



# Energetic

Das neue Research Center ENERGETIC  
bündelt das Forschungsfachwissen der  
TU Graz im Bereich Energie.

Von der Nordsee bis an die Stiefelspitze Italiens, vom äußersten Westen bis ganz in den Osten Europas spannt sich das europäische Energienetz. Wolfgang Richter, Forscher an der TU-Graz, bezeichnet es als „das größte und komplexeste technische System, welches die Menschheit je gebaut hat“, und für Sonja Wogrin, ebenfalls Forscherin an der TU Graz, ist ihre Forschungsarbeit im Bereich der Elektrizitätswirtschaft „der coolste Job der Welt“. Der Klimawandel, hohe Energiepreise und die Erschwernisse bei Importen fossiler Energieträger stellen die Energiewirtschaft und die Energiesysteme in Österreich und Europa vor immer größere

Herausforderungen. Ihnen begegnen wir mit Investitionen und wissenschaftlicher Forschung – auf dem Gebiet der erneuerbaren Energieträger Wasser, Wind, Sonne und Fusionsenergie. In allen diesen Bereichen ist die TU Graz aktiv. Zusammengefasst wurden diese Forschungsbemühungen kürzlich im Research Center ENERGETIC (Energy Economics and Energy Analytics), das sich auf verschiedenen Ebenen mit einer nachhaltigen Energieversorgung beschäftigt. Sprecherin des Research Centers ist Sonja Wogrin, Professorin und gleichzeitig Leiterin des Instituts für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation an der TU Graz. >

**Talk  
Science  
To Me**

TU Graz-Podcast

**Wie Sonja Wogrin ihren klimaschonenden Alltag gestaltet und warum sie ihre Arbeit liebt, erzählt sie im Podcast „Talk Science To Me“.**



### ENERGIESEKTOR DEKARBONISIEREN

Für die Liebe zu ihrem Fachgebiet gibt es für Sonja Wogrin zwei zentrale Gründe: weil die Elektrizitätswirtschaft nicht nur wissenschaftlich anspruchsvoll ist, sondern auch eines der zentralen Themen der Zukunft darstellt. Am Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation simulieren die Forschenden unterschiedliche Energiesysteme, untersuchen mögliche Szenarien, testen Optimierungsoptionen und potenzielle Systemerweiterungen. „Wir untersuchen zum Beispiel, wie es sich auf das Stromnetz auswirkt, dass immer mehr volatile Erzeugungsanlagen wie Wind und Sonne ins System einspeisen. Und vor allem, wie wirtschaftlich diese Änderungen sind.“ Denn: Investitionen in erneuerbare Energiequellen sind zum Teil enorm und müssen gegenfinanziert werden. „Es ist ganz einfach: Wenn sich eine Investition nicht lohnt, dann wird sie nicht passieren“, ist Wogrin überzeugt. „Kapitalintensive Technologien, wie zum Beispiel Wasserkraftwerke, haben einen längeren Amortisationszeitraum als ein Windpark. Energieinfrastruktur ist besonders langlebig, das heißt, dass die Investitionen, die wir heute tätigen, uns über die folgenden Jahrzehnte hinweg begleiten werden. Daher muss das gut überlegt sein. Aber es ist definitiv notwendig. Darauf müssen wir uns als Gesellschaft einigen.“

Strom macht in Österreich nur etwa 20 Prozent der insgesamt benötigten Energie aus. Die restlichen 80 Prozent werden für Wärme, Kühlung, Transport und Industrie gebraucht. Den Stromsektor zu dekarbonisieren, sei dabei trotz aller Herausforderungen die leichteste Übung, so Wogrin, denn dafür stehen mit Wind-, Wasser- und Solarenergie bereits viele wichtige Technologieoptionen natürlich zur Verfügung. Aus diesem Grund sieht die Forscherin auch



die Elektrifizierung der anderen Sektoren – wo möglich – als einen erfolgversprechenden Weg. Zumal Strom, im Gegensatz zu anderen Energieträgern, sehr einfach zu transportieren sei: „Der Strom, der etwa in Windfarmen offshore in Norddeutschland produziert wird, ist quasi auf der Stelle bei uns in Österreich verfügbar. Das ist ein Wunder der Technik.“ Aber: Diese freie Verschiebung quer durch Europa und über staatliche Grenzen hinweg bringt auch Herausforderungen des grenzüberschreitenden Leitungsausbaus mit sich. Denn es gibt dabei sowohl Gewinner\*innen als auch Verlierer\*innen. Wird günstiger Strom von deutschen Anbieter\*innen etwa nach Österreich verkauft, so freuen sich die deutschen Anbieter\*innen und die österreichischen Konsument\*innen über einen größeren Absatzmarkt und günstigen Strom. Weniger erfreut könnten deutsche Konsument\*innen sein, deren Strompreis potenziell steigt, sowie österreichische Anbieter\*innen, deren Absatzmarkt weitere Mitbewerber\*innen bekommt.



**Wolfgang Richter im Wasserbaulabor der TU Graz.**

Lunghammer – TU Graz

### PUMPSPEICHER ALS AUSGLEICH

Den Strom effizient zu speichern, ist ein Thema, dem sich Wolfgang Richter widmet. Er beschäftigt sich am Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft mit Pumpspeicherkraftwerken – also großtechnischen Speichermöglichkeiten für fluktuierende Erneuerbare. „Wenn der Stromhandel weiter zunimmt und wir zum Beispiel erneuerbaren Windstrom aus Offshore-Gebieten importieren, speichern sowie die Frequenzhaltung für das europäische Stromnetz garantieren, dann stärkt es unsere Position als Binnenland, wenn wir dies als Handelsgut haben“, so Richter.

Pumpspeicher und andere Kraftwerke haben in Österreich jahrzehntelange Tradition. „Sie sind ‚forever assets‘ – also Anlagevermögen, die nach technischem Ermessen ewig Bestand haben, weil sie in den Fels gebaut sind und seit 100 Jahren und in 100 Jahren genau denselben Strom produzieren und ihn europaweit nutzen – den 50-Hertz-Wechselstrom.“ In einem Pumpspeicherkraftwerk wird zu Zeiten niedriger Strombörsenpreise (was großer und günstiger erneuerbarer Erzeugung entspricht) Wasser aus einem tiefer gelegenen Reservoir in ein höher gelegenes gepumpt und wenn bei höheren Preisen zu den Verbrauchsspitzen wie am Morgen und am Abend Strom benötigt wird, treibt das unter Hochdruck stehende Wasser Turbinen an. Derzeit existieren in Österreich Pumpspeicherkraftwerke mit einer Kapazität von drei Terawattstunden Speichergroße und über 5.000 MW installierter Turbinen- bzw. Pumpleistung. Anlagen mit über 800 MW sind derzeit im Bau, was dies zur bedeutendsten Stromspeichertechnologie der Energiewende macht.

Vor allem im Alpenraum sind diese Speicher- und Ausgleichskraftwerke aufgrund der Topografie mit großen Höhen sehr verbreitet und werden sukzessive ausgebaut. Eine mögliche Option für Er-

weiterungen von bestehenden Anlagen bei begrenzten Verhältnissen und für den Neubau in der Nähe von Ballungsräumen können Untertage-Pumpspeicherkraftwerke mittels neuer Speicherkavernen darstellen. Dazu braucht es nicht unbedingt eine bergige Topografie, erklärt Wolfgang Richter: „Es ist durchaus möglich, in flachen Gegenden bei geeigneter Geologie einen Pumpspeicher mittels Auffahren großer Kavernen in die Tiefe zu bauen. Ein zusätzlicher Vorteil ist, dass so auch zukünftig Wärme und Kälte im geschlossenen Pumpspeicherkreislauf des Wasservolumens gespeichert werden und saisonal der Ausgleich zur Kühlung im Sommer mittels Einspeichern der Wärme und Heizung im Winter mittels Ausspeichern der Wärme oder Wärmenetze erfolgen kann.“

Er selbst beschäftigt sich in seiner Forschung vor allem mit transienten Strömungsvorgängen und Modellversuchen von Wasserschlossern, die große Untertage-Bauwerke aus Stollen und Schächten darstellen, die es ermöglichen, die großen Wassermengen von mehreren hunderttausend Tonnen in den langen Druckstollensystemen zu bändigen. „Diese Anwendungen sind sicherheitskritisch und sehr individuell in jeder einzelnen Anlage. Es darf kein Wasser überschwappen oder austreten, es werden dadurch auch die Druckstöße minimiert, wenn die Maschinen rasch umschalten oder durch einen Lastabwurf schnell geschlossen werden müssen, was die Langlebigkeit der Anlagen garantiert.“

### AUSGLEICH ZU GASKRAFTWERKEN

Ein wichtiger Vorteil von Speicherkraftwerken ist vor allem auch ihre schnelle Reaktionsfähigkeit. Diese macht sie nicht nur zum Rückgrat des österreichischen Stromsystems, sondern auch des europäischen. Sie sind es nämlich, die im Falle eines Frequenzeinbruchs als Erste reagieren und das Stromnetz durch die >



## Was passiert bei einem Blackout?

rasche Stromerzeugung stützen, um einen Blackout zu verhindern. Der Netzwiederaufbau nach einem Stromausfall ist unter anderem das Forschungsgebiet von Herwig Renner am Institut für Elektrische Anlagen und Netze der TU Graz. Das Institutsteam berät zum Beispiel Stromproduzent\*innen bei Sicherheitsübungen und Blackout-Szenarien. Aber auch hier sind die Bereitstellung von erneuerbarer Energie und vor allem die Einbindung ins bestehende Stromnetz ein zentrales Thema. Für Herwig Renner sind aber nicht die fluktuierenden Stromquellen und ihre Einbindung das vorrangige Thema, sondern die Herausforderungen, die der geplante Ausstieg aus den Gaskraftwerken mit sich bringt: „Diese Anlagen können aufgrund ihrer guten Regeleigenschaften für Ausgleichs- und Spitzenenergie in unserem Energienetz genutzt werden“, erklärt er. Dadurch wird ein stabiler Betrieb unseres Stromnetzes, das auf einem fragilen Gleichgewicht zwischen Produktion und Abnahme basiert, garantiert.

Gaskraftwerke helfen heute dabei, die Lasten in Zeiten hohen Energiebedarfs sowie niedriger Energieausbeute aus erneuerbaren Energiequellen – etwa im Winter oder in der Nacht – auszugleichen. Diese Tatsache macht unsere Energiesysteme aber abhängig vom Import fossiler Energieträger und von Gaslieferanten. Für Renner ist eine europaweite Betrachtung dieses Themas ein zentraler Punkt: „Die Statistik sagt uns, dass die Offshore-Windkraftwerke im Norden Deutschlands tendenziell gegengleich zur Photovoltaik produzieren und so helfen können, die Wintermonate zu überbrücken. Dazu muss die Energie aber von Norddeutschland in den Rest Europas transportiert werden können, worauf wiederum unsere Energienetze ausgelegt sein müssen.“ Hier sieht Renner vor allem im Ausbau der bereits zum Teil bestehenden Gleichstromleitungen hohes Potenzial: „Sie sind sehr stabil und können vor allem Strom über sehr weite Strecken auch unterirdisch über Erdkabel transportieren.“

## WASSERSTOFFSYSTEME

Ergänzend zum Ausbau der Netzkapazitäten für den europaweiten Transport bieten Speichermöglichkeiten großes Potenzial – etwa Batteriespeicher in kleinem Maßstab, die großtechnischen Pumpspeicherkraftwerke, aber auch Wasserstoffspeicher. In diesem Bereich forscht unter anderem Merit Bodner an der TU Graz. Sie beschäftigt sich am Institut für Chemische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik primär mit der Alterung von Brennstoffzellen und Elektrolyseuren und vor allem damit, wie diese detektiert und aufgehalten werden kann. „Ein großes Thema ist heute immer noch, dass die Lebensdauer einer Brennstoffzelle oder eines Elektrolyseurs nicht vollends vorhergesagt werden kann“, erklärt die Forscherin.

Zusätzlich ist auch das „rundum grüne“ Wasserstoffsystem ein Thema. „In Brennstoffzellen sind immer noch bedenkliche Stoffe verarbeitet – was mit der neuen PFAS-Verordnung nun reglementiert ist“, erklärt sie. „Es gibt zwar noch die Ausnahme, dass Stoffe, die heute noch nicht durch nachhaltige Alternativen ersetzt werden können, weiter verwendet werden dürfen – aber natürlich ist es ein wichtiges Forschungsanliegen, Wasserstoffsysteme nachhaltig und zukunftsfit zu gestalten.“ Teflon ist zum Beispiel eines dieser bedenklichen Materialien, Platin ist ebenso kritisch. Platin wird oft unter sozial bedenklichen Bedingungen abgebaut und verlangt massive Erdbewegungen: Eine Tonne Roherz enthält nur rund 10 Gramm Platin. Alternative Stoffe zu finden, sei aber gar nicht einfach, erklärt Merit Bodner: „Viele Stoffe, die wir nutzen könnten, haben einfach nicht die notwendigen Charakteristika, um für Wasserstoffsysteme infrage zu kommen.“ Als Lösung arbeiten Forschende an gezielt designten neuen Materialien, die die gleichen oder teils sogar wesentlich bessere Eigenschaften aufweisen als herkömmliche Materialien. Und auch das Thema Recycling wird immer wichtiger. So können etwa aus einer Tonne Elektroschrott 100 bis 2.000 Gramm Platingruppenmetalle gewonnen werden – ein wichtiger Schritt zur Reduktion des Ressourcenverbrauchs.



Lunghammer – TU Graz

Merit Bodner hält einen von zwei Keynote-Vorträgen beim TU Graz-Wissenschaftstag Science for Future, der sich in diesem Jahr dem Thema „Neue Welten in der Produktion“ widmet.



Christopher Albert über Fusionsenergie.

### FUSIONSENERGIE

Die zu speichernde erneuerbare Energie stammt heute zum Gutteil aus Quellen wie Wind, Wasser und Sonne. Neben diesen natürlichen Quellen kann auch die Fusionsenergie einen wichtigen Beitrag leisten. Klassischerweise wird mittels Kernspaltung in Atomkraftwerken Strom erzeugt. Aus dieser Form der Energiegewinnung wollen nun immer mehr Länder aussteigen – wegen des hohen Gefahrenpotenzials bei Störfällen und vor allem wegen der notwendigen jahrzehntelangen Lagerung der Reststoffe unter höchsten Sicherheitsbedingungen. Aber anstatt Kerne von schweren Molekülen wie Uran zu spalten, können auch Kerne von leichteren Molekülen wie Wasserstoff fusioniert werden, um so Energie zu gewinnen. Der bereits funktionierende Prototyp ist die Sonne. „Die Abläufe in einem Fusionsreaktor sind ähnlich denen in unserer Sonne, nur nutzen wir keinen reinen Wasserstoff, sondern die Wasserstoff-Derivate Tritium und Deuterium“, erklärt Christopher Albert, theoretischer Physiker an der TU Graz. Er befasst sich in seiner Forschung mit Energie aus Kernfusion und untersucht insbesondere die Teilchenbewegung und die Rotation des Plasmas, das im Reaktor entsteht. Vor allem die Stabilität der Reaktion und der derzeit hohe Energieaufwand, um eine Reaktion in Gang zu bringen und aktiv zu halten, sind wichtige Forschungsthemen. Bis zur tatsächlichen Errichtung von Fusionskraftwerken ist es noch ein langer Weg – derzeit wird intensiv daran gearbeitet, ein Versuchskraftwerk in Deutschland aufzubauen. Auch in Graz möchte Christopher Albert seine theoretische Arbeit durch ein Experiment ergänzen. „Dort wollen wir unsere Berechnungen und Simulationen überprüfen. Es wird keine Radioaktivität oder Kernfusion geben, aber wir könnten so das Plasma wesentlich umfassender untersuchen.“ Ein entsprechender Förderantrag ist aktuell in Arbeit.



Obwohl es noch ein sehr weiter Weg bis zu praxistauglichen Kraftwerken ist, sieht Albert großes Potenzial in der Fusionsenergie: „Ein großer Vorteil ist die Sicherheit. Wenn es zu einem Zwischenfall kommt, dann hört die Reaktion bei uns einfach auf – wir haben eher das gegenteilige Problem und können die Reaktion sehr schwer aufrechterhalten. Im schlimmsten Fall gibt es Schäden an der Anlage – wie wenn in einem Stahlwerk ein großer Behälter umfällt.“ Und das Problem des Atommülls ist aufgrund der deutlich kürzeren Halbwertszeiten und geringeren Radioaktivität des Materials ein wesentlich geringeres.

### BÜROKRATISCHE HÜRDEN

Egal, wo die Energie schlussendlich herkommt und wie sie gespeichert wird, ein wichtiger Faktor, um die Dekarbonisierung durchzuführen, sei es, so Sonja Wogrin, bürokratische Hürden abzubauen: „Plane ich heute eine neue Stromleitung, dann kann es gut zehn Jahre dauern, bis sie tatsächlich gebaut wird. Natürlich ist strenger Umweltschutz notwendig, aber wir müssen uns zur Klimaneutralität bekennen.“ Ähnlich sieht es Herwig Renner aufseiten der Netzplanung: „Unsere Netzplanung ist derzeit sehr konservativ auf selten erreichte Spitzenbelastungen ausgerichtet. Das verhindert sehr häufig, dass neue Anlagen ins Netz einspeisen dürfen.“ ■