

Energiewende

„Die Dekarbonisierung steht über allem“

Mittlerweile ist es völlig akzeptiert, dass das Energiesystem weitestgehend dekarbonisiert werden muss. Die erfordert komplexe Anpassungen der Technologien und der Organisation von Energienetzen, insbesondere in der Industrie. Wolfgang Hribernik, Leiter des AIT Centers for Energy, erläutert im Interview Chancen, Potenziale, Hemmschuhe und Erfahrungen aus Pilotprojekten.

Wo stehen wir bei der „Energiewende“?

Wolfgang Hribernik: Es ist bei allen Stakeholdern – öffentlichen Entscheidungsträgern, Energieversorgern, Netzbetreibern, aber auch bei den Kunden und damit auch der Industrie – völlig akzeptiert, dass es eine fundamentale Transformation braucht. Das primäre Ziel, raus aus den CO₂-Emissionen zu kommen, ist „common sense“, die Dekarbonisierung steht über allem. Dazu braucht es einen Zubau bei erneuerbarer Energie, in erster Linie bei erneuerbarem Strom. Damit einher gehen große Veränderungen: zum einen, wie wir die Infrastrukturen planen und ausbauen müssen; und zum anderen in der Art und Weise, wie wir Energie einsetzen und unter welchen wirtschaftlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen dies geschieht. Hier geht der Raum des Transformationsprozesses auf. Die große Frage ist, wie wir diesen Prozess gestalten.

Wichtig dabei ist, dass wir uns nicht auf einzelne Sektoren beschränken, denn die Bedarfssektoren – private Haushalte, Industrie und Verkehr – sind gekoppelt. So ein Transforma-



WOLFGANG HRIBERNIK

absolvierte das Studium der Elektrotechnik an der Technischen Universität Wien und war als Doktorand und Universitätsassistent an der ETH Zürich tätig. Seit 2005 forscht er am AIT Austrian Institute of Technology, leitete das Geschäftsfeld Electric Energy Systems und übernahm 2018 die Leitung des AIT Center for Energy. Hribernik koordiniert derzeit auch den Innovationsverbund NEFI – New Energy for Industry.

tionsprozess braucht daher auch eine gekoppelte Analyse. Dazu fehlt zur Zeit noch etwas die Akzeptanz. Ein Beispiel ist die Stromnetzplanung: Wir haben in Österreich das Ziel einer bilanziell 100-prozentigen Abdeckung des österreichischen Stromverbrauchs durch erneuerbare Erzeugung bis 2030 – das ist übermorgen. Aus unserer Sicht ist das technisch und wirtschaftlich möglich, aber es basiert derzeit nicht auf einer fundamentalen Prognose, wie hoch der Verbrauch in welchen Sektoren sein wird. So etwas haben wir derzeit noch nicht, da gibt es viel Forschungsarbeit. Am AIT machen das derzeit für den Industriesektor in Österreich. Dazu kommt noch, dass so ein Transformationsprozess keine nationale Insel ist, sondern auch davon abhängt, was im Rest Europas und in der Welt geschieht.

Kritiker bemängeln, dass sich der Plan, 100 Prozent erneuerbare Energie im Inland zu produzieren, ein „Luftschloss“ ist, dass sich das nie ausgehen kann ...

Das ist richtig. Aber die Frage ist eher: Wie viel ist so viel? Es ist ja nicht so, dass sich Österreich jetzt vollständig selbst mit Energie versorgt, sondern wir importieren rund zwei Drittel unseres Primärenergiebedarfes – aktuell in erster Linie in Form von Erdöl für den Verkehr und Erdgas für Industrie, Stromerzeugung und Haushalte. Wenn sonst alles gleich bleibt, zum Beispiel die industrielle Entwicklung oder der Wohlstand, wird es auch in Zukunft ein ähnliches Bild sein. Nur werden die Energieträger andere sein müssen. Das muss man sich sektorübergreifend anschauen. Für das kurzfristige 2030-Ziel bei erneuerbarem Strom haben wir jedenfalls realistische Potenziale – und das ist auch wirtschaftlich in Österreich möglich. Wo wir bei der Realisierung immer wieder Probleme haben, ist die Umsetzbarkeit der nötigen Investitionen in Kraftwerke und in Netze.

Wir sprechen seit vielen Jahren von intelligenten Netzen (smart grids), die Ungleichgewichte zwischen Angebot und Nachfrage zu einem gewissen Grad ausgleichen können. Sind unsere Netze heute fähig, die benötigten Mengen an erneuerbarer Energie aufzunehmen?

Zum jetzigen Zeitpunkt sicher nicht. Dazu reicht auch sehr große Intelligenz nicht aus. Durch das Bewirtschaften von Flexibilitäten ersparen wir uns nur ein bisschen Netzausbau. Aber um die steigenden Erzeugungsvolumina aufnehmen zu können, muss man auch in Leitungen investieren. Im Moment ist das der größte Hemmschuh.

Wir betreiben am AIT seit mehr als 15 Jahren Forschung an smarten Stromnetzen, speziell auf der Verteilnetzebene. Wir wissen bereits sehr viel, wir haben viele Technologien und Verfahren, um uns Netzstrukturen detailliert anzuschauen. Diese helfen

jetzt, die Transformation zu beschleunigen – allerdings nicht in dem Ausmaß, wie wir geglaubt hätten. Vieles von dem, was eigentlich Stand der Forschung ist, ist noch nicht standardisiert in den Systemen integriert. Die Kommunikation zwischen einem Wechselrichter, einer Wärmepumpe und der Ladestation zu Hause zum Beispiel funktioniert zwar irgendwie, aber optimal ist das noch nicht. Es ist ein zutiefst menschliches Verhalten, dass die Probleme erst dann Priorität bekommen, wenn sie unmittelbar bevorstehen.

Ein Spezialthema, das öffentlich nicht so stark diskutiert wird, ist Wärme.

Die Wärme war lange Zeit ein Stiefkind bei der Betrachtung der Energiesystem-Transformation. Tatsächlich findet der Großteil des Energieverbrauchs auf der Wärmeseite statt, sowohl im Haushaltsbereich als auch in der Industrie. Aufgrund der Notwendigkeit der Dekarbonisierung und der Steigerung der Energiesouveränität – Stichwort: Gas aus Russland – müssen wir aus Erdgas rauskommen. Hier sehen wir große Potenziale für Wärmepumpen, die mithilfe von Elektrizität Abwärme und Umgebungswärme sehr effizient nutzen – mit einem thermodynamischen Faktor von drei bis fünf. Das bedeutet, dass man durch den Einsatz von einer Energieeinheit Elektrizität drei bis fünf Energieeinheiten Wärme erzeugen kann.

Das erfordert sowohl im Gebäude- als auch im Industriesektor Eingriffe in bestehende Infrastrukturen, etwa bei der Art und Weise, wie wir in Städten die Wohnungen heizen und wie wir im Industriebereich Prozesswärme bereitstellen. Vor allem in der Industrie ist das relativ komplex, weil die Umstellung der Energieversorgung auch Einfluss auf die Prozesse hat. Das heißt, dass man für die Integration von Hochtemperaturwärmepumpen viele Kenntnisse über die Prozesse braucht. Im Haushaltsbereich muss man sehr stark zwischen urbanem und ländlichem Umfeld differenzieren. Da braucht es einen großen Push für den Einsatz von Wärmepumpen: Es braucht die Technologien dafür, es braucht die Finanzierung, es braucht die Integration auf einer Prozessebene – der Einbau von Wärmepumpen muss zum Beispiel Teil eines Sanierungsprozesses sein.

Die Elektrifizierung des Wärmesektors mithilfe von Wärmepumpen hat natürlich auch Auswirkungen auf das Gesamtenergiesystem. Es verschärft das Thema der Saisonalität der Energieversorgung – Strom aus Photovoltaik wird vorwiegend im Sommer produziert, die Heizleistung braucht man aber im Winter. Diese Schere wird weiter aufgehen, und das muss beim Marktdesign berücksichtigt werden.

Ein entscheidender Punkt ist auch der effiziente Einsatz von Energie ...

Wir machen bei der effizienten Nutzung der Primärenergie große Schritte nach vorne. Das spielt auch die Wärmepumpe eine große Rolle, da wir Verlust- oder Umgebungswärme nutzbar machen. Im industriellen Bereich hat man immer effizientere Antriebstechnologien oder Wärmerückgewinnung. Bei der weiteren Effizienzsteigerung industrieller Anlagen geht es stark darum, wie man Anreize für Energieeffizienz setzt. Im Gebäudebereich hängt alles an der Sanierungsquote. Diese müsste bei 2,5 bis drei Prozent pro Jahr liegen; tatsächlich kommen wir nicht einmal auf ein Prozent.

Wie bereits angesprochen, spielt die Sektorkopplung einen zentralen Stellenwert bei der „Energiewende“. Wo stehen wir dabei zur Zeit?

Das ist für viele Bereiche wichtig. Die Notwendigkeit, raus aus dem Gas zu müssen, bringt eine starke Elektrifizierung des Energiesystems mit sich und schafft zugleich auch neue Freiheitsgrade: Wenn die Sektorkopplungsstellen zwischen Strom und Wärme dezentral sind, kann man schon dezentral Volatilitäten auskompensieren. Man kann zum Beispiel die Speichermasse eines Hauses nutzen, um das Erzeugungs- und Verbrauchsverhalten dezentral anzupassen. Damit das passiert, muss man es beanreizen. Ein anderes Beispiel ist die Elektromobilität: Wir haben hier ein Kopplungsstelle zwischen Elektrizität und Verkehr – mit dem Potenzial, das Ladeverhalten und die Stromspeicher der Autos zu nutzen, um das stochastische Verhalten der Erzeugung von erneuerbarem Strom auszugleichen.

Das Thema Sektorkopplung bzw. Verlagerung in andere Sektoren reicht aber noch viel weiter. Zum Beispiel auch auf die stofflichen Seite: Im Sinne einer Kreislaufwirtschaft muss es uns auch gelingen, den Kohlenstoff in einen Kreislauf zu schicken. In manchen industriellen Prozessen werden wir um das Thema CO₂-Abscheidung nicht herumkommen. Aber was machen wir dann mit dem Kohlenstoff? Eine Möglichkeit ist es, den Kohlenstoff in Form von synthetischen Treibstoffen zu nutzen. Dann hat man zwar weiterhin kohlenstoffbasierte Treibstoffe im System, die aber aus aufgesammeltem Kohlenstoff entstanden sind. Für manche Bereiche, in denen Elektromobilität keine Option ist, kann das sinnvoll sein.

Ein anderes Beispiel ist eine Kopplung zwischen Elektrizität und chemischer Industrie: Man kann die Herstellung von Grundstoffen auch als Energiespeicher betrachten, um die Saisonalität zu überwinden: So könnte man etwa im Sommer, wenn saisonal viel Wasserstoff anfällt, Ammoniak herstellen und zu Düngemittel weiterverarbeiten. Die Frage, ob das wirtschaftlich sein kann, ist derzeit offen.

Wie wichtig ist die Digitalisierung für die Energiewende?

Sehr wichtig – so wie in vielen anderen Bereichen auch. Bei der Energiesystem-Transformation braucht es digitale Technologien insbesondere dazu, um die Komplexität im Griff zu haben. Überdies bedeutet ein stärker strombasiertes System, dass mehr Leistungselektronik notwendig ist – und diese ist inhärent digital. Energieversorgung ist ein Grundbedürfnis des Menschen: Sie darf für den Konsumenten keine Arbeit sein, daher muss alles hochgradig automatisiert sein – sowohl im Betrieb als auch in der Planung. Das System ist so komplex, dass man das nur mit hohen Rechenleistungen und/oder mit Künstlicher Intelligenz handeln kann. KI hilft uns beispielsweise, die Systeme effizienter und resilienter zu planen oder schneller zu lernen, wie man Sektorkopplungsgrenzen effizient betreibt.

Der Innovationsverbund NEFI (New Energy for Industry), den Sie koordinieren, ist quasi ein Großversuch im Bereich der Industrie, um viele der besprochenen Technologien in die Praxis umzusetzen. Klappt das gut?

Bei NEFI kommen einige Dinge zusammen: Zum einen kann man neue Technologien in Form von Pilotanlagen ausprobieren. Wir haben ein großes Arsenal an existierenden Technologien und bestehendem Prozess- und Technologiewissen, das für neue Fragestellungen und in neuen Anwendungsfeldern zum Einsatz kommt – etwa Industrierärmepumpen. Überdies erproben wir neue Technologien, wie zum Beispiel Oxyfuel-Brenner – also eine Verbrennung unter reinem Sauerstoff, um das entstehende CO₂-leichter abscheiden zu können. Es gibt daraus viele technologische Learnings.

Zum anderen machen wir Fortschritte bei der Entwicklung von Transformationspfaden. Die Unternehmen benötigen Roadmaps, wie die Technologien in den nächsten Jahren umgesetzt werden können. Inspiriert durch Erfolge aus einzelnen Demonstrationen – zum Beispiel, wie man die Ziegelerzeugung CO₂-frei aufstellen kann – kann man Priorisierungen und Standortkonzepte ableiten. Das geht einher mit dem Bedarf, den die Industrie sowieso hat, um überleben zu können.

Schwieriger ist es, den „gap“ von einer Demo-Anlage zu einer Pilotanlage zu überbrücken – das bedeutet, von einem Investitionsvolumen von einer Million Euro auf zehn bis hundert Millionen zu kommen. Hier stellt sich die Frage, welche Förderinstrumente und Kooperationsmodelle es braucht, um diesen Schritt zu gehen. Das reicht hin bis zur nötigen Industriestruktur: Um die jetzige Industriestruktur in Österreich zu erhalten, benötigen wir viel mehr Elektrizität. Wenn man sagt: Ja, wir wollen das, kann man Importstrategien entwickeln. Man könnte aber auch überlegen, bestimm-

te Produkte wo anders herzustellen. Wir wollen keine Deindustrialisierung, aber man muss schon darüber nachdenken, wie sich ein Wirtschaftsstandort vor dem Hintergrund von CO₂-Emissionen und der Verfügbarkeit von Ressourcen und Energie weiterentwickeln soll.

Learnings gibt es bei NEFI auch auf einer techno-ökonomischen Ebene. Etwa in der Frage, welche Technologien für welche Anwendungen wirtschaftlich sinnvoll sind. Thermische Speichertechnologien zum Beispiel schauen auf den ersten Blick sehr interessant aus, aber wenn man die Prozesse skalieren will, geht es sich wirtschaftlich vorne und hinten nicht aus. Das ist eine Art des Scheiterns, wie wir es bei Forschungs- und Demonstrationsprojekten wollen.

Fehlen noch irgendwelche Technologien komplett?

Wir haben großen Bedarf bei Wasserstofftechnologien – sowohl hinsichtlich Erzeugung als auch Nutzung und Speicherung. Das gilt auch für Wasserstoffderivate wie zum Beispiel Ammoniak: Da wissen wir viel Grundlegendes, aber wir wissen nicht, wie das skaliert.

Auch bei einzelnen Industrien müssen wir noch viel lernen: Wie kann man zum Beispiel skalierbar und wettbewerbsfähig eine CO₂-freie Stahlerzeugung bewerkstelligen? Ist das ein Elektrolichtbogenofen? Oder Wasserstoffreduktion? Oder CO₂-Abscheidung? Das ist Gegenstand industrieller Forschung, da ist bei weitem noch nicht alles fertig.

Auch bei Speichertechnologien müssen wir vorankommen. Auf der elektrischen Seite geht es nach wie vor um die Weiterentwicklung der bestehenden Ansätze bei Batterien – etwa in Richtung „post Lithium“. Auch bei der Recyclebarkeit von Batterien sind noch viel größere Anstrengungen in der Forschung nötig. Aber auch auf der stofflichen Seite – wie bereits angesprochen – braucht es noch viel Forschung. Man muss systemisch auch in solche Richtungen denken, anstatt krampfhaft nur an Batterien zu forschen.

Wie wichtig ist der Faktor Mensch bei der „Energiewende“? Wie wichtig ist es also, Menschen zum bewussten Umgang mit Energie zu motivieren?

Bei der Endnutzerseite geht es in erster Linie darum, die Menschen bei Investitionsentscheidungen zu sensibilisieren. Welche Wohnungen nimmt man sich? Wie baut man ein Haus? Wann und wie saniert man ein Haus? Welche Technologien baut man ein? Um die Transformation zu schaffen, muss man diese Entscheidungen möglichst gut lenken. Da braucht man einerseits passende Förderungssysteme. Andererseits müssen effiziente Technologien in der Anwendung einfach sein.

Und man braucht genügend geschulte Handwerker, um das zu stemmen. Eine gute Sache können auch Energiegemeinschaften sein, wenn es um lokale Aspekte von Energie geht – insbesondere um die Wärmeversorgung. Österreich ist international eines der Pionierländer bei Energiegemeinschaften – da braucht es nun den nächsten Schritt der Verkopplung auf die Wärmeseite und in Richtung lokale Mobilitätskonzepte. Man muss den Enthusiasmus der an Energiegemeinschaften beteiligten Menschen für die Weiterentwicklung nutzen.

Ich glaube aber nicht daran, dass man einen signifikanten Anteil des Verbrauchs durch das Verhalten steuern kann – zum Beispiel, dass man Wäsche nur dann wäscht, wenn die Sonne scheint. Damit kann man, denke ich, nur bestimmte Gruppen wie etwa early adopter abholen.

Die Menschen holt man am besten über das Geldbörsel ab und darüber, dass Dinge einfach gehen. Eine Wärmepumpe anzuschaffen, muss so einfach sein, wie wenn man einen Kühlschrank kauft. Das ist für die Nutzerbereitschaft wichtig. ✕