

Eine Zukunft ohne Stromnetz?

Karl-Heinz Tetzlaff ~ H₂-Patent GmbH ~ Bad Iburg ~ Tel. +496195960813 tetzlaff@h2-patent.eu

Zurzeit wird versucht, durch Einsatz von viel Kupfer und viel Elektronik das Stromnetz auszubauen und intelligenter zu machen. Als Alternative bietet sich die Wasserstoffwirtschaft an, bei der Strom, Wärme und Mobilität in Form von Wasserstoff virtuell über das vorhandene Erdgasnetz verteilt wird.

In einer Wasserstoffwirtschaft wird auf allen Ebenen mit Wasserstoff (H₂) gehandelt und gewirtschaftet. Es lassen sich folgende Technologiefelder unterscheiden:

- Herstellung von Wasserstoff
- Verteilung des Wasserstoffs über ein Rohrnetz
- Dezentrale Nutzung des Wasserstoffs mittels Brennstoffzellen

Alle aufgeführten Technologien sind heute käuflich zu erwerben bzw. Nutzungsrechte erwirken. Eine Wasserstoffwirtschaft ist also keine Vision, sondern sofort machbar – und was noch wichtiger ist: bezahlbar.

Herstellung von Wasserstoff

Genau so, wie aus allen Formen von Energie Strom hergestellt werden kann, so kann auch aus allen Formen von Energie Wasserstoff hergestellt werden. Die Herstellung von Wasserstoff ist, im Gegensatz zur Herstellung von Strom, mit geringen Verlusten verbunden. Es gibt zwei Grundverfahren zu seiner industriellen Herstellung:

- Herstellung aus Strom mittels Wasser-Elektrolyse
- Thermochemische Herstellung (850°C) aus kohlenstoffhaltigen Energieträgern

Daneben gibt es noch biologische und physikalisch-chemische Verfahren zur direkten Nutzung des Sonnenlichtes, die sich aber noch im Stadium der Grundlagenforschung befinden und hier nicht weiter erörtert werden. Die Elektrolyse wurde in der Vergangenheit für große Staudammprojekte genutzt, um aus dem Wasserstoff Stickstoffdünger herzustellen. Im Zuge der Industrialisierung im 19. Jahrhundert wurde Wasserstoff als Nebenprodukt der Koksherstellung gewonnen und als Stadtgas mit 50-60% Wasserstoffanteil durch das heutige Erdgasnetz bis Anfang der 1990er-Jahre verteilt. Heute wird Wasserstoff und sein Vorläuferprodukt Synthesegas hauptsächlich aus Erdgas und Erdölprodukten im GW-Maßstab hergestellt. Die chemische Industrie betreibt seit 1937 ein Rohrnetz für reinen Wasserstoff, das vom Ruhrgebiet bis nach Rotterdam reicht. Zwar könnte man in einer Wasserstoffwirtschaft auf Basis fossilen Wasserstoffs den Ausstoß von CO₂ auf ein Drittel senken, doch entspricht das nicht dem Energieziel 2050 der deutschen Regierung.

Zielführender ist es daher den Wasserstoff aus einem Mix von 30% EE-Strom und 70% Biomasse herzustellen. Die H₂-Patent GmbH hat auf diesem Gebiet eine Reihe von Schutzrechten erworben und sucht Industriepartner für deren Umsetzung. Aus Biomasse hergestellter Wasserstoff ist mit 2,5-4 ct/kWh voraussichtlich nicht teurer als Erdgas heute.

Verteilung des Wasserstoffs über ein Rohrnetz

Unser heutiges Erdgasnetz ist ohne wesentliche Einschränkungen für Wasserstoff geeignet. Da Wasserstoff aus Biomasse aus logistischen Gründen in regionalen Fabriken von 50-500 MW hergestellt werden muss, werden hauptsächlich die kundennahen Verteilnetze (<25) bar benötigt.

Die Verteilung von Energie über ein Rohrnetz ist kostengünstiger als die Verteilung von Energie über ein Stromnetz. So betragen die Verteilkosten von der Wasserstoff-Fabrik zu Haushaltskunden < 1 ct/kWh, für Strom ab Kraftwerk hingegen > 10 ct/kWh. Aus dem für 4 ct/kWh hergestellten Wasserstoff kann also vor Ort Strom für 5 ct/kWh selbst hergestellt werden. Der Kraftwerksstrom von 4 ct/kWh kostet für Haushaltskunden dagegen mindestens 14 ct/kWh, jeweils ohne Steuern, Abgaben und Umlagen.

Dezentrale Nutzung des Wasserstoffs mittels Brennstoffzellen

Brennstoffzellen sind ähnlich aufgebaut wie Batterien. Bei Batterien wird die Energie in chemischer Form „im Kasten“ gespeichert, bei Brennstoffzellen hingegen in Form von Wasserstoff per Rohrleitung zugeführt. Die üblichen Membran-Brennstoffzellen (PEMFC) bestehen aus einer protonenleitenden Membran, die beidseitig mit einem edelmetallhaltigen Pulver beschichtet ist und einer Gasverteilterplatte aus Kunststoff oder Blech. Eine Vielzahl dieser Einzelzellen wird zu einem Stack zusammengebaut. Brennstoffzellen sind also für die Massenproduktion wie geschaffen. Nach Angabe der US Energiebehörde (DOE) wird ein Stack bei einer Serienproduktion von 0,5 Mio. Stück/a ca. US\$ 15 je installiertes Kilowatt (elektrisch) kosten. Ein ganzes Brennstoffzellensystem inklusive Steuerung und Nebenaggregaten für ein Auto kostet mit ca. 30 US\$/kW das Doppelte. Für den stationären Gebrauch ist ein System billiger, weil man die Kaltstartfähigkeit von -30°C und den Luftverdichter nicht braucht. Die PEMFC's können je nach Wahl der Membran zwischen 80°C und 180°C betrieben werden. Dieses Temperaturniveau ist für den Hausgebrauch völlig ausreichend. Die deutlich teureren keramischen Brennstoffzellen (SOFC) stellen die Wärme bei einer Temperatur von 700-900°C zur Verfügung. Eine Brennstoffzelle mit einer Nennleistung von 10 kW_{el} ist dann mit ca. 200 € billiger als ein Gaskessel und kann mit einer Gesamtleistung von ca. 20 kW eine größere Villa beheizen. Im Bedarfsfall kann die Brennstoffzelle auch mit dem Mehrfachen ihrer Nennleistung betrieben werden.

Eine Brennstoffzelle, die mit reinem Wasserstoff gespeist wird, ist also mit großem Abstand der kostengünstigste Stromkonverter und dazu wartungsarm und mit 100.000 Stunden auch langlebig. Die spezifischen Investitionskosten sind im Vergleich zu fossilen Großkraftwerken um mehr als eine Größenordnung geringer. Der Abstand zu motorisch betriebenen KWK-Anlagen für ein Haus ist noch viel größer.

Stromnetz, Effizienz und Kosten

PEMFC's sind nicht nur billig sondern auch flink. Sie können die Leistung dem Bedarf augenblicklich anpassen. Sie benötigen daher im Gegensatz zu Motor-KWK Anwendungen oder Reformer-Brennstoffzellen kein Stromnetz als Stütze. Brennstoffzellen benötigen auch aus einem andern Grund kein Stromnetz. Die Energie des Wasserstoffs wird etwa je zur Hälfte in Strom und Wärme konvertiert. Damit hat nahezu jeder Endverbraucher mehr Strom zur Verfügung als er bisher genutzt hat. Weil der Nachbar auch zu viel Strom hat, ist Strom praktisch unverkäuflich. Der Stromhandel über das große Stromnetz könnte also zusammenbrechen. Der Wirkungsgrad der Brennstoffzellen ist mit 50- 60% so hoch, dass im Privathaushalt auch im Sommer keine Wärme verlorengeht, denn der

Stromverbrauch entspricht etwa dem Energiebedarf für Warmwasser. Vorausgesetzt ist hier ein Warmwasserspeicher, der das Duschwasser aus der Abwärme des Stromverbrauchs vom Vortage bereitstellt.

Überschüssiger Strom lässt sich verlustfrei in Wärme umwandeln. Eine Energiewirtschaft mit systembedingtem Stromüberschuss bezeichnet man daher als eine wärmegeführte Energiewirtschaft, die definitionsgemäß verlustfrei ist. Bei Betrachtung der Gesamtkette von der Wasserstoffherstellung bis zur Nutzenergie beim Endverbraucher wird mit Verlusten von ca. 13% gerechnet. Der Stromüberschuss lässt sich gut zur Effizienzsteigerung nutzen, zum Beispiel im Haushalt etwa durch Einschalten elektrischer Wärmeerzeuger bei kurzzeitigem Bedarf und Nutzung von Wärmepumpen. Aus diesem Grunde wird der Nutzenergiebedarf von heute ca. 4,6 EJ auf ca. 3 EJ sinken. Unterstellt ist hier, dass der Systemwechsel 20 Jahre benötigt und der Energiebedarf durch bessere Gebäudeisolierung in 20 Jahren um 0,7 EJ sinkt.

Durch die höhere Effizienz einer Wasserstoffwirtschaft kann der Input an Primärenergie in Deutschland von 13 EJ auf 3,5 EJ reduziert werden. Damit sinken auch die Energiekosten im Mittel ebenfalls um den Faktor 4. Am stärksten wirkt sich die Kostenminderung beim Strom (5 ct/kWh) und im Verkehrsbereich aus (ca. 1 €/100 km). Eine zusätzliche Infrastruktur für Brennstoffzellenfahrzeuge kann entfallen. Vergleicht man die Kosten der Energiewirtschaft heute mit den Kosten der hier dargestellten Energiewirtschaft von morgen, so stellt man fest, dass sich Kosten in Höhe von 1 Mrd. €/Tag (!) einsparen lassen.

Haben wir genügend Biomasse?

Die Tank-und-Teller Diskussion hat in der heutigen Situation eine gewisse Berechtigung. In einer Wasserstoffwirtschaft ist das anders. Hier kann Biomasse alle atomaren und fossilen Energieträger ersetzen. Für die Nahrungsmittelproduktion bleibt dann immer noch genug Ackerland übrig, in Deutschland, Europa und weltweit, selbst wenn 8 Mrd. Menschen nach deutschem Standard versorgt werden möchten.

Steuerungsbedarf in einer Wasserstoffwirtschaft

Strom muss stets sekundengenau hergestellt und verbraucht werden. Wasserstoff hingegen muss nicht sekundengenau hergestellt und verbraucht werden. Das Gasnetz hat hier die Funktion eines Stromspeichers für Stunden, die vorhandenen Gasspeicher im Netz stellen einen Speicher für Monate zu Verfügung. Des Weiteren lassen sich die Wasserstoff-Fabriken dem Bedarf anpassen. Hier stellt die vorgelagerte Biomasse einen unendlich großen Stromspeicher dar.

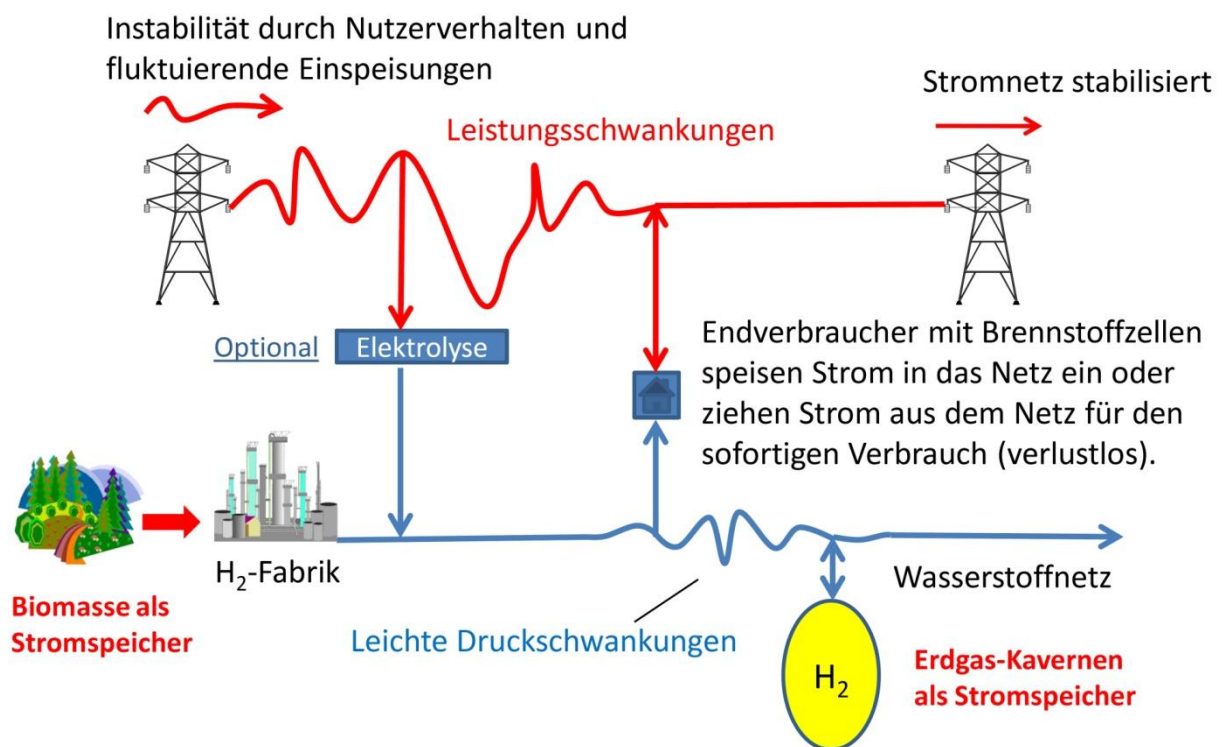


Der Endverbraucher ist also völlig autark. Er kann Strom und Wärme nach Bedarf produzieren und verbrauchen. Das einzige was er an Steuerungstechnik benötigt ist das Heizungsventil. Hier stellt er die Raumtemperatur ein. Um den Stromverbrauch muss er sich nicht kümmern, er muss ihn nicht einmal messen, denn Strom ist genug da. Strom ist lediglich ein Abfallprodukt der Wärmerzeugung. Strom ist nicht teurer als Wärme.

Der Übergang zur Wasserstoffwirtschaft

Der Aufbau einer flächendeckenden Wasserstoffwirtschaft geschieht nicht über Nacht. Natürlich möchte jeder von uns billige Energie und ein gutes Umweltbewusstsein haben. Anders sehen das die Shareholders der fossilen und grünen Energiewirtschaft. Sie möchten ihre Investitionen so lange wie möglich nutzen. Hier hat die Politik eine große Gestaltungsaufgabe. Wenn man es richtig macht, haben alle etwas davon - die Verbraucher und die Shareholder.

Ein leicht nutzbarer Vorteil der Wasserstoffwirtschaft ist die kostenlose Stabilisierung des Stromnetzes in der Übergangszeit.



Der untere Teil des Bildes stellt die Wasserstoffwirtschaft dar. Das Bindeglied zwischen dem Stromnetz und dem Gasnetz ist die Brennstoffzelle bei den Endverbrauchern. Bei Strommangel im Netz können die Brennstoffzellen mit einem Vielfachen ihrer Durchschnittsleistung Strom in das Netz einspeisen. Bei Stromüberschuss werden die Brennstoffzellen abgestellt und der gesamte Energiebedarf über das Stromnetz bezogen. Bei örtlicher Netzüberlastung kann der Strom optional per Elektrolyse als Wasserstoff gespeichert werden. Diese Funktion kann bereits von wenigen Wasserstoffregionen ausgehen. Dabei muss nicht überall reiner Wasserstoff im Rohrnetz sein. Der Betrieb ist auch mit Mischungen von Wasserstoff und Erdgas möglich. Die Brennstoffzelle wird in diesem Fall einfach vor den alten Heizkessel geschaltet. Die Brennstoffzelle verstromt nur den Wasserstoff und übergibt das Erdgas dem alten Heizkessel. Diese Einführungsstrategie hat den Vorteil, dass bei Ausfall des Wasserstoffs automatisch der alte Zustand hergestellt wird.

Fazit

Zum Ausbau und zur Ertüchtigung des Stromnetzes als Antwort auf eine wetterabhängige Stromerzeugung gibt es mit der Wasserstoffwirtschaft eine kostengünstigere Alternative. Das sollte jeder wissen, der sich mit smart grid und smart home Technologien befasst.