

Aus dem Auspuff kommt nur heiße Luft

Verbrennungsmotoren, die mit Wasserstoff laufen, werden wiederbelebt / Ein junges Unternehmen will Umrüstsätze und Motoren für Nutzfahrzeuge bauen

Ein Schritt zurück kann zuweilen ein echter Fortschritt sein. Während alle Welt über Autos mit Elektromotoren nachdenkt, die ihre Energie aus Brennstoffzellen beziehen, und wie sie billiger werden könnten, ruft ein junges Unternehmen die Renaissance des Verbrennungsmotors aus. Nur dass dieser, wie die Brennstoffzelle, seine Energie aus Wasserstoff bezieht und nicht aus Diesel oder Benzin.

Neu ist das nicht, aber gekonnt aufgewärmt. Anfang des Jahrhunderts gab es so etwas schon einmal, BMW hatte ein paar Autos entwickelt, die tatsächlich fuhren. Einige Techniker von damals, darunter die ehemaligen BMW-Ingenieure Thomas Korn und Alvaro Sousa, haben sich nun mit Wasserstoff-Experten zusammengetan und das Unternehmen Keyou gegründet, um die Idee wiederzubeleben. Nur dass der Wasserstoff diesmal Nutzfahrzeuge antreiben soll und nicht sportliche Personenwagen. Unterstützt wird das Vorhaben durch die Nagel Maschinen- und Werkzeugfabrik aus Nürtingen, ein Spezialist für Honwerkzeuge, dessen Geschäftsführer Bernd Nagel vom Konzept überzeugt ist.

Da liegt die Frage nahe, warum BMW denn im Jahr 2009 die Versuche eingestellt hat. Technische Probleme seien es nicht gewesen, erklärt Korn, der jetzt die Geschäfte von Keyou führt. Die Autos hätten damals „einen guten Vorserienstand“ erreicht. Wasserstoff greift einige Materialien an, die dann verspröden, aber mit dem Stahl und Alu im Motor habe es kaum Schwierigkeiten gegeben. Nicht leicht zu beherrschen ist die Zündwilligkeit des Wasserstoffs, sie kann zu Rückzündungen im Ansaugtrakt führen. Eine Herausforderung waren damals die Tanks und in Verbindung damit die Reichweite. Verwendet wurde gekühlter Flüss-

sigwasserstoff. Heute sei die Entwicklung deutlich weiter, sagt Korn. Der Wasserstoff wird in Drucktanks mitgeführt, wie im Brennstoffzellenfahrzeug. Der eigentliche Grund für BMW, das Projekt aufzugeben, sei die politische Entwicklung in Amerika gewesen – Kalifornien verlangte nach dem Elektroauto.

Das ist, mit Blick auf die Emissionen, aus heutiger Sicht nachvollziehbar. Der Wasserstoff selbst verbrennt zwar mit dem Luftsauerstoff sauber, es entsteht nur Wasser. Winzige Mengen Kohlendioxid können durch Schmiermittel anfallen, die ihren Weg in den Brennraum finden. Dort sind freilich, im Gegensatz zur Brennstoffzelle, die Temperaturen so hoch, dass der Stickstoff aus der Verbrennungsluft mit

Sauerstoff zu giftigen Stickoxiden reagiert. Frühe Konzepte für Wasserstoff-Verbrenner haben sich deshalb mit einem relativ fetten Gemisch beholfen, das senkt indes den Wirkungsgrad und treibt den Verbrauch in die Höhe. Keyou arbeitet dagegen mit Luftüberschuss. Die zwangsläufig entstehenden Stickoxide werden mit einer Abgasrückführung und einem neuentwickelten H₂-SCR-Katalysator bekämpft, den sich das Unternehmen patentieren ließ. Die Stickoxide werden darin mit Was-

serstoff zu harmlosen Stickstoff reduziert. Was übrig bleibt, ist laut Korn an der Grenze zur Nachweisbarkeit.

Wie der Diesel für den Betrieb mit Erdgas zum Ottomotor umgebaut werden kann, also unter anderem eine Zündanlage erhält, so funktioniert das auch für den Einsatz von Wasserstoff, die technischen Unterschiede sind gering. Keyou will einen Umrüstsatz für Busse und Lastwagen anbieten, der neben zugekauften Teilen wie Kolben und Zündanlage vier selbstentwickelte Komponenten enthält: Die Sauganlage wird für die Aufnahme von Wasserstoffinjektoren umgebaut, die

Abgasrückführung wird angepasst und der Katalysator installiert. Der Leistungsverlust im Vergleich zum Betrieb mit Diesel konnte in Saugmotoren bis zu 40 Prozent betragen. Ein serienmäßiger Diesel-Turbolader ist für Wasserstoffbetrieb nicht geeignet, Keyou verwendet einen zweistufigen, der den Leistungsverlust ausgleichen soll. Der Tank für eine Reichweite von 250 Kilometern wird mit einem Druck von 350 bar befüllt – die übliche Größenordnung für Nutzfahrzeuge mit Wasserstofftechnik. Die für Personenwagen mit Brennstoffzelle verwendeten 700 bar sind nicht notwendig. Das ist dem knappen Platz dort geschuldet, der Tank ist bei gleicher Reichweite kaum leichter. „Der Wasserstoffspeicher ist dem batterieelektrischen um Jahrzehnte voraus“, sagt Korn, auch hält er das Kostensenkungspotential für größer. Emissionsfreie Mobilität von Nutzfahrzeugen werde so erstmals bezahlbar. Korn verweist auf Projekte wie jenes der Berliner Verkehrsbetriebe, in denen der Wasserstoffmotor seine Praxistauglichkeit bewiesen habe. In Berlin wurden von 2006 bis 2015 Stadtbusse mit Wasserstoff betrieben, insgesamt wurden mit den Saugmotoren 900 000 Kilometer zurückgelegt. MAN hat die Entwicklung von Wasserstoff-Verbrennern inzwischen allerdings parallel zu BMW aufgegeben und setzt auf die Brennstoffzelle.

Der Umrüstsatz von Keyou soll grob gerechnet etwa 40 000 Euro plus Einbaukosten, ob und wann er sich amortisiert, ist naturgemäß vom Bezugspreis des Wasserstoffs abhängig. Wird ein solcher Motor in ein neues Fahrzeug eingebaut, soll das nicht teurer als ein Diesel sein. Folgerichtig ist das Unternehmen nach eigenem Bekunden in Verhandlung mit einigen Herstellern, die das Konzept übernehmen möchten. Die Kernkomponenten

werden im Auftrag gefertigt und einzeln oder als Nachrüstsatz an beide Kundengruppen verkauft. Der Markt wird in regionalen Flottenbetreibern und Verkehrsbetrieben gesehen. Denn sie stehen vor der Herausforderung, mit knappen Budgets Emissionen zu reduzieren.

Und wie kommt der Wasserstoff in den Lastwagen? Keyou setzt darauf, dass er als Nebenprodukt der Industrie in vielen Regionen in großen Mengen anfällt und dort für die Mobilität genutzt werden kann. Nach Angaben des Deutschen Wasserstoff- und Brennstoffzellenverbands sind das rund eine Milliarde Kubikmeter im Jahr, verteilt über die Bundesrepublik. Das könnte für knapp 13 000 Stadtbusse reichen – falls der Wasserstoff nicht anderweitig Verwendung findet. Für den Einsatz in Brennstoffzellen ist dieser Wasserstoff oft nicht rein genug. Hier ist der Verbrenner im Vorteil, der ihn trotzdem nimmt, das ermöglicht für ihn relativ günstige Preise; Keyou rechnet in seinen Amortisationsmodellen mit drei Euro je Kilo. In solchen Pioniermärkten könnten Nutzfahrzeugflotten ihren Treibstoff aus Depots tanken, ein flächendeckendes Tankstellennetz, wie es für Brennstoffzellenautos in Planung ist, wird für die Busse nicht benötigt.

Erste Vereinbarungen und Verträge sind laut Unternehmen schon geschlossen. In diesen Tagen beginnt der Prüfstandlauf eines zusammen mit Deutz entwickelten Motors. Ein Prototyp wird in einem Bus Ende des Jahres präsentiert, anschließend sollen sechs Vorserienbusse als Vorbereitung für den Vertrieb von 60 Demonstrationsfahrzeugen an ausgewählte Verkehrsbetriebe geliefert werden. Ende 2019 soll es kommerziell gelieferte Bussysteme geben, zwei Jahre später Lastwagen. Auch der schönste Rückschritt braucht halt seine Zeit. LUKAS WEBER

Umbau mit Maß: Nur die eingefärbten Teile werden für den Betrieb mit Wasserstoff verändert. Foto Hersteller

