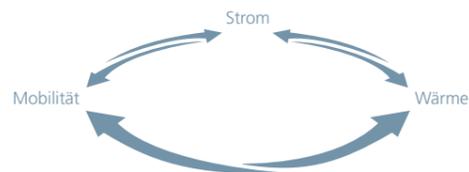




SYSTEMWECHSEL IM LAUFENDEN BETRIEB



Prof. Dr. Carsten Agert

leitet das DLR-Institut für Vernetzte Energiesysteme in Oldenburg. Der Physiker ist seit 2008 Professor für Energietechnologie an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. Zeitgleich übernahm er die Leitung des neugegründeten EWE-Forschungszentrums NEXT ENERGY, das im Jahr 2017 als Institut für Vernetzte Energiesysteme ins DLR übergegangen ist. Agert war unter anderem von 2009 bis 2011 Vize-Präsident des European Renewable Energy Research Centres Agency EUREC, von 2015 bis 2016 Mitglied des Runden Tisches Energiewende der Niedersächsischen Landesregierung und ist seit 2017 Vorstandssprecher des Energieforschungszentrums Niedersachsen.

Die Energiewende hat unter den erneuerbaren Energien bislang zwei klare Sieger: Fotovoltaik und Windenergie. Insgesamt decken die Erneuerbaren mittlerweile rund 40 Prozent der deutschen Stromversorgung ab. Doch wie gelingt es, sie auch flächendeckend für die Wärmeversorgung und für die Mobilität von Mensch und Gütern zu erschließen? Wie können sie die bald ausragierten fossilen Energieträger ersetzen? Für Professor Carsten Agert, Leiter des DLR-Instituts für Vernetzte Energiesysteme, liegt die Antwort in der Sektorenkopplung. An den Schnittstellen zwischen Strom, Wärme und Verkehr eröffnen sich immense Speicher- und Flexibilisierungspotenziale. Doch wie so oft steckt der Teufel im Detail: Die Erwartungshaltung ist hoch, das Thema komplex – und die Uhr tickt.

Ein Interview mit Prof. Dr. Carsten Agert zur Sektorenkopplung im Energiewesen

Der mittlere Anteil erneuerbarer Energien an unserer Stromversorgung hat in diesem Jahr die 40-Prozent-Marke überschritten. – Ein Beleg für den Erfolg der Energiewende, oder?

■ Es ist eine erfreuliche Momentaufnahme. Allerdings müssen wir sie im Gesamtkontext sehen: Die Industrieländer haben sich eine Emissionsminderung um 80 bis 95 Prozent der Kohlendioxid-Äquivalente bis zum Jahr 2050 im Vergleich zum Basisjahr 1990 zum Ziel gesetzt. Wenn wir uns anschauen, was wir bis 2050 zu leisten haben, dann haben wir noch einen so fundamentalen, tiefgreifenden Wandel vor uns, dass er in seiner Dimension wahrscheinlich nur mit der Industrialisierung im 19. Jahrhundert verglichen werden kann.

Wir sind die Energiewende also zu langsam angegangen?

■ Ich meine: Wir sind sie zu einseitig angegangen. Seit rund zwanzig Jahren, ungefähr seit dem ersten Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) von 1998, haben wir das Naheliegende gemacht, nämlich Windräder und Solaranlagen installiert. Wir haben also die „low hanging fruits“ geerntet. Den Verkehrssektor haben wir dagegen weitestgehend außen vor gelassen. Deshalb stagnieren wir dort bei einem Erneuerbare-Energien-Anteil im Treibstoffbereich von etwa sechs Prozent. Im Wärmesektor sieht es analog dazu ganz ähnlich aus. Unser Zwischenfazit lautet also: Ja, wir haben begonnen mit der Energiewende. Aber wir sind noch am Anfang. Schwierig wird es eigentlich jetzt erst.



Im Netzlabor des DLR in Oldenburg ist es möglich, Wohnquartiere mit all ihren Energieflüssen realitätsnah abzubilden. Die Wissenschaftler untersuchen beispielsweise neue Netzstrukturen oder die Integration der Elektromobilität ins Energiesystem per Echtzeit-Simulationssystem.

... und dennoch sind Sie zuversichtlich, dass die DLR-Energieforschung belastbare Konzepte für eine stabile, sichere und ökonomisch attraktive Energieversorgung entwickeln kann?

■ Absolut. Zwar hat der Ausbau von Sonne und Wind im Elektrizitätssektor ein Maß erreicht, das den weiteren Ausbau strukturell und technisch anspruchsvoller werden lässt. Wenn wir jedoch die ebenfalls schwierigen Sektoren Wärme und Mobilität hinzuziehen, können wir attraktive sektorenübergreifende Lösungen erarbeiten. Unsere Aufgabe als Forscher ist es, nach Flexibilitäten im Energiesystem zu suchen, die uns helfen, besser damit umzugehen, dass Erzeugungs- und Verbrauchsmuster nicht immer übereinstimmen. Die großen Speicher- und Flexibilisierungspotenziale, die wir benötigen, um diese Übereinstimmung herzustellen, liegen in der Sektorenkopplung. Auch wenn sie gemeinhin mit ‚Wir machen aus Strom Mobilität‘ assoziiert wird: In unserem Verständnis heißt Sektorenkopplung: Wir rücken Strom, Wärme und Verkehr so zusammen, dass diese drei Sektoren zu einem großen integrierten Energiesystem verwachsen werden.

Was macht die Schnittstellen zwischen den einzelnen Energiesektoren für das Gelingen der Energiewende denn so bedeutsam?

■ Die Sektorenkopplung steht für den Eintritt von der reinen Strom- in die tatsächliche Energiewende. Aktuell basiert beispielsweise der Wärmesektor im Wesentlichen noch auf Erdgas, teilweise auch auf Erdöl. Wenn wir jedoch auf die 2050er-Klimaziele schauen, dann lautet eine ganz klare Konsequenz, dass wir im Jahr 2050 eines bestimmt nicht mehr tun dürfen: nämlich mit fossilem Methan oder fossilem Öl heizen. Die Mobilität steht vor einem ganz ähnlich tiefgreifenden Wandel. Bis zum Jahr

2050 rund 80 bis 95 Prozent der deutschen Kohlendioxid-Emissionen einzusparen bedeutet: Pkw dürfen dann keine fossilen Kohlendioxid-Moleküle mehr ausstoßen. Die Lebensdauer eines Autos liegt im Schnitt bei 15 Jahren, also sollte um das Jahr 2035 herum für den deutschen Markt der letzte Neuwagen mit Verbrenner fossilen Brennstoffs vom Band laufen. Wir haben erst kürzlich in der EU darüber diskutiert, ob wir im Jahr 2030 eine Emissionsminderung von 30, 35 oder 40 Prozent für Neuwagen verlangen können. Dabei müssten wir fünf Jahre später eigentlich 100 Prozent verlangen. Das heißt: Wenn wir eine Chance haben wollen, unsere Klimaziele zu erreichen, müssen wir die Sektoren Wärme und Verkehr sehr zeitnah vollständig auf erneuerbare Energie umstellen. Diese Veränderungen bieten uns die Chance, das immense Flexibilisierungspotenzial zu nutzen, das in der Sektorenkopplung steckt. Deren Flexibilität benötigen wir, wenn wir aus dem fluktuierenden Angebot der erneuerbaren Energien ein stabiles Energiesystem gestalten wollen. Und: Durch die Sektorenkopplung bekommen wir Zugriff auf große Speicherpotenziale.

Wie genau funktioniert Sektorenkopplung? Was verbirgt sich – technisch gesehen – hinter der Flexibilisierung des Energiesystems, wie lassen sich mit Wärme und Mobilität Schwankungen im Stromnetz ausgleichen?

■ Wenn zu viel Energie aus erneuerbaren Energien eingespeist wird, zum Beispiel, weil der Wind stark ist, können wir die Erzeugungsanlagen abregeln – oder aber die überschüssige Energie verwenden oder speichern. Und dabei müssen wir bedenken, dass es beispielsweise deutlich billiger ist, Wärme zu speichern statt Strom. Habe ich also ein strombasiertes Heizungssystem, das mit einer Wärmespeicherung gekoppelt ist, ist es sinnvoll, die Wärme dann zu erzeugen,



Das Oldenburger DLR-Institut für Vernetzte Energiesysteme beschäftigt aktuell rund 150 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Entwickelt werden hier Technologien und Konzepte für die zukünftige Energieversorgung auf Basis erneuerbarer Energien.

wenn der Strom im Überfluss zur Verfügung steht – und nicht ausgerechnet dann, wenn ich die Wärme benötige. Mit Wärmespeichern bekommen wir also mehr Flexibilität ins Energiesystem.

Sektorenkopplung funktioniert aber auch in anderer Richtung, zum Beispiel in der Mobilität: Wir können Wasserstoff in den Zeiten herstellen, wenn Strom ausreichend vorhanden ist. Damit ist die Energie als chemischer Energieträger eingespeichert. Dieser Wasserstoff lässt sich jederzeit wieder zu Strom machen, wenn die Nachfrage das Angebot an erneuerbarer Energie im Netz übersteigt. Unser Ziel ist es, den Verkehrssektor in beide Richtungen mit dem Stromsektor zu koppeln: Wir machen aus Strom Wasserstoff, haben aber auch die Option, die Infrastruktur des Verkehrs zu nutzen, um aus Wasserstoff wieder Strom zu machen. Auf diesem Feld arbeiten Energie- und Verkehrsinstitute des DLR bereits eng zusammen.

Ihre Beispiele basieren auf Wasserstoff. Ist das Ihrer Einschätzung nach der chemische Energieträger, der das künftige Energiesystem neben der Elektrizität prägen wird?

■ Wir täten gut daran, uns im Kontext der Sektorenkopplung auf einen gemeinsam genutzten chemischen Energieträger der Zukunft zu einigen. Ich kann mir nicht vorstellen, dass wir zum Beispiel Wasserstoff für den Verkehr und synthetisches Erdgas für die Heizung nutzen und womöglich noch ein weiteres Molekül für eine dritte Anwendung, da wir jedes Mal eine spezialisierte Logistik und Infrastruktur dafür bräuchten. Welcher Energieträger das sein wird, ist noch offen. Ich persönlich glaube jedoch an den Wasserstoff.

Blicken wir in eine fiktive Zukunft: Die Entscheidung über die Wahl dieses einen chemischen Energieträgers ist gefallen, Anlagen zur Einspeisung erneuerbarer Energien stehen ausreichend zur Verfügung. Hätte die Energieforschung ihren Auftrag dann erfüllt?

■ Wenn die Einzeltechnologien funktionieren und etabliert sind, geht die Arbeit eigentlich erst richtig los: Der Systembetrieb dieser zukünftigen vernetzten Energiesysteme wird sich grundlegend vom heutigen

Betrieb unterscheiden. Dezentralität, schwankende Erzeugung und Digitalisierung sind die Stichworte, die uns auf der Systemebene der Energiewende noch viele Jahrzehnte mit Herausforderungen konfrontieren werden. Um uns dieser Aufgabe zu stellen, entwickeln wir am DLR-Institut für Vernetzte Energiesysteme die Technologien, die die Energie über diese Sektorengrenzen hinweg transportieren. Wir kümmern uns darum, dass diese Technologien zum richtigen Zeitpunkt das Richtige tun, zuverlässig funktionieren und anwenderfreundlich ausgestaltet sind. Und wir betten sie in der Systemanalyse in übergeordnete strategische Überlegungen technischer, soziologischer, ökologischer und ökonomischer Natur ein. Darüber hinaus benötigen wir für die Gestaltung künftiger Energiesysteme natürlich auch Einzeltechnologien wie Solarkraftwerke, Speicher oder Gasturbinen, die das DLR in anderen DLR-Instituten erforscht. Aber die weitere Entwicklung der Energiewende wird im Wesentlichen davon abhängen, ob wir es schaffen, unser Energiesystem auf Basis sehr guter Einzeltechnologien auch auf der Systemebene fundamental umzugestalten.

Die angestrebte Umgestaltung des Energiesystems wird von Ihren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus vielen weiteren Blickwinkeln begleitet, vom Energiemanagement über Systemdienstleistungen bis hin zu ganz konkreten Handlungsempfehlungen für Wirtschaft und Politik. Warum bereitet es so große Probleme, das bestehende System auf erneuerbare Energien umzustellen?

■ Die technischen Anforderungen an das künftige Stromsystem sind dafür einfach zu komplex. Ein Beispiel: Selbst für Tage, an denen es scheinbar keine Speicherprobleme geben sollte, weil ungefähr genauso viel Energie aus Sonne und Wind zur Verfügung steht wie verbraucht wird, benötigen wir zahllose neue Lösungen, um auf der Basis erneuerbarer Energien ein stabiles Energiesystem gewährleisten zu können. Das liegt unter anderem daran, dass wir hinsichtlich des Stabilisierungsmanagements unseres Stromsystems aktuell noch sehr viel Honig aus der Trägheit der traditionellen großen Generatoren saugen. Stellen wir auf Sonne und Wind um, haben wir es im Wesentlichen mit Leistungselektronik zu tun, die diese inhärente Trägheit

nicht mit sich bringt. Das hat viele Implikationen gerade auch für die sehr kurzfristige Regelung von Energiesystemen. Zudem werden wir das Energiesystem sehr stark dezentralisieren. Es sind dann nicht mehr ein paar wenige Großkraftwerke zu regeln, sondern unzählige Kleinkraftwerke.

Werfen wir einen Blick auf ein aktuelles Thema: den Ausbau der großen Stromtrassen vom windreichen Norden in den Süden der Republik. Wie sehr lässt sich das Energiesystem durch überregionale oder gar europäische Vernetzung stabilisieren?

■ Eine bessere überregionale Vernetzung ist eine elementare Voraussetzung dafür, um das heute gewohnte Maß an Versorgungssicherheit künftig auch auf Basis erneuerbarer Energien zu gewährleisten. In den dezentralen, regionalen Teilen des Energiesystems werden wir nämlich nie das Ausmaß an bezahlbarer Flexibilität finden, das uns ein autarkes Energiemanagement auf kleinskaliger lokaler Ebene erlaubt. Deshalb benötigen wir für die Versorgungssicherheit auch eine großskalige und leistungsfähige Vernetzung. Anders werden wir ein zuverlässiges stabiles und auch bezahlbares Energiesystem nicht gestalten können.

Wünschen Sie sich angesichts dieser immensen Herausforderungen nicht manchmal eine Greta Thunberg am Kabinettstisch? Sollte die Politik künftig strengere Rahmenbedingungen für den Erfolg von Klimaschutz und Energiewende schaffen?

■ Der Geist der „Fridays for Future“-Bewegung täte der Klima-Politik gut, gar keine Frage. Im Stromsektor holpert die Energiewende und der Ausbau erneuerbarer Energien bringt noch nicht die gewünschte Effektivität hinsichtlich der Emissionsreduktion, aber unterm Strich geht es hier durchaus vorwärts. In den Sektoren Verkehr, Luftfahrt und Wärme hingegen hat die Energiewende praktisch noch gar nicht begonnen. Ich plädiere dafür, die Beschlüsse zum Kohleausstieg zum Anlass zu nehmen, jetzt endlich ein flächendeckendes – das heißt sektorenübergreifendes – System zur Kohlendioxid-Mindestpreisbindung beziehungsweise -besteuerung zu installieren. Das würde die kreative Kraft unserer Volkswirtschaft viel stärker stimulieren als kleinteilig umkämpfte Regulierungsmosaiksteine. Die nachfolgende Generation erinnert uns Woche für Woche daran, dass wir jetzt handeln müssen. Und wir täten gut daran, auf sie zu hören.

Das Interview führte **Heinke Meinen**, Institutskommunikation, DLR-Institut für Vernetzte Energiesysteme.

Das Sky-Imager-Messnetz, das vom DLR derzeit im Nordwesten Deutschlands errichtet wird, misst flächendeckend die Bewegung und Entwicklung von Wolkenzügen am Himmel. Somit lässt sich der Ertrag von Solaranlagen minutengenau prognostizieren. Solch genaue Vorhersagen sind mit Satellitenbildern nicht möglich, da für den Ertrag von Solaranlagen nicht die Position der Wolken entscheidend ist, sondern die ihrer Schatten.



„Wärme zu speichern ist viel billiger, als Strom zu speichern“, betont Carsten Agert. Vor diesem Hintergrund erforscht das DLR in seinem KWK-Labor (Kraft-Wärme-Kopplung) strombasierte, mit Wärmespeicherung gekoppelte Heizungssysteme. Wird die Wärme zu dem Zeitpunkt erzeugt, zu dem Strom im Überfluss vorhanden ist, bringen sie mehr Flexibilität ins Energiesystem.



Wie sich die Elektromobilität in künftige Stromsysteme integrieren lässt, wird im DLR Oldenburg ebenfalls untersucht. So könnten in Zukunft zum Beispiel die Akkus von Elektroautos zum Ausgleich von Netzschwankungen genutzt werden.

