

„WASSERSTOFFMOTOR



Herr Korn, Sie haben bereits vor fast 20 Jahren bei BMW den Wasserstoffmotor maßgeblich mitentwickelt. Warum gibt es bis heute keinen H₂-Verbrenner in Serie?

Korn: Dafür gibt es mehrere Gründe. Damals war der gesellschaftliche Druck noch nicht so groß, und die Sorge über den Klimawandel war kaum präsent. Es gab keine CO₂-Flottengrenzwerte und keine Strafzahlungen. Und natürlich war damals die Motorenentwicklung noch nicht so weit wie heute. Da wurden Technologien und Brennverfahren adaptiert, die eigentlich für Ottomotoren entwickelt worden sind. Das war nicht ideal, und dabei ist viel Potenzial verloren gegangen hinsichtlich des Wirkungsgrads und der Leistungsdichte. Außerdem gab es praktisch keine Infrastruktur; die Tankstellen konnte man weltweit fast an zwei Händen abzählen. Als dann 2007 die Finanzkrise ausbrach, wurden viele Projekte eingedampft und sind aus dem Fokus geraten.

Seitdem hat sich einiges geändert.

Die Schadstoffemissionen sind nun überall stark reglementiert, auch die neue Gesetzgebung für Nutzfahrzeuge ist ein Gamechanger. Die Hersteller haben akuten Handlungsbedarf, um die CO₂-Grenzwerte einhalten zu können. Der Wasserstoffmotor ist jetzt eine der drei von der EU-Kommission genannten Nullemissionstechniken, mit denen Hersteller Strafzahlungen vermeiden können. Dazu passt die deutsche und europäische Wasserstoffstrategie. Wir sind mit einigen Lkw-OEM in Kontakt und haben auch Kooperationen mit Herstellern. Es gibt kaum einen OEM, der nicht schon am Wasserstoffmotor arbeitet oder zumindest Projekte vorbereitet. Das steht bei vielen auf der Agenda.

Welchen Vorteil hat ein Wasserstoffmotor gegenüber der Brennstoffzelle?

Man muss nur die Faktoren gegenüberstellen: Kosten, Lebensdauer, Robustheit, Kühlaufwand,

Systemkomplexität – überall schneidet der Verbrennungsmotor besser ab. Zudem ist man unabhängig von seltenen Rohstoffen, hat eine höhere Leistungsdichte sowie eine vorhandene Produktionsinfrastruktur, die in kurzer Zeit hohe Qualität zu niedrigen Kosten ermöglicht. Und noch ein paar Zahlen zur E-Mobilität: Mit Feststoffbatterien lässt sich die Energiedichte von 200 auf etwa 400 Wh/kg verdoppeln. Ein gewöhnlicher 350-bar-Wasserstoffspeicher hat schon heute eine Energiedichte von 2.500 Wh/kg. Mit neuen Technologien lassen sich über 5.000 Wh pro Kilogramm speichern, das ist mit Batterien unmöglich.

Welche Nachteile gibt es?

Fahrzeuge, die mit Brennstoffzellenhybriden betrieben werden, haben eine potenziell bessere Kraftstoffeffizienz – allerdings in Abhängigkeit von der Applikation, da muss man genau hinschauen. Man kann aber auch den Wasserstoff-



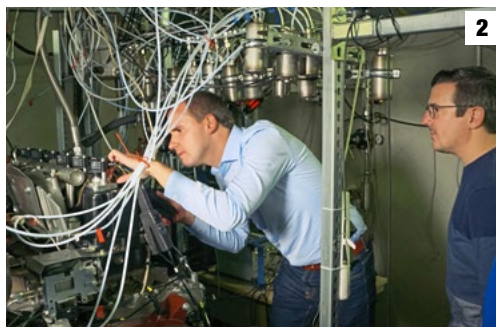
„Kohlenstoffrelevante Schadstoffe spielen bei einem guten Wasserstoffmotor praktisch keine Rolle mehr.“

Thomas Korn, Keyou

WIRD UNTERSCHÄTZT“

Interview: Keyou-Chef Thomas Korn erklärt, warum ein Wasserstoffmotor besser ist als eine Brennstoffzelle, ab wann sich der Einsatz lohnt und wann die ersten Nutzfahrzeuge mit H₂-Verbrenner auf der Straße sein werden.

TEXT: MATHIAS HEERWAGEN | FOTOS: KEYOU



1 Noch existiert der Wasserstoffbus nur als Computergrafik. Keyou arbeitet jedoch mit einem Bushersteller an einem Prototyp, der 2022 fahrbereit sein soll.

2 Dr. Thomas Ebert (l.), Leiter der Motorenentwicklung bei Keyou, bereitet einen H₂-Motor auf einen Prüfstandlauf vor.

motor mit einem elektrischen Antriebsstrang kombinieren, das wäre der richtige Vergleich. Bei den meisten Anwendungen fällt der Kraftstoffeffizienzunterschied sehr gering aus, wenn es überhaupt einen gibt. Daher halten wir den Wasserstoffmotor für sehr unterschätzt und die Kraftstoffeffizienz von Brennstoffzellenfahrzeugen für überschätzt.

Ein großer Vorteil des Wasserstoffmotors soll eine deutlich einfachere Abgasreinigung sein. Wie kommt das?

Stickoxide (NO_x) entstehen durch hohe Verbrennungstemperaturen oberhalb von 2.000 Kelvin. Der Betriebsbereich eines Dieselmotors liegt mitten in der Stickoxidentstehungskurve. Beim Wasserstoffmotor lässt sich jedoch eine sehr effiziente Magerverbrennung einstellen, bei der man den Motor außerhalb dieser Kurve betreibt – dann hat man einen Bruchteil der Stickoxide im Rohgas. Dementsprechend ist der Aufwand bei der Nachbehandlung extrem niedrig, Motoren werden wieder einfacher und günstiger.

Interessant auch im Hinblick auf Euro 7 ...

Bei der Umstellung auf Euro 6 sind die Motoren wegen der Nachbehandlungssysteme deutlich teurer geworden. Mit Euro 7 wird das noch extremer, und es wird für die Hersteller zunehmend unattraktiver, einen Benzin- oder Dieselmotor zu entwickeln. Wenn man aber in kurzer Zeit CO₂-neutral mobil sein will, kommt man am Verbrennungsmotor nicht vorbei, weil man die Produktion von Batterien oder Brennstoffzellen gar nicht so schnell skalieren kann. Die Al-

ternative ist der Wasserstoffmotor. Das wird ein großer Trend werden, der jetzt gerade anfängt.

Wie steht es um CO₂-Emissionen?

Mit Wasserstoff hat man keinen Kohlenstoff im Kraftstoff. Und wenn man einen guten Motor baut, der so gut wie kein Öl verbrennt, dann spielen die kohlenstoffrelevanten Schadstoffe praktisch keine Rolle mehr.

Wasserstoff ist teuer, und es gibt noch nicht viele Tankstellen. Das klassische Henne-Ei-Problem?

Wir haben bald 100 Wasserstofftankstellen in Deutschland, aber die Fahrzeuge kommen in homöopathischen Mengen – daher haben wir den derzeitigen Preis von 9,50 Euro pro Kilogramm. Eine Infrastruktur profitabel aufzubauen, ist nur möglich, wenn man den Verbrauch dazu passend bereitstellen kann. Bei Stadtbusflotten und Lkw-Fuhrparks kann ich mit einer zentralen Tankstelle im Depot viele Fahrzeuge versorgen, und dann stellt sich auch ein Business-Case ein. Dazu bräuchte man etwa zehn bis 15 Fahrzeuge pro Tag. Gasproduzenten wie Linde oder Air Liquide gehen von 600 bis 1.000 Kilo pro Tag aus, damit eine Tankstelle profitabel und der Wasserstoff günstig ist. Bei diesen Mengen geht man von etwa fünf Euro pro Kilogramm aus.

Immer noch teurer als Diesel.

Nicht unbedingt. Ein Kilogramm Wasserstoff hat den Energiegehalt von 3,3 Liter Diesel. Das sind umgerechnet etwa 1,50 Euro pro Liter Diesel. Fahrzeuge mit Wasserstoffmotor wären aber

von der Maut befreit und damit auf einem ähnlichen TCO-Level.

Wann sehen wir den ersten Lkw oder Bus mit Keyou-Wasserstoffmotor auf der Straße?

Wir arbeiten derzeit an zwei geförderten Projekten. Zum einen entwickeln wir mit einem europäischen Bushersteller einen Stadtbus, der wird in 18 Monaten auf der Straße stehen. Beim Lkw ist es ähnlich, da haben wir im Oktober ein Projekt für einen 18-Tonner gestartet und wollen ebenfalls in 18 bis 24 Monaten den ersten Prototyp zeigen. Und dann arbeiten wir noch an einer Sattelzugmaschine, für die wir den Motor mitentwickeln und bei der wir auch in der Fahrzeugentwicklung involviert sind. In 36 Monaten wollen wir fertig sein, das Projekt startet in den nächsten Wochen. ■

Keyou

Das 2015 gegründete Unternehmen aus Unterschleißheim bei München entwickelt Wasserstofftechnologien, spezielle Komponenten und Brennverfahren, mit deren Hilfe konventionelle Motoren zu Zero-Emission-Motoren transferiert werden können. Die Technologie ist motoren- und herstellerunabhängig und anwendbar für On- und Offroad-Motoren. Der Fokus liegt aktuell auf dem Nutzfahrzeugsektor.