

Veranstaltungen befreundeter Organisationen

GSV-Forum in Kooperation mit dem bmvit

„Perspektive Wasserstoff als Kraftstoff“

Dieses Forum war eine gemeinsame Veranstaltung von:

GSV (Österreichische Gesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen) und **bmvit** (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie)

am Mittwoch, 14. Oktober 2015, 16.00 – 19.00 Uhr,
in der Wirtschaftskammer Österreich, Wiedner Hauptstraße 63, 1040 Wien



Andreas Dorda

Das Forum widmete sich der „Alternative Wasserstoff“ als Energieträger für E-Fahrzeuge in Form der Brennstoffzelle. Das Thema ist insofern sehr aktuell, als das erste Wasserstoff-betriebene E-Fahrzeug sich in Serienproduktion befindet. Die OMV hat (in Österreich) bereits die zweite Wasserstoff-Tankstelle in Innsbruck eröffnet, weitere Stationen sind geplant. Auch EU-Projekte zeigen, dass man diesem Kraftstoff mittelfristig großes Potenzial beimisst. Das Thema, welche Schritte erforderlich sind, um diesen zukunftssträchtigen Kraftstoff bald breit anbieten zu können, wurde ausführlich diskutiert. Weitere Diskussionsschwerpunkte waren die ersten praktischen Erfahrungen mit Wasserstoff-Fahrzeugen sowie die daraus resultierende Frage weiterer Forschungsschwerpunkte. Die Notwendig-

keit, Wasserstoff nachhaltig zu produzieren als auch ein einigermaßen dichtes Tankstellennetz zu schaffen, griffen einige Referenten auf.

Begrüßung und Moderation lag in den Händen von **Dipl.-Ing. Mario ROHRACHER**, Generalsekretär der GSV.

Er legte zu Beginn die Gründe für die Wahl dieses Themas dar:

Auf dem Weg zu einer weitgehend CO₂- und emissionsfreien individuell motorisierten Mobilität wird seit einigen Jahren auf die Elektromobilität gesetzt. Der prognostizierte Hype ist aber noch nicht eingetreten. Die Zulassungszahlen von Elektrofahrzeugen bewegen sich in Österreich und Deutschland nach wie vor im Promille-Bereich. Hürden wie geringe Reichweite, hoher Anschaffungspreis, relativ lange Tankzeiten oder mangelnde Infrastrukturen in Städten lassen eine rein batterieelektrische Zukunft noch in weite Ferne rücken. Eine interessante Alternative stellt hier der Wasserstoff dar, der die Elektromobilität in Verbindung mit Brennstoffzellen, welche Wasserstoff als „Kraftstoff“ benötigen, langstreckentauglich macht. Der Tankvorgang dauert nur wenige Minuten, die Reichweite ist ähnlich einem Benzin- oder Dieselfahrzeug.

Als zweiter Gastgeber und Keynote-Sprecher fungierte:

Dr. Andreas DORDA, stv. Leiter der Abt. Mobilitäts- und Verkehrstechnologien, bmvit: „Nationale und internationale Strategien und F&E-Programme im Bereich Wasserstoff als Kraftstoff“

Kurzreferenten und Teilnehmer an der Podiumsdiskussion waren:

Dipl.-Ing. Dr. Walter BÖHME, Head of Science & Innovation, OMV AG

Andreas FUCHS, Leiter Konzernrepräsentanz, Toyota Motor Europe

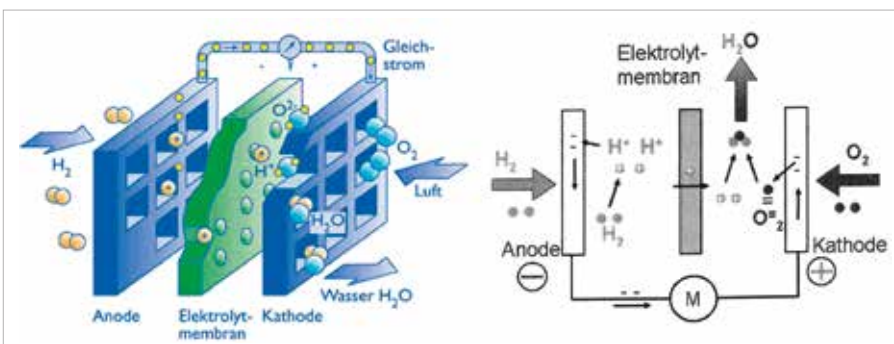
Dipl.-Ing. Wolfgang KRIEGLER, CEO, A3PS

Dipl.-Ing. Dr. Max LANG, Cheftechniker, ÖAMTC

Vorbemerkung:

Eine **Brennstoffzelle** ist eine galvanische Zelle, die die chemische Reaktionsenergie eines kontinuierlich zugeführten Brennstoffs und eines Oxidationsmittels in elektrische Energie wandelt. Thema des Forums war die **Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle**. Eine Brennstoffzelle ist kein Energiespeicher, sondern ein Energiewandler. Die Energie zur Stromproduktion wird in chemisch gebundener Form mit den Brennstoffen zugeführt. Die Anode (negativer Pol) steht mit dem Brennstoff, z.B. Wasserstoff, in Kontakt, während der Kathode (positiver Pol) das Oxidationsmittel, z.B. Luftsauerstoff, zugeführt wird. Verbindet man die Elektroden über einen externen Verbraucher, wie Elektromotoren, so geben die Wasserstoffmoleküle Elektronen ab, die unter Arbeitsleistung durch den Verbraucher zur Kathode fließen. Wasserstoff und Sauerstoff sind in der Brennstoffzelle durch eine protonenleitende 1/10 mm dicke Polymermembran mit einer hohen Leistungsdichte und einer Arbeitstemperatur unter 100 °C getrennt.

Dr. Andreas DORDA stellte die Frage: *Soll Wasserstoff gezielt gefördert werden?*



Prinzip einer Brennstoffzelle

Veranstaltungen befreundeter Organisationen

Das BMVIT will jedenfalls alternative Antriebe und Kraftstoffe mit einer Vielzahl von Instrumenten fördern. Das steht auch im Einklang mit der Energiepolitik Europas, wonach die THG (Treibhausgase)-Emissionen des Verkehrs minimiert werden sollen. Gleichzeitig soll die notwendige Infrastruktur für alternative Kraftstoffe in Europa aufgebaut werden. Gerade Österreich hat durch den hohen Anteil an erneuerbaren Energiequellen großes Potenzial für diese umweltfreundliche Mobilität.

Abschließend geht Dorda auf internationale Wasserstoff-Initiativen ein: Die USA produziert derzeit neun Mio. Tonnen Wasserstoff pro Jahr und besitzt aktuell 50 Wasserstofftankstellen (davon 10 öffentlich). Bis 2023 sollen es 150 Wasserstofftankstellen werden. In Japan soll es bereits im Jahr 2015 100 Wasserstofftankstellen in vier dicht besiedelten Gebieten geben.

Wolfgang Kriegler: A3PS (Austrian Agency for Alternative Propulsion Systems) ist eine offizielle private Partnerschaft zwischen Industrie, Forschung und Technologiepolitik zur Technologieentwicklung und Markteinführung der Elektro-Mobilität.

Wolfgang Kriegler führte aus, dass auf Grund der Fortschritte in der Wasserstoff-Technologie OEMs 2015 erste Brennstoffzellenfahrzeuge auf den Markt gebracht haben. Parallel wird an der Errichtung der Infrastruktur gearbeitet. In der Zukunft geht es um die Produktion größerer Stückzahlen von Wasserstofffahrzeugen, um Kostenreduktion, Lebensdauerverlängerung und Validierung. Österreichische Unternehmen und Forschungsstellen sehen Marktchancen in Nischen (Zell-



Max Lang und Wolfgang Kriegler

plattentechnologien, Reformier und Katalysatoren, Elektrolyseure, Speicher, Ventile, Fahrzeugintegration etc.). Kriegler sieht allerdings noch weiteren Forschungsbedarf bei Wasserstoff.

Generell erwartet Kriegler künftig einen Mix an Antriebssystemen. Für die reine Kurzstrecke sei die Batterie-Elektromobilität die beste Wahl. Range Extender Fahrzeuge oder Brennstoffzellenfahrzeuge haben aber ebenfalls ihre Berechtigung. Kriegler: „Wir werden sehen, was sich durchsetzt.“ Antworten darauf wird es in 10 bis 30 Jahren geben.

Derzeitige Praxis in Fahrzeugen sind Gastanks für ca. 4,5 kg Wasserstoff unter 700 bzw. 350 bar Druck. 1 kg Wasserstoff reicht grob für ca. 100 km, Toyota hat das mit dem Mirai bereits unterschritten. Um die hohen Investitionen abzufedern, haben die Automobilhersteller Allianzen gebildet. Daimler, Ford, Renault und Nissan befinden sich in Allianz, ebenso BMW, Toyota und GM/Honda.

Zusammenfassend sieht Kriegler die Brennstoffzellen/Wasserstoff-Technologie als Ergänzung zur E-Mobilität und noch großen Forschungsbedarf, um diese wirtschaftlich darstellen zu können. Die österreichischen Akteure müssen zusammenarbeiten, um im internationalen Wettlauf um diese Technologie bestehen zu können.

Warum sich die OMV mit Wasserstoff befasst, beantwortet **Walter Böhme** (OMV): „Generell verkauft die OMV gerne Benzin und Diesel, und das bereits seit 60 Jahren. Neue Kraftstoffe sieht sich die OMV aber sehr wohl an, denn einerseits können sie das konventionelle Geschäft bedrohen und andererseits ein neues Geschäftsfeld eröffnen.“ Vor 10 Jahren hat die OMV daher gemeinsam mit Partnern das Hydrogen Center Austria (HyCentA) gegründet. Böhme: „Vor 10 Jahren hat niemand ein Wasserstoffauto gebraucht, und jetzt ist das immer noch so.“ Aber das wird sich bald ändern: Die EU Roadmap für den Verkehr 2050 will die konventionellen



Mobilität der Zukunft

Saurer Elektrolyt	Gleichung
Anode	$2 \text{H}_2 \rightarrow 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$ Oxydation/Elektronenabgabe
Kathode	$\text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ Reduktion/Elektronenaufnahme
Gesamtreaktion	$2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ Redoxreaktion/Zellreaktion

Reaktionsgleichungen

Veranstaltungen befreundeter Organisationen



OMV Wasserstofftankstelle in Wien

Antriebe aus Städten verbannen. Und die CO₂-Emissionen des Verkehrs sollen insgesamt drastisch gesenkt werden. Vor allem der Pkw soll einen überproportionalen Beitrag von 95% CO₂-Reduktion leisten. Das will aber nicht nur die EU so, auch international wird die gleiche Zielsetzung verfolgt. Böhme: „In Richtung Null in 40 Jahren.“ Eine simple Einschränkung der Mobilität kann aber nicht das Ziel sein. Böhme: „Wir werden daher 2030 bis 2050 Zero-Emission-Fahrzeuge am Markt brauchen.“

Zero-Emission werden jedenfalls nur Batterie- und Brennstoffzellenfahrzeuge auf Basis erneuerbarer Energien schaffen. Beispielsweise erzeugt der Wasserstoffbetriebene Toyota Mirai, über die gesamte Wirkungskette betrachtet, noch immer 100 g CO₂/km

(Wasserstofferzeugung aus Erdgas), das ist zwar die Hälfte eines konventionellen Diesel- oder Benzinfahrzeugs, aber immer noch zu viel. Unter Einsatz erneuerbarer Energien kommt der Mirai hingegen der Null-Emission sehr nahe. Zur Reichweite: Eine Befragung von 8.811 Europäern hat ergeben, dass über 70% eine Reichweite von über 500 km von einem neuen Auto erwarten. Böhme: „Auch hier hat Wasserstoff seinen Kunden gefunden.“

Die Auslastung der österreichischen Wasserstofftankstellen in Wien (Prototyp) und Innsbruck (für ein Kundenpotenzial von 400 Kunden) wird jedoch noch lange nahe Null bleiben, fürchtet Böhme: „Wir gehen da noch lange durch das Tal der Tränen! Einen positiven Cash Flow erwarten wir mit Glück in 10 bis



Walter Böhme



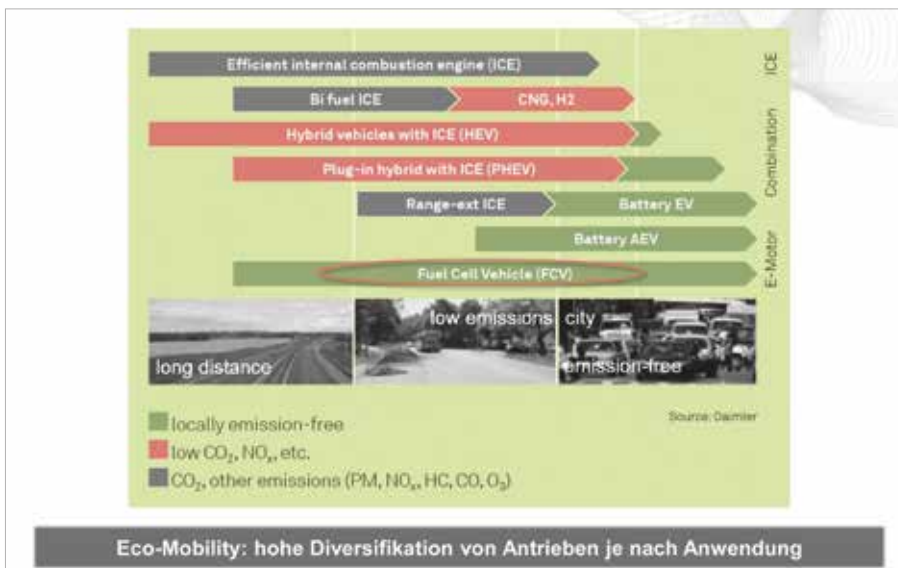
Andreas Fuchs und Mario Rohrer

15 Jahren, die Infrastruktur muss aber dennoch ab jetzt aufgebaut werden, denn 2030 werden wir sie brauchen. Erdgas ist seit 25 Jahren am Markt und hier gibt es noch immer einen negativen Cashflow.“

Beim Brennstoffzellenantrieb wurden bereits Kostenersparnisse erzielt. Er meint weiters: „**Ohne Zero-Emission wird es ab 2030 nicht mehr gehen**“.

Andreas Fuchs betont, dass Toyota permanent nach alternativen Antrieben Ausschau hält. Das Wasserstoffengagement von Toyota dürfe man nicht falsch verstehen, Toyota sieht auch eine Zukunft für batterieelektrische Fahrzeuge – vor allem für Kurzstrecken. Fuchs: „Wir sind seit 75 Jahren in der Batterieforschung tätig. Der Wasserstoff ist gerade für die Langstrecke sehr interessant.“ Heute und für die nächsten Jahre haben Hybride großes Potenzial. Mit dem Toyota Prius, der 89g CO₂/km ausstößt, befindet man sich bereits unter den 95g Zielen der EU ab 2021.

Im Wasserstoff sieht Toyota enorme Vorteile: Keine CO₂-Emission im Betrieb, die Herstellung ist auf Basis vieler Primärenergiequellen möglich (auch



Eco-Mobility 2025plus

Veranstaltungen befreundeter Organisationen

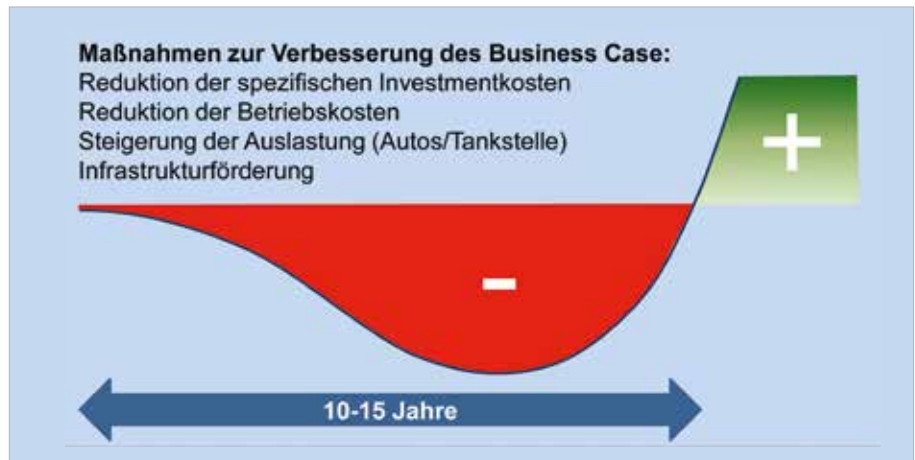
erneuerbare), höhere Energiedichte als Batterien. Außerdem hat sich ein weltweit einheitlicher Standard zur Betankung vor Jahren etabliert. In Deutschland soll beispielsweise bis 2023 ein flächendeckendes Netz von 400 Wasserstofftankstellen entstehen. Das deutsche Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) wird die Entwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie bis 2018 mit 161 Millionen Euro fördern. Einen ROI (Return on Investment) beim Wasserstoffengagement werde man erst in vielen Jahren sehen, bestätigt auch Fuchs. Dennoch wurde in den Jahren 2008 bis 2015 bereits eine 95%-ige Kostenersparnis beim Brennstoffzellenantrieb erzielt, was das Potenzial dieser Technologie untermauert.

Andreas Fuchs gab auch einen Überblick über die verschiedenen Energieträger.

In der Präsentation von Fuchs wurde auch der Toyota Mirai vorgestellt, der bereits in Produktion ist. Die Markteinführung in JAPAN war im Dezember 2014, jene in USA im Sommer 2015. Die Verfügbarkeit auf dem europäischen Markt erfolgte ab Spätsommer 2015 in Deutschland, Dänemark und England.

In der anschließenden **Podiumsdiskussion**, bei der auch Zuhörer gezielte Fragen stellten, gehen die Experten auf weitere interessante Punkte ein:

Ein Aspekt war die Sicherheit, da einige Garagenbetreiber Fahrzeuge mit Gasantrieb ausgrenzen. Fuchs betont, dass es



Cash Flow Kurve für die Errichtung einer neuen Tankstelleninfrastruktur (H₂ - Wasserstoff, CNG - Compressed Natural Gas, FC - FastCharger)

bei der Sicherheit natürlich keine Kompromisse gibt und Toyota auch Crashtests durchgeführt hat. Kriegler informiert, dass ein Wasserstoff-Tank 14 harte Tests durchlaufen muss. Tests sind u.a. ein Fall-, Beschuss- und Brandtest. Falls der Wasserstoff tatsächlich entweichen sollte, diffundiert er rasch nach oben, da er leichter als Luft ist. Erdgas hingegen bleibt eher am Boden.

Kriegler betont, dass die 700 bar im Wasserstofftank eine Herausforderung seien: „Da muss jede Naht perfekt sein.“ Prinzipiell funktioniere die Technik, aber: „fertig sind wir noch nicht. Für die ersten 1.000 Stück reicht es, aber die Verlässlichkeit für hohe Stückzahlen muss noch erhöht werden.“

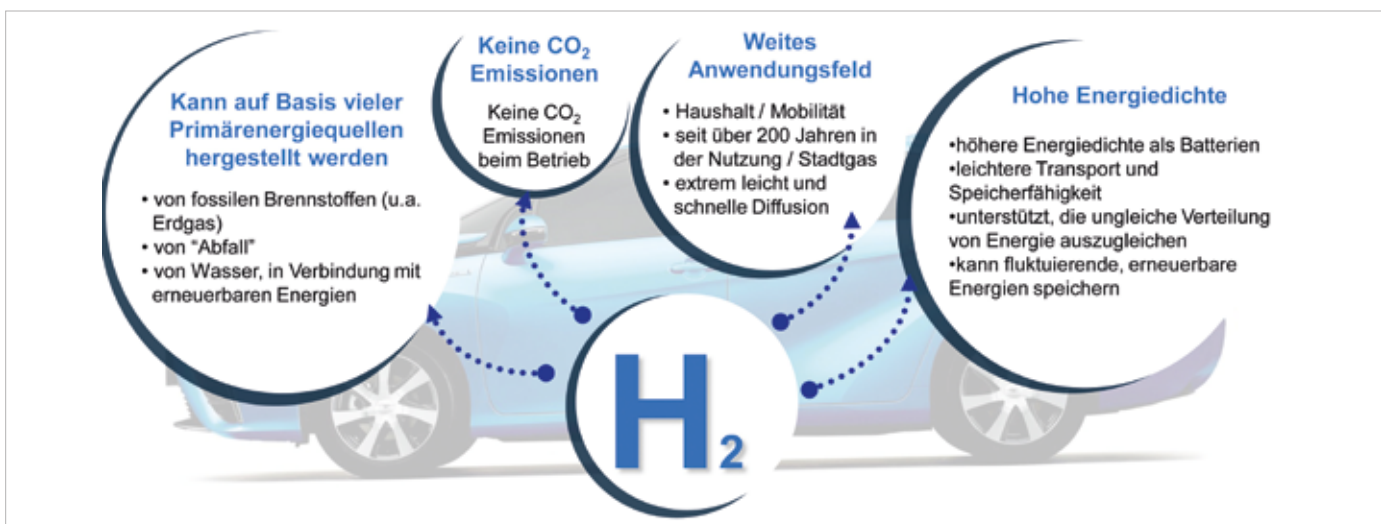
Fuchs ergänzt, dass der Tank aus Sicherheitsgründen unter der Rücksitzbank und dem Kofferraum eingebaut ist.

Die Sicherheit von Wasserstoffautos sei unbestritten. Fuchs: „Sogar der japanische Premierminister fährt den Mirai.“

Angesprochen auf die Sicherheit von Wasserstoff-Autos, erwartet Lang ein ähnliches Verhalten wie beim Erdgasauto: es gibt hier keine Bedenken, da es sich bei Wasserstoff ebenfalls um einen leichten, flüchtigen Kraftstoff handelt.

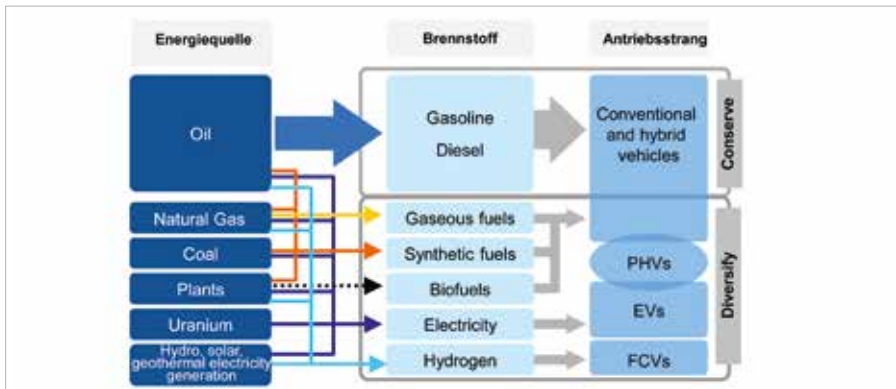
Auch Max Lang, ÖAMTC, erwartet, dass die Technologie weiterentwickelt wird, damit der Preis niedriger und die Lebensdauer länger wird: „Die Brennstoffzelle muss kleiner und billiger werden.“

Der ÖAMTC interessiert sich prinzipiell für alle neuen Technologien. Im Praxisbetrieb hat das ÖAMTC-Wasserstoffauto ab 10.000 km keine Probleme bereitet, einzig die Wiener Wasserstofftankstelle, wie bereits erwähnt, ein Prototyp, macht Schwierigkeiten.

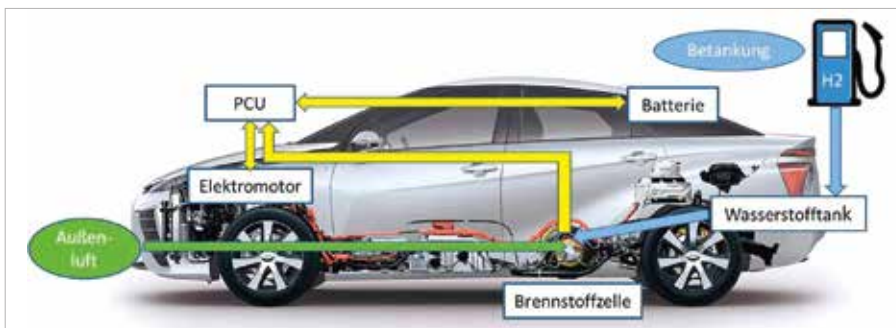


Vorteile von Wasserstoff

Veranstaltungen befreundeter Organisationen



Übersicht von Energiequellen, Kraftstoffen und Antriebssträngen



Toyota Mirai

Böhme nimmt kurz zum Thema Wasserstofftankstelle Stellung. In Innsbruck existiert bereits eine Serientankstelle von Linde, die für ein Kundenpotenzial von 400 Fahrzeugen ausgelegt ist. Zum Vergleich: Eine konventionelle Tankstelle ist in Österreich für 1.000 Kunden ausgelegt. Böhme: „In absehbarer Zeit wird es auch in Wien zumindest eine Serientankstelle geben. Die derzeitige Tankstelle in Wien ist wohl auch für Kunden verfügbar, sie dient aber in erster Linie für die Versuchsfahrzeuge der OMV.“

Generell müssen aber die Produktionstechnologien noch reifen. Toyota geht daher sehr behutsam an das Thema heran. Vom gerade vorgestellten Modell Mirai (Verkaufspreis in Europa ohne Steuern derzeit rund 66.000 Euro) würden daher heuer nur 700 Einheiten, nächstes Jahr 2.000 und bereits in den 2020 Jahren ca. 30.000 Fahrzeuge produziert. Um den Markt anzukurbeln, hat Toyota sogar 5.600 Patente freigegeben.

Böhme betont, dass der Wasserstoffverbrauch beim Mirai mit 0,7 kg/100 km im Vergleich zu anderen Wasserstofffahrzeugen sehr gut liegt. 1kg Wasserstoff entspricht ca. drei Liter Diesel und kostet quellenabhängig zwischen 1,50 Euro (ab Raffinerie) bis 50 Euro/kg (in kleinen Flaschen geliefert). Laut einer Studie ist

bei der Kostendegression beim Brennstoffzellenantrieb noch viel möglich. Wasserstoff ist jedenfalls ausreichend verfügbar: Allein die Wasserstoffproduktion in der Raffinerie Schwechat würde für 850.000 Fahrzeuge reichen, und in Leerlaufzeiten könnte dieser Wert noch höher werden. Derzeit wird der (fossil erzeugte) Wasserstoff zur Entschwefelung von Kraftstoff verwendet. Langfristig müsse der Wasserstoff aus erneuerbaren Quellen kommen. Großes Potenzial für Wasserstoff sieht Böhme auch im Energiebereich, zur Speicherung von

Überschussstrom, z.B. in einem Erdspeicher. Die OMV betreibt eine Windstrom-Wasserstoff-Pilotanlage.

Böhme sieht derzeit beim Wasserstoff einige wenige Leitmärkte in Europa, wie z.B. Deutschland. In Österreich wird die OMV in nächster Zeit in Linz und Wien auch jeweils eine neue Wasserstofftankstelle errichten. Böhme: „Vorerst sind fünf Wasserstofftankstellen geplant, der weitere Ausbau erfolgt bedarfsangepasst Hand in Hand mit der In-Verkehr-Bringung von Fahrzeugen.“

Mario Rohracher, Generalsekretär der GSV, resümierte: „Zukünftig wird uns eine Vielfalt von Antriebssystemen erwarten. Die Konsequenz daraus ist, dass der Kunde mittel- bis langfristig den auf seine Bedürfnisse zugeschnittenen Antrieb wählen wird können.“

Zusammenfassend hat sich die Zukunft von Brennstoffzellenfahrzeugen als das „Henne – Ei“ Problem herausgestellt. Die Automobilindustrie kann erst Fahrzeuge im großen Stil auf den Markt bringen, wenn ein ausreichend dichtes Wasserstoff-Tankstellennetz vorhanden ist. Die Tankstellenbetreiber werden allerdings erst ein Netz aufbauen, wenn genügend viele H2-Fahrzeuge auf dem Markt sind und eine entsprechende Nachfrage besteht.

Quellen:

Pressetext von GSV
Folien der Vortragenden
Peter Hofmann; Hybridfahrzeuge
van Basshysen/Schäfer;
Handbuch Verbrennungsmotor
<https://de.wikipedia.org/wiki/Brennstoffzelle>
<http://www.chorum.de/>



Diskussionsrunde: (v.l.n.r) Max Lang, Wolfgang Kriegler, Mario Rohracher, Walter Böhme, Andreas Fuchs