

# FOCUS

More than cold. | H<sub>2</sub> Mobility



## Kältetechnik für die Wasserstoff-Infrastruktur

Zwei Konzepte für die Kühlung  
während der Betankung



### Nahziel: 100 Wasserstofftankstellen für Pkw

2030 könnte dieses Netz betriebsbereit sein. Zu den Endabnehmern des Wasserstoffs würden Tankstellen gehören. Ihre Planung und Errichtung ist Aufgabe des Konsortium H<sub>2</sub>Mobility, in dem sich Autohersteller, Tankstellenbetreiber und Gaserzeuger zusammengeschlossen haben.

Das erste Ziel von H<sub>2</sub> Mobility – der Betrieb von 100 Wasserstoffstationen für Pkw (d.h. für die 700 bar-Betankung) in sieben deutschen Ballungszentren und an den Autobahnen – ist nahezu erreicht, aktuell sind es 92. Wenn Nummer 100 eingeweiht wird, können mehr als sechs Millionen Autofahrer auf Wasserstoff umsteigen, ohne größere Umwege in Kauf nehmen zu müssen, und ein Brennstoffzellenfahrzeug als Alltagsauto wird interessanter. An sechs Stationen lassen sich Nutzfahrzeuge mit 350 bar auftanken.

### Kälte beschleunigt Tankvorgang

Bei diesen Stationen und allen weiteren, die in den kommenden Jahren errichtet werden, ist Kältetechnik gefragt. Der Grund: Durch die (adiabate) Verdichtung des Wasserstoffs im Fahrzeugtank können unzulässig hohe Temperaturen entstehen. Um diesem Effekt entgegenzuwirken, wird der Wasserstoff auf bis zu -40°C gekühlt. Das hat einen weiteren Vorteil: Je kälter der Wasserstoff ist, wenn er aus dem lokalen Speicher in den Fahrzeugtank strömt, desto schneller kann getankt werden. Die Kühlung muss daher nicht nur zentral, sondern auch möglichst nah am Fahrzeug, d.h. an der Zapfsäule (dem Dispenser) erfolgen. Ergo: Ohne leistungsfähige (Tief-)Kältetechnik ist ein effizienter Betankungsvorgang nicht möglich.

### Das Maß der Dinge: SAE J 2601

Die zentralen Parameter der Betankung (Kraftstofftemperatur, Betankungsgeschwindigkeit, Enddruck ...) sind in der SAE-Norm J2601 festgelegt. Die durchschnittliche Durchflussmenge bei der Pkw-Betankung an öffentlichen Tankstellen beträgt ca. 30 g/s, das Maximum 60 g/s.

Für die Wasserstofftemperatur beim Betanken gilt:  
Je kälter, desto besser.

## Lektüre-Tipps

Ein Lektüre-Tipp zum Thema: Das Fraunhofer Institut ISE hat (im Oktober 2019) eine „Wasserstoff-Roadmap für Deutschland“ herausgegeben. Sie prognostiziert die Marktentwicklung der Wasserstoffwirtschaft für die nächsten Jahrzehnte:

[https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/2019-10\\_Fraunhofer\\_Wasserstoff-Roadmap\\_fuer\\_Deutschland.pdf](https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/2019-10_Fraunhofer_Wasserstoff-Roadmap_fuer_Deutschland.pdf)

Aktuelle Neuheiten zum Thema Wasserstoff (und auch Elektromobilität) gibt es auf der Homepage der „NOW GmbH Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“ ([www.now-gmbh.de](http://www.now-gmbh.de))

Der Stand der Dinge in Sachen „Ausbau des Wasserstoff-Tankstellennetzes in Deutschland“ lässt sich auf der Homepage des Netzwerks H<sub>2</sub> Mobility verfolgen: [www.h2.live](http://www.h2.live) Dort finden Sie auch zahlreiche Presse-Informationen der Netzwerkpartner.

# Wasserstoff nicht nur für Brennstoffzellen-Fahrzeuge

## Welches Kältemittel ist geeignet?

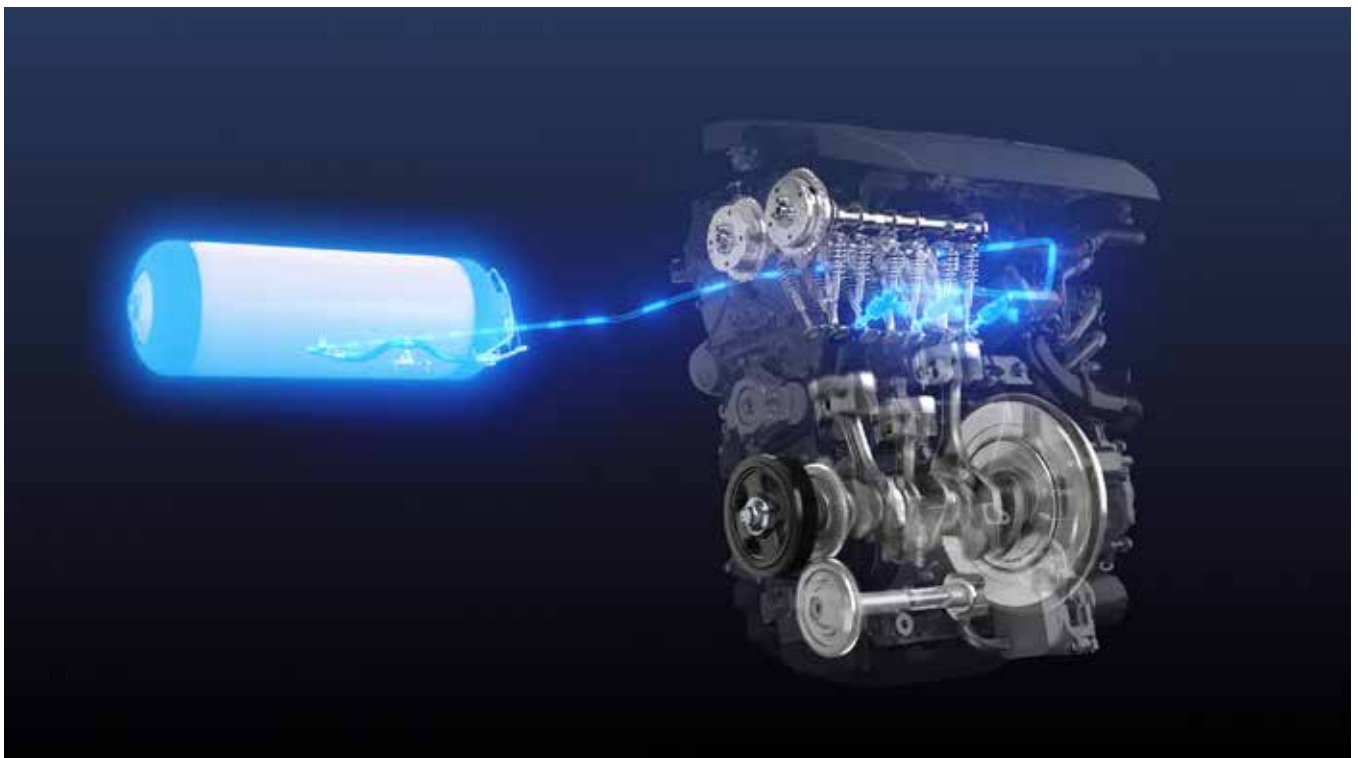
Bei der Wahl der Kältemittel ist der Anlagenhersteller bzw. der Tankstellenbetreiber nicht festgelegt. L&R hat für diesen Anwendungsfall u.a. Kälteanlagen mit R 449A realisiert – einem Low-GWP-HFO-Blend (HFO = Hydrofluoroolefin); bei den Zwischenkreisanlagen kommt zusätzlich eine Salzsole auf Kaliumformiatbasis zum Einsatz.

Als weitere Option bieten sich natürliche Kältemittel an, zumal es sich hier um Anwendungen mit dem Anspruch der Nachhaltigkeit und des Klimaschutzes handelt. Aus Sicht von L&R ist dann  $\text{CO}_2$  das Kältemittel der Wahl. Sein Eigenschaftsprofil passt geradezu perfekt zu den kältetechnischen Anforderungen an die Wasserstoffbetankung, und L&R hat bereits  $\text{CO}_2$ -Tiefkälteanlagen für diverse Anwendungsfälle realisiert. In der Lebensmittel- und Supermarktkühlung ist das Kältemittel  $\text{CO}_2$  nicht mehr wegzudenken. L&R bietet diese Möglichkeit nun auch für industrielle Bereiche an.

## Nicht nur für Brennstoffzellen-Fahrzeuge

Wie schnell sich dieser Markt entwickelt und wieviele Brennstoffzellen-Fahrzeuge im Jahr 2025 oder 2030 auf Deutschlands Straßen unterwegs sein werden, ist noch offen. Fest steht: Die entsprechende Infrastruktur wird nun aufgebaut. Zahlreiche weitere öffentliche Wasserstoff-Tankstellen befinden sich in Planung und im Bau. Noch rascher entwickelt sich der Bedarf an privaten Tankstellen, die z.B. von Verkehrsbetrieben und Logistikunternehmen genutzt werden.

Und: Wenn man von Wasserstoff als Kraftstoff spricht, muss man nicht zwangsläufig Brennstoffzellenantriebe meinen. Verbrennungsmotoren lassen sich ebenfalls mit Wasserstoff betreiben. BMW hat jahrelang eine  $\text{H}_2$ -Versuchsflotte betrieben, die Aktivitäten allerdings zugunsten von Elektro- und Brennstoffzellenantrieben eingestellt. Aber Toyota hat kürzlich erst einen wasserstoffbetriebenen Rennsportmotor vorgestellt, und MAN einen Lkw mit  $\text{H}_2$ -Verbrennungsmotor. Und der Motorenhersteller Deutz präsentiert mit dem Prototypen des Sechszylinder-Reihenmotors TCG 7.8  $\text{H}_2$  einen Wasserstoff-Motor für mobile Arbeitsmaschinen, der in Kombination mit elektrischen Antrieben in unterschiedlichen Hybridkonfigurationen einsetzbar ist.



Mit Wasserstoff können auch entsprechend angepasste Verbrennungsmotoren betrieben werden. (© Toyota)

## L&R liefert optimale Kälteanlagen für H<sub>2</sub>-Tankstellen



Im Hintergrund dieser Wasserstoff-Tankstelle ist die Kältemaschine mit der Wasserstoffaufbereitung gut zu sehen. (©: H<sub>2</sub> Mobility)

Bei den (meist privat betriebenen) H<sub>2</sub>-Tankstellen für Lkw; Busse und Züge sind Durchflussmengen von 80 bis 120 g/s üblich. Allerdings genügt es hier in den meisten Fällen, wenn die Betankung in einem gegenüber der PKW-Betankung deutlich verlängerten Zeitraum erfolgt. Aber auch hier findet in der Regel eine Kühlung des Wasserstoffs statt. Grundsätzlich kann man sagen: Je kälter, desto besser.

Was die – für die Kältetechnik entscheidende – Wasserstofftemperatur beim Betanken betrifft, unterscheidet die Norm drei Kategorien: T20, T30 und T40, wobei T40 einer Temperatur von -40 °C entspricht. Diese Kategorie definiert letztlich auch die Betankungsgeschwindigkeit. Das bedeutet: Man benötigt eine Tiefkälteanlage, um den Wasserstoff (der aktuell noch nicht aus der Leitung kommt, sondern in einem Flaschenlager auf dem Tankstellengelände bevorratet wird) auf das gewünschte Temperaturniveau zu bringen. Grundsätzlich kann man sagen: Je kälter, desto besser.

Bei einer Wasserstofftemperatur von -40 °C kann der Tank innerhalb von drei bis fünf Minuten genug komprimierten Wasserstoff (bis zu 10 kg) aufnehmen, um auf einen Füllstand von 95 bis 100% zu kommen. Je nach Fahrzeug und Tankvolumen beträgt die Reichweite dann 500 bis 700 Kilometer. Die bei der Elektromobilität oft gefürchtete „Reichweitenangst“ gibt es beim Brennstoffzellenantrieb also nicht.

### Direktverdampfung oder Zwischenkühlung?

L&R hat bereits umfassendes Know-how bei der Auslegung und Projektierung von Kälteanlagen für H<sub>2</sub>-Tankstellen gesammelt – bei privaten und öffentlichen Tankstellen in Deutschland, Frankreich, England und Spanien. Grundsätzlich kommen dabei zwei unterschiedliche Konzepte zur Anwendung. Das Betankungsprofil entscheidet letztlich darüber, welches der beiden Konzepte genutzt wird.

Bei öffentlichen H<sub>2</sub>-Tankstellen mit größerem und diskontinuierlichem Bedarf an Wasserstoff bewährt sich das Prinzip der Direktverdampfung bzw. Durchlaufkühlung. Die Kälteanlage (die entsprechend groß dimensioniert sein muss) kühlt dann direkt und bedarfsgerecht den Wasserstoff über einen H<sub>2</sub>-Wärmetauscher.

Wenn es sich um eine Tankstelle handelt, die nur zu bestimmten Zeiten oder eher unregelmäßig frequentiert wird, ist es wirtschaftlicher, wenn die Abkühlung des Wasserstoffs durch einen „Energiespeicher“ in Form von tiefkalter Spezialflüssigkeit erfolgt. Dieser Speicher wird in den Tankpausen von der Kältemaschine aufgeladen. Hierfür benötigt man einen Zwischenkreislauf. Die Technik ist also aufwändiger, dafür kann aber eine Kälteanlage mit kleiner Leistung gewählt werden, was einen deutlichen Preisvorteil zur Folge hat.



Autor: Christoph Wiemer, Leiter Sonderanlagenbau

Industriekälteanlagen  
Tieftemperaturtechnik  
Steuerungstechnik



So individuell wie Ihr Projekt!

Oberflächen- & Galvanotechnik



Chemie- & Pharmaindustrie



Kunststoff- & Kautschukindustrie



Lebensmittelindustrie



Spezial-Tiefbau



Anlagen- & Maschinentechnik



Medizintechnik



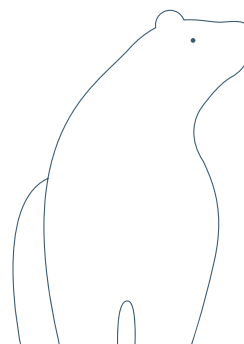
Metallbearbeitung



Startbereit auch für Ihre Branche!



L&R Kältetechnik GmbH & Co. KG  
Hachener Straße 90 a-c  
59846 Sundern-Hachen  
Tel. 02935 9652 0  
info@lr-kaelte.de  
www.lr-kaelte.de



More than cold.