TECHNIK FÜRS KLIMA

Strom vom Dach an den Nachbarn verkaufen

Energiegemeinschaften erhöhen Nutzungsgrad von Fotovoltaik.

Wer eine Fotovoltaikanlage besitzt, verbraucht idealerweise dann viel Strom, wenn dieser an einem Sonnentag in Hülle und Fülle bereitgestellt wird. Das ist nicht immer machbar. Eine Lösung des Dilemmas wäre, dass sich auch die Nachbarschaft bedienen kann. Freilich gegen Bezahlung. Zu diesem Ergebnis kam der Pilotversuch „Blockchain Grid" der Energienetze Steiermark.

Der lokale Stromhandel brachte dabei eine jährliche Einsparung von bis zu 500 Euro: Der Nutzungsgrad der Anlagen stieg von 48 auf 73 Prozent. Möglich macht das ein gemeinsamer Energiespeicher, bei dem unterstützt von der Blockchain-Technologie zur Protokollierung der Transaktionen mit Strom gehandelt wird. (APA/cog)

Für Batterien gibt es ein Leben nach dem E-Auto

Boku Wien erforscht das „Second Life" von Lithium-Ionen-Batterien.

Die E-Mobilität ist eine große Hoffnung für die Energiewende. Lithium-Ionen-Batterien ersetzen immer mehr fossile Antriebe wie die mit Benzin. Sie haben bisher aber eine zu kurze Lebensdauer. Sinkt die Restkapazität auf 80 Prozent, endet das erste Leben einer Lithium-Ionen-Batterie in Autos und sie wird ausgetauscht.

Das zeigt das Team um Florian Part vom Institut für Abfallwirtschaft, Boku Wien. Manche Batterien haben aber ein zweites Leben, z. B. in Energiespeichern. Das Projekt „SafeLiBatt" untersucht im Labor und über Befragungen, wie die Nutzungsdauer im „Second Life" verlängert wird, um Treibhausgasemissionen, die bei der Rohstoffgewinnung und Herstellung entstehen, zu verringern. (vers)

Wie Bioabfälle zu Energieträgern werden

Verfahrenstechnik. Wasserstoff gilt als Energieträger der Zukunft. Ein Forschungsteam der Technischen Universität (TU) Graz fand heraus, wie man ihn umweltfreundlich aus Bioabfällen herstellen kann.

VON MICHAEL LOIBNER

Auch bei Wissenschaftlern kommt mitunter das Kind im Manne zum Vorschein. So mutet es zumindest an, wenn auf dem Gelände des ACstyria Mobilitätsclusters in Grambach bei Graz ein Spielzeugauto unter den wachsamen Augen der Forscher seine Runden dreht. In Wahrheit hat das Unterfangen natürlich einen ernsten Hintergrund: Das Mini-Fahrzeug ist mit einem kleinen Wasserstofftank ausgerüstet, und der Treibstoff wurde mit einem neuartigen Verfahren nachhaltig und klimaschonend aus Biogas gewonnen, das bei der Vergärung von Biomasse oder Bioabfällen entsteht. Entwickelt wurde die Methode am Institut für Chemische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik der TU Graz, die Umsetzung erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Start-up Rouge H2 Engineering, einem Partner des steirischen Mobilitätsclusters.

> „Eine dezentrale Erzeugung von Wasserstoff erspart aufwendige Transportwege."
>
> **Viktor Hacker, Verfahrens- und Umwelttechniker**

„Wasserstoff ist nicht der ideale Energieträger, aber der beste", sagt TU-Professor Viktor Hacker. Eine der Herausforderungen: Die Herstellung aus fossilen Brennstoffen ist weitaus billiger als die Erzeugung von grünem Wasserstoff aus erneuerbaren Ressourcen. Dessen Anteil an der weltweiten Produktion liegt nicht zuletzt deshalb bei gerade einmal fünf Prozent. Das wird nach Einschätzung von Expertinnen und Experten auch so bleiben, wenn es nicht gelingt, die Effizienz von Technologien zur Erzeugung aus Wasser, Biomasse oder Abfällen zu steigern und nachhaltig erzeugten Wasserstoff damit rentabler zu machen. Bei dezentraler Erzeugung in kleinem Maßstab hingegen sieht Hacker durchaus eine Chance für den grünen Wasserstoff.

Reaktor im Schiffscontainer

Die von ihm mit seinem Team gefundene Methode zur Gewinnung aus Biogas wurde zunächst mit Laborequipment an der Grazer TU getestet und wird nun auf dem Areal in Grambach in Industriestandard umgesetzt. Der dafür erforderliche Geräte-Aufbau ist in einem zwölf Meter langen Schiffscontainer untergebracht. Kernstück ist ein Reaktor, gefüllt mit fünf Millimeter kleinen Kugeln aus Eisenoxid. Ein Gasbrenner bringt das durchströmende Biogas auf eine Temperatur von mehr als 800 Grad. Bei der dabei einsetzenden chemischen Reaktion wird das Eisenoxid zu Eisen reduziert. In einem zweiten Schritt wird Wasserdampf zugesetzt, das Eisen oxidiert, und übrig bleibt hochreiner Wasserstoff. Dieser Vorgang kann durch nacheinander geschaltete Reaktoren beliebig oft wiederholt werden. „Unser Spielzeugauto fährt mit einer Tankladung etwa eine Minute lang", sagt Gernot Voitic, Projektleiter bei Rouge H2.

Ziel der Anstrengungen ist es freilich nicht, Modellwagen herumflitzen zu lassen. „Im ländlichen Raum, wo die meisten der österreichweit rund 300 Biogasanlagen stehen, bietet sich den lokalen Betreibern die Chance, ein hochwertiges Produkt zu erzeugen, das zudem wirtschaftlich ist", ›

IN ZAHLEN

300 **Biogasanlagen** gibt es österreichweit ungefähr. Die meisten davon stehen im ländlichen Raum.

13 **Cent pro Kilowattstunde** bringt Strom aus Biogas, der ins Netz gespeist wird, je nach Tarif maximal ein. „Grüner" Wasserstoff wird hingegen mit etwa fünf Euro pro Kilogramm gehandelt.

25 **Millionen Euro** investiert die OMV in Schwechat, um ab 2023 bis zu 1500 Tonnen Wasserstoff pro Jahr mittels Elektrolyse aus Wasser zu gewinnen.

Fische, Eintagsfliegen und ihre Vielfalt entlang der Wolga

Süßwasser-Ökologie. Ein russisch-österreichisches Team erstellt an der Wolga ein Referenzsystem für europäische Tieflandgewässer. Das Langzeit-Monitoring an unbeeinflussten Stellen zeigt die Folgen des Klimawandels auf die Lebewesen in und an Flüssen.

VON VERONIKA SCHMIDT

Die Wolga entspringt auf nur 228 Metern in den russischen Waldaihöhen. „Sie ist daher schon im Oberlauf ein typisches Tieflandgewässer", erklärt Martin Schletterer vom Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement der Boku Wien. Der Tiroler ist zudem in der Wasserwirtschaft tätig und beobachtet seit Jahren die Fauna der Wolga.

„Wie kommt ein Österreicher zu dieser Forschung in Russland?", fragt Schletterer selbst im Gespräch mit der „Presse". Während des Studiums an der Uni Innsbruck kümmerte er sich in einem Uni-Zürich-Projekt um das Heimkehrverhalten von Brieftauben, das ihn nach Belgien, Frankreich, Italien und Russland führte. Bei Forschungen entlang der Wolga lernte er nette Leute von der Russischen Akademie der Wissenschaften kennen, die dort Wasserproben entnahmen. Damals entstand eine Freundschaft, die die wissenschaftliche Laufbahn von Schletterer prägte: Er spezialisierte sich bald auf die Süßwasserkunde (Limnologie). 2005 startete schon die Kooperation mit der Russischen Akademie der Wissenschaft, der Technischen Staatsuniversität Tver und der Boku. „Wir führen hier klassisches Monitoring durch, bestimmen also Tierarten des Gewässers und dokumentieren, welche Arten wo vorkommen", sagt Schletterer. Das Team des Langzeitprojekts Refcond-Volga, das auch vom Wiener Verein für Ökologie und Umweltforschung gefördert wird, macht jährliche Flussexpeditionen am Oberlauf der Wolga von der Quelle 440 km bis nach Tver, wo der Fluss über 200 Meter breit ist, und am 106 km langen Zubringerfluss Tudovka. Die Landnutzung in dieser Gegend ist relativ unberührt mit circa 50 Prozent Wald und zehn Prozent Torfmooren, wodurch sie sich bestens als Referenzsystem für andere europäische Flüsse im Tiefland eignet. „Hier können wir die Variabilität *(zeitliche Schwankungen im Vorkommen, Anm.)* an sehr unbeeinflussten Stellen bestimmen", beschreibt Schletterer den Wert solcher Vergleichsdaten. Der Klimawandel wird an den dokumentierten Wassertemperaturen greifbar: Pro Dekade stiegen sie am Wolga-Zubringer Tudovka im Schnitt um 0,2° C. Für die Donau wurde kürzlich ein Wassertemperaturanstieg von 0,1 °C pro Dekade berechnet, was zeigt, dass kleine und mittelgroße Gewässer stärker vom Klimawandel betroffen sind als große.

Das Forschungsteam sammelt Nachweise zum Artenspektrum – mit Netzen und DNA-Analysen. [Martin Schletterer]

DNA-Nachweise aus der Umwelt

Hin und wieder finden die Forscher an der Wolga unbekannte Arten oder Tiere, die als ausgestorben galten. „Die seltenste Eintagsfliege Europas, *Prosopistoma pennigerum*, konnten wir 2006 hier erstmals wieder nachweisen", bestätigt der Limnologe.

Neuerdings sammelt das Team nicht nur Wasser und Tiere, sondern filtert aus den Proben in Zusammenarbeit mit der Uni Graz auch „Umwelt-DNA" heraus, also frei schwimmende genetische Nachweise des Vorkommens von Arten. „Um die DNA-Analysen zu erleichtern, haben wir uns vorerst auf die Fische konzentriert", sagt Schletterer, der diese „eDNA" (environmental DNA) als moderne Ergänzung zum klassischen Monitoring sieht. Gemeinsam ermöglichen die Methoden den Artennachweis in Fließgewässern, den auch die EU-Wasserrahmenrichtlinie verlangt.

Die Vision: Tankstellen, die vor Ort erzeugten „grünen" Wasserstoff bereitstellen. [Fotos: Getty Images, Frankl/TU Graz]

erklärt Hacker. Strom aus Biogas, der ins Netz gespeist wird, bringt höchstens etwa 13 Cent pro Kilowattstunde, meist jedoch weit weniger. „Grüner" Wasserstoff hingegen wird derzeit mit etwa fünf Euro pro Kilogramm gehandelt, das entspricht etwa 15 Cent pro Kilowattstunde Strom.

Beim Traktor Diesel ersetzen

Alternative Verwendungsmöglichkeiten erblickt Hacker in der Errichtung von Wasserstoff-Tankstellen und im Einsatz von Wasserstoff-Traktoren. Diese könnten landwirtschaftliche Arbeitsgeräte mit Dieselmotoren ersetzen. Da heißt es aber vorerst noch warten, bis die Industrie entsprechende Modelle zur Serienreife gebracht hat. An der TU Wien tüftelt ein Forschungsteam um Bernhard Geringer vom Institut für Fahrzeugantriebe und Automobiltechnik derzeit daran. Auch sie haben ein Verfahren zur Gewinnung von Wasserstoff aus lokalen biogenen Quellen entwickelt: Dabei wird dem beim Vergasen von Holz entstehenden Produktgas der Wasserstoffanteil entzogen. Dieser wird anschließend gereinigt und verdichtet.

Viktor Hacker von der TU Graz sieht einen großen Vorteil der Erzeugung von Wasserstoff in Biogasanlagen darin, dass er dort, wo er hergestellt wird, auch genutzt werden kann. „Damit erspart man sich den Transport." Die OMV stellt in Schwechat derzeit „grauen" Wasserstoff aus Erdgas her und investiert 25 Millionen Euro, um ab 2023 bis zu 1500 Tonnen Wasserstoff pro Jahr mittels Elektrolyse aus Wasser zu gewinnen. Zentral erzeugt muss dieser grüne Wasserstoff jedoch in die Verbrauchsregionen gebracht werden. Pipelines sind laut einer Studie des deutschen Instituts für Brennstoffzelle, Wasserstofftechnologie und Elektromobilität nur bei großen Mengen (ab zehn Tonnen pro Tag) und geringen Distanzen (bis 200 Kilometer) kostengünstiger als Lkw. „In Lastwagen muss der Wasserstoff verflüssigt, unter Druck und auf minus 253 Grad abgekühlt transportiert werden", rechnet Hacker vor. „Da werden allein für die Kühlung 20 bis 30 Prozent des Wasserstoffs benötigt." Um den gleichen Brennwert wie eine Lkw-Ladung Diesel zu transportieren, benötige man 15 Tankwagen mit Wasserstoff. Dieser logistische und finanzielle Aufwand falle bei regionaler Erzeugung weg.

Beim Biogasproduzenten Ökostrom im südsteirischen Mureck wird, unterstützt von der Forschungsförderungsgesellschaft FFG, seit drei Monaten ebenfalls bereits Wasserstoff mit der von Hacker und seinem Team entwickelten Methode erzeugt. Er dient reinen Forschungszwecken. „Wir analysieren ihn und speisen ihn anschließend wieder in die Anlage ein, wo dann Strom erzeugt wird", erklärt der Forscher. Projektleiter Vojtic von Rouge H2 plant aber bereits Einsätze in der Praxis: „Für ein Vorhaben in Deutschland bereiten wir den Betrieb von E-Bikes mit Wasserstoffantrieb vor, wobei der Treibstoff aus Deponiegas gewonnen wird."

„Wasserstoff aus erneuerbaren Energiequellen wird fossile Treibstoffe auf dem Mobilitätssektor nicht so schnell verdrängen", vermutet Hacker. Rund acht Millionen Tonnen Diesel und Benzin werden jährlich in Österreich getankt. Die beim Betrieb der Dieselfahrzeuge entstehenden Abgase machen laut Verkehrsclub (VCÖ) rund 92 Prozent der durch den Straßenverkehr verursachten Schadstoffemissionen aus. „Wenn wir ein Fünftel der Tankmenge durch Wasserstoff ersetzen könnten, wäre ein großes Ziel erreicht."

KLIMA IM WANDEL

Wie die Meteorologie für den atomaren Notfall plant

Meteorologie. Nach Umweltkatastrophen bestimmt vor allem das Wetter, welche Region von den Schäden betroffen ist. Heuer wurde die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien eines von zehn weltweiten Zentren für die Folgenabschätzung von Nuklearunfällen.

VON ADRIAN VON JAGOW

Wenn ein Atomkraftwerk tausend Kilometer entfernt auf sich aufmerksam macht, ist das meist kein gutes Zeichen. Nach dem GAU von Tschernobyl im Frühling 1986 war es ein schwedisches Atomkraftwerk, das der Welt eine Atomkatastrophe ankündigte. Der Verdacht fiel schnell auf die Sowjetunion. Doch auch als die Quelle der Strahlung endlich offiziell bestätigt wurde, blieb die Frage: Wohin wird die radioaktive Wolke wandern, welche Schadstoffe werden wo deponiert? Seit Juni dieses Jahres ist die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) dafür erster Ansprechpartner.

Paul Skomorowski verantwortet das Modell, das die Ausbreitung einer Schadstoffwolke berechnen kann. Die ZAMG steht seit 2011 als Teil eines globalen Netzwerks für den Notfall bereit. In zehn Regional Specialized Meteorological Centres, kurz RSMC, koordiniert die Weltorganisation für Meteorologie diese Expertise. „Anfangs waren wir hier in Wien nur für das Rückwärtsrechnen zuständig, also dafür, bis zu 15 Tage nach einem Vorfall noch den Ursprung von gemessenen Nukliden zu bestimmen", so Skomorowski. Heuer erhielt man nun auch den Auftrag zum „Vorwärtsrechnen". Das RSMC bekam die Abkürzung ERA angehängt, für Emergency Response Activities: „Mit unseren Kapazitäten haben wir jederzeit die Möglichkeit, Krisenstäbe darüber zu informieren, wohin radioaktiv kontaminierte Wolken wandern oder wo Partikel niedergehen", erklärt der Experte. Die Kapazitäten, das sind die detaillierten Wetterdaten und -modelle, die bei der ZAMG zusammenlaufen und eigentlich den Wetterbericht generieren. Der Krisenstab sitzt im Fall einer Nuklearkatastrophe im Klimaschutzministerium. Die Abteilung für Strahlenschutz hat rund um die Uhr Zugriff auf das Modell und kann im Notfall erste Berechnungen erhalten. Auch die Internationale Atomenergie-Organisation, ebenfalls mit Sitz in Österreich, besitzt diesen Zugang.

Doch was genau wird berechnet? „Die örtliche Dosisleistung im Einsatzgebiet ist besonders wichtig für das Entscheidungspersonal", so der Meteorologe. Die Dosisleistung ist ein in der Radiologie verwendetes Maß, das die aufgenommene Strahlendosis über einen gewissen Zeitraum angibt. Sie bestimmt indirekt, welchen Schaden ein menschlicher Organismus nimmt, wenn er Radioaktivität ausgesetzt war. Dafür werden dem Modell auch Daten zum Unfallhergang gefüttert. „Ob es sich um Partikel oder ein Edelgas handelt, aber auch die Halbwertszeit radioaktiver Partikel, beeinflussen die Modellierung", so Skomorowski.

Für weitere Katastrophenfälle rüsten

Für den Notfall gerüstet sein heißt in der Praxis, viel zu üben. Alle zwölf Stunden erhält das Ausbreitungsmodell Environmental and Emergency Response System, ENVINER abgekürzt, aktuelle Wetterdaten. Bis zu zweimal pro Woche simuliert die Abteilung für Strahlenschutz eine Krise, einmal pro Quartal wird das RSMC-Netzwerk mit einem fiktiven Unfall konfrontiert. Für weitere Abwechslung sorgen die Mitteilungen des Kernwaffenteststopp-Vertrags der Vertragsorganisation CTBTO. Sie überwacht Atomwaffenübungen, welche in jüngster Zeit nur noch Nordkorea durchführt. ENVINER berechnet auf Basis der Mitteilung automatisch den Ausgangspunkt der Explosion.

Sollte es je wieder zu einer echten Atomkatastrophe kommen, wäre Österreich rechtzeitig alarmiert: Die Strahlenschützer im Klimaministerium koordinieren ein 337 Messstationen umfassendes Strahlenfrühwarnsystem, das seinen Ursprung in den 1970er-Jahren hat. Auch Tschernobyls GAU wurde schon gemessen, doch die Möglichkeiten zum Vor- und Zurückrechnen der Ausbreitung waren damals noch rudimentär.

In Zukunft möchte die Umweltabteilung der ZAMG ihre Kompetenzen noch erweitern. „Wir können bereits die Ausbreitung von Vulkanausbrüchen vorhersagen, Waldbrände und chemische Unfälle sollen folgen", so Skomorowski. Neben der Vorbereitung auf dystopische Szenarien erstellt sein Team auch Folgenabschätzungen kleinerer Umweltsünden für externe Auftraggeber: Wohin ziehen Abgase bei der Errichtung einer neuen Straße? Oder welche Geruchsbelastung ist durch eine geplante Hühnerzucht zu erwarten?

IN ZAHLEN

15 Tage in die Vergangenheit können die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der ZAMG blicken, um den Ort eines Atomunfalls zu bestimmen. Drei Tage in die Zukunft reichen ihre Prognosen der Strahlenbelastung – wichtige Informationen für Krisenstäbe.

337 Messstationen gibt es derzeit in Österreich, um auch die kleinsten Mengen radioaktiver Substanzen zu messen. Die Geschichte des Frühwarnsystems reicht bis in die 1970er-Jahre zurück.

UMWELT NEWS

Entwaldung fördert Kohlenstoff-Emissionen

Ein Boku-Team um Simone Gingrich berechnete, worauf es ankommt, ob ein Wald eher ein Kohlenstoffspeicher ist oder für Emissionen sorgt *(Nature Communications)*. Daten aus den globalen Walderhebungen der UN Food and Agriculture Organization von 1990 bis 2020 zeigen, dass Entwaldung die Hauptursache für die Kohlenstoff-Emissionen aus Wäldern war, gefolgt von der Holzernte und Waldbränden. Höhere Waldwachstumsraten können – stärker als Wiederbewaldung – die Emissionen ausgleichen. Ein Stopp der Entwaldung und weniger Holzernte fördern so den Klimaschutz.

Der Herzschlag des Waldes wirkt aufs ganze Ökosystem

Ebenfalls an der Boku kümmert sich Mario Pesendorfer vom Institut für Waldökologie um rhythmische Vorgänge im Wald: Pflanzen fahren in „Mastzyklen" ihre Frucht- und Samenproduktion synchron hoch oder runter. Im Journal *Philosophical Transactions of the Royal Society B* stellen Pesendorfer und Kollegenschaft dar, wie das ganze Ökosystem von den Mastzyklen geprägt ist. Wie ein „Herzschlag der Wälder" wirken die „fetten und mageren Jahre" auf Kleinsäuger, Vögel, Insekten und Zecken und die von ihnen übertragenen Krankheiten sowie auf Forstmaßnahmen.

Maßnahmen gegen invasive Arten in Auwäldern

Wie sehr unsere Wälder von invasiven Arten bedroht sind – etwa durch das Indische Springkraut oder durch Pilze, die das Ulmen- und Eschentriebsterben verantworten –, veröffentlichten Waldforscher im Journal *NeoBiota*. Am Beispiel der Auwälder des Biosphärenreservats Mur-Drau-Donau legten sie für die gebietsfremden Arten (115 Pflanzen, 45 Insekten, 38 Pilze) Priorisierungen fest, welche Gegenmaßnahmen für den Umweltschutz am besten sind.

Wissen & Innovation erscheint das nächste Mal am Samstag, 6. November.