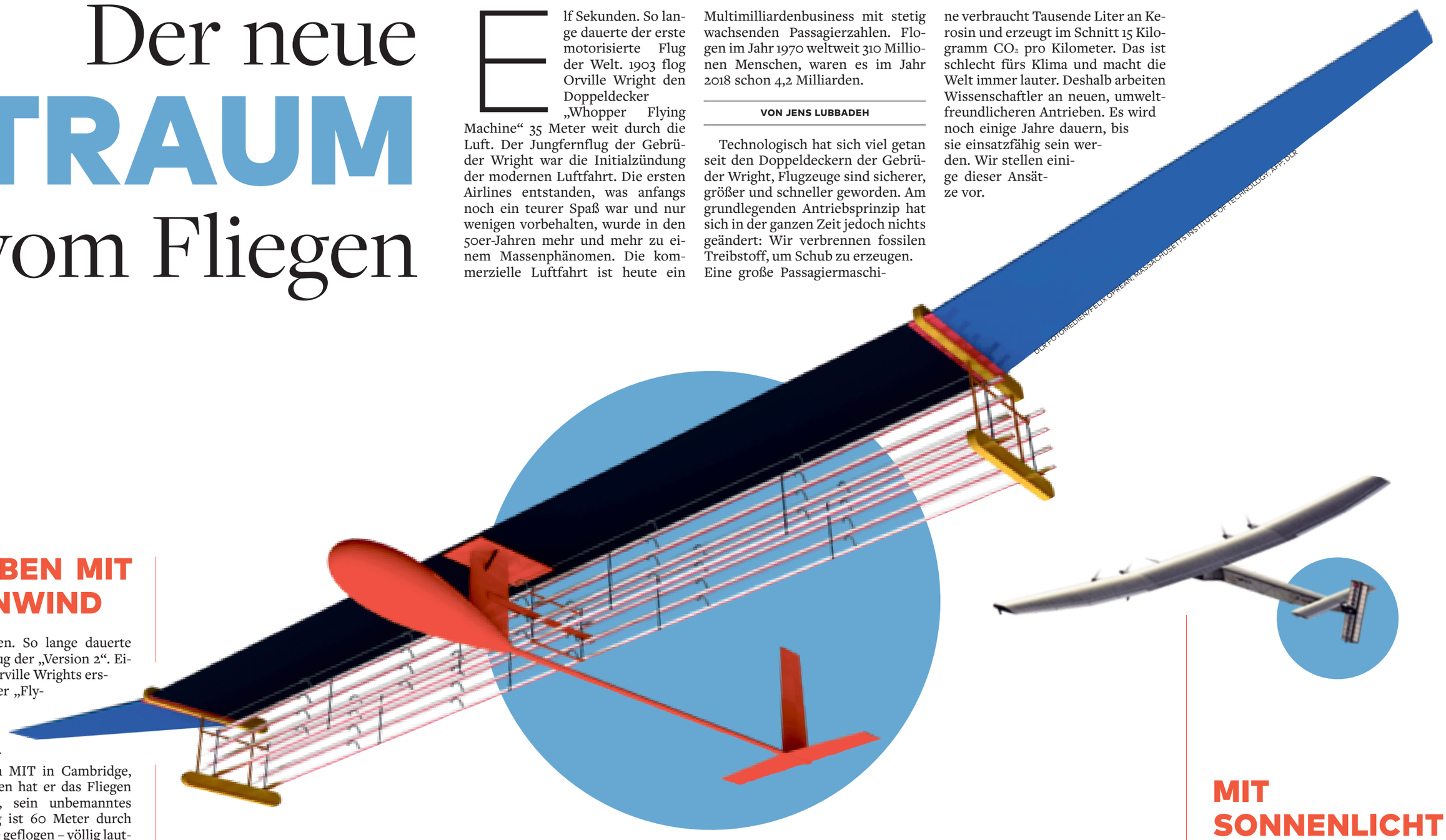
Der neue TRAUM vom Fliegen

Elf Sekunden. So lange dauerte der erste motorisierte Flug der Welt. 1903 flog Orville Wright den Doppeldecker „Whopper Flying Machine“ 35 Meter weit durch die Luft. Der Jungfernflug der Gebrüder Wright war die Initialzündung der modernen Luftfahrt. Die ersten Airlines entstanden, was anfangs noch ein teurer Spaß war und nur wenigen vorbehalten, wurde in den 50er-Jahren mehr und mehr zu einem Massenphänomen. Die kommerzielle Luftfahrt ist heute ein Multimilliardenbusiness mit stetig wachsenden Passagierzahlen. Flogen im Jahr 1970 weltweit 310 Millionen Menschen, waren es im Jahr 2018 schon 4,2 Milliarden.

VON JENS LUBBADEH

Technologisch hat sich viel getan seit den Doppeldeckern der Gebrüder Wright, Flugzeuge sind sicherer, größer und schneller geworden. Am grundlegenden Antriebsprinzip hat sich in der ganzen Zeit jedoch nichts geändert: Wir verbrennen fossilen Treibstoff, um Schub zu erzeugen. Eine große Passagiermaschine verbraucht Tausende Liter an Kerosin und erzeugt im Schnitt 15 Kilogramm CO_2 pro Kilometer. Das ist schlecht fürs Klima und macht die Welt immer lauter. Deshalb arbeiten Wissenschaftler an neuen, umweltfreundlicheren Antrieben. Es wird noch einige Jahre dauern, bis sie einsatzfähig sein werden. Wir stellen einige dieser Ansätze vor.



DER FOTOMEDIEN/FELIX OPREAN, MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY; AFP; DLR

ABHEBEN MIT IONENWIND

Zwölf Sekunden. So lange dauerte der Jungfernflug der „Version 2“. Eine länger als Orville Wrights erster Flug mit der „Flying Whopper“. Steven Barrett, Professor für Aeronautik am MIT in Cambridge, ist stolz. Soeben hat er das Fliegen neu erfunden, sein unbemanntes Klein-Flugzeug ist 60 Meter durch eine Sporthalle geflogen – völlig lautlos. „Version 2“ ist das erste Flugzeug, das mit Ionenwind fliegt. Sein neuartiges Triebwerk erzeugt geladene Teilchen, die sich in einem elektrischen Feld bewegen und den notwendigen Schub erzeugen.

Neun Jahre lang tüftelte Barrett an dem Antrieb. Wichtigste Inspirationsquelle: die Fernsehserie „Star Trek“, die er als Kind regelmäßig gesehen hat. „Sie brachte mich zum Nachdenken: In der ferneren Zukunft sollten Flugzeuge keine Propeller und Turbinen mehr haben. Sie sollten wie die Shuttle in ‚Star Trek‘ sein, die blau glühen und lautlos durch die Luft gleiten.“

Lautlos war der Jungfernflug von „Version 2“, weil Barrett für seine Konstruktion keinerlei bewegliche Teile benötigte. Keine knatternden Motoren, keine rauschenden Propeller, keine sirrenden Triebwerke, stattdessen ein Bündel quer zur Flugrichtung gespannter Drahtpaare. Zwischen beiden Drähten legte Barrett eine elektrische Spannung von 40.000 Volt an. Ihr elektrisches Feld schlägt Elektronen aus den umgebenen Luftmolekülen heraus, wodurch geladene Teilchen entstehen – Ionen, die von dem hinteren negativ geladenen Draht angezogen werden. Auf ihrem Weg dorthin kollidieren sie mit Millionen neutraler Luftmoleküle und schieben diese Richtung Heck. Dadurch entsteht Schub, der das Flugzeug nach vorne bringt. Die Kraft war mit 3,2 Newton ausreichend, um das 2,45 Kilogramm leichte Flugzeug fliegen zu lassen.

Der Ionen-Antrieb an sich ist nicht neu. Er wurde in den 1920er-Jahren entwickelt, fand aber bislang nur in Raumsonden Anwendung, allerdings in anderer Form: Sonden mit Ionenantrieb schleudern Ionen eines Gases mit hoher Geschwindigkeit ins All, die minimalen Rückstoß-Impulse beschleunigen die Sonden über Jahre hinweg auf irrsinnige Geschwindigkeiten von über 15.000 Stundenkilometern. Den Ionenantrieb aber auf der Erde anzuwenden, wo er Schwerkraft und Luftwiderstand überwinden muss, war eine neue Herausforderung für Steven Barrett. Auch ist die Energieeffizienz des neuartigen Antriebs eher schlecht, nur 2,56 Prozent der elektrischen Energie wird in Schub umgewandelt. So reichte es nur für den Betrieb eines Leichtbau-Fliegers, bestückt mit möglichst leichten Akkus. So scheint es derzeit undenkbar, tonnenschwere Passagiermaschinen mit Ionenwind anzutreiben. Kleine, leichte Drohnen aber könnten damit sehr wohl einmal fliegen. Es wäre auf jeden Fall wesentlich leiser.

MIT STROM

Elektrisch zu fliegen wäre nicht nur gut für das Klima. Es wäre vor allem auch effizienter und damit billiger. Elektromotoren besitzen einen viel besseren Wirkungsgrad als Verbrennungsmotoren (90 vs. 35 Prozent). Sie sind außerdem kompakter, erlauben schnellere Beschleunigungen und sind leiser. Warum also fliegen wir nicht alle schon längst elektrisch?

Weil elektrische Energie schwer zu speichern ist. Die Akkus sind das Nadelöhr. In einem Kilogramm Kerosin steckt 40-mal mehr Energie als in einem Kilogramm der derzeit besten Lithium-Ionen-Akkus. Für den Antrieb eines Autos, das über den Boden rollt, mag das genügen. Um ein tonnenschweres Flugzeug gegen die Schwerkraft hochzuhieven, braucht es ein Vielfaches an Energie. Würde man einen A320 nur mit Batterien betreiben, könnte der sich gerade einmal zwanzig Minuten in der Luft halten.

Das Flugzeug einfach mit mehr Akkus zu beladen funktioniert nicht – das zusätzlich zu transportierende Gewicht der Batterien frisst den Energiegewinn mehr als auf. Batteriebetriebene Langstreckenflüge in großen Passagiermaschinen werde es mit derzeitiger Akkutechnologie daher nicht geben, sagt Andreas Klöckner, Koordinator für Elektrisches Fliegen am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Größere Reichweiten seien nur mit Brennstoffzellen oder mit Hybrid-Antrieben möglich, also der Kombination von Elektro- und Verbrennungsantrieb.

„Es sind aber rein batterieelektrisch betriebene kleinere Maschinen mit geringerer Reichweite denkbar“, sagt Klöckner. Mit seinem Team hat er das Konzept für einen 19-Sitzer erarbeitet. Er könnte nur mit Batterien 200 Kilometer weit fliegen. „Bis Ende der 2020er-Jahre werden wir solche Flugzeuge in der Luft sehen.“ Ambitionierter ist da die Airline Easyjet: 2017 verkündete das Unternehmen, gemeinsam mit dem kalifornischen Start-up Wright Electric bis 2027 einen nur mit Batterien betriebenen 180-Sitzer mit 500 Kilometern Reichweite bauen zu wollen.

MIT WASSERSTOFF

Das Nadelöhr beim elektrischen Fliegen ist der Energieträger. Heutige Akkus können noch nicht die Energiemengen speichern, die größere Flugzeuge auf langen Strecken benötigen. Ein Ausweg könnte Wasserstoff sein. Josef Kallo forscht am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt an Flugzeugen, in denen eine Brennstoffzelle aus Wasserstoff Strom für die Elektromotoren erzeugt. Bei dem Verbrennungsprozess in der Zelle entsteht kein CO_2, sondern nur Wasser. Wurde der Wasserstoff unter Verwendung regenerativ erzeugten Stroms hergestellt, fliegt das Wasserstoff-Flugzeug klimaneutral. Bei Flugzeugen ist jedoch nicht nur das CO_2 in den Abgasen klimaschädlich, sondern auch der Wasserdampf, der Kondensstreifen in der Atmosphäre erzeugt. Aus den Eiskristallen entstehen Zirruswolken, die zur Erderwärmung beitragen. Da auch Wasserstoff-Flugzeuge Wasserdampf und Kondensstreifen erzeugen, könnte dieser negative Klimaeffekt weiterhin bestehen bleiben. Weitere Forschung muss zeigen, ob sich die Kondensstreifen von Wasserstoff-Flugzeugen möglicherweise anders verhalten.

2016 hob Kallos Demonstrationsflieger HY4 in Stuttgart zum Jungfernflug ab. Der Viersitzer hat zwei verglaste Kabinen für je zwei Passagiere und wird von nur einem Propeller angetrieben. Die Reichweite des HY4 liegt bei rund 1500 Kilometern. Mittelfristig sieht Kallo großes Potenzial für den Einsatz von Wasserstoff in der Luftfahrt: „Brennstoffzellen-betriebene Flugzeuge mit 60 Sitzen und 2000 km Reichweite sind technisch machbar. In zehn bis zwölf Jahren könnten wir erste Flugzeuge in der Luft sehen.“ In fernerer Zukunft, so glaubt Kallo, könnten auch mittlere Passagiermaschinen mit Wasserstoff fliegen, „allerdings wäre ihre Reichweite geringer, sie läge wahrscheinlich bei etwa 70 Prozent heutiger Maschinen“.

Ein weiterer Vorteil: „Elektrische Flugzeuge sind leiser, weil der E-Motor ein höheres Drehmoment besitzt, das geringere Propeller-Drehzahlen ermöglicht“, sagt Kallo. Er hat übrigens schon Konkurrenz: Das kalifornische Start-up ZeroAvia will bis 2022 ein wasserstoffbetriebenes Flugzeug mit 20 Sitzen und einer Reichweite von 800 Kilometern bauen. Auch die Nasa arbeitet an einem Wasserstoff-Flieger.

MIT SONNENLICHT

Es war nicht nur reiner Pioniergeist, der Bertrand Piccard antrieb, sondern der Wille nach Veränderung: „Man muss den Kampf gegen den Klimawandel und für erneuerbare Energien mit positiven Emotionen verbinden“, sagte der Schweizer Abenteurer 2016 in einem WELT-Interview. So machte sich Piccard 2015 gemeinsam mit seinem Kollegen André Borschberg auf, um in dem eigens konstruierten Solarflugzeug Solar Impulse 2 die Welt zu umrunden. 2016 beendeten die beiden ihre Reise erfolgreich – in 17 Etappen, mit über 43.000 zurückgelegten Kilometern und einer Gesamtflugzeit von 558 Stunden.

Solar Impulse 2 war ein technisches Meisterstück: Die 72 Meter breite Tragfläche sowie der Rumpf waren mit 17.248 Hochleistungssolarzellen bestückt. Sie erzeugten aus Sonnenlicht den Strom für die vier Elektromotoren, die die Propeller antrieben. Nachts flog Solar Impulse 2 mit gespeichertem Strom aus Akkus. Die Energie reichte aus, um das nur 1,4 Tonnen schwere Flugzeug aus Karbonfaser-Leichtbau-Elementen anzutreiben. Um Gewicht zu sparen, wurde auf jeglichen Komfort verzichtet und die Maschine konnte auch nur einen Passagier transportieren: den Piloten (Piccard und Borschberg wechselten sich ab). Fliegen war mit dem fragilen Flugzeug außerdem nur bei guten Wetterbedingungen möglich und mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 70 Stundenkilometern, weswegen die Weltumrundung über 500 Tage dauerte.

Mit diesen Werten ist der Solarflieger weit entfernt von der Leistung heutiger Passagiermaschinen, die Hunderte Menschen mit über 1000 Stundenkilometern transportieren können, Piccard und Borschberg wollten zeigen, dass emissionsfreies Fliegen möglich ist. Dennoch wird rein solares Fliegen auch in absehbarer Zukunft eine Nischenanwendung bleiben. Denn selbst wenn die 17.000 Solarzellen nicht nur einen Wirkungsgrad von 25 Prozent besäßen, sondern die gesamte Sonnenenergie in Strom verwandelten – die erzeugte Energiemenge würde bei Weitem nicht ausreichen, um ein normales Passagierflugzeug zum Abheben zu bringen. Immerhin: Unbemannte Solarflugzeuge könnten zur Überwachung eingesetzt werden oder als Aufklärungsflieger dienen.