

Seit ca. 20 Jahren untersucht die Fahrzeugindustrie die Möglichkeiten, Wasserstoff als Betriebsstoff zu nutzen. Direkt in geeigneten Verbrennungsmotoren, mobil elektrifiziert mittels Brennstoffzellen oder chemisch weiter verwandelt in Gas oder flüssigen Treibstoff. Hergestellt werden soll der Wasserstoff mit „grünem“ Strom aus Überschüssen der Windkraft und der Solarerzeugung, die ansonsten nicht sinnvoll genutzt werden können. Dass allerdings chemisch/thermische Prozesse höchst allergisch auf volatilen Betrieb reagieren, ja, eigentlich konstant durchlaufen müssen, wird dabei ignoriert. Folglich kann diese Art der H<sub>2</sub>-Gewinnung nicht wirklich zugrunde gelegt werden, der Betriebsstrom sollte aus einer möglichst konstanten Quelle kommen, wie beispielsweise Kernkraft. Wollen wir vorwärts in die Vergangenheit? Und den Teufel mit dem Belzebub austreiben?

Es gibt verschiedene Prozesse, wie man atomar reinen Wasserstoff generieren kann. Der nächstliegende ist die Elektrolyse, also die Aufspaltung von Wasser in O<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>. Das geht direkt mit angelegter Gleichspannung. Das zu spaltende H<sub>2</sub>O muss dafür möglichst rein sein, also aufwändig vorgereinigt vorliegen. Das verbraucht Energie und erzeugt Abfälle. Süßwasser steht auf unserem Planeten heute bereits in nicht hinreichender Menge zur Verfügung, um Menschen, Tiere und Pflanzen ausreichend zu versorgen. Also verwenden wir Meerwasser. Das bei der ersten Stufe der Aufbereitung abfallende Salz enthält neben Na und Cl auch Spuren von Lithium, das wir für Speicherzellen brauchen können. Der abgefilterte Plastikmüll kann in Prozessen, die bisher nur im Pilot-Maßstab existieren, sortenrein getrennt und recycelt werden. Ob das energetisch Sinn macht, ist nicht erwiesen. Weitere „Beifänge“ müssen ebenfalls entsorgt oder getrennt und genutzt werden. Erst dann kann man daraus zur Elektrolyse geeignetes H<sub>2</sub>O filtern. Den dabei anfallenden Sauerstoff nutzen wir für technische oder medizinische Zwecke oder reichern unsere Atemluft damit an. Wasserstoff ist, wie wir aus dem Chemie-Unterricht wissen, das kleinste Atom, das wir kennen. So klein, dass es nichtmal in extrem dichten Materialien (Blei) ohne Diffusionsverluste länger als wenige Tage gelagert werden kann. Zudem ist es extrem leicht (wenig dicht), braucht folglich unpraktikabel große Speicherbehälter. Deshalb wird es verdichtet, man spricht von 700 Bar. Alternativ verflüssigt, muss es auf Temperaturen gekühlt werden (und bleiben), die deutlich unter minus-240°C liegen. Siehe Wikipedia „Wasserstoffspeicherung“. Das alles braucht Ressourcen und Energie, nicht nur bei der Erzeugung, sondern auch bei Transport und Lagerung. Wär' schon blöd, wenn der Tank meines voll hingestellten Autos nach 2 Wochen leer wäre, ganz ohne Nutzung.

Besser ist es, die Moleküle größer zu machen – zusammen mit CO<sub>2</sub> kann man daraus Methan gewinnen. Das ähnlich Erdgas gelagert, geleitet und verbrannt (oxidiert) werden kann. Wieder Energie reingesteckt. Methan ist ca 25 mal schädlicher für die Atmosphäre als CO<sub>2</sub>, es darf folglich keinerlei Leckverluste geben. Also doch besser weiter wandeln in Methanol? Ja, das ist flüssig und kann herkömmliche Verbrennungsmotore antreiben. Es gibt sicherlich Anwendungsfälle, wo sich der Aufwand noch wirtschaftlich und hinreichend energieeffizient begründen lässt. Für Fahrzeuge mag das in Summe noch ein bisschen weniger umweltschädlich bleiben als Benzin oder Diesel, aber den Vergleich zum Batterieauto verliert man damit um Faktoren 5 – 20, je nach Berechnung und Einbeziehung aller Prozessschritte von der Gesteherung bis zur Entsorgung/Weiternutzung.

Bei all der von diversen Autofirmen immer noch geträumten Wasserstoff-Euphorie wurde die eigentlich naheliegende direkte Verwendung von Grünstrom mittels Zwischenspeicherung in Akkus lange vernachlässigt – erst der „Spinner“ Elon Musk zeigte allen, wie es funktioniert. Klar, dann würde der Stolz deutscher Autobauer, der Verbrennungsmotor, obsolet. Das tut weh und all die Investitionen verpuffen. Auch meine Diplomarbeit habe ich mal zum Thema Dieselerbrennung gemacht. Da muss man halt durch. Denn, schon die wasserstoff-freundlichste Schönrechnung kommt auf Faktor 3 – 4

mehr Energieaufwand für H<sub>2</sub>-betriebene PKW/LKW im Vgl. zu heutiger Lithium-BEV-Technik. Und dabei hat man die oben nur gestreiften Prozesse noch nicht mal mitgerechnet. Es liegt halt auf der Hand: H<sub>2</sub>-Treibstoff rechnet sich weder für die Umwelt noch für den Geldbeutel. Außer für den der gestrigen Autobauer, die noch weitere Jahrzehnte ihre Mehrzylinder-Brummkisten an den geneigten Kunden verkaufen wollen. Beachtet man dann, welche Politiker deren Liedchen singen, dann fällt eine gewisse Übergewichtung der Bundesländer auf, in denen „Premium“-Autohersteller immer noch an ihren Verbrennern festhalten. Nicht von ungefähr stellt die CSU seit 16 Jahren den Bundesverkehrsminister. Der auch für Infrastruktur verantwortlich ist. Echt bescheuert...

Diese Verkehrsminister hätten eigentlich in den letzten Jahrzehnten besser daran getan, den Langstrecken-Güterverkehr auf die elektrifizierte Schiene zu bringen. Denn kein Transportmittel ist pro Tonne Transportgut energie-effizienter und - bei Elektrobetrieb – umweltschonender als die Schiene, und das schon bei deutlich weniger als die >50% Grünstromanteil den wir inzwischen hierzulande bereits haben. Sehr viel geringerer Rollwiderstand, vorbildlicher Luftwiderstand, kaum Feinstaub, da es keinen Reifenabrieb gibt; um nur die offensichtlichsten Vorteile aufzuzeigen. Wo bleibt der Güter-ICE ??

Sodann lokale Güter-Umschlagzentren, wo LKW den Transport für die letzten 150 km übernehmen. Das sollte zumindest EU-weit einheitlich geschehen. Dann braucht kein LKW mehr von Oslo nach Rom zu fahren oder von Madrid nach Budapest. Bis 500 km Reichweite ist für BEV-LKW schon mit heutiger Zelltechnik kein Problem.

Aber, wozu braucht es dann noch Wasserstoff?

Auf Forschungsebene gibt es Anwendungen, die Strahltriebwerke von Flugzeugen oder auch Schiffsantriebe mit H<sub>2</sub> oder daraus hergestellten Gasen oder Flüssigkeiten sinnvoll erscheinen lassen. Ob sich das auf industrielle Maßstäbe skalieren lässt und gesamtenergetisch dann sinnvoll ist, muss man noch bewerten. Fossil betrieben bleiben solche Transporte selbst mit modernsten Verbrennern immer Dreckschleudern.

Alternativ zu Langstreckentransporten von Menschen und Gütern sollte man lieber Methoden anwenden, die deren Notwendigkeiten reduzieren. In der Pandemie haben wir gelernt, dass wir nicht mehr zu jedem Meeting um den halben Globus persönlich hinfliegen müssen. Wir haben sogar entdeckt, dass man Urlaub auch zuhause oder in der näheren Umgebung machen kann. Und sogar, dass Fußball auch zuhause schaubar ist. Wir haben die teils dramatischen Engpässe erlebt, die entstehen, wenn man seine Güter in der Ferne fertigen lässt. Mag ja sein, dass FFP2-Masken aus chinesischer Produktion wenige Cent billiger sind als solche, die hierzulande gefertigt werden. Allzu viel Unterschied kann das in den hoch-automatisierten Fertigungsstraßen aber nicht machen. Lebensmittel schmecken frisch ohnehin besser als aufgetaut oder sonst wie industriell denaturiert, um sie transportfähig zu machen. Lasst die Chinesen ihre Schweine selbst mästen und die entstandene Gülle dort, unsere Felder brauchen das nicht. Bananen – wenn wir die denn wirklich rund um die Uhr essen wollen – wachsen auch in Spanien, die brauchen nicht aus Südamerika verschifft zu werden. Reif geerntet schmecken sie sogar besser und haben gesündere Inhaltsstoffe. Das gilt für praktisch alle „Süd“-früchte.

Klar, es wird auch bei vernünftiger Selbstbeschränkung noch Welthandel geben. Dafür brauchen wir umweltfreundliche Schiffsantriebe. Moderne Hybridsegler sind zwar schön, aber werden das nicht wirtschaftlich schaffen. Da könnte der Betrieb mit technischen Gasen auf H<sub>2</sub>-Basis durchaus helfen. Und Methanol-basierte Flüssigtreibstoffe könnten die wenigen Flieger, die dann wirklich noch nötig sind, antreiben.

Das war's aber auch schon. Sparen wir uns die ganzen H<sub>2</sub>-Tankstellen doch einfach!