

P.M.



Erkennen Katzen die Stimme ihrer Halter? Seite 19



Wie klimafreundlich können Flugzeuge sein? Seite 6



Helfen 10 000 Schritte pro Tag gegen Demenz? Seite 56

Fragen & Antworten

Deutschland 5,20 € · Österreich 5,80 € · Schweiz 8,30 sfr
Benelux 6,10 € · Italien 6,90 € · Spanien 6,90 €

FEBRUAR 2023



www.pm-wissen.com

Schneller schlau



56
SPANNENDE
FRAGEN

Wie bringt **DIGITALE FORENSIK** Verbrecher zur Strecke? Seite 20

Noch mehr Antworten in unserem WISSENS-PODCAST:



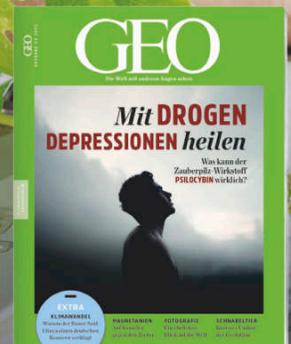
GEO

Die Welt mit anderen
Augen sehen

EXPEDITION MIT ANDEREN AUGEN SEHEN

Uns und unsere Welt immer wieder neu entdecken, Zusammenhänge verstehen, Perspektiven wechseln und neugierig bleiben. Das ist GEO.

Die Geschichte einer Entdeckungsreise im Regengebirge gibt's auf geo.de/entdecken.





Tilman Botzenhardt,
Redaktion

Liebe Leserin, lieber Leser,

bei der Aufklärung von Straftaten haben Ermittler von drei revolutionären Fortschritten profitiert: Der erste lag in der Untersuchung von Fingerabdrücken ab dem Ende des 19. Jahrhunderts, der zweite in der Möglichkeit, Täter anhand von DNA-Spuren zu überführen. Die dritte Revolution findet in der Gegenwart statt: Sie fußt auf der Digitalisierung des Alltags, in deren Folge wir beinahe pausenlos immer umfassendere Datenspuren hinterlassen. Längst stolpern Verbrecher nicht mehr nur über abgefangene Handynachrichten oder Laptopdateien: Sie werden von unbemerkt lauschenden Smarthome-Geräten überführt, von GPS-Sendern in Fitness-Uhren oder gar den Außenspiegeln von Autos. Wie Ermittler solche Spuren nutzen und welche Probleme dabei entstehen, beschreibt Ulf Schönert in unserer Titelgeschichte. Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen!

Mit herzlichen Grüßen

Tilman Botzenhardt

GEO SAISON EXTRA

Tour de France

Auch wenn's im Fußball nicht ganz gereicht hat – als Reiseland ist Frankreich weltmeisterlich: GEO Saison vereint im neuen Extra auf 148 Seiten daher die reizvollsten Regionen. Und zwar so, dass man nicht nur wie Gott in Frankreich essen, sondern auch baden, wandern, radeln, Hausboot fahren und überhaupt staunen kann. In Paris, der Normandie, auf Korsika, in der Provence ... Und es gibt ein Extra im Extra: einen exklusiven Krimi in Les Baux-de-Provence, einem der landesweit schönsten Dörfer.



GEO Saison »Frankreich«

hat 148 Seiten und kostet 10 Euro.

Einige Themen: Die besten Anlaufstellen an der Côte d'Azur • Lecker, leckerer, Dijon: Unterwegs mit dem Speiseführer • Grüne Hotels

»**SCHNELLER SCHLAU**«

Der kurze Wissens-Podcast von P.M.

Welches Jahr hatte 445 Tage? Können Drogen gegen Depression helfen? Ist unser Wille frei? Und wer hat die Nachhaltigkeit erfunden? Solche Fragen beantworten P.M.-Redakteure auch zum Hören, im Format »Schneller schlau«. Wir beschreiben erstaunliche

Phänomene in Natur und Wissenschaft, Amüsantes aus der Gesellschaft und Relevantes aus Politik und Geschichte. Überall, wo es Podcasts gibt, oder auf

www.audionow.de



IHRE FRAGEN – UNSERE ANTWORTEN

Haben Sie eine Frage, von der Sie glauben, sie könnte auch andere Leser interessieren? Dann schicken Sie sie uns! Wir werden die Antwort finden und beides veröffentlichen. Schreiben Sie Ihre E-Mail an: schnellerschlau@pm-magazin.de



40 Wo treffen sich Tausende zum Angeln auf dem Eis?



54 Gibt es auf dem Mars Wolken aus gefrorenem Wasser?



18 Wie finden Schildkröten ihren Weg durch den Ozean?

Inhalt

P.M. Schneller schlau 2/2023

Rubriken

- 71** Impressum
- 72** Leserfrage des Monats, Leserservice & Rätsel
- 74** Vorschau

06 » AKTUELL

- **Wie können Flugzeuge klimafreundlich werden?**

12 » NATUR

- Warum wachsen die Rentierbestände auf Spitzbergen?
- Hat die Evolution zwei unterschiedliche Riesenkängurus hervorgebracht?
- Wie kommunizieren Pflanzen von Blatt zu Blatt?
- Kehren Seepferdchen in die Nordsee zurück?
- Fühlen Tiere den Rhythmus von Musik?
- Warum suchen Thunfische die für sie lebensgefährliche Nähe von Haien?
- Werden Kühe zu Unrecht als Klimakiller bezeichnet?
- Wie finden Schildkröten ihren Weg durch den Ozean?
- **Achten Katzen auf den Klang einer menschlichen Stimme?**

20 » TITEL

- **Wie bringt digitale Forensik Verbrecher zur Strecke?**

28 » GESCHICHTE

- Gab es in der Türkei ein zweites Pompeji?
- Welche Felle waren bei den Wikingern besonders beliebt?
- Verbirgt sich in Spanien ein Mega-Stonehenge?
- Wer durfte bei den Maya Kakao trinken?
- **WARUM SAGEN WIR ... »Kiosk«?**
- Wer saß im Weltkriegspanzer von Kutenholz?
- Wann begann der Fernhandel mit Heringen?
- **SEIT WANN GIBT ES ... Pauschalreisen?**
- Lebten die Neandertaler in Familien zusammen?



56 Wie viele Schritte pro Tag beugen Demenz vor?

6 Wie können Flugzeuge klimafreundlich werden?

16 Fühlen Tiere den Rhythmus von Musik?



36 » POLITIK

- Was steckt hinter dem Unoda?
- Wer wurde 1871 erster Präsident des neuen Reichstags?
- Was ist die Ewigkeitsklausel?
- Welches Land hat die längste Nationalhymne?

40 » FREIZEIT

- Wo treffen sich Tausende zum Angeln auf dem Eis?
- Welches ist das meistgeküsste Gesicht der Welt?
- Was ist der Künstlerfaktor?
- Welche Sprache wird am schnellsten gesprochen?
- Gibt es in Venedig auch weibliche Gondolieri?
- Wer war Karel Zeman?

48 » TECHNIK

- Wer nutzte Geothermie erstmals zur Stromproduktion?
- Kann man aus Kohlendioxid Lebensmittel herstellen?
- Wann werden wir auf Stromkabel verzichten können?
- Können Roboter mit Tentakeln greifen?

52 » WISSENSCHAFT

- Was ist die explosivste Substanz der Welt?
- Woraus besteht der stärkste Magnet?
- Gibt es auf dem Mars Wolken aus gefrorenem Wasser?
- Was verrät die älteste jemals entdeckte DNA?

56 » GESUNDHEIT

- Wie viele Schritte pro Tag beugen Demenz vor?
- Kann eine Botox-Spritze gegen Falten die Stimmung verbessern?
- Übertragen Bettwanzen beim Stich Krankheiten?
- Was ist das »Bencao Gangmu«?

60 » PSYCHOLOGIE

- Sind wir Fremden gegenüber heute weniger hilfsbereit als früher?
- Wann hören wir auf, uns als Persönlichkeit zu entwickeln?
- Hilft ein Faktencheck gegen Fake News?
- Schweißen schlechte Phasen Paare stärker zusammen?
- Was bestimmt, ob wir neue Technologien für nützlich halten?
- Sind große Menschen wirklich erfolgreicher?

66 » GESELLSCHAFT

- Wo leben rund 20 000 Menschen im selben Haus?
- Wann hat zum ersten Mal ein Computer ein Paar getraut?
- Was ist das Besondere in Deutschlands erstem Gefängnis für Senioren?
- Woher kommt die Weiberfastnacht?

RECHT IM ALLTAG

- Müssen Pfandbons sofort eingelöst werden?
- Darf ich meinen Personalausweis als Pfand hinterlegen?
- Darf man Obstreste einfach in die Natur werfen?

COVERFOTOS: DPA PICTURE-ALLIANCE, AIRBUS, GETTY IMAGES (2); FOTOS INHALT: GETTY IMAGES (2), ESA, IMAGO, LAIF, DPA PICTURE-ALLIANCE

Wie können **FLUGZEUGE** **klima**

Immer mehr Menschen heben ab. Und damit steigt auch die Emission von Treibhausgasen immer weiter an. Gesucht wird deshalb eine Alternative zum fossilen Kerosin

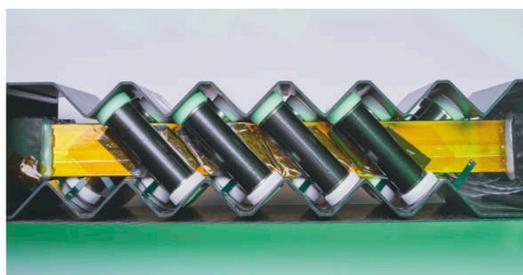
TEXT: HOLGER DIEDRICH



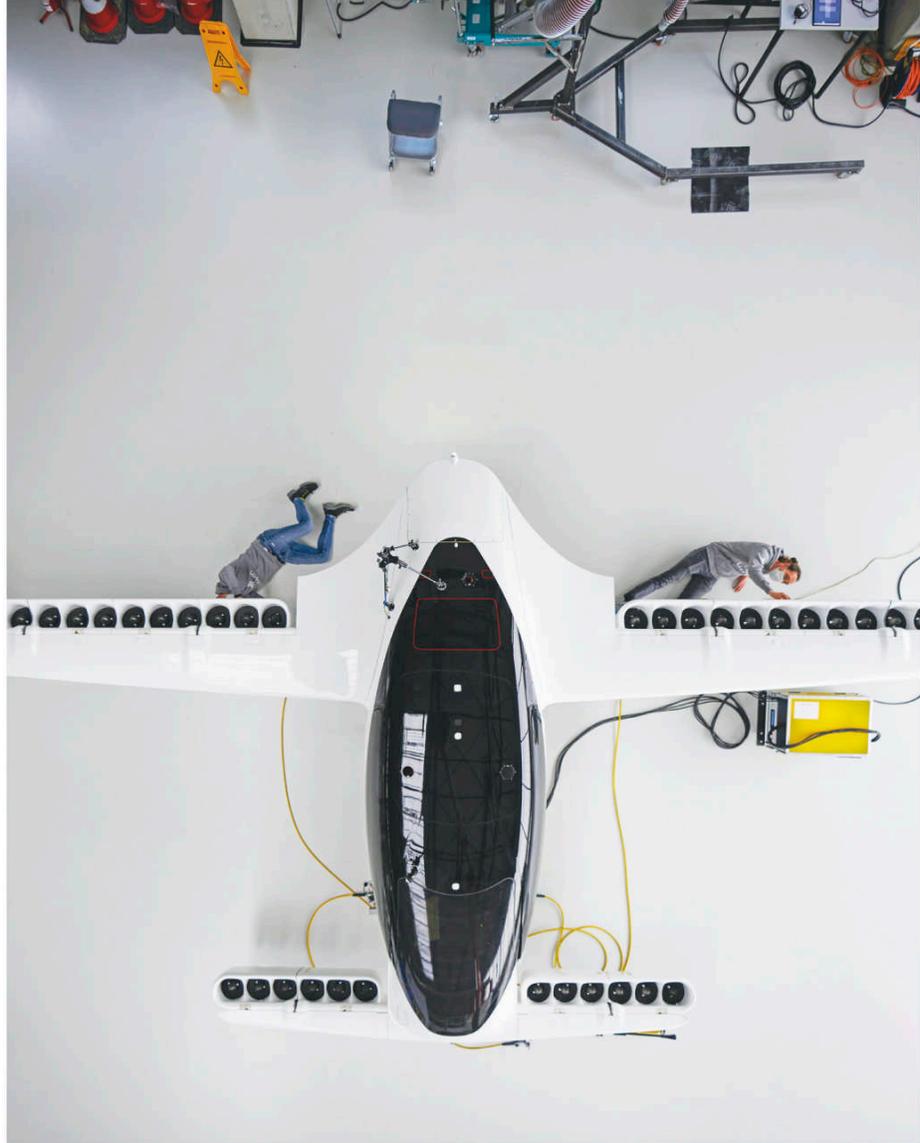
Sauber in die Lüfte:
Der CityAirbus treibt
seine Rotoren mit
Strom an. Lässt sich so
die Luftfahrtbranche
revolutionieren?

freundlich werden?

Der Elektroflieger von Lilium (rechts) startet senkrecht, im Flug lassen sich die 36 Rotoren in die Horizontale schwenken



Bis zu vier Passagiere soll der CityAirbus (oben) über kurze Strecken transportieren, dank Batterien (unten) in Leichtbauweise



Optimiert wird, was sich optimieren lässt: die Stromlinienförmigkeit der Flugzeuge, das Gewicht, die Effizienz der Triebwerke. Verbrannten deutsche Airlines 1990 pro Passagier und 100 Kilometer Flug noch 6,3 Liter Kerosin, waren es 2018 nur noch 3,6 Liter. Und doch ist die Branche keineswegs auf Umweltkurs: Der Treibstoffverbrauch steigt weltweit; 2022 werden voraussichtlich etwa 266 Milliarden Liter Kerosin verfeuert.

Denn es wird immer mehr geflogen, was den Klimawandel befeuert. In wenigen Branchen nehmen die Treibhausgas-Emissionen so schnell zu wie im Flugverkehr, seit 1966 haben sie sich vervierfacht, Tendenz weiter steigend. Angesichts dessen wird es im Kampf gegen den Klimawandel nicht reichen, den Kerosinverbrauch durch technische Finesse noch

weiter zu verringern. Es muss sich etwas Grundlegendes ändern: Gesucht wird ein klimafreundlicher Antrieb.

In Zukunft soll Strom die Mehrzahl unserer Pkw antreiben, daher liegt es nahe, auch Flugzeuge zu elektrifizieren. Doch anders als ein Auto muss ein Flugzeug nicht nur gegen den Luftwiderstand ankämpfen, sondern auch noch gegen die Schwerkraft. Das erfordert enorme Energie. Eine Boeing 747 benötigte den Strom aus 4,4 Millionen Laptop-Batterien, allein um abzuheben.

ELEKTROFLUGZEUGE KÄMPFEN MIT SCHWEREN BATTERIEN

Das schwedische Start-up Heart Aerospace probiert es dennoch: Dessen E-Flugzeug vom Typ ES-19 soll 400 Kilometer weit fliegen und bis zu 19 Passagiere transportieren. In die Luft steigen

werden die Flugzeuge aber frühestens 2026. Bislang wurde lediglich ein Modell im Maßstab 1:5 getestet.

Die Flugzeuge von Heart Aerospace kämpfen wie alle E-Flugzeuge mit dem Gewicht der Batterien. Liefert ein Kilogramm Kerosin rund zwölf Kilowattstunden, ist für die gleiche Energiemenge eine 60-mal so schwere Batterie nötig. Zwar ist ein elektrischer Antrieb effizienter, sodass weniger Energie mitgeführt werden muss. Dennoch würde das Gesamtgewicht des Flugzeugs durch die Batterien unterm Strich zunehmen. Das Problem verstärkt sich selbst: Jedes Kilogramm Mehrgewicht erfordert, noch mehr Energie mitzunehmen, was erneut das Gewicht erhöht.

Schlechte Aussichten also gerade bei Strecken von mehr als 1500 Kilometern, bei denen sich die meisten Menschen für

das Flugzeug entscheiden. »Reiner Elektroflug über die heute üblichen Distanzen (...) wird ohne technische Quantensprünge in den kommenden Jahrzehnten unrealistisch bleiben«, lautet das Fazit einer Analyse des schweizerischen Bundesamts für Zivilluftfahrt (BAZL). Allenfalls Flugtaxi und Kurzstreckenflüge könnten elektrisch betrieben werden. Doch jene konkurrieren mit den oftmals klimafreundlicheren Transportalternativen auf dem Boden.

gie produziert wird. Bislang macht grüner Wasserstoff allerdings nur etwa fünf Prozent der Wasserstoffproduktion in Deutschland aus.

Das Gewicht von Wasserstoff ist unproblematisch: Er hat den dreifachen Energiegehalt von Kerosin. Allerdings hat er selbst im tiefgekühlten, flüssigen Zustand das Vierfache an Volumen. In den Flugzeugen würde es eng werden.

Größere Flugzeuge mit mehr Platz für die Wasserstofftanks benötigten wie-

All dies spricht dagegen, dass Wasserstoff in absehbarer Zeit das kommerzielle Fliegen revolutioniert.

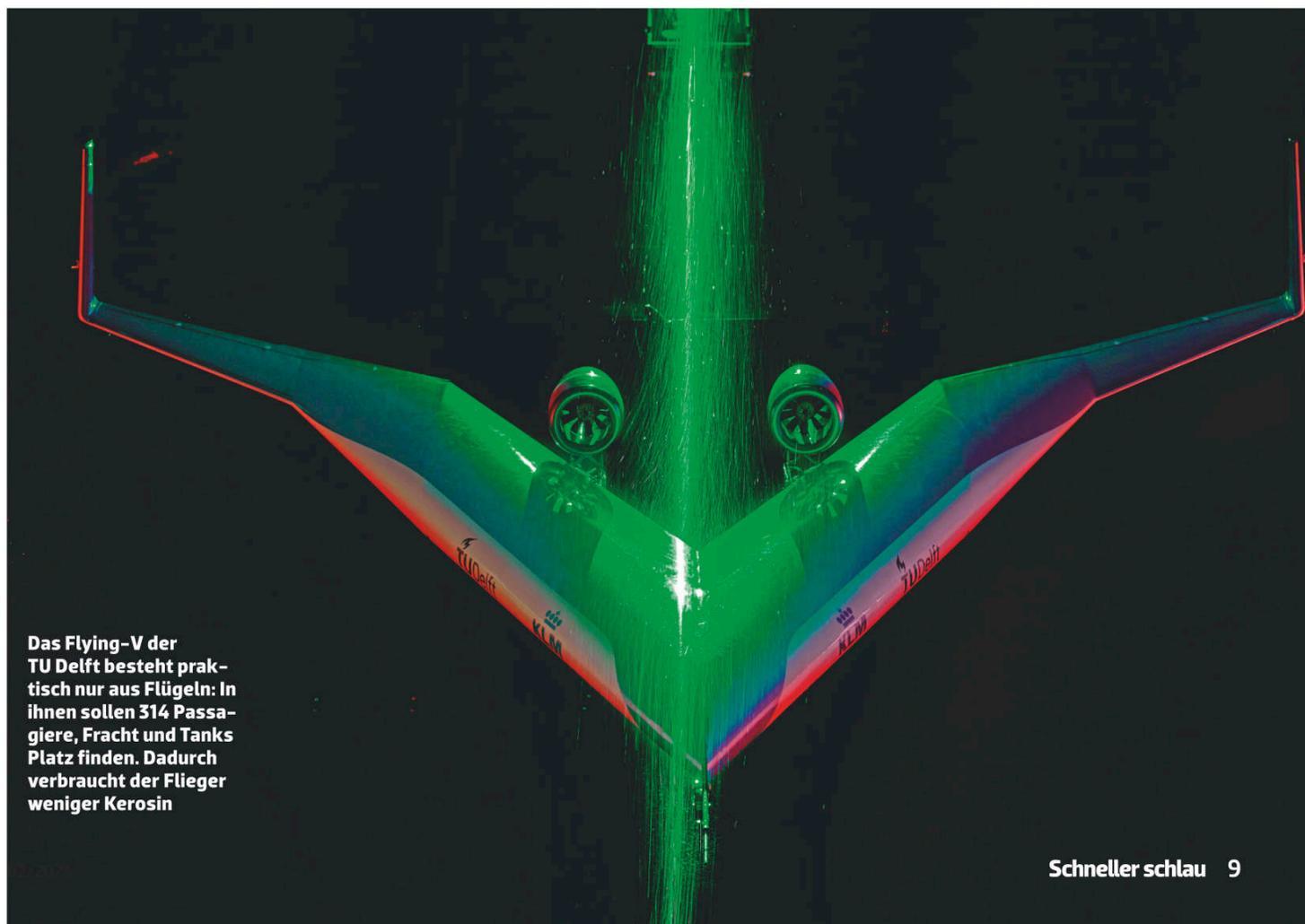
Nötig ist also ein Speicher, der viel Energie auf wenig Raum und Gewicht vereint. Auch sollten sich bestehende Flugzeuge darauf nachrüsten lassen. Es wäre wirtschaftlich wie auch fürs Klima ein Irrsinn, Flugzeuge zu verschrotten, die noch 20, 30 Jahre fliegen könnten. Als realistische Lösung für die kommenden Jahrzehnte gilt daher Sustainable Aviation Fuel (SAF): fossilfrei und nachhaltig hergestellter Kraftstoff. Zurzeit werden die Dichtungssysteme deutscher Passagierflugzeuge ausgetauscht, damit sie spätestens ab 2030 mit 100 Prozent SAF fliegen könnten. Allerdings müssen überhaupt erst ab 2026 0,5 Prozent des Flugkraftstoffs fossilfrei sein.

Statt aus Erdöl muss der für SAF notwendige Kohlenstoff nachhaltig gewonnen werden. Drei Wege sind möglich: mittels Pflanzen, mittels kohlenstoffhaltiger Abfälle oder durch CO₂-Entnahme aus der Luft. ▶

Nachhaltiges Kerosin als bevorzugte Lösung

Statt in einer Batterie lässt sich Energie auch in Wasserstoff speichern. Eine Brennstoffzelle könnte daraus im Flugzeug Strom gewinnen, der einen Elektromotor antreibt. Der Flieger würde dann lediglich Wasserdampf auspusten. Wasserstoff gilt als klimaneutral, falls er mittels Elektrolyse aus erneuerbarer Ener-

derum mehr Energie, um abzuheben. Die Speicher-Infrastruktur an den Flughäfen müsste umgebaut werden; zudem würde sie Energie verbrauchen, um den Wasserstoff auf minus 253 Grad Celsius zu halten. Nötig sind zudem in den Flugzeugen leichte Brennstoffzellen sowie kraftvolle, aber leichte Elektromotoren.



Das Flying-V der TU Delft besteht praktisch nur aus Flügeln: In ihnen sollen 314 Passagiere, Fracht und Tanks Platz finden. Dadurch verbraucht der Flieger weniger Kerosin



Vom Airbus Maveric existiert bislang nur ein kleines Modell. Dank seiner Form soll er bis zu 20 Prozent Treibstoff einsparen

Die Herstellung pflanzenbasierter Kraftstoffe steht im Ruf, wertvolle Ackerflächen zu kosten. Auswege bietet etwa die Nutzung von Algen oder ölhaltigen Halophyten, also Salzwiesenpflanzen. Letztere hätten den Vorteil, dass sich mit ihnen versalzten Ackerflächen wieder nutzbar machen ließen. Bislang existieren aber lediglich Forschungsprojekte für diese Art der Kerosinherstellung.

NOCH KOSTEN SYNTHETISCHE KRAFTSTOFFE ZU VIEL

Ähnliches gilt für die Produktion von Treibstoffen aus kohlenstoffhaltigen Abfällen aus Haushalten, Industrie oder Landwirtschaft. Hier limitiert die Menge an Abfall eine Produktion größerer Mengen grünen Kerosins. Hinzu kommt: Um tatsächlich nachhaltigen Treibstoff zu erzeugen, müssen alle Stufen des Herstellungsverfahrens CO₂-neutral sein. Je

komplexer die Produktionswege, desto schwieriger ist dies einzuhalten.

Die größte Hoffnung liegt derzeit auf der Herstellung synthetischen Kerosins durch das »Direct Air Capture Power-to-Liquid (PtL)«-Verfahren, bei dem Kohlendioxid aus der Luft gefiltert wird. »Für das Ziel eines treibhausgasneutralen Luftverkehrs müsste der größere oder der gesamte Anteil des Endenergiebedarfs für den Luftverkehr über nachhaltiges PtL bereitgestellt werden«, urteilt das deutsche Umweltbundesamt.

Die Technik funktioniert –

In einer PtL-Anlage wandelt ein Katalysator Kohlendioxid aus der Atmosphäre zu Kohlenmonoxid um, unter Mithilfe von grünem Wasserstoff. Anschließend wird im Fischer-Tropsch-Verfahren Kraftstoff hergestellt: Kohlenmonoxid wird zusammen mit weiterem grünem Wasserstoff unter hohem Druck durch einen porösen Katalysator gepresst, dabei bilden sich die gewünschten Kohlenwasserstoffe.

Bis 2030 sollen 200 000 Tonnen PtL-Kerosin in Deutschland produziert wer-



Im Algentechnikum der TU München sollen Algen fossilfreien Kraftstoff herstellen. Entnehmen sie den benötigten Kohlenstoff aus der Atmosphäre, ist der Treibstoff nachhaltig. Womöglich lassen sich aus Algenöl auch Grundstoffe leichter Carbonfasern für den Bau von Flugzeugen gewinnen

doch es fehlt an Produktionskapazität

Produktion von
Flugzeugtriebwerken
beim Hersteller
Rolls-Royce in Derby,
Großbritannien

den, das entspricht allerdings nur zwei Prozent des Kerosinabsatzes in Deutschland im Jahr 2019. Der gesamte Flugverkehr lässt sich also nicht innerhalb weniger Jahre mit PtL-Kraftstoff versorgen – umso unwahrscheinlicher, dass relevante Mengen grünen Kraftstoffs für den Autoverkehr übrig bleiben.

Synthetischen Kraftstoff herzustellen ist aufwendig und damit teuer. SAF kostet derzeit bis zu achtmal so viel wie konventionelles Kerosin. Die Kosten würden sinken, wären Investitionen und Nachfrage höher. Doch beides bleibt aus, solange SAF nicht konkurrenzfähig ist. Dies ließe sich ändern, würden die Preise der Kraftstoffe ihre Klimaschädlichkeit widerspiegeln. Das Schweizer Bundesamt für Zivilluftfahrt rechnet vor: Vorausgesetzt, die Produktion von CO₂ werde mit 200 Euro pro Tonne besteuert, »könnten die Treibstoffkosten von synthetischem Kerosin bereits vor 2030 unter die Kosten von fossilem Kerosin fallen«. Derzeit werden in Deutschland aber nur 30 Euro CO₂-Steuern fällig.

FLUGZEUGE WERDEN WOHL NICHT VOR 2050 KLIMANEUTRAL

Zudem: Woher sollen die enormen Mengen grünen Kraftstoffs kommen? »Es wird Jahrzehnte dauern, die Produktionskapazität aufzubauen«, schreibt Anthony Patt, Professor für Klimaschutz und -anpassung an der ETH Zürich. Aber immerhin wäre es bei entsprechender staatlicher Unterstützung möglich, »in den nächsten Jahren ein Prozent des Treibstoffbedarfs synthetisch herzustellen und danach ein jährliches Wachstum der Produktionskapazität um etwa 20 Prozent anzustreben, ähnlich der exponentiellen Entwicklung der Photovoltaik«. Im Idealfall wären 2050 bis zu 100 Prozent Versorgung mit synthetischem Treibstoff möglich.

Doch für die Flugpassagiere würde dies teuer: »In 30 Jahren würde so ein Flug mit synthetischem Treibstoff etwa 25 Prozent mehr kosten als fossiles Fliegen heute.« ■

Moderne Rolls-Royce-Triebwerke verbrauchen 15 Prozent weniger Kerosin als Vorgänger aus den 1990er-Jahren

