

**TECHNIK
FÜRS
KLIMA**

**Leere Lastwagen
und Güterzüge
vermeiden**

Bieterverfahren als faire Option, Ressourcen besser zu nutzen.

Wer zwar einen Auftrag, aber kein Fahrzeug an einem bestimmten Ort hat, kann den Transport an ein anderes Unternehmen abtreten, das gerade Kapazitäten hat – und sich so eine Leerfahrt spart. Utopie? Ein Forschungsteam der Uni Klagenfurt um Margaretha Gansterer untersucht im FWF-Projekt „Emil“, wie Transportaufträge zwischen konkurrierenden Akteuren effizienter als bisher teilweise schon erprobt verteilt werden können.

Ziel ist es, über digitale Auktionsysteme gute Aufteilungen von vorhandenen Kapazitäten zu finden. So soll es gelingen, dass die Unternehmen möglichst wenig Informationen zu Auftragsvolumen, Kosten und Stammkunden teilen müssen. (cog)

**Pumpen wie das
menschliche Herz
spart Energie**

Ein Impuls-Ruhephasen-Wechsel verringert Reibung um 27 Prozent.

Fast zwanzig Prozent des weltweiten Stromverbrauchs werden für das Pumpen von Flüssigkeiten verwendet – von industriellen Anwendungen für den Transport von Öl und Gas bis hin zu Heizungsanlagen, die Warmwasser in Privathaushalte bringen. Eine Gruppe um Davide Scarselli und Björn Hof vom Institute of Science and Technology Austria in Klosterneuburg zeigte in der Fachzeitschrift *Nature*, inspiriert von menschlichen Herzen, dass das pulsierende Pumpen von Flüssigkeiten durch ein Rohr die dortige Reibung reduzieren kann.

Denn während der Ruhephase nehmen die durch Wirbel verursachten Turbulenzen ab, die Reibung wird in der Beschleunigungsphase effektiver reduziert. Das senkt den Energiebedarf um neun Prozent. (cog)

**Erdöl-Alternative:
Schwarzes Gold aus
der Papierfabrik**

Chemie. Kunststoffe sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken, ihre Herstellung verschlingt große Mengen fossiler Rohstoffe. Wiener Forschende haben nun ein Verfahren entwickelt, das einen Teil davon durch nachwachsende Holzabfälle ersetzt.

VON WOLFGANG DÄUBLE

Wir sind umgeben von Erdölprodukten. Von den Schuhsohlen, auf denen wir laufen, über die Jacken, die uns vor Regen schützen, bis hin zu den Lichtschaltern, Stromkabeln, Computerbildschirmen oder Zahnbürsten, die wir jeden Tag benutzen – die Liste ließe sich selbst für die Umweltbewusstesten unter uns nahezu beliebig verlängern. Ohne Kunststoffe ist eine moderne Gesellschaft kaum vorstellbar, und ohne Erdöl sind Kunststoffe derzeit kaum herzustellen.

Um diese Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen zu reduzieren, arbeitet ein ganzer Wissenschaftszweig an der Erschließung alternativer Quellen. So auch am Institut für Materialchemie der Universität Wien: Geleitet von dem Polymerchemiker Alexander Bismarck sucht ein Team von Forschenden nach neuen Wegen, um Kunststoffe nachhaltig und umweltfreundlich zu produzieren.

Einen solchen Weg haben sie nun in dem Fachjournal *Chemical Engineering Journal* aufgezeigt: Ein Nebenprodukt aus der Papierindustrie, die sogenannte Schwarzlauge, kann als Basis für Kunstharze verwendet werden. Denn diese Schwarzlauge enthält viel Lignin, einen Stoff mit besonderen Eigenschaften, erklärt Bismarck. „Lignin ist einer der Hauptbestandteile von Bäumen, neben Zellulose und Hemizellulose. Es bildet ein extrem festes Netzwerk um die Zellen und ist für die Verholzung von grünen Pflanzen verantwortlich.“

Werkstoff statt Brennmittel

Seine chemische Grundstruktur besteht aus einem Kohlenstoffring, in der Fachsprache Aromat genannt, an dem eine kurze Kohlenwasserstoffkette, ein Aliphant, hängt. An diese

Grundbausteine sind noch eine Reihe weiterer chemischer Gruppen gebunden, außerdem sind sie miteinander zu einem großen Netzwerk verknüpft. Streng genommen ist daher das gesamte Lignin eines Baums ein einziges, riesiges Molekül, das mehrere Tonnen wiegt.

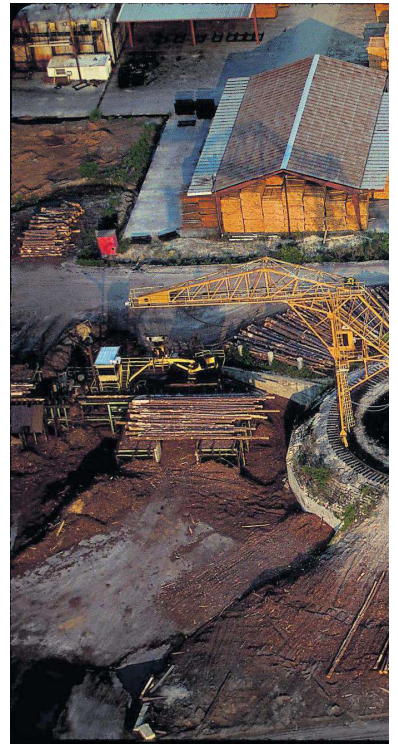
Die Schwarzlauge ist wertvoll

Für die Herstellung von Papier braucht man lediglich die Zellulose der Bäume, das Lignin wird chemisch abgetrennt und zerkleinert, die Schwarzlauge entsteht. Zwar wird sie aufgrund des hohen Kohlenstoffgehalts noch als Brennstoff verwendet, um die für die Papierproduktion nötige Hitze und elektrische Energie zu gewinnen. Doch für Bismarck hat die Schwarzlauge viel höheren Wert: „Diese aromatischen Verbindungen sind eigentlich viel zu schade, um sie zu verbrennen. Man kann damit viel Chemie machen, das Vanille-Aroma Vanillin wird zum Beispiel hauptsächlich aus Lignin gewonnen. Es lässt sich aber auch wunderbar vernetzen, dabei entstehen

ZUR PERSON



Alexander Bismarck studierte Technische Chemie an der TU Berlin, an der er 1999 über Verbundwerkstoffe promovierte. Nach seinem Postdoc an der University of Hull (UK) arbeitete er einige Jahre in der chemischen Industrie, bevor er seine akademische Laufbahn am Imperial College in London begann und dort 2010 zum Professor berufen wurde. 2012 ging er als Professor für Synthetische Materialchemie an die Universität Wien. Seit 2013 leitet er das Institut für Materialchemie an der Fakultät für Chemie der Uni Wien.



Polymere, die eine hohe Zugfestigkeit und Elastizität besitzen.“

Polymere, also lange Molekülketten, sind die Grundstruktur aller Kunststoffe. Dass solche Polymere aus Lignin hergestellt werden können, ist seit Längerem bekannt. Bisher waren dafür aber aufwendige Reinigungsprozesse nötig, gereinigtes Lignin verklumpt sofort zu einem Feststoff – die Schwarzlauge spielt für die chemische Industrie daher kaum eine Rolle als Rohstoff. Das könnte sich in Zukunft ändern, ist sich der Erstarbeiter vom Wissenschaftsfonds FWF geförderten Studie, Phillip Verdross, sicher: „Wir haben in unserer Arbeit gezeigt, dass es möglich ist, die Schwarzlauge direkt zu verwenden, ohne sie vorher reinigen zu müssen. Und wir erhalten dabei ein flüssiges Harz, das sich viel besser verarbeiten lässt als ein Feststoff.“

Windräder und Rennautos

Mit flüssigem Harz lassen sich etwa verschiedenste Verbundwerkstoffe herstellen, die besonders im Leichtbau gefragt sind. Gießemaßnahmen das Harz über Kohlefasern, können damit sehr widerstandsfähige Bauteile produziert werden, so Bismarck. „Kohlefasern

Wie viele Treibhausgase stehen jedem Land gerechterweise zu?

Philosophie. Schon geringe Umverteilungen des verbleibenden Emissionsbudgets zwischen Globalem Süden und Globalem Norden können die Grundbedürfnisse aller Menschen auf dem Weg zur Klimaneutralität sichern, sagt der Philosoph und IPCC-Hauptautor Lukas Meyer.

VON CORNELIA GROBNER

Sind Sie heuer in den Urlaub geflogen? Bei einer Strecke von etwa dreieinhalb Stunden Flugzeit haben Sie knapp 900 kg Emissionen verursacht – und damit das „Budget“ von 750 kg Treibhausgasen für Freizeitaktivitäten, das Ihnen jährlich gerechterweise zusteht, weit überschritten. Das Rechenbeispiel bringt der Philosoph Lukas Meyer von der Uni Graz, der sich mit CO₂-Limits mit Blick auf spätere Generationen beschäftigt. Eine Bedingung für minimale Gerechtigkeit: die Sicherung menschlicher Grundbedürfnisse.

Wenig wisse man über Lebensbedingungen, soziale Veränderungen oder technische Möglichkeiten der Zukunft. „Sehr anspruchsvolle Vorstellungen von Verteilungsgerechtigkeit lassen sich deshalb nicht sinnvoll verfolgen“, erklärt Meyer, der als einer der ersten Philosophen Hauptautor des Weltklimarates IPCC (2014, fünfter Sachstandsbericht) war. „Es empfiehlt sich, nicht auf die subjektive Seite zu schauen, sondern sich um eine objektive Beschreibung von minimalen Bedingungen des Wohlergehens zu bemühen.“ Das sind jene grundlegenden Bedürfnisse, die für ein autonomes Leben notwendig sind (Prinzip der Suffizienz). In einem vom Wissen-

“ Rund zehn Prozent der Bevölkerung verursachen die Hälfte aller Emissionen.

Lukas Meyer, Philosoph, Uni Graz



schaftsfonds FWF geförderten Projekt untersuchte Meyer mit Forschenden aus Philosophie und Ökonomie der Uni Graz, welche Konsequenzen eine derart verstandene intergenerationelle Klimagerechtigkeit für die einzelnen Länder haben würde. Das globale Transformationsziel Klimaneutralität bis 2050 vorausgesetzt. Was verlangt die Erfüllung der Grundbedürfnisse für die vom IPCC untersuchten Transformationspfade?

Kein Problem der absoluten Knappheit

Es sei unrealistisch anzunehmen, dass Staaten mit einem Mal hundert Prozent ihrer Emissionen zur Erfüllung der Grundbedürfnisse einsetzen würden, sagt Meyer: Wenn in den Regionen allerdings jeweils nur 50 Prozent des verbleibenden Emissionsbudgets für die Erfüllung von Grundbedürfnissen ver-

wendet werden, bleiben viele Menschen insbesondere im Globalen Süden und in der ersten Phase des Transformationszeitraums bis 2035 auf der Strecke. Aber: „Das könnte man ändern, indem das Budget global umverteilt wird, denn es handelt sich nicht um ein Problem einer absoluten Knappheit.“ Die Klimaziele können erreicht und gleichzeitig die Grundbedürfnisse aller erfüllt werden. Meyer und sein Team zeigen, dass diese Umverteilungen nur minimal wären: „Es geht um wenige Prozent des Budgets von Europa und Nordamerika. Wenn diese Emissionen Staaten in Afrika oder Asien zugeschrieben würden, könnten diese die Grundbedürfnisse ihrer Bevölkerung erfüllen.“

Aber ist es gerecht, Menschen im Globalen Norden nicht nur für aktuelle emissionsintensive Aktivitäten, sondern auch für Schäden verantwortlich zu machen, die Generationen vor ihnen unwissentlich verursacht haben? Meyer begegnet der Debatte rund um historische Verantwortung, indem er zum einen dafür plädiert, für die Berechnung fairer CO₂-Budgets die Emissionen ab 1995, ab der Veröffentlichung des zweiten IPCC-Sachstandsberichts, zu berücksichtigen: „Das ist der Zeitraum, von dem an Staaten, Institutionen und auch jedenfalls höher gebildete Menschen wissen konnten, dass sie ihre

Emissionen aufgrund des drohenden katastrophalen Klimawandels einschränken müssen – insofern sind sie dann verantwortlich für diese.“ Zum anderen weist der Philosoph darauf hin, dass wir heute noch von den Konsequenzen der emissionsintensiven Entwicklung seit der Industrialisierung ungleich begünstigt sind. Das dürfe nicht unter den Tisch fallen.

Wo unsere Verantwortung liegt

Wie das eingangs erwähnte Beispiel zeigt, lassen sich die Berechnungen der gerechten Anteile am CO₂-Budget bis auf individuelle Ebene herunterbrechen. Meyer warnt jedoch davor, den Fokus der Diskussion um Klimagerechtigkeit allein auf Privatpersonen zu richten. Allerdings sollte jeder und jede Einzelne, so sein Standpunkt, durch Bemühungen um Emissionsreduktion dazu beitragen, dass die Transformation politisch gelingt.

Es gehe dabei weder vornehmlich um die kausale Verantwortung von Privatpersonen für den Klimawandel, noch um ihre Schuldhaftigkeit dafür. Wichtig sei für ihn die zukunftsgerichtete Idee, dass Menschen „Verantwortung dafür übernehmen, weniger moralisch mangelhafte und gerechtere Bedingungen für alle zu schaffen und sicherzustellen.“