

## Mobilität — Wie grün ist der Sprit der Zukunft?



Text  
IVO GOETZ

Illustration  
JONI MAJER

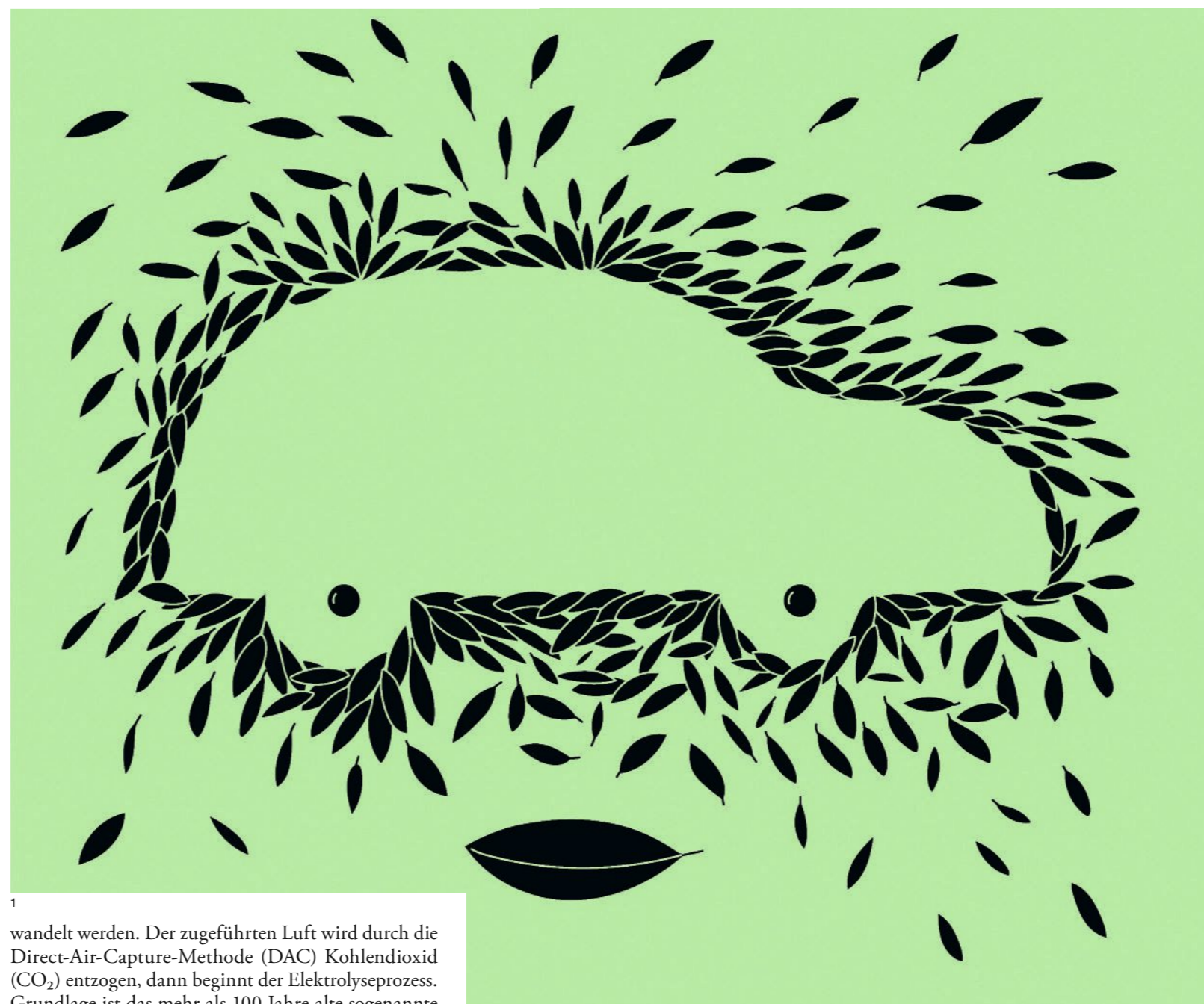
Vögel verenden am Strand in Peru – beim Entladen eines Öltankers war etwas schiefgelaufen, Wälder und Sumpfbereiche in Westsibirien schimmern ölig der endgültigen Vernichtung entgegen, im Regenwald von Ecuador sprudelt Rohöl aus einer defekten Pipeline, und vor der nigerianischen Küste explodierte vor Kurzem ein Ölförder- und Lagerschiff: Seit Beginn des Jahres, so erfährt man von der Umweltorganisation Greenpeace, ereigneten sich mehrere Ölkatastrophen, im Laufe des Jahres werden weitere hinzukommen. Der weltweite Ölbedarf ist gigantisch – jährlich werden mehr als 4,5 Milliarden Tonnen Erdöl verbraucht, die CO<sub>2</sub>-Emissionen sind enorm. Allein auf den Verkehrssektor entfällt mehr als ein Viertel des gesamten Endenergieverbrauchs in Deutschland, Mineralölprodukte wie Kerosin, Diesel oder Benzin machen mehr als 90 Prozent davon aus, der Anteil an Biokraftstoffen beträgt lediglich 6 Prozent. Wenn die Klimaziele erreicht werden sollen, ist eine Abkehr von fossilen Brennstoffen unumgänglich. Bis zum Jahr 2030, so verlangt das geänderte Klimaschutzgesetz, sollen die Treibhausgasemissionen um 65 Prozent gegenüber 1990 gesenkt werden.

Der konsequente Ausbau der erneuerbaren Energien, energieeffizientes Bauen, die Umstellung auf elektrisch betriebene Fahrzeuge, aber auch alternative Kraftstoffe sind Strategien für eine Zukunft ohne fossile Brennstoffe wie Öl, Kohle und Gas – und für das drastische Absenken der CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Welches also sind die Treibstoffe der Zukunft? Sind E-Fuels und Biofuels eine Alternative für eine Übergangszeit, bis Verbrennungsmotoren ab 2035 aus unseren Autos verbannt werden, oder werden sie neben dem Elektroantrieb zu einer klimaneutralen Energiequelle für die Motoren der Mobilität der Zukunft? E-Fuels aus Ökostrom, Biofuels aus Pflanzen, Pilzen, Algen, Holz oder in der Landwirtschaft anfallender Biomasse und sogar Plastikmüll könnten die Grundstoffe für neue Kraftstoffe sein. Wir haben uns einige interessante Verfahren und Projekte einmal angesehen.

Bei der Produktion von E-Fuels, also Kraftstoffen aus Ökostrom, will Porsche ganz vorne mitmischen. Alle Modellreihen sollen elektrisch fahren – nur im 911er wird es weiterhin einen Verbrennungsmotor geben. Der Sportwagenhersteller investiert zusammen mit anderen internationalen Projektentwicklern seit verganginem Jahr 70 Millionen Dollar in ein Pilotprojekt in Südkolumbien. Auf einer windigen, kargen Ebene nördlich von Punta Arenas soll der klimaneutrale Sprit der Zukunft hergestellt werden. Angetrieben von Windrädern der Siemens-Energy-Tochter Gamesa und mit Zuschüssen aus dem Bundeswirtschaftsministerium soll in einem Elektrolyseur Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff aufgespalten und dann in grünes Methanol umge-

**E-Fuels aus Ökostrom, Biofuels aus Pflanzen, Algen, Holz oder aus Biomasse, die in der Landwirtschaft anfällt, könnten die Grundstoffe für neue Kraftstoffe sein. Weltweit wird geforscht. Bis selbst Sportwagen und Containerschiffe sauber durch die Welt fahren.**



wandelt werden. Der zugeführten Luft wird durch die Direct-Air-Capture-Methode (DAC) Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) entzogen, dann beginnt der Elektrolyseprozess. Grundlage ist das mehr als 100 Jahre alte sogenannte Fischer-Tropsch-Verfahren (FT-Synthese). Das Endprodukt ist eine Art kohlenstofffreies, grünes Benzin, das mit Schiffen an die Zapfsäulen zu den Sportwagenbesitzern geliefert wird – noch im Laufe dieses Jahres sollen ungefähr hundertdreißigtausend Liter Sprit in der chilenischen Steppe produziert werden – und beim klimaneutralen Verbrennen lediglich die Menge CO<sub>2</sub> freisetzt, die der Atmosphäre vorher entzogen wurde.

Auch Ineratec, ein Start-up, das am Karlsruher Institut für Technologie entstand, möchte Industrie und Verkehr dekarbonisieren. In chemischen Reaktoren, die in Schiffscontainern Platz finden, können aus schädlichen Industrieabgasen, Biogas oder auch den Gasen, die in Kläranlagen entstehen, im Gas-to-Liquid-Prozess Kraftstoffe hergestellt werden. Und auch im Power-to-Liquid-Verfahren, ähnlich dem Vorhaben

von Porsche in Chile, werden aus regenerativen Stromquellen gespeist synthetische Kraftstoffe hergestellt. In Hamburg ging Ende März eine Pilotanlage in Betrieb; wenn die Produktionsprozesse in größerem Maßstab etabliert sind, sollen CO<sub>2</sub>-neutrale E-Kerosine fossilen Flugzeugtreibstoff ersetzen.

C1, ein Berliner Start-up, geht die Defossilisierung der chemischen Industrie auf atomarer Ebene an. Die Experten wollen durch quantenchemische Simulationen eine Lösung für die Herstellung von Methanol, einem massenhaft hergestellten Grundstoff der chemischen Industrie, gefunden haben und diese revolutionieren. Methanol soll grün werden. Eine Pilotanlage, so C1, geht in den kommenden 24 Monaten in Betrieb. Mit ihrem neu entwickelten Katalysatorsystem wollen die

Chemiker klimafreundliches Methanol in der Zukunft sogar aus Altplastik synthetisieren. Und auch für die Schifffahrt haben die Strategen von C1 große Ziele. Grünes Methanol soll die Motoren von Containerschiffen antreiben. Die Reederei Maersk orderte bereits 12 Schiffe.

Für E-Fuels, die in der Luft- und Schifffahrt eingesetzt werden können, sieht Jan Christoph Gras von Planet A Ventures, einem Greentech-VC (Wagniskapitalgeber) aus Deutschland, großes wirtschaftliches Potential. Planet A investierte sowohl in Ineratec als auch in C1. Die Luft- und Schifffahrt sind beide große CO<sub>2</sub>-Emittenten, sagt Gras, synthetische Kraftstoffe können hier eine klimafreundliche Alternative sein, wenn diese dort produziert werden, wo CO<sub>2</sub> als Abfallprodukt anfällt und erneuerbare Energie ausreichend und günstig zur Verfügung steht.

Wie eine dekarbonisierte Welt der Zukunft aussehen könnte, kann man bei Prometheus Fuels aus den USA im Internet erleben. In einem Ford Mustang braust der klimafreundliche Autoliebhaber durch eine abendrotfarbene Mobilitätsidealwelt. Der Achtzylinder gurgelt sanft, gespeist durch synthetisches Prometheus-Benzin, welches in einer Metaforge, einer Art Energieturbine, aus Wasser und Luft hergestellt und dann am Ende des Prozesses als kohlenstoffreies Wunderbenzin in die Zapfsäulen gebracht wird. Die modulare Spritfabrik kann überall dort betrieben werden, wo grüne Stromproduktion möglich ist, so Prometheus.

Dass auch aus Pflanzen Biokraftstoffe hergestellt werden können, weiß man schon lange – unter teilweise fragwürdigen Umweltbedingungen wird etwa in Brasilien Bioethanol aus Zuckerrohr gewonnen. Riesige Waldflächen werden gerodet, der Einsatz von Pestiziden und ein enormer Wasserverbrauch haben katastrophale Folgen. Die Blaue Agave könnte eine Alternative sein – sie braucht kaum Wasser und wächst sogar in Wüstenregionen. Nicht nur Sprit für den Trinkgenuss – aus der Agavenart wird in Mexiko Tequila destilliert –, sondern auch Treibstoff für Motoren lässt sich aus der zähen Pflanze gewinnen. Bereits seit mehr als zehn Jahren untersuchen Forscher von der Universität Sydney die Eigenschaften der Pflanze zu Herstellung von Agavenethanol – mit erfreulichen Ergebnissen: Nicht nur für Schnaps, sondern auch als Grundlage für Benzinersatz ist die faserige Pflanze bestens geeignet.

Ob E-Fuels im Straßenverkehr eine Rolle spielen werden, wird der Herstellungspreis in der Zukunft zeigen. Aktuell liegt der bei ungefähr vier Euro pro Liter grünem Benzin, und auch die Energieeffizienz, so eine Berechnung des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung, fällt eher ernüchternd aus – gerade einmal 12 Prozent des aufgewendeten Stroms kommen nutzbar im Auto an. Bei einem batteriebetriebenen E-Auto sind es immerhin 54 Prozent.

In Flugzeugen, wo schwere Batterien keine Option sind, oder im Schiffsverkehr mit seinen langen Strecken könnten die grünen Kraftstoffe jedoch eine Zukunft haben. ●

BILD:  
I  
Diverse klimaneutrale Kraftstoffe werden derzeit entwickelt. Unklar ist, welche Rolle sie wirklich spielen können