

## Wasserstoff aus der Pfandflasche!



*Preisanzeige für Wasserstoff an einer der viel zu wenigen Tankstellen in Deutschland, die diesen Kraftstoff anbieten. Es werden die Preise für gasförmigen Wasserstoff unter den derzeit gängigen Drücken angezeigt.*

Einer der Energieträger, die eine weitgehend unabhängige und schadstoffemissionsfreie Mobilität möglich machen können, ist der Wasserstoff. Jedes Fahrzeug, ob ein Automobil, eine Lokomotive oder ein Schiff könnte mit der Kombination Wasserstoff, Brennstoffzelle und Elektromotor schadstoffemissionsfrei angetrieben werden und große Distanzen zurücklegen. Wasserstoff wäre für unsere Mobilgesellschaft in Europa und Deutschland auch ein Rohstoff, bei dem es keine politischen oder wirtschaftlichen Lieferabhängigkeiten gäbe: Wir haben in unserer Umwelt genügend eigene Rohstoffvorräte zum Erzeugen des Energieträgers Wasserstoff. Um Wasserstoff aus den bei uns vorhandenen Rohstoffen zu gewinnen wird zwar Energie in der Form von elektrischem Strom gebraucht, aber in unserer Umwelt gibt es auch genügend Möglichkeiten, diesen Strom aus verschiedenen regenerativen Quellen zu erzeugen. Ja, es gibt sogar ganze Gegenden, in denen beide Grundelemente, der erforderliche Rohstoff und die erforderliche regenerative Energie nebeneinander vorhanden sind - wir müssten sie nur entsprechend nutzen wollen.

Unter gewöhnlichen Bedingungen ist Wasserstoff ein leichtes Gas, das sich aufgrund seiner geringen Dichte und seines sehr kleinen Atomradius überall leicht verflüchtigen kann - es ist sehr volatil. Damit ist wohl das bisher größte Problem auf dem Weg zu einer emissionsfreien Wasserstoffmobilität beschrieben. Bisher wird Wasserstoff ent-

weder bei extrem tiefen Temperaturen (bei mehr als -250 0C) als Flüssigkeit oder unter sehr hohen Drücken (bei bis zu 700 bar) als Gas gelagert und transportiert. Dies zeigt, dass es eine spezifische und technisch aufwendige Technologie braucht, um mit Wasserstoff sicher umzugehen. Im Bereich der Fahrzeugtanks bei Automobilen und LKWs ist dies bereits gelöst. Dabei wird Wasserstoff derzeit gasförmig unter hohem Druck getankt. An den wenigen Wasserstofftankstellen in Deutschland kann der Treibstoff entweder mit 350 oder mit 700 bar getankt werden. Wenn die Tanks allerdings größer werden, wie dies bei Tankstellen und für den Transport bei Tanklastzügen erforderlich ist, wird auch die notwendige Technik wesentlich teurer als die bisher verwendeten Techniken. Mit einer der für den Deutschen Zukunftspreis 2018 nominierten neuen Technologie können Lagerung und Transport von Wasserstoff als Treibstoff so verändert werden, dass die bisher dazu für Benzine, Dieselkraftstoffe oder Heizöle verwendeten Techniken ebenso zur Lagerung und zum Transport von Wasserstoff benutzt werden können. Dies sollte die Verfügbarkeit von Wasserstoff für die individuelle Mobilität schnell erhöhen können. Was bisher dazu allerdings fehlt, ist der Wille zu einem schnellen Ausbau des entsprechenden Tankstellennetzes in Deutschland und Europa.

Wasserstoff kann überall dort regenerativ erzeugt werden, wo Wasser und eine der vielen Formen regenerativer Energiegewinnung zusammen vorkommen. Dies erscheint dabei zunächst davon abhängig zu sein, wann die regenerative Energie gewonnen werden kann, denn sie lässt sich zunächst nicht speichern und muss genutzt werden. Bläst der Wind nachts, dann steht auch nachts der über Windräder erzeugte Strom zur Verfügung. Die Sonne scheint nur am Tag und auch nicht immer dort, wo der erzeugbare Strom gerade gebraucht wird. Auch hierbei kann die neue Technologie genutzt werden, indem der gerade erzeugte Strom dazu verwendet wird, Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff aufzuspalten. Diese Gase können dabei aufgefangen und gelagert werden. Hierbei setzt die neue Technologie an, indem sie das Lagern und das Transportieren von Wasserstoff auf eine einfache und wiederverwendbare Weise ermöglicht.

Die Forscher haben einen Weg gefunden, um Wasserstoff über eine chemische Reaktion in großer Menge chemisch an eine Trägerflüssigkeit zu binden. Diese Reaktion ist umkehrbar und kann jederzeit dort, wo der Wasserstoff wieder gebraucht wird, aus der Trägerflüssigkeit zurückgewonnen werden. Ein in der Industrie schon lange bekannter ölartiger Wärmeträger, der chemisch stabil, ungiftig und nicht brennbar ist, wird dabei als Trägerflüssigkeit verwendet. Derzeit wird Dibenzyltoluol als ideale Trägerflüssigkeit verwendet. Diese Trägersubstanz wird – den internationalen Bräuchen entsprechend – als „Liquid Organic Hydrogen Carrier“ (LOHC) bezeichnet – dementsprechend wird diese Technologie als „LOHC-Technologie“ beschrieben. Wenn weitere Forschungen auch für andere Gase neue Trägerflüssigkeiten finden, könnte künftig auch der gesamte Gastransport verändert werden. Derzeit wird damit Wasserstoff sicher und kostengünstig lagerfähig und kann auch mit den bisher verwendeten Transporttechniken sicher transportiert werden. Nach einer Lagerung oder einem Transport kann dann der Wasserstoff am Zielort durch eine umgekehrte Reaktion wieder freigesetzt und über eine Brenn-

stoffzelle wieder in elektrischen Strom umgesetzt werden. Die organische Trägerflüssigkeit wird dabei nicht verbraucht. Auch sie kann wieder mit Wasserstoff beladen und für einen nächsten Transport verwendet werden. Die Tanklastzüge tauschen an den Tankstellen, oder dort wo Wasserstoff zur Stromerzeugung oder zu Heizzwecken verwendet wird, nur die beladene gegen eine entladene Trägerflüssigkeit aus und bringen diese wieder zum abermaligen Beladen zurück zum Ort, wo der Wasserstoff regenerativ gewonnen wird. Die Transportfahrzeuge könnten dabei selbst über Brennstoffzellen und Elektromotoren angetrieben werden, sodass auch der Transport des Treibstoffs ohne Schadstoffemissionen möglich gemacht werden könnte. Ein regeneratives Gewinnen von Wasserstoff wäre beispielsweise auch dort denkbar, wo bisher viel Wasser als Feind des Tagebaus zum Abbau von umweltschädlicheren Energierohstoffen abgepumpt und aufbereitet werden muss.

Diese neue Technologie ist von den Erfindern zur Marktreife weiterentwickelt worden. Dazu gehören verschiedene Prozesse, die entsprechenden Anlagen und die für die Reaktionen erforderlichen Katalysatoren. Dies alles wurde auch im Betrieb verschiedener Test- und Forschungsanlagen ausführlich getestet, sodass einem Regelbetrieb nichts mehr im Weg steht – vorausgesetzt, Wasserstoff soll als Energieträger für die verschiedensten Antriebe, für dezentrale Energiespeicher oder für lokale Heizzwecke benutzt werden. Die Technologie dafür existiert, sie müsste nur noch über entsprechende Versorgungsnetze verteilt und bereitgestellt werden. Derzeit werden verschiedene Forschungs- und Versuchsprojekte durchgeführt, um die wasserstoffreiche Trägerflüssigkeit auch direkt für den Antrieb von Zügen, Schiffen, LKWs und Bussen zu nutzen. Ob und inwieweit ein Energietransport von Nord nach Süd über die „LOHC-Technologie“ in Deutschland eventuell auch den Bau von umstrittenen Überlandleitungen ersetzen kann, müsste genauer untersucht werden. Denkbar wäre eventuell ein Transport der beladenen Trägerflüssigkeit in Tankwaggons auf dem Schienenweg. Diese „Energiezüge“ müssten dann täglich den benötigten Wasserstoff von den Windrädern an der Küste zu entsprechenden Entladestationen in Bayern bringen. Dazu müssten auch entsprechende Zeitfenster auf den jeweils betroffenen Bahnstrecken geschaffen werden – der Ausbau der Güterfernnetze in Deutschland ist zur Entlastung der überfüllten Autobahnen sowieso dringend erforderlich.

Eine Verwendung zum Antrieb von PKWs könnte jederzeit über den Weg erfolgen, bei den bestehenden PKW-Antrieben an den Tankstellen Wasserstoff direkt zu tanken und den Wasserstoff beim Tanken aus der Trägerflüssigkeit zu lösen. An den Tankstellen müssten dann zum Beliefen nur die Trägerflüssigkeiten ausgetauscht werden. Dies könnte auch die Rohstoffabhängigkeit unserer Gesellschaft von Lithium für die Lithiumbatterien erheblich verkleinern. Außerdem wäre es damit dann wahrscheinlich auch nicht überall erforderlich, neue und größere Stromkabel in den Straßen der Wohnorte für die nächtlichen Ladevorgänge von batteriebetriebenen Elektroautos verlegen zu müssen. Wahrscheinlich wäre es dann ebenso nicht erforderlich, viele neue Kraftwerke zum Erzeugen des nächtlich benötigten Ladestroms für viele batteriebetriebene Elek-

trofahrzeuge zu bauen. Die über einen Antrieb mit Brennstoffzelle und Elektromotor betriebenen Elektrofahrzeuge könnten ihren Kraftstoff auch für größere Reichweiten weiterhin an der Tankstelle tanken – es wird dann eben Wasserstoff als Gas unter dem jeweils entsprechenden Druck getankt.

## Hinweise auf Literaturquellen

Ronald Barazon (2017): Niemand weiß, woher der Strom für Elektro-Autos kommen soll. – online Publikation:

<https://deutsche-wirtschafts-nachrichten.de/2017/07/10/niemand-weiss-woher-der-strom-fuer-elektro-autos-kommen-soll/>

Marvin Eichstätter (2018): Studie: Deutsches Stromnetz nicht auf Elektromobilität vorbereitet. – online Publikation:

<https://emobilitaetblog.de/studie-deutsches-stromnetz-nicht-auf-elektromobilitaet-vorbereitet/>

Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e. V. (2018): Flüssige Wasserstoffspeicher – Wegbereiter einer zukünftigen Wasserstoffgesellschaft. – online Publikation: <https://www.deutscher-zukunftspreis.de/de>

---

**FiWiSo-Allianz**

rnl im November 2018

Bilder: copyright rnl