

TECHNIK FÜRS KLIMA

Wie aus der Borkenkäfer-Not eine Tugend wird

TU-Studie prüfte Erzeugung von Gas und Diesel aus Schadholz.

Seit einigen Jahren kämpft die Forstwirtschaft mit einer Borkenkäfer-Plage. Nun könnte das von ihm verursachte Schadholz den Weg zur Klimaneutralität dieses Wirtschaftssektors ebnen – und zwar mithilfe der Erzeugung von Holzgas und Treibstoffen aus Holz.

Forscher der TU Wien haben die Fischer-Tropsch-Synthese zur Herstellung von Holzgas sowie die Methanol-Synthese zur Herstellung von Holzgas untersucht. Damit ließen sich, so heißt es in ihrem Endbericht, hochwertige Biokraftstoffe, die zu 100 Prozent in der bestehenden Infrastruktur eingesetzt werden können, herstellen. In einem nun geplanten Reallabor soll diese Möglichkeit weiter erforscht werden. (APA/cog)

Zillertalbahnhof wird Teststrecke für Wasserstoffzug

Hochleistungszug-Anwendungen mit österreichischem Know-how.

In dem vom Klimaschutzministerium geförderten Pilotprojekt „Hy Train“ wird aufbauend auf dem Stand der Forschung der weltweit erste wasserstoffbetriebene Schmalspurzug mit entsprechender Wasserstoffinfrastruktur für Schwerlastzug-Anwendungen bis zur Marktreife entwickelt. Dazu gehört die Umsetzung eines Wasserstoff-Antriebsstrangs und einer Anlage zur Betankung des Zuges mit grünem Wasserstoff.

Das wasserstoffelektrische Zugsystem soll – ausgelegt für Hochleistungszug-Anwendungen, also S-Bahn-Betrieb mit hohem Beschleunigungsvermögen – am Prüfstand des Hydrogen Center Austria simuliert und auf einer Zugplattform der Tiroler Zillertalbahnhof getestet werden. (cog)

Pflanzenbau. Die Bauernregeln liegen mit ihren Wetterprognosen zunehmend daneben. Tatsächlich macht die Klimavariabilität Landwirten teils schwer zu schaffen. Wiener Forscher suchen Auswege aus der Krise.

VON CORNELIA GROBNER

Seit den 1990er-Jahren beschäftigt sich Ahmad M. Manschadi mit Kulturpflanzen und der Modellierung ihres Wachstums in Abhängigkeit von Bodeneigenschaften, Managementmaßnahmen und Klimabedingungen. Er analysiert nicht nur, wie sich Stresssituationen wie Wasserknappheit oder Nährstoffmangel auf die Entwicklung von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen auswirken, sondern kann dank immer ausgefeilterer Modelle auch Prognosen dafür treffen und daraus konkrete Empfehlungen ableiten. Interessiert habe das damals außerhalb der Fachwelt aber niemanden, sagt der Pflanzenphysiologe vom Institut für Pflanzenbau von der Universität für Bodenkultur (Boku) Wien. Die mitteleuropäischen Landwirtinnen und Landwirte schworen beim Pflanzenmanagement rund um Aussaat, Bewässerung, Düngung oder Ernte auf ihr Bauchgefühl.

Also kehrte er seiner einstigen Stammuniversität in Stuttgart den Rücken zu und forschte fortan in Australien. Die Nachfrage nach Pflanzenwachstumsmodellen war hier enorm. Das lag freilich nicht daran, dass die Bäuerinnen und Bauern in Europa fähiger waren. „Aber wer nicht krank ist, geht auch nicht zum Arzt“, so Manschadi. „Die Klimavariabilität, unter der unsere Landwirtschaft heute leidet, spürten die Menschen in Australien schon vor Jahrzehnten.“ Zurück aus Down Under hatte er jede Menge Modellierungsexpertise im Gepäck, die er seither auf Nutzpflanzen der Pannonischen

Tiefenebene anwendet. In dem von der Forschungsförderungsgesellschaft FFG finanzierten Projekt „Farm/IT“ kooperieren er und Boku-Kollegen verschiedener Institute mit Informatikern der Technischen Universität (TU) Wien. Ihre Vision: eine IT-Revolution in der hiesigen Landwirtschaft anzustoßen.

Wann aussäen? Wann düngen?

Drei Jahre lang hat Manschadis Team mittels Feldversuchen in Niederösterreich an Modellen für verschiedene Kulturpflanzen gewerkt, im Herbst startet der Praxisstest mit einer Handvoll kooperierender Landwirtinnen und Landwirte. Für seine Simulationen verwendet er nicht nur das Wissen um physiologische Eigenheiten der Pflanzen, sondern auch Satellitendaten, um die Genauigkeit der Prognosen zu verbessern. Und Spektrolsensoren geben Auskunft, wann man am besten mit Stickstoff düngen sollte.

„Es geht darum, alle relevanten Daten zu integrieren, analysieren und auszuwerten“, erklärt Thomas Neubauer vom Institut für Information Systems Engineering der TU Wien, der den IT-Aspekt des Projektes leitet und für die Entwicklung der Softwaresysteme zuständig ist. Um Muster in den Daten zu erkennen, verwendet er Deep Learning, eine Methode des maschinellen Lernens zur Informationsverarbeitung, und arbeitet mit Ansätzen aus der Chaostheorie. Neubauer: „Aus den Ergebnissen werden dann konkrete Empfehlungen für die Praxis abgeleitet.“ Diese sind über ein webbasiertes Tool unkompliziert abrufbar. Sprich, die Landwir-



Wenn das Bauchgefühl trägt

Forscher der Boku und der TU Wien haben ein Tool entwickelt, das Vorhersagen für den Landbau trifft.

tinnen und Landwirte können einfach über ihren Internetbrowser am Computer darauf zugreifen.

Intuitive Fehleinschätzungen

In den Feldversuchen auf Boku-Flächen in Tulln mit Winterweizen, Mais und Kartoffel konnte Manschadis Forschungsgruppe bereits zeigen, dass zum Beispiel die Nutzungseffizienz von Stickstoff sehr stark von den Witterungsbedingungen und den genetischen Eigenschaften der Pflanzen abhängig ist. „Die Wechselwirkung zwischen Wetter, Pflanzensorte und Managementmaßnahmen muss mehr berücksichtigt werden“, betont er. Die Intuition von Landwirtinnen und Landwirten – ihr mentales Modell – sei dabei immer weniger Hilfe. Auch gän-

gige Empfehlungen laufen dem zuwider, was die Daten aus dem aktuellen Projekt beweisen: „Weit verbreitet ist zum Beispiel, dass Winterweizen in der pannonischen Region im März und Ende April mit 120 Kilogramm Stickstoff pro Hektar gedüngt wird. Aufgrund der steigenden Klimavariabilität kann dieses Modell künftig nicht gehalten werden.“ Die jeweilige Düngungsmenge und ihr Ausgabepunkt gehören vermehrt an die aktuellen Witterungsverhältnisse angepasst. „Aus diesem Grund muss sich die Landwirtschaft der Zukunft an den saisonspezifischen Bedingungen orientieren und nicht basierend auf empirischen Modellen für Durchschnittsjahre Entscheidungen treffen.“

Interdisziplinarität ist für Manschadi der einzige Weg, den landwirtschaftlichen He-

rausforderungen durch den Klimawandel zu begegnen. „Die Erfahrungen der vergangenen zwanzig Jahre zeigen, dass wir keine Wunder erwarten sollen“, glaubt er. „Die eine Sorte, die gegen Dürre, Hitze, Nährstoffmangel und Krankheit gleichermaßen resistent ist, wird so schnell nicht entwickelt werden. So einen Genotypen, der unter allen Umweltbedingungen beste Erträge liefert, wird es nicht geben.“ Deshalb müssten alle Disziplinen zusammenarbeiten, um Lösungen zu entwickeln, die landwirtschaftliche Systeme resilient, also widerstandsfähig in der Krise, machen. „Wir wollen das Risiko

KLIMA IM WANDEL

der Klimavariabilität so weit wie möglich minimieren. Das können wir etwa durch Entwicklung angepasster Sorten, Optimierung der Managementmaßnahmen sowie Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und des Bodenwasserhaushalts – durch Gestaltung der Fruchtfolgen.“

Kluge Fruchtfolge mit vielen Extras

Und so werden in dem Projekt nicht nur Tools für taktische Maßnahmen wie Düngung und Bewässerung sowie für regionale Ertragsprognosen für Akteure der verarbeitenden Industrie entwickelt, sondern ebenso zur Gestaltung der Fruchtfolge. Simuliert werden können dabei Zeiträume von mehreren Jahrzehnten.

Jürgen Kurt Friedel vom Boku-Institut für Ökologischen Landbau beschäftigt sich auf Versuchsflächen im Marchfeld bereits seit

knapp zwanzig Jahren mit den Auswirkungen von Fruchtfolgen – auf den Humusgehalt in Böden, auf die Stickstoffbilanz und nicht zuletzt auf das Geldbörse der Landwirtinnen und Landwirte. „In der Fruchtfolge binden zum Beispiel Leguminosen wie Klee und Luzerne den Luftstickstoff im Boden und ermöglichen damit die nachfolgenden Nicht-Leguminosen wie Getreide, Mais oder Kartoffeln.“ Wenn eine bestimmte Fruchtfolge den Humusgehalt im Boden erhöht und die Bodenstruktur verbessert, dann hat das günstige Auswirkungen auf das gesamte Anbausystem – auf die nachfolgenden Kulturen, auf die Wasserspeicherung im Boden, auf die Erosions- und die Nitrat-Auswaschungseffekte.

In bisherigen Beurteilungen von Fruchtfolgen würden diese ökologisch bedeutenden Effekte zu wenig oder gar nicht berücksichtigt, sagt Friedel. Viehlose Betriebe, die Futtermitteln nicht für Tiere nutzen können, würden diese Pflanzen oftmals zu Unrecht lediglich als notwendiges Übel betrachten. Auf Dauer gesehen profitiere man aber, wie Modellierungen zeigen, auch aus ökonomischer Sicht. „Dieses Wissen möchte ich wieder stärker ins Bewusstsein bringen, denn vor dem Hintergrund des Klimawandels haben Landwirte sonst größere Schwierigkeiten, als sie haben müssten.“

UMWELT NEWS

Klimawandel I: Nutria fühlt sich in Europa wohl

Sie ähnelt einer Kreuzung aus Biber und Ratte: Die aus Südamerika stammende Nagetierart Nutria – aufgrund ihrer Erscheinung auch Biberatte genannt – breitet sich immer weiter in Europa aus. Dem einst in Pelztierfarmen gehaltenen Tier spielt dabei der Klimawandel in die Pfoten, durch den sich ihre Verbreitung auch wohl noch ausdehnen wird, wie Wiener Forscher um den Ökologen Franz Essl berechneten. Seit 2015 finden sich die Nager auf der EU-Liste jener eingeschleppten Arten, deren Ausbreitung in Europa verhindert werden soll, da sie in der Landwirtschaft oder durch ihre Höhlensysteme im Uferbereich Schäden anrichten können. Mitunter vertilgen sie auch seltene Pflanzenarten oder übertragen Krankheiten.

Klimawandel II: Regen- und Trockenzeiten nehmen zu

Immer wieder kommen Studien zu demselben Ergebnis: Der Klimawandel führt zu heftigeren Niederschlägen, verstärkt durch erhöhte Verdunstung, aber auch Dürren. Das prognostiziert aufs Neue eine im Fachjournal *Nature Communications* publizierte Forschungsarbeit des Laxenburger Instituts für angewandte Systemanalyse (IIASA): Die Regionen, die am härtesten vom Klimawandel betroffen sein werden, seien jene, die bereits jetzt in der Regenzeit mit zu viel Regen und in der Trockenzeit mit Dürren zu kämpfen haben, so die Forscher. Dazu gehören etwa große Teile Indiens, Brasiliens, Afrikas und Australiens.

Klimawandel III: Pandemie bremst Erwärmung nicht

Ein internationales Forscherteam mit Beteiligung des IIASA hat den Effekt des weltweiten Corona-Lockdown auf die Klimaerwärmung abgeschätzt: Er ist marginal, wie sie in *Nature Climate Change* berichten. Zwar habe sich die Konzentration der Treibhausgase im Lockdown um zehn bis 30 Prozent reduziert, der zu erwartende Temperaturanstieg bis 2030 wird dadurch aber nur um 0,01 Grad geringer ausfallen – und das auch lediglich dann, wenn einige der Maßnahmen bis Ende des kommenden Jahres aufrecht bleiben.

Ökologische Schifffahrt: Der Traum von der grünen Banane

Transport. Containerschiffe und Kreuzfahrtschiffe schlucken Schweröl und spucken Klimagas. Grazer Forscher setzen nun auf einen sauberen Wasserstoffmotor und CO₂-Speicherung. Das gibt Rückenwind für die ambitionierten Klimaziele, die sich die Branche bis 2050 gesetzt hat.

VON ADRIAN VON JAGOW

Nichts, so scheint es, kann das Wachstum der Hochseeschifffahrt bremsen. Selbst die aktuelle pandemiebedingte Rezession ist nur ein leichter Gegenwind für die Industrie: Schon Ende 2022 soll das Handelsniveau des vergangenen Jahres erreicht sein, schätzen Analysten. Das anhaltende Wachstum der Branche wirkt genauso vorhersagbar wie das Wachstum der Schiffe selbst.

Doch es gibt ein Problem. Das Schweröl, das die Schiffe auf ihrem Weg verbrennen, verträgt sich nicht mit den Klimazielen der Seeschifffahrtsorganisation IMO. Sie sehen bis zum Jahr 2050 eine Halbierung der CO₂-Emissionen im Marinesektor vor. „Eine technisch rasch umsetzbare Alternative muss in den nächsten Jahren bereitstehen, damit eine Chance zur erfolgreichen Dekarbonisierung besteht“, so Andreas Wimmer. Er leitet das Großmotorenforschungszentrum LEC in Graz, ein Comet-Kompetenzzentrum, das über die Forschungsförderungsgesellschaft FFG gefördert wird.

Die Ingenieure forschen dort an allem, das größer als ein Lkw-Motor ist. „Marine-Antriebe sind neben jenen für Energieerzeugung und Lokomotiven die wichtigsten

Anwendungen für Großmotoren“, so der Geschäftsführer und wissenschaftliche Leiter. Für die Schifffahrt entwickelt das LEC nun in einem europäischen Konsortium ein auf Methanol und Wasserstoff basierendes Konzept, das die Emissionen selbst der größten Frachter um 97 Prozent senken soll.

CO₂ wird wiederverwertet

Im Zentrum steht ein Verbrennungsmotor, der dank geringer Modifikationen auch mit Wasserstoff läuft. Doch die geringe Dichte des Elements erschwert seine Speicherung. Entweder es lagert bei minus 253 Grad Celsius in seiner flüssigen Form oder wird unter erheblichem Druck von mehreren Hundert Bar komprimiert – für den Pipeline-Transport zu den Handelshäfen der Weltmeere problematisch. „Unsere Lösung arbeitet daher mit Methanol. Der Alkohol lässt sich aus Kohlendioxid und Wasserstoff synthetisieren und gut transportieren“, so Wimmer.

Neben dem Verbrenner braucht das Schiff der Zukunft daher einen Membranreaktor, der durch Wärmezufuhr das CO₂ wieder vom Wasserstoff trennt. „Die Abgaswärme des Motors liefert die Energie für den Reaktor. Das abgeschiedene CO₂ wird verflüssigt und gespeichert. In einem perfekten Stoffkreislauf lässt es sich zur erneuten Me-

thanolsynthese nutzen“, so der Forscher. Da das CO₂ gespeichert und nicht verbrannt wird, sinkt der Fußabdruck der transportierten Waren deutlich. „HyMethShip“ heißt das Konsortium, das vom Horizon-Programm der EU unterstützt wird.

Am LEC auf dem Campus der TU Graz entstand im Zuge des Projekts ein neuer Prüfstand für die Antriebstechnologien. Er soll belegen, dass sämtliche Komponenten im Verbund funktionieren. Doch für eine emissionsfreie Seefahrt muss bei der Wasserstoff- und Methanolsynthese ebenfalls auf erneuerbare Energie gesetzt werden. Die

IN ZAHLEN

50 Prozent der CO₂-Emissionen aus dem Marinesektor will die International Maritime Organisation (IMO) der Vereinten Nationen laut eigenen Klimazielen bis 2050 senken. Angesichts des anhaltenden Wachstums sind die Ziele ambitionierter.

97 Prozent weniger Emissionen würde ein Antrieb verbrauchen, wie ihn das „HyMethShip“-Konsortium anstrebt. Dafür müssen aber auch die benötigten Treibstoffe Wasserstoff beziehungsweise Methanol mit klimaneutralem Strom hergestellt werden.

Prozesse seien energieaufwendig, so Wimmer. Auch ginge bei der Umwandlung aktuell noch einiges verloren: Basierend auf elektrischer Energie beträgt der Wirkungsgrad zur Produktion von Methanol aktuell knapp über 50 Prozent. In Österreich stimmt die Kursrichtung beim Ökostrom zwar, anderswo ist aber noch viel zu tun.

Auch die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit stellt eine Herausforderung dar. „Mit den aktuellen niedrigen Ölpreisen würde sich so ein Antrieb nicht rechnen“, sagt der Wirtschaftsingenieur. Eine globale CO₂-Bepreisung, die die Umweltschäden aus der fossilen Verbrennung den Verursachern in Rechnung stellt, könnte das Blatt wenden. Durch die Kooperation mit der deutschen Meyer-Werft und einer britischen Zulassungsgesellschaft könnte in naher Zukunft ein Prototyp vom Stapel laufen. Das HyMethShip-Konzept findet bereits weitere Interessenten: Der hiesige Energiereise Verbund sieht im Wasserstoff einen möglichen Energiespeicher für den Ausgleich von Frequenzschwankungen, die Wind- und Sonnenkraftwerke verursachen. Im gemeinsamen Comet-Projekt „Kraftwerk der Zukunft“ entsteht unter Federführung des LEC, dem Motorenhersteller Innio und der TU Graz bis 2022 ein Pilot.

Wo Luftwurzeln mit künstlicher Intelligenz gepflegt werden

Vertical Farming. An der Fachhochschule Burgenland ist eine neue Testanlage für die autonome Bepflanzung in „vertikalen Farmen“ in Betrieb gegangen. Die Forscher der FH untersuchen hier, wie man mithilfe von Algorithmen den Anbau so ressourcenschonend wie möglich gestalten kann.

VON WOLFGANG DÄUBLE

Eine saubere, klimaschonende Landwirtschaft, die gegen die zunehmenden Wetterextreme gefeit ist, wenig Wasser und kaum Chemie braucht, kurze Transportwege benötigt und auch noch hohe Erträge erzielt. Das klingt nach der eierlegenden Wollmilchsau, doch genau an diesem Ziel arbeiten Forscher und Unternehmen weltweit. Die dabei vielversprechendste Strategie derzeit nennt sich „Vertical Farming“: In hohen Regalen übereinandergestapelt werden Pflanzen in riesigen Hallen großgezogen, mit künstlichem Licht und laborreiner Luft.

In Österreich arbeitet etwa die Firma PhytonIQ an derartigen Anbaumethoden. Und zwar in der für die Industrie interessantesten Ausführung, der Aeroponik, erklärt Markus Tauber von der Fachhochschule Burgenland. „Dabei hängen die Wurzeln in der Luft und werden von unten mit einem Sprühroboter mit Wasser und Nährstoffen versorgt. Gleichzeitig werden die Wurzeln gekämmt, damit sie nicht verklumpen.“

Der größte Vorteil der Methode: Man spart sich das Beet, es müssen keine schweren Erd- oder Wasserbecken übereinandergeschichtet werden, wodurch sich die Pflan-

zen sehr hoch stapeln und der Ertrag pro Quadratmeter entsprechend steigern lassen. Damit die vollautomatischen Parzellen auch einwandfrei funktionieren, müssen die Systeme richtig programmiert werden – hier kommt Taubers Arbeit am Forschungszentrum „Cloud und CPS Security“ der FH ins Spiel.

Die richtige Dosis Wind berechnen

„Für die Aeroponik braucht es eine Menge an IT, nicht nur für die Sprühroboter an den Wurzeln. Auch die Steuerung für das richtige Licht oder den Wind sind für das Wachstum der Pflanze entscheidend. Bringe ich etwa

zu früh zu viel Wind auf den Keimling, trocken er aus. Bei zu wenig Wind wird dagegen das Wachstum nicht ausreichend stimuliert und die Pflanze knickt im schlimmsten Fall unter dem Eigengewicht um“, beschreibt der Informatiker die Herausforderungen, vor die seine Arbeitsgruppe gestellt ist.

Um die Systeme optimal einzusetzen und möglichst viel Ertrag mit möglichst wenig Ressourcen wie Wasser, Energie oder Dünger zu erzielen, wurde an der FH Burgenland im Rahmen des Projekts „Agri-Tec 4.0“ eine neue Testkammer eingerichtet. In der „Cubus“ getauften Anlage sind auf knapp



Vollautomatischer Pflanzenanbau in Regalen ist ressourcenschonend und wetterfest.

[Getty Images]