

## ENERGIE

# Energieversorgung mit Wasserstoff

» In Zeiten, wo die Energieversorgung transformiert werden muss, tragen Facility Manager eine grosse Verantwortung. Bei praktisch allen Unternehmen sind grosse Immobilienkomplexe zu betreuen. Dies betrifft sowohl den Bereich der Dienstleistungen als auch Industrie und Gewerbe.

Autor: Stefan Jäschke

Gebäude werden zunehmend komplexer und ohne eine gesicherte und stabile Energieversorgung ist der Betrieb künftig nicht mehr denkbar. Trotz aller Bemühungen, Energie effizient einzusetzen, ist es eine Tatsache, dass der Energiebedarf, insbesondere der Strombedarf, jährlich steigt. Die genutzten Immobilien haben zum Teil erhebliche Energiebedarfe.

Die Energieversorgung ist auf eine zunehmende Nutzung von elektrischem Strom ausgerichtet. Dabei muss jedem bewusst sein, dass der Strom, der im Moment verbraucht wird, zeitgleich an anderer Stelle erzeugt werden muss. Das Problem ist, dass Strom in grossen Mengen schlecht speicherbar ist.

## WASSERSTOFF ALS ALLROUNDER

Mit einer Wasserstoffversorgung wird die Immobilie weniger abhängig von volatilen Energiemärkten.

Hier kommt nun Wasserstoff als ergänzender Energieträger ins Spiel. Wasserstoff ist ein Gas, das aber in der Nutzung sehr viel vielseitiger ist als beispielsweise Erdgas. Wasserstoff ist, so gesehen, ein Allrounder im Bereich der Energieträger.

Wasserstoff kann sowohl als Brennstoff dienen, wird aber auch als Rohstoff in der Produktion eingesetzt



und insbesondere im Hinblick auf eine stabile Versorgung kann dieser auch als gespeicherter Strom angesehen werden.

Das übliche Verfahren zur Herstellung von Wasserstoff ist die Elektrolyse. Für den Betrieb der Elektrolyse ist Strom einzusetzen, welcher im besten Fall regenerativ erzeugt wird, da nur so die Klimarelevanz erfüllt ist.

Für die Elektrolyse wird also vorzugsweise sogenannter Überschussstrom eingesetzt, also der Strom, den eine Photovoltaikanlage erzeugt, der nicht unmittelbar verbraucht wird. Insbesondere in den Sommermonaten besteht bei vielen grösseren Photovoltaikanlagen ein erheblicher Anteil an sogenanntem Überschussstrom. Da dieser nicht direkt gespeichert werden kann, ausser es wird Wasserstoff produziert, wird derzeit vielfach dieser Stromanteil ins öffentliche Stromnetz eingespeist. Dies wird zunehmend unattraktiver, da die Rückvergütungstarife laufend sinken.

Mit der lokalen Wasserstoffproduktion besteht mit Hilfe der Elektrolyse eine Möglichkeit, überschüssigen Strom in Wasserstoff umzuwandeln, diesen zu speichern und zu einem späteren Zeitpunkt wieder zur Verfügung zu stellen. Wasserstoff als gespeicherter Strom ist somit ein Weg, die Energie saisonal zu verschieben.

Insbesondere bei Photovoltaikanlagen besteht in den Sommermonaten ein Überangebot und damit eine Menge an Überschussstrom, der umgewandelt in Wasserstoff durch Rückverstromung mithilfe einer Brennstoffzelle wiederum als Strom zur Verfügung gestellt werden kann. Auf diese Art und Weise ist es möglich, Strom nicht nur zu speichern, sondern zu einem späteren Zeitpunkt wieder zu nutzen.

## WIRKUNGSGRADE VON WASSERSTOFFSYSTEMEN

Kritiker dieses Verfahrens verweisen auf die mässigen Wirkungsgrade, die bei den beteiligten technischen Prozessen erreicht werden. Beim Vorgang der Umwandlung von Überschussstrom zu Wasserstoff und Wasserstoff wiederum zu Strom muss davon ausgegangen werden, dass von der ursprünglichen Überschussstrommenge zu einem späteren Zeitpunkt (Wintermonate) nur etwa die Hälfte wieder zur Verfügung steht.

Andererseits ist der Vorteil dieses Vorgehens, dass auf diese Art und Weise überhaupt eine Energiemenge (Strom) saisonal gespeichert werden kann. Selbst wenn die Wirkungsgrade zu einem markanten Verlust führen, lässt sich mithilfe dieser Technologie ein hoher Autarkiegrad erreichen und somit der

Strombezug aus dem öffentlichen Netz stark reduzieren. Bei etwa 1,8 Millionen Gebäuden in der Schweiz würde ein grossflächiger Einsatz solcher Technologien die allgemeine Stromerzeugung deutlich reduzieren oder entlasten. Renditeberechnungen zeigen, dass bei Immobilien, die rückverstromten Überschussstrom im Winter Mieter zur Verfügung stellen, beziehungsweise zu einem für die Mieter attraktiven Tarif verkaufen, eine ansehnliche Rendite erzielt werden kann.

Damit eine sichere Energieversorgung realisiert werden kann, muss eine ausreichende Menge Wasserstoff produziert und bereitgestellt werden. Ob eine dezentrale oder lokale Wasserstoffproduktion zur Versorgung einer Immobilie sinnvoll ist oder nicht, ist im Einzelfall zu prüfen. Alternativ dazu kann auch eine zentrale Wasserstoffproduktion die Versorgung sicherstellen.

### ZENTRALE ODER DEZENTRALE PRODUKTION

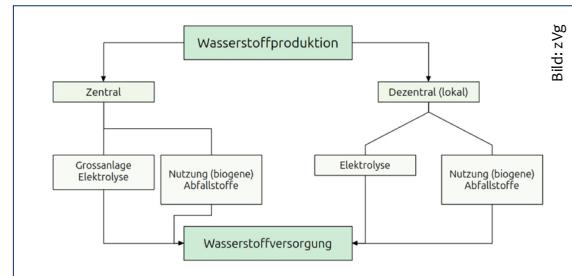
Eine Wasserstoffproduktion kann also zentral oder dezentral realisiert sein. Der limitierende Faktor bei der dezentralen oder lokalen Wasserstoffproduktion ist die Verfügbarkeit von ausreichend günstigem oder nicht nutzbarem regenerativem Strom.

Eine zentrale Wasserstoffversorgung aus einem Schweizer Versorgungsnetz wird nicht vor dem Jahr 2040 möglich sein. Nicht jede Unternehmung kann so lange warten.

Im Kontext mit Immobilien wird die Wasserstoffproduktion in aller Regel mithilfe von Photovoltaikanlagen realisiert. Die Produktionskapazität wird durch die verfügbaren Dach- und Fassadenflächen bestimmt. Das primär eingesetzte Verfahren zur Wasserstoffproduktion ist dann eine Elektrolyse vor Ort. In seltenen Fällen können auch andere Verfahren eingesetzt werden wie etwa die Nutzung von biogenen Abfallstoffen.

Bei einer zentralen Wasserstoffproduktion sind es Grossanlagen, die Wasserstoff im Tonnenmassstab herstellen. Dies können beispielsweise Elektrolyseanlagen bei Flusskraftwerken oder bei Windparks sein.

Eine andere attraktive Möglichkeit ist auch hier die Nutzung biogener Reststoffe. Allerdings müssen diese im hohen Tonnenmassstab, beispielsweise 20 000 Tonnen pro Jahr, zur Verfügung stehen. Diese können mit geeigneten Verfahren (wie Pyrolyse) zu Wasserstoff umgewandelt werden. Solche Verfahren sind besonders attraktiv, da diese nur etwa ein Drittel an einzusetzendem Strom benötigen, um die gleiche Menge Wasserstoff zu produzieren, die eine vergleichbare Elektrolyseanlage erzeugen kann.



Eine Wasserstoffproduktion kann zentral oder dezentral realisiert sein.

Werden nun grosse Mengen Wasserstoff produziert, ist eine geeignete Speichermöglichkeit vonnöten.

Für die Speicherung von Wasserstoff haben sich im Wesentlichen drei mögliche Verfahren durchgesetzt:

- In kleineren Mengen kann Wasserstoff gut in sogenannten Druckspeichern, also in Druckflaschen mit etwa 300 bar, komprimiert werden. Die Flaschen werden in Bündeln bereitgestellt. Bei grossen Immobilien reicht diese Speichermenge aber meist nicht aus.
- Eine weitere gute Möglichkeit, Wasserstoff zu speichern, sind sogenannte Feststoffspeicher, also die Anlagerung von Wasserstoff an Metallhydriden. Die Metallhydridspeicher weisen vergleichsweise geringe Drücke (unter 50 Bar) auf. Somit können diese auch gut an und in Gebäuden benutzt werden.
- Die dritte Möglichkeit, vor allem für grössere Mengen von Wasserstoff, ist die Speicherung in Eisengranulatspeichern, wie sie die Firma Ambartec zur Verfügung stellt. Der Vorteil dieser Speichertechnologie ist, dass der Wasserstoff drucklos und absolut gefahrlos in mobilen Container speicherbar ist. Die Speichercontainer enthalten aufgrund des innovativen Speicherprinzips keinen Wasserstoff. Mit dieser Mobilität ist dann auch eine Wasserstoffversorgung durch Anlieferung realisierbar.

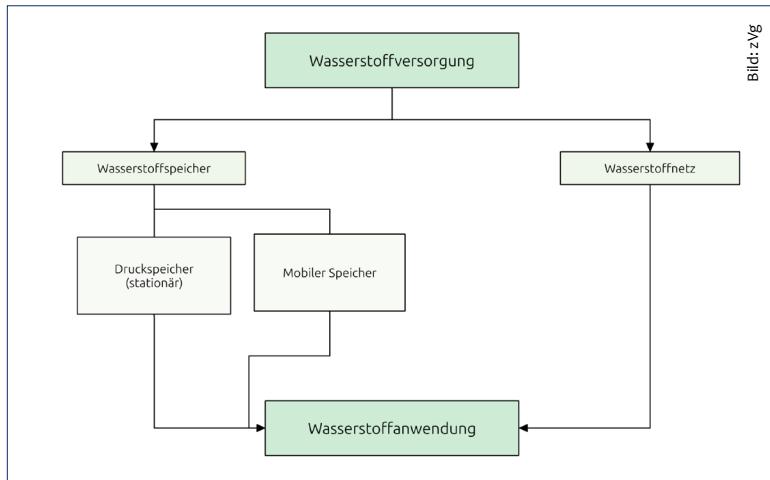
Bei der von AMBARtec (Infos unter envenion.ch) entwickelten Lösung dienen Eisenoxid-Nuggets als Wasserstoffspeicher zum kosteneffizienten, kompakten und sicheren Transport von Wasserstoff vom Erzeuger zu industriellen und kommunalen Verbrauchern. Kennzeichen sind:

- höherer Strom-zu-H2-Wirkungsgrad
- geringerer Platzbedarf
- geringerer Wasserverbrauch bei der H2-Erzeugung
- vereinfachte Genehmigungsverfahren
- kein Gefahrgut
- verfügbare, nachhaltige Materialien

Die Lösung der zuverlässigen Versorgung mit Wasserstoff durch mobile Speichereinheiten ist eine logistische Aufgabe, die nur mithilfe von Simulationsberechnungen bewältigt werden kann. Entscheidend ist, wofür der Wasserstoff und in welcher Menge und zu welcher Zeit benötigt wird. Dazu muss die Nutzung der Immobilie gut bekannt sein. Hier kommt



Stefan Jäschke  
ENVENION GmbH;  
das Unternehmen  
bietet Analysen,  
Zielsetzungen,  
Simulationen und  
Vordimensionie-  
rungen rund um  
Nachhaltigkeit,  
Wasserstoff,  
CO<sub>2</sub>-Reduktion  
und Versorgungs-  
sicherheit.



Die Lösung der zuverlässigen Versorgung mit Wasserstoff durch mobile Speicher-einheiten ist eine logistische Aufgabe.

Obwohl landläufig die Meinung vorherrscht, dass Wasserstoff nicht als Brennstoff eingesetzt werden sollte, ist es gleichzeitig so, dass aktuell ein Überangebot an Wasserstoff auf dem Schweizer Markt existiert und die Abnehmer fehlen. Für die mobile Versorgung (mit Speicher-Containern) existiert bereits heute ein Markt, wo Wasserstoff zu 5–6 CHF/kg verfügbar ist.

der Facility Manager ins Spiel. Als Verantwortlicher für den Gebäudebetrieb weiß er sehr genau, wo, wann und wie viel Energie benötigt wird.

### EINSATZSzenarien für Wasserstoff

Da Wasserstoff flexibel einsetzbar ist, gibt es grundsätzlich unterschiedliche Möglichkeiten, diesen zu verwenden. Einerseits kann Wasserstoff als Brennstoff genutzt werden. Dies ist insbesondere dort interessant, wo zwingend Heizöl oder Erdgas für die Wärmeerzeugung in grossen Mengen ersetzt werden soll, beispielsweise in grossen Hotelkomplexen.

Obwohl landläufig die Meinung vorherrscht, dass Wasserstoff nicht als Brennstoff eingesetzt werden sollte, ist es gleichzeitig so, dass aktuell ein Überangebot an Wasserstoff auf dem Schweizer Markt existiert und die Abnehmer fehlen. Für die mobile Versorgung (mit Speicher-Containern) existiert bereits heute ein Markt, wo Wasserstoff zu 5–6 CHF/kg verfügbar ist.

Bei grossen Heizzentralen mit Leistungen im Megawattbereich ist der Ersatz von Heizöl oder Erdgas durch eine klimafreundliche Alternative eine Herausforderung. Mit Nutzung von Wasserstoff kann dieses Problem gelöst werden.

Bei einer existenten Gasheizung ist es problemlos denkbar, die Feuerung des Wärmeerzeugers von beispielsweise Erdgas auf Wasserstoff umzustellen. Die Heizungsindustrie und die Brennerhersteller haben bereits technische Lösungen zur Verfügung.

Im industriellen Bereich wird Erdgas häufig zur Erzeugung von Prozesswärme eingesetzt, auch diese Wärmeerzeugung kann auf Wasserstoff umgerüstet werden.

Eine weitere Möglichkeit ist die Nutzung mit Wärme-Kraft-Kopplung, die wärmegeführt betrieben wird. Die gleichzeitige Wärme- und Stromerzeugung mindert die im vorgelagerten Prozess beschriebenen Effizienzverluste.

Soll vor allem elektrischer Strom bereitgestellt werden, ist eine Rückverstromung des Wasserstoffs notwendig. Dies kann mit Hilfe von Brennstoffzellen realisiert werden. Die am häufigsten eingesetzte Technologie ist eine sogenannte PEM-Brennstoffzelle. Alternativ dazu und mit sehr viel höheren Wirkungsgraden kann auch eine Hochtemperaturbrennstoffzelle (SOFC) eingesetzt werden. Eine SOFC arbeitet besonders effizient mit den Eisengranulatspeichern zusammen.

Ist in der Unternehmung vor allem der Energieeinsatz für Mobilität vorherrschend, kann Wasserstoff auch für Fahrzeuge eingesetzt werden, entweder direkt als Treibstoff in Wasserstofffahrzeugen mit einer Brennstoffzelle oder mit einem Wasserstoffmotor oder durch vorherige Rückverstromung in Elektrofahrzeugen.

Die jeweilige Lösung für das Unternehmen, die betriebene Immobilie oder die Immobilien ist im Einzelfall zu erarbeiten. Dazu empfiehlt sich eine umfassende Simulationsberechnung, die auf dem Lastenheft, also der Formulierung der zu erreichen Ziele, basiert.

Mithilfe einer solchen Simulation oder Machbarkeitsstudie kann der Facility Manager risikolos eine gute Entscheidungsgrundlage erarbeiten lassen.

Gelingt es, die Immobilie weitgehend unabhängig oder selbstständig zu versorgen – entweder durch Eigenproduktion von Wasserstoff mit Überschussstrom oder durch die Anlieferung von Wasserstoff mit mobilen Speichern oder einer Kombination dieser beiden Möglichkeiten – können Energiebezugskosten gespart und gleichzeitig Erlöse durch Stromverkauf oder durch die Vermeidung der CO<sub>2</sub>-Abgabe erreicht werden.

Mit der Etablierung einer Wasserstoffversorgung wird die Immobilie nicht nur unabhängiger und sicher versorgt, sondern ist langfristig unabhängiger von volatilen Energiemärkten.

