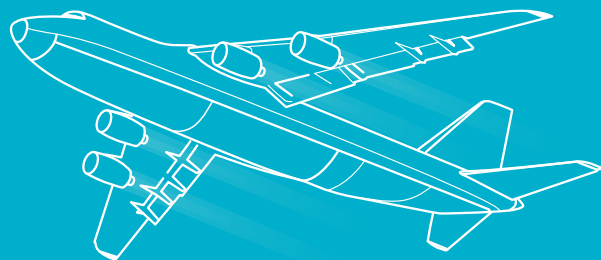




Mit Wasserstoff in die Zukunft





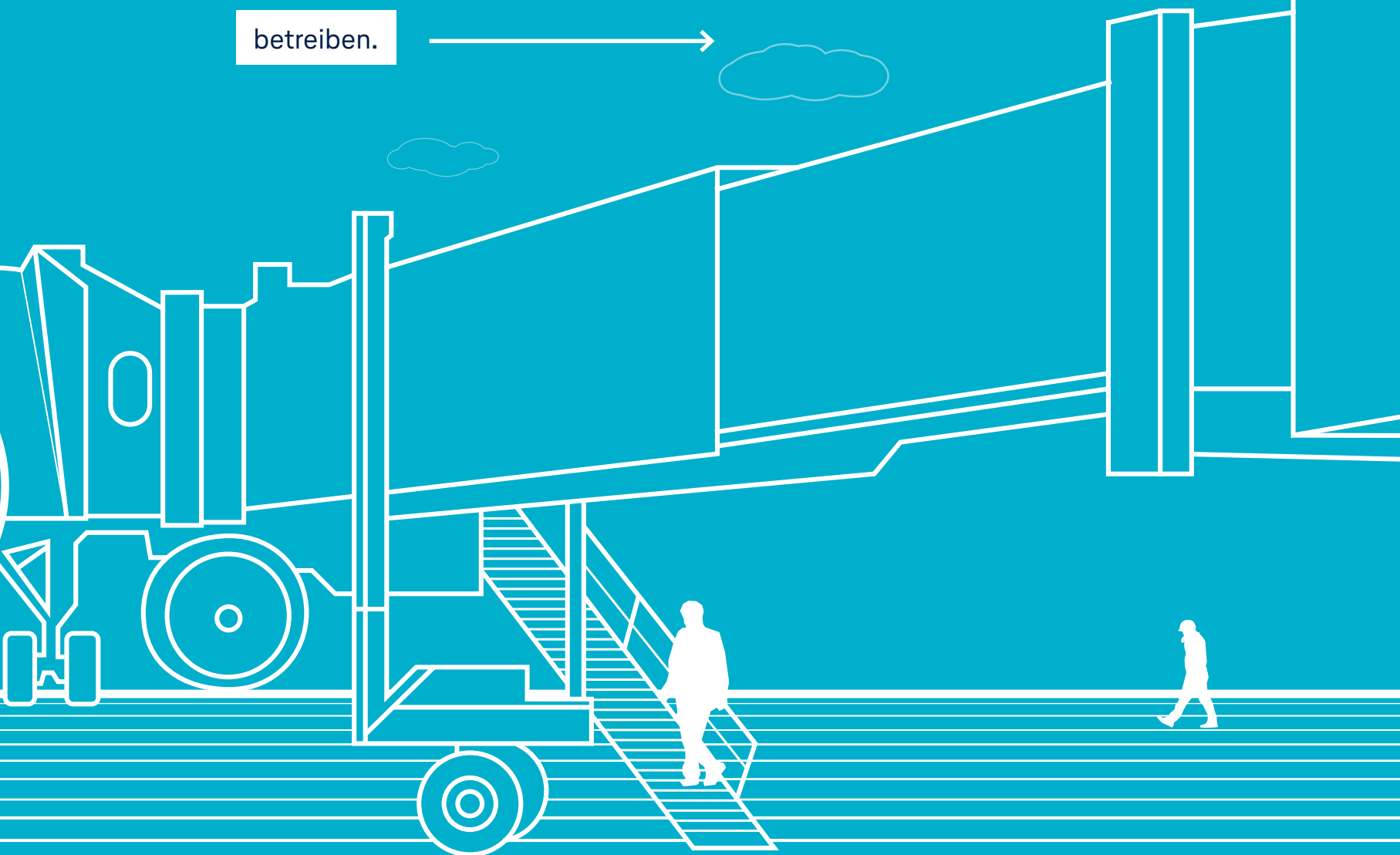
Eine ehrgeizige Vision zeichnet sich am Horizont ab: Wasserstoff könnte einen klimaneutralen

Flugbetrieb möglich machen. Lufthansa Technik stellt schon jetzt die Weichen, um diese neue

Form des Fliegens auf den Weg zu bringen. In einem neuen Praxisprojekt wird alles erprobt,

was es braucht, um Maschinen am Boden und in der Luft mit flüssigem Wasserstoff (LH₂) zu

betreiben.



Was zu schön klingt, um wahr zu sein, könnte schon bald Realität werden. Denn mit Hochdruck forscht die Lufthansa Technik zusammen mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), dem Zentrum für Angewandte Luftfahrtforschung (ZAL) und dem Hamburg Airport an dem Einsatz von Wasserstoff in der Luftfahrt. Flugzeuge mit Wasserstoff abheben zu lassen ist dabei nur eins von vielen Praxisfeldern, die es zu erproben gilt. Damit die klimaneutrale Zukunft des Fliegens Realität werden kann, müssen Umbau- und Wartungsprozesse neuer Maschinen sowie alle dazugehörigen Bodenprozesse genau geprüft werden.

Da Wasserstoff bereits in der Stahlindustrie, im Auto- und Bahnverkehr eingesetzt wird, stehen die Chancen sehr gut, das auch auf den Flugverkehr übertragen zu können. Schon Anfang 2022 startet die praktische Phase des Projekts, in dem ein Airbus aus der Familie A320 umgebaut wird. Bis 2035 will Airbus sogar schon die erste Maschine auf den Markt bringen.

WASSERSTOFF ERSETZT KEROSIN

Auf dem Weg vom Kerosin zum Wasserstoff gilt es aber, noch einige Lösungen zu finden. Die drei wichtigsten Herausforderungen für den Einsatz von Wasserstoff im Flugverkehr sind:

Platzmangel im Flieger

Wasserstoff ist auch bei minus 254 Grad Celsius und in flüssiger Form viermal so voluminös wie herkömmliche Treibstoffe. Für ein Langstreckenflugzeug bedeutet das vor allem eins: Es muss mehr Platz für den Treibstoff her. Auch die Eigenschaften des Tanks unterscheiden sich von Kerosintanks. Die technische Architektur der gesamten Maschine muss also verändert werden. Das bedeutet, der Rumpf muss neu gestaltet, die Triebwerke modifiziert und zylindrische Tanks eingebaut werden.

Effektiver Antrieb

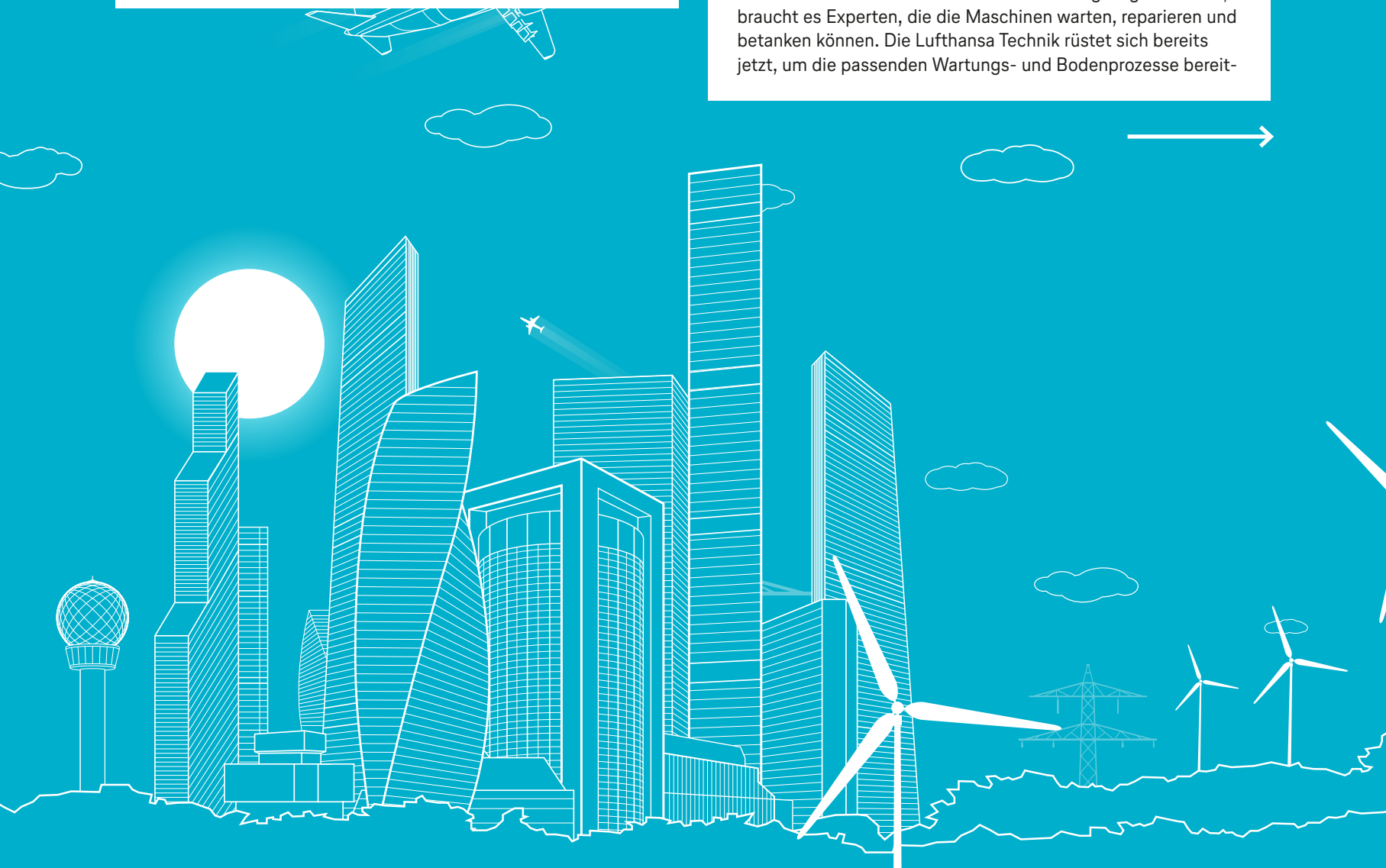
Bei elektrischem Antrieb stellen Größe und Leistung der Brennstoffzellsysteme eine technische Herausforderung dar. Noch nehmen diese viel Platz und Gewicht ein.

Grüne Produktion von Wasserstoff

Wasserstoff existiert in der Natur fast nur in Verbindungen. Er muss als Treibstoff also künstlich hergestellt werden. Dafür braucht es viel Energie. Wirklich grün und emissionsfrei ist der Wasserstoff nur, wenn er auch mit erneuerbaren Energien erzeugt wird. Das ist technisch ohne weiteres möglich. Bis Wasserstoff in der Luftfahrt allerdings flächendeckend eingesetzt werden kann, erfordert es hier noch Innovationen.

AUFGABEN FÜR DIE MRO-BRANCHE

Wenn die ersten wasserstoffbetriebenen Flugzeuge abheben, braucht es Experten, die die Maschinen warten, reparieren und betanken können. Die Lufthansa Technik rüstet sich bereits jetzt, um die passenden Wartungs- und Bodenprozesse bereit-





Die Transformation unserer Branche hin zum klimaneutralen Fliegen ist alternativlos.

Mit diesem Projekt wollen wir diese enorme technologische Herausforderung,

auch für die MRO-Industrie, schon frühzeitig angehen.

Damit betreiben wir aktive Zukunftssicherung, weil wir schon heute Know-how

für die Wartungs- und Bodenprozesse von übermorgen aufbauen.

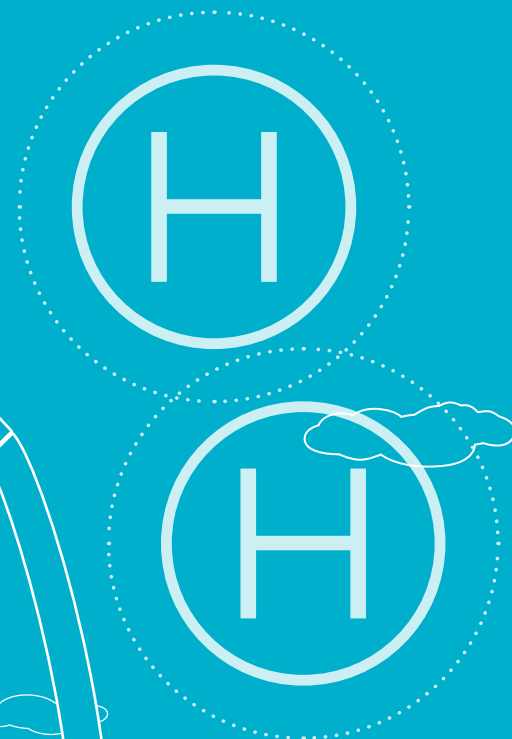
Soeren Stark, Vorstandsvorsitzender der Lufthansa Technik AG

DER TREIBSTOFF DER ZUKUNFT



WASSERSTOFF

- Ist das häufigste Element der Erde
- Verbrennt komplett emissionsfrei
- Lässt sich grün herstellen
- Ist gut speicher- und transportierbar
- Ersatz für Kerosin im normalen Verbrennungsmotor.
Vorteil: + recht schnell umsetzbar
Nachteil: - nicht ganz so effektiv
- Zum Betreiben einer Brennstoffzelle für elektrischen Antrieb.
Vorteil: + besserer Wirkungsgrad
Nachteil: - mehr technische Umbauten nötig
- Für Elektrobetrieb im IFE etc.
- Für Bodenprozesse am Flughafen



stellen zu können, wenn es soweit ist. Für eine zukunftsfähige Entwicklung der klimaneutralen Technologie ist nicht nur die Erfahrung der Lufthansa Technik in den Bereichen Instandhaltung und Modifikation von Verkehrsflugzeugen zentral. Auch die Ansprüche und Herausforderungen von Airframern, OEMs und Lessoren zu kennen, hilft dabei, praktikable Prozesse zu etablieren.

Technisch wird sich die MRO-Branche vor allem damit auseinandersetzen, dass die Flüssigwasserstofftanks im Vergleich zu Kerosintanks einem höheren Druck ausgesetzt sind und deshalb kugel- oder zylinderförmig eingebaut werden müssen. Um die Aerodynamik der Maschine nicht zu gefährden, bleibt nur noch der Rumpf als Einbauort. Hierfür sind umfangreiche Veränderungen der Architektur des Fliegers notwendig. Wenn die Maschine einmal praxistauglich ist, muss noch ausgemacht werden, wie die Wartungsarbeiten an den neuen Maschinen aussehen können.

Ob am Boden oder in der Luft: Der Einsatz von Wasserstoff erfordert Veränderungen der Infrastruktur auf Flughäfen. Wie ein Zahnrad müssen alle Stationen Hand in Hand gehen, damit der Betrieb reibungslos laufen kann. Die MRO-Branche ist auch gefragt, die Kräfte für neue Zertifizierungsverfahren zu bündeln, um maximale Qualität und Sicherheit für den gesamten Flugbetrieb zu garantieren.

DER ANFANG IST BEREITS GESCHAFFT

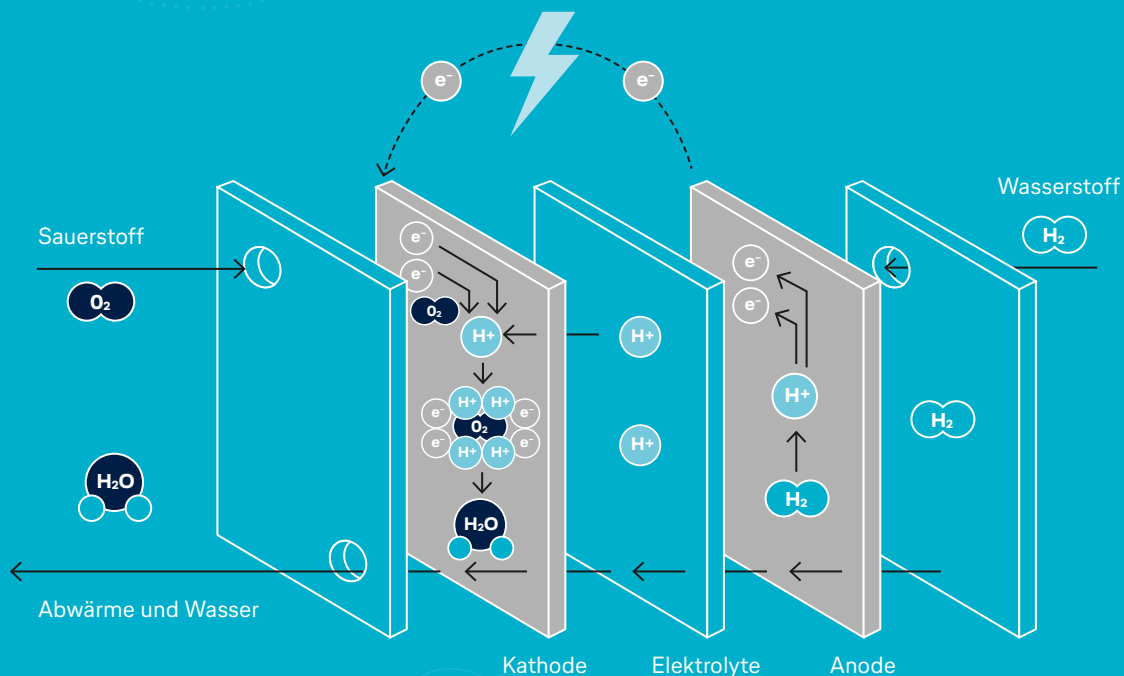
Die Erforschung der zukunftsweisenden Technologie für den Flugverkehr konnte schon einige Meilensteine nehmen. So hat man bei brennstoffzellenbetriebenen Flugzeugen bereits konkrete Vorschläge, wie die Verteilung von Brennstoffzelle, Tank und Elektromotor im Flugzeug sinnvoll gestaltet werden kann – ohne die Anatomie des Flugzeugs und die Effizienz der technischen Prozesse innerhalb der Maschine zu gefährden. Ein Einbau des Wasserstofftanks nahe des Elektromotors scheint die meisten Vorteile zu bieten. Zwar werden dabei längere LH₂-Rohrleitungen benötigt. Die Elektrokabel können aber kürzer verlegt und die bestehende Kabeltechnik verwendet werden. Außerdem lässt sich die Abwärme in der Gondel leichter abführen. Materialien wie Titan oder Platin versprechen, Abhilfe beim Problem der Gewichtsreduktion zu verschaffen.

Auch im Bereich klimaneutraler Herstellung von Wasserstoff ist schon Vieles möglich. An zahlreichen Standorten in Deutschland produzieren sogenannte Power-to-Gas-Anlagen mit Wasserelektrolyse grünen Wasserstoff und machen ihn transportfähig. Um ausreichend grünen Wasserstoff zu erzeugen reicht allerdings die aktuelle Auslastung an erneuerbaren Energien noch nicht aus. Damit der Flugverkehr maßgeblich mit Wasserstoff betrieben werden kann, ist auch hier noch einiges an Forschung notwendig. ■

MÖGLICHE ANWENDUNGSFELDER FÜR FLÜSSIGEN WASSERSTOFF



FUNKTIONSWEISE DER **BRENNSTOFFZELLE**



1. Jede Brennstoffzelle enthält zwei plattenförmige Elektroden (Anode und Kathode), die durch einen Elektrolyten voneinander getrennt sind. Der Elektrolyt kann Ionen leiten, ist aber für Gase undurchlässig. Die Katalysatormaterialien befinden sich an den Elektroden und sorgen dafür, dass die zugeführten Gase Ladungsträger (Ionen) freisetzen. Wasserstoffmoleküle (H_2) zerfallen an der Anode in Wasserstoffatome, die wiederum durch Elektronenabgabe zu positiv geladenen Wasserstoff-Ionen (H^+) werden.
2. Die freien Elektronen fließen als nutzbarer Strom über einen Leiter zur Kathode. Dort bilden sie mit den Sauerstoffatomen negative Sauerstoff-Ionen (O_2^-).
3. Die Wasserstoff-Ionen wandern durch den Elektrolyten zur Kathode, wo sie sich mit den Sauerstoff-Ionen zu Wasser vereinigen und dabei noch Wärme freisetzen.