehen.

Südkoreas Energieforschung ist vergleichsweise eng aufgestellt. Die starke Kooperation mit den international agierenden koreanischen Firmenkonglomeraten führt dazu, dass sich Forschungsanstrengungen auf die Innovationen mit den größten Exportpotenzialen konzentrieren. Dabei sind die Technologiekonzerne nicht nur für den anwendungsorientierten Forschungs- und Entwicklungsbereich, sondern auch teilweise in ihren Spezialbereichen in der Grundlagenforschung tätig. Diese Zentralisierung ist eine wichtige Grundvoraussetzung für die Marktführerschaft der südkoreanischen Batteriehersteller.

Best-Practice-Beispiel: Batterieforschung

Durch den Fokus auf Versorgungssicherheit und Technologieexport sind stationäre sowie mobile Speichertechnologien ein wesentlicher Bestandteil der koreanischen Energieforschung. Viele der weltweit führenden Batterieproduzenten, die jeweils ihre eigenen Forschungseinrichtungen unterhalten, kommen aus Südkorea. Im Bereich der mobilen Speicher führt die enorme prognostizierte Nachfrage für Elektrofahrzeuge aus China zu hohem Innovationsdruck. Insbesondere die Erhöhung der Reichweiten und das Recycling von Rohstoffen über Materialforschung stehen im Fokus. Stationäre Speicher sollen dagegen helfen, die Erzeugungsspitzen der heimischen Photovoltaik auszugleichen und Blackouts zu vermeiden. Hier greift das Land auf seine Spitzenposition bei der Lithium-Ionen-Technologie zurück.

Neben der Forschung zu Speichertechnologien werden durch den politischen Kurswechsel auch zunehmend die Themen Netze und erneuerbare Energieerzeugung verfolgt. Die Forschung zur Kernenergie soll trotz sinkender Bedeutung im heimischen Energiesystem vor allem für den Exportmarkt weiterverfolgt werden.



Japan

Als rohstoffarmes Land stehen die Wirtschaftlichkeit und die Reduzierung der Importabhängigkeit von fossilen Energieträgern im Fokus der japanischen Energiepolitik. Dazu formulierte die japanische Regierung 2017 ihre technologieoffene Wasserstoffstrategie, durch die die Wettbewerbsfähigkeit der japanischen Industrie und Marktpotenziale für Wasserstofftechnologien gesichert werden sollen. Japan positionierte sich damit als First-Mover im Bereich Wasserstoff.

Die japanische Energieforschung ist systemisch aufgebaut und langzeitorientiert. Zwischen Wissenschaft und Wirtschaft gibt es eine klare Aufgabenteilung: Die Grundlagenforschung ist vor allem in universitären Einrichtungen konzentriert, während anwendungsorientierte und experimentelle Forschung und Entwicklung überwiegend von japanischen Technologiekonzernen übernommen werden. Dabei werden sie im Rahmen eines „Top-down“-Ansatzes von der Regierung unterstützt, insbesondere wenn die Forschungsprojekte der Umsetzung der Wasserstoffstrategie und somit der Wertschöpfung im eigenen Land dienen.

Durch die starken politischen Vorgaben und die enge Verflechtung von Wirtschaft und Politik wirkt die japanische Energieforschungspolitik überwiegend homogen.

Entsprechend der dominierenden Wasserstoffstrategie Japans liegen die Forschungsschwerpunkte entlang der gesamten Wertschöpfungskette: von der Erzeugung über den Transport bis hin zur

Best-Practice-Beispiel: NEDO

Die New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO) wurde 2003 gegründet und stellt die zentrale Schnittstelle zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik dar. Der Auftrag der NEDO sieht die Koordination der Energieforschungspolitik für den anwendungsnahen Bereich vor. Gemeinsam mit der Politik schafft NEDO geeignete Rahmenbedingungen für Technologieentwicklung und Innovationsförderung im Bereich Energieeffizienz, erneuerbare Energien, „Clean Coal“-Technologien sowie Ressourcenschonung. Durch die enge Kollaboration mit Projektpartnern unterstützt NEDO die Umsetzung von Forschungsprojekten und den Technologietransfer. Dabei führt NEDO auch Pilot-, Demonstrations- und Modellvorhaben mit internationalen Industriepartnern durch und fördert somit die Erschließung internationaler Märkte für japanische Unternehmen.

Nutzung von Wasserstoff. In diesem Zusammenhang wird ebenfalls an Carbon-Capture-and-Storage(CCS)-Technologien geforscht.



Australien

Australien verfügt über immense Vorkommen an fossilen Rohstoffen und ist der größte Kohleexporteur und zweitgrößte Exporteur von Flüssigerdgas (LNG) weltweit. Zudem ist das Land der größte Produzent von Lithiumerz. Gleichzeitig ist Australien eines der sonnenreichsten Länder und hat mit tausenden Kilometern windreichen Küstenabschnitten ein enormes Potenzial zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien.

Australiens Energieforschung ist technologieoffen, orientiert sich aber aufgrund der immensen Exportpotenziale am Exportmarkt. Neben diversen Forschungseinrichtungen spielen insbesondere australische Universitäten eine entscheidende Rolle in der Forschung. Diese belegen regelmäßig Spitzenpositionen in internationalen Rankings und werden aufgrund ihrer Größe und ihres enormen Budgets wie Unternehmen geführt. Wissenschaft und Wirtschaft stehen im engen Austausch. Dennoch sind überwiegend ausländische Unternehmen im Land aktiv.

Australien hat viele Forschungsvorhaben im Bereich der CCS-Technologien. Allerdings stehen auch emissionsarme Technologien wie Batteriespeicher und die Herstellung und Anwendung von Wasserstoff im Fokus der australischen Energieforschung. Im Gegensatz zum reinen Export von fossilen Energien soll mit diesen Technologien die Wertschöpfung im eigenen Land gehalten werden.

Best-Practice-Beispiel: CRCs

Eine Besonderheit in der Energieforschung bilden die staatlich geförderten Cooperative Research Centers (CRCs), welche Zusammenschlüsse von Wissenschaft und Wirtschaft darstellen. Im Energiesektor gibt es zwei solcher Zentren: Future Fuels CRC und Future Battery Industries CRC. Ersteres erforscht und entwickelt insbesondere alternative Kraftstoffe im Gasmarkt und in der Mobilität. Das neugegründete Future Battery Industries CRC wird in einem eigens dafür gegründeten Kompetenzzentrum zur Zellfertigung und Materialforschung arbeiten. Das bereits aus der Förderung gelaufene CO₂CRC wird seit 2014 durch private Mittel weiterfinanziert. Es unterhält vor allem Demonstrationsanlagen zur unterirdischen Speicherung von CO₂.

Handlungsoptionen

Aus den Erkenntnissen der Fact Finding Missions ergeben sich fünf konkrete Handlungsoptionen für die deutsche Energieforschungspolitik.

1. Expertise bündeln, Forschung verknüpfen: zentrale Koordinierung der Energiewende erforderlich

Best-Practice-Beispiele im Ausland zeigen, wie zielführend die Vernetzung bestehender Energieforschung in Kompetenzzentren wie der japanischen NEDO oder den australischen CRCs sein kann, um global Spitzenreiter in Schlüsseltechnologiefeldern wie der Wasserstoffwirtschaft, alternativen Kraftstoffen oder Batteriespeichern zu werden.

Mit den von den Bundesministerien geförderten Reallaboren, Kopernikus- und SINTEG-Projekten sowie der Agentur für Sprunginnovationen bestehen bereits Instrumente zur Konzipierung und Erprobung innovativer Technologien. Zudem ist die außeruniversitäre Forschung mit Einrichtungen wie der Fraunhofer-Gesellschaft, Helmholtz-Gemeinschaft, Leibniz-Gemeinschaft und Max-Planck-Gesellschaft international renommiert.

Während diese dezentrale Forschung den Wettbewerb und die Unabhängigkeit der deutschen Energieforschung fördert, führt sie auch zu einer gewissen Fragmentierung des Know-hows bei wichtigen Schlüsseltechnologien. Um innovative Forschungsfelder frühzeitig zu identifizieren und Forschungsthemen strategisch zu entwickeln, bedarf es einer verstärkten Verknüpfung und gezielter Förderung bereits bestehender wissenschaftlicher und industrieller Forschung in Deutschland. Dies könnte durch eine zentrale Koordinierung der Energiewende ermöglicht werden. Eine verbesserte Koordinierung verfügt über das Potenzial, bestehende wissenschaftliche Kompetenzen institutionsübergreifend miteinander zu verknüpfen und vielversprechende Projekte zu beschleunigen. Impulse ausländischer Energieforschung könnten ebenfalls einfließen. Zudem würde eine zentrale Verstärkung wichtiger Schlüsseltechnologien sowohl auf nationaler als auch auf europäischer Ebene die Zusammenarbeit innerhalb der EU stärken und Wettbewerbsvorteile gegenüber den USA oder China bieten.

2. Breite der Energieforschung bewahren und die Ergebnis- und Technologieoffenheit fördern

Mit dem 7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung bewahrt Deutschland die notwendige Breite der Themen im Bereich Energietechnologien: Energieeffizienz, erneuerbare Energien,

Systemintegration durch Netze, Speicher und Sektorkopplung sowie systemübergreifende Forschungsthemen und nukleare Sicherheitsforschung.

In Anbetracht der noch zu leistenden Emissionsreduktionen zur Erreichung der nationalen sowie europäischen Klimaziele 2030 müssen alle Technologien verfolgt werden, die einen potenziellen Beitrag dazu leisten können. Demnach soll Deutschland die Energieforschung in ihrer Ergebnis- und Technologieoffenheit bestärken, um potenzielle Game Changer künftig zu ermöglichen. Gleichzeitig braucht es für eine erfolgreiche und systemische Energieforschung verlässliche Rahmenbedingungen, insbesondere mit Blick auf potenziell lange Forschungs- und Entwicklungszeiträume.

Aus heutiger Sicht zeigt sich jedoch, dass es neben einer breiten Energieforschung sinnvoll sein kann, bestimmte Technologiefelder verstärkt zu verfolgen. Mit Blick auf internationale Märkte und basierend auf den Erfahrungen und Eindrücken der Delegationsreisen wurden drei beispielhafte Technologiefelder identifiziert:

Sektorkopplung und Power-to-X

Deutschland will mit der nationalen Wasserstoffstrategie die Bedeutung von Wasserstoff als PtX-Technologie und Kern der Sektorkopplung hervorheben und verstetigen.

Derzeit sind deutsche Unternehmen noch Marktführer bei der Wasserelektrolyse, auch wenn es an großskaligen, automatisierten Fertigungen solcher Anlagen im industriellen Maßstab fehlt. Grüner Wasserstoff und dessen Folgeprodukte könnten in diversen Sektoren des Energiesystems eingesetzt werden. Allerdings müssen vor allem Effizienzen, Pfadabhängigkeiten und Investitionszyklen, insbesondere in der Industrie, berücksichtigt werden.

Um die internationale Spitzenposition nicht zu verlieren und industriepolitische Potenziale von einem wachsenden Markt für Elektrolyseure zu ergreifen, muss der Skalierbarkeit von Rohstoffeinsatz, Materialsynthesen und Prozessen der Grundlagenforschung höchste Priorität eingeräumt werden. Dies betrifft neben der verstärkten Forschung zur PEM-Elektrolyse auch die Hochtemperaturelektrolyse. Da andere Länder nicht ausschließlich auf grünen Wasserstoff setzen werden, soll auch hier Technologieoffenheit bewahrt und die Forschung zu alternativen Verfahren wie der Methanpyrolyse verstärkt werden. Zusätzlich sollten die regulatorischen Rahmenbedingungen für den Betrieb von Elektrolyseuren angepasst werden, um den heimischen Markthochlauf anzureizen.

Ein weiterer Aspekt für eine erfolgreiche Sektorkopplung ist die Forschung zu Transportmedien von Wasserstoff,

beispielsweise flüssigen organischen Wasserstoffträgern (LOHC), Methanol (CH₃OH) oder Ammoniak (NH₃), die jeweils ihre unterschiedlichen Vor- und Nachteile haben.

Es ist absehbar, dass Deutschland den zukünftigen Bedarf nicht allein durch die heimische Produktion decken kann. Effiziente Lieferketten können Wasserstoffmengen erhöhen und Transportdistanzen erweitern, um so auch eine internationale Energiewende durch „Netze und Tanker“ zu ermöglichen. Hierbei spielen insbesondere die Umwandlung sowie die Rückgewinnung von Wasserstoff eine entscheidende Rolle.

CCUS-Technologien

Das Ziel der Klimaneutralität stellt die EU und Deutschland vor eine große Herausforderung: Während durch die Emissionsminderungen im Stromsektor die Klimaziele erreichbar scheinen, können nicht elektrifizierbare Prozesse und unvermeidbare Prozessemissionen beispielsweise der Zementindustrie der Klimaneutralität im Wege stehen. Unter solchen Voraussetzungen könnten CCUS-Technologien zum Einsatz kommen.

Die im Klimaschutzprogramm angestrebte Ausweitung der CCS-Förderung des europäischen NER300-Programms auf industrielle Prozesse kann ein erster Schritt in diese Richtung sein. Wichtig ist aber auch, dass die Lagerstätten innerhalb Deutschlands und der EU neu bewertet werden, um so realistische Potenziale abzuschätzen und mögliche Akzeptanz in Politik und Gesellschaft zu schaffen.

Die weitgehende Schließung des Kohlenstoffkreislaufs im Sinne einer Circular Economy sollte allerdings langfristig im Fokus solcher Überlegungen stehen. Verfahren zur stofflichen Verwertung von CO₂ (Carbon Capture and Utilization/CCU) sollten weiter erforscht und zügig eingesetzt werden. Vor allem die chemische Grundstoffindustrie wird in einer klimaneutralen Wirtschaft nicht ohne solche Verfahren auskommen können. CCU sollte aber auch ein integraler Bestandteil einer nationalen Wasserstoffstrategie sein, um weitere Kohlenwasserstoffe wie Methanol oder Kerosin herzustellen. Die Schaffung von Wertschöpfung und Know-how zu solchen Verfahren sollten Teil der deutschen Industrie- und Forschungsstrategie sein.

Dabei sollten CCUS-Technologien nicht allein technologisch gedacht, sondern müssen von allen gesellschaftlichen Akteuren getragen werden. Hier braucht es einen von der Forschung begleiteten breiten und ergebnisoffenen gesellschaftlichen Diskurs.

Elektrochemischer Speicher

Deutschland und die EU haben ein wichtiges Momentum in der Entwicklung von Lithium-Ionen-Technologien und in der

Etablierung eigener Fertigung von Batteriezellen verpasst. Der Wettbewerbsrückstand ist aber nicht unüberwindbar: Um diesen Rückstand auszugleichen, bedarf es einer durchdachten Strategie zur Technologieentwicklung und deren Marktintegration. So bietet die europäische Batterieallianz zur Produktion „grüner Batterien“ sowie die Überlegungen der Bundesregierung zum Aufbau einer gemeinsamen Fertigung mit europäischen Ländern die Möglichkeit, gemeinsam diesen Rückstand aufzuholen. Zudem würde die Ansiedlung ausländischer Fertigungsanlagen die Möglichkeit bieten, Systemkompetenzen in Deutschland aufzubauen.

Cluster-Lösungen wie die australischen CRCs können zudem den Aufbau eigener Kompetenzen beschleunigen. Insbesondere die Entwicklung der nächsten Batteriegeneration für die Elektromobilität oder für den Netzbetrieb sollten prioritär verfolgt werden.

Im Rahmen der bestehenden Circular-Economy-Initiative kann Deutschland auch einen eigenen Wettbewerbsvorteil beim international noch wenig beachteten Recycling von Batterien erarbeiten. Die Rückführung von Rohstoffen kann den nötigen Energie- und Rohstoffeinsatz reduzieren und so einen Beitrag zum Klimaschutz leisten.

3. Kontinuierliches Energiewende-Benchmarking der G20-Länder einführen

Die Erfahrungen der Fact Finding Missions haben gezeigt, wie unterschiedlich die nationalen Transformationspfade der Energiesysteme sein können. Durch solche Untersuchungen und den persönlichen Kontakt vor Ort wird deutlich, wo individuelle Stärken und Schwächen in den F&E-Anstrengungen und in der Entwicklung von Energieinnovationen liegen. Daraus können sich konkrete Kooperationsmöglichkeiten ergeben, die nicht nur potenzielle Rückstände der deutschen Energieforschung vorbeugen, sondern auch wesentliche industriepolitische Potenziale für Deutschland heben.

Um weiterhin solche Erkenntnisse gewinnen zu können, sollte ein kontinuierliches Energiewende-Benchmarking der G20-Länder etabliert werden. Dabei sollte auf der einen Seite die Identifikation von Best-Practice-Beispielen der Energieforschung im Fokus stehen, um so einen internationalen Vergleichswert zu etablieren. Zum anderen sollten energiepolitische Maßnahmen beispielsweise hinsichtlich der CO₂-Bepreisung erfasst und bewertet werden. Ein solches Instrument kann ergänzend zu bereits bestehenden Monitoring-Ansätzen zur deutschen Energiewende wie beispielsweise der Expertenkommission „Energie der Zukunft“ oder dem EFI-Gutachten eingeführt werden.

4. Internationale Technologienallianzen und Partnerschaften fördern

Obwohl die nationale Energieforschung breit aufgestellt ist, kann Deutschland auch mit einer verstärkten Forschung nicht führend in allen Technologiefeldern sein. Um der Komplexität des zukünftigen Energiesystems gerecht zu werden, darf die Technologieentwicklung nicht nur auf nationaler Ebene betrachtet werden.

Internationale Allianzen in ausgewählten Technologiefeldern bieten die Möglichkeit, potenzielle Rückstände in der Systemkompetenz Deutschlands aufzuholen sowie neue Märkte zu erschließen und damit die Wertschöpfungskette in Deutschland und der EU nachhaltig zu sichern. Solche Kooperationsmöglichkeiten müssen Win-win-Situationen für alle beteiligten Allianzpartner darstellen und sollten möglichst viel Transparenz gewährleisten.

Aus den Erfahrungen der Fact Finding Missions ergeben sich konkrete Kooperationsmöglichkeiten, die ein großes industrie- und forschungspolitisches Potenzial für Deutschland bieten.

Kooperationsmöglichkeit: deutsch-australische Partnerschaft für grünen Wasserstoff

Australien ist ein idealer Partner für ein langfristiges, großskaliges Kooperationsvorhaben, das die gesamte Wertschöpfungskette des grünen Wasserstoffs abdeckt: Während Australien über ein immenses Potenzial für erneuerbare Energien und hervorragende Kompetenzen beim Aufbau und Betrieb großer Anlagen und Infrastrukturen verfügt, fehlt es an Technologien, insbesondere im Bereich Elektrolyse und Sektorkopplung. Deutschland hingegen ist weltweit Marktführer im Bereich der Elektrolysetechnologien und wird voraussichtlich einen großen Bedarf an grünen Wasserstoffimporten haben.

Noch Anfang 2020 wird Deutschland seine Wasserstoffstrategie vorlegen. Es ist absehbar, dass dort auch der Import von Wasserstoff aus Afrika oder Australien eine wesentliche Rolle spielen wird. Australien hat bereits im November 2019 seine Australian Hydrogen Strategy veröffentlicht und sich somit als möglicher Handelspartner platziert. Damit ergibt sich jetzt eine günstige Gelegenheit, um die Machbarkeit einer Wasserstoffbrücke von Australien nach Deutschland und Europa zu prüfen.

So könnten Barrieren entlang der gesamten Wertschöpfungskette von der Erzeugung und dem Transport über die Rückgewinnung bis zur Nutzung des grünen Wasserstoffs identifiziert und mögliche Handlungsoptionen zu deren Auflösung aufgezeigt werden. Insbesondere die Abschätzung von Bedarfen und Produktionskapazitäten sowie die Kosten des Transportes im industriellen Maßstab sind von zentraler Bedeutung.

Eine solche Machbarkeitsstudie würde damit wichtige Erkenntnisse für Vorhaben wie den „Potenzialatlas grüner Wasserstoff“ des BMBF mit afrikanischen Ländern sowie für andere potenzielle Importländer liefern. Diese Erkenntnisse könnten den Grundstein für ein supranationales Handelssystem für speicherfähige erneuerbare Energieträger legen und Deutschland dazu verhelfen, sich als Marktführer für grüne Wasserstofftechnologien zu platzieren.

Kooperationsmöglichkeiten mit Asien, insbesondere mit Japan und Südkorea

Die Parallelen als Leitanbieter für Technologien sowie in der Bedarfsstruktur bieten Deutschland Möglichkeiten für verlässliche Lieferbeziehungen mit Japan und Südkorea. So bestehen technologische Exportpotenziale für beide Länder, vor allem im Hinblick auf die Offshore-Windenergie und eine effiziente Photovoltaik. Japan könnte zudem ein wichtiger Partner bei der Technologieentwicklung von Power-to-X und bei Wasserstoffanwendungen sein. In der Forschung zu mobilen und stationären Speichertechnologien ist Südkorea schon wesentlich weiter fortgeschritten und eignet sich somit als Kooperationspartner. Im Bereich Netze, Systemintegration sowie Smart Grids könnten Kooperationspotenziale mit China bestehen.

5. Mit gutem Beispiel vorangehen: zeigen, dass es geht

Die nationalen Schwerpunkte der Länder wie Energiesicherheit, Energieunabhängigkeit oder Wirtschaftlichkeit stehen oft im Vordergrund der politischen Agenda und können so zu einer eher pragmatischen Klima- und Energiepolitik führen. Der Umbau des Energiesystems ist nicht immer klimapolitisch motiviert und Fragen der Nachhaltigkeit spielen oft eine untergeordnete Rolle. Zudem werden globale Abhängigkeiten und Auswirkungen des nationalen Handels derzeit zu selten beachtet.

Die Energiewende und die Energieforschung in Deutschland genießen insbesondere im außereuropäischen Ausland nach wie vor einen guten Ruf. Vor allem bei der Sektorkopplung wird auf Entwicklungen in Deutschland geschaut. Um dieser Vorbildfunktion gerecht zu werden und die Vereinbarkeit von Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit zu demonstrieren, muss Deutschland mit gutem Beispiel vorangehen und zeigen, dass es geht.

Mit den beschriebenen Handlungsoptionen steht der deutschen Energieforschung dazu ein umfassendes Portfolio zur Verfügung, das in der Umsetzung national sowie international Synergieeffekte mit sich bringen kann: Durch eine (verbesserte) zentrale Koordinierung werden bestehende Kompetenzen gebündelt, die die Breite der Energieforschung bewahren helfen und der

Förderung von Technologieoffenheit Auftrieb geben. Um weiterhin wertvolle Erkenntnisse über internationale Transformationspfade zu gewinnen, ist die Einführung eines verstetigten Energiewende-Benchmarkings von G20-Ländern essenziell. Nur so können kontinuierlich internationale Kooperationen identifiziert und eingegangen werden.

Solche Technologiepartnerschaften haben eine enorme Symbolwirkung und sollen als erfolgreiche Showcases kommuniziert werden, um andere Länder von der Vereinbarkeit von Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit der zukünftigen Energieversorgung zu überzeugen. Nur so kann ein positives Narrativ der Energiewende auch zukünftige politische Strömungen überdauern.

- 1 | World Intellectual Property Organization (WIPO): Measuring innovation in energy technologies: green patents as captured by WIPO's IPC green inventory, 2018. URL: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_econstat_wp_44.pdf [Stand: 30.03.2020].
- 2 | International Energy Agency (IEA): Energy Technology RD&D Budgets 2019, 2019. URL: <https://www.iea.org/reports/energy-technology-rd-and-d-budgets-2019> [Stand: 30.03.2020].
- 3 | Weltbank: GDP (current US\$) – United States, China, Australia, Germany, Japan, Korea, Rep., 2020. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=US-CN-AU-DE-JP-KR> [Stand 30.03.2020].

Projektleitung: Prof. Dr. Robert Schlögl (acatech) und Holger Lösch (BDI)

Teilnehmende der Delegationsreisen: Dr.-Ing. Reinhold E. Achatz, Prof. Dr.-Ing. Frank Allgöwer, Dr. Patrick Bressler, Dr.-Ing. Frank-Detlef Drake, Nils Eckardt, Dr. Johann Feckl, Dr. Oliver Geden, Dr. Philipp Gerbert, Dr. Stefan Gossens, Dr. Christian Growitsch, Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka, Prof. Dr. Christopher Hebling, Dr. Jörg Heinen, Dr. Volker Hille, Prof. Dr. Reinhard F. Hüttel, Prof. Dr. Emmanouil Kakaras, Prof. Dr.-Ing. Matthias Kleiner, Prof. Dr. Andreas Löschel, Dr. Peter Mertens, Andreas Mihm, Dr. Joachim Müller-Soares, Prof. Dr. Karen Pittel, Ernst Rauch, Dr. Dennis Rendschmidt, Maike Schmidt, Dr. Georg Schütte, Klaus Stratmann, Dr. Thomas Weber

Ansprechpartner: Dr. Ulrich Glotzbach (acatech) und Dr. Carsten Rolle (BDI)

Wissenschaftliche Mitwirkende: Katharina Bähr, Jekaterina Boening, Christoph Stemmler, Jill Thesen und Dr. Dirk Vetter

Herausgeber: acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften/ Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. (BDI), 2020

Geschäftsstelle
Karolinenplatz 4
80333 München
T +49 (0)89/52 03 09-0
F +49 (0)89/52 03 09-900

Hauptstadtbüro
Pariser Platz 4a
10117 Berlin
T +49 (0)30/2 06 30 96-0
F +49 (0)30/2 06 30 96-11

Brüssel-Büro
Rue d'Egmont/Egmontstraat 13
1000 Brüssel (Belgien)
T +32 (0)2/2 13 81-80
F +32 (0)2/2 13 81-89

info@acatech.de
www.acatech.de

Vorstand i.S.v. § 26 BGB: Prof. Dr.-Ing. Dieter Spath, Karl-Heinz Streibich, Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier, Prof. Dr. Reinhard F. Hüttel, Prof. Dr. Hermann Requardt, Prof. Dr.-Ing. Thomas Weber, Manfred Rauhmeier, Prof. Dr. Martina Schraudner