Wasserstoff aus Grüner Energie für die Energieversorgung von Wohngebäuden

Wenn die Sonne nicht scheint, der Wind nicht bläst oder der Wasserlauf zugefroren ist

Elektrolyse und Metallhydrid-Speicher sichern den Energie- und Wärmebedarf über das ganze Jahr

Autoren: Karl-Heinz Lentz, Geschäftsführer, iGas energy GmbH, Stolberg
Dr. Nils Bornemann, Global Vice President Advanced Technology,
GKN Sinter Metals Engineering GmbH, Bonn

**Stolberg, den 14.11.2019. Mit dem Green Electrolyzer und den Metallhydrid-Speichern haben iGas energy und GKN Sinter Metals ein kompaktes, modulares und wirtschaftliches System für energie-autarke Gebäude entwickelt, das** **überschüssigen Grünen Strom über Monate speichert und ihn während Perioden geringer Stromerzeugung bedarfsgerecht abgibt. Bei einem Pilotprojekt in den Südtiroler Alpen hat das System seine Praxistauglichkeit bewiesen. Dort wird Energie aus einer** **Wasserkraftanlage gespeichert und dem aktuellen Bedarf entsprechend wieder abgerufen, wenn das Wasser-Dargebot geringer ist. So stellt die Anlage auch im Winter die kontinuierliche Versorgung des Hauses mit elektrischem Strom und Wärme sicher.**

Lokal erzeugte grüne Energie, zum Beispiel aus Wasserkraft, Windrädern oder Solaranlagen, ist nicht immer dann verfügbar, wenn man sie benötigt. An vielen Standorten schwankt die Erzeugung von Energie aus erneuerbaren Quellen im Laufe der Jahreszeiten. Um die Versorgung von Gebäuden trotz saisonaler Unterschiede des Energieangebotes über das ganze Jahr hinweg zu sichern, muss Energie über mehrere Monate gespeichert werden, damit sie verfügbar ist, wenn die Sonne nicht scheint, der Wind nicht bläst oder der Wasserlauf zugefroren ist.

Dies gilt besonders für abgelegene Standorte, an denen nur eine einzige grüne Energiequelle genutzt werden kann, deren Anschluss an das öffentliche Netz aufwendig wäre oder nicht gewünscht ist.

Auf Basis des Green Electrolyzers von iGas energy und den Metallhydrid-Speichern von GKN Sinter Metals haben beide Unternehmen ein kompaktes und wirtschaftliches Energie-Speichersystem für Gebäude und Wohnquartiere entwickelt, das überschüssigen Grünen Strom speichert und auch während Zeiten mit geringer Stromerzeugung Bedarfsspitzen ausgleicht. So macht es Gebäude energieautark und unabhängig vom Erwerb elektrischen Stroms von Energieversorgern.

Das System erzeugt elektrischen Strom und Wärme emissionsfrei und trägt so zur Reduzierung von CO2 im Wohnungsbau bei. Es stellt die in den einzelnen Prozessstufen entstehende Wärme für die Gebäudeheizung und die Warmwasseraufbereitung zur Verfügung. Außerdem kann der entstehende Wasserstoff für das Betanken von Fahrzeugen verwendet werden.

**Kurzversion: 2.200 Zeichen einschließlich Vorspann und Leerzeichen**

Die Technik im Detail

Der Green Electrolyzer nutzt elektrischen Strom, der in Wasserkraft-, Wind- oder Solarenergieanlagen erzeugt wird und wandelt ihn in Wasserstoff um, der gespeichert und mit einer Brennstoffzelle wieder in elektrischen Strom umgewandelt wird.

Die Elektrolyse

Der **Electrolyzer** von iGas energy ist eine Anlage für die Erzeugung von Wasserstoff aus überschüssigem elektrischem Strom. Sie ist anschlussfertig einschließlich des geschlossenen Kühlkreislaufes, der gesamten Mess- und Regeltechnik und aller Nebenaggregate. Die Systeme sind außergewöhnlich kompakt und in weiten Grenzen skalierbar.

Die Herzstücke der Green Electrolyzer von iGas energy sind bewährte Stacks auf Basis der „Proton Exchange Membrane“ (PEM) Technologie. Sie haben ihre Zuverlässigkeit in Hunderten Anwendungen bewiesen und zeichnen sich durch effizienten Betrieb und hohe Verfügbarkeit aus.

Bei einer elektrischen Leistungsaufnahme von 25 kW bis 1 MW erzeugen die einzelnen Stacks jeweils 5 bis 210 Nm³ Wasserstoff pro Stunde. Werden mehrere Stacks kaskadiert, können sie einen Anschlusswert von mehreren MW erzielen.

Die PEM-Elektrolyseure folgen schwankendem Leistungseintrag schnell und arbeiten auch im unteren Teillastbereich effizient. Für den Betrieb benötigen sie lediglich elektrischen Strom und Trinkwasser. Sie sind für den mannlosen Betrieb ausgelegt und sind nahezu wartungsfrei – Grundvoraussetzung für den Betrieb an entlegenen Standorten.

Das innovative Wärmemanagement der Module und der niedrige Energieverbrauch der Nebenaggregate tragen wesentlich zur hohen Effizienz der Gesamtanlage bei. Die Green Electrolyzer sind für eine Lebensdauer von mehr als 20 Jahren ausgelegt, die Stacks für mehr als 80.000 Betriebsstunden.

Mit der nachgeschalteten Gasaufbereitung liefern die Anlagen Wasserstoff mit einer Gasqualität bis zu 5.0 und erfüllen so die Norm für die Verwendung in Brennstoffzellen und Fahrzeugen.

Integraler Bestandteil der Elektrolyse-Anlage ist eine ebenfalls auf der PEM-Technologie basierende Brennstoffzelle, die den Wasserstoff in elektrischen Strom umgewandelt. Sie ist speziell für den dynamischen Betrieb optimiert und arbeitet mit niedrigem Eingangsdruck. „Abfallprodukte“ sind lediglich Sauerstoff und Wasser.

Der Speicher

Der Wasserstoff wird in Metallhydridspeichern von GKN Sinter Metals gespeichert. In Feststoff gebunden, lässt er sich deutlich dichter und einfacher lagern als gasförmig in Tanks: Das Gas bindet sich an die Metallpartikel und es entsteht ein Metallhydrid – eine sichere und stabile Verbindung. Aufgrund der engen Bindung von Wasserstoff und Metallpulver eignet sie sich besonders für die Speicherung über lange Zeiträume.

Bisher wurden Speicher für Wasserstoff oft auf Basis von Magnesiumlegierungen gebaut. Bei der Desorption benötigen sie Temperaturen von über 300 °C. So sind sie für den Betrieb in Wohngebäuden nur bedingt geeignet. Hinzu kommt, dass bei Leckagen Sauerstoff eintreten kann und dann Temperaturen bis 900 °C entstehen können.

GKN verwendet dahingegen eine Eisen-Titan-Legierung. Mit Betriebstemperaturen zwischen 50 und 60 °C sind sie an den Betrieb in Wohnhäusern deutlich besser angepasst.

Außerdem sind die Speicher kompakt: Während für das Speichern von einem Kilogramm Wasserstoff in einem Gastank ein Volumen von 280 l erforderlich ist, speichert GKN ihn in einer Kartusche von 17 l Rauminhalt. Dabei beträgt der Druck im Speicher weniger als 40 bar, was gut an das Druckniveau im Wärmesystem des Hauses angepasst ist. Ein Kompressor, der zusätzliche Energie- und Wartungskosten verursachen würde, ist nicht erforderlich.

Metallpulver ist als besonders sicheres Speichermedium für Wasserstoff anerkannt: Die Aggregatzustände sind sicher kontrollierbar, es herrschen niedrige Temperaturen und vergleichsweise geringe Drücke, Gastanks sind nicht erforderlich. So entspricht das System den Richtlinien in Ländern, in denen Wasserstoff nur unter bestimmten Bedingungen und mit hohen Auflagen gasförmig gespeichert werden darf.

Das Energiemanagement

Das integrierte Energiemanagement steuert alle Prozesse der Speicherung und Abgabe von Elektrizität, zum Beispiel die Laderegler und Wechselrichter. Wenn überschüssiger Strom angeboten wird und der Speicher nicht voll ist, erzeugt der Green Electrolyzer Wasserstoff. Wird aus dem Haus Strom angefordert, entscheidet das Energie-Management, ob er direkt eingespeist wird, in der Brennstoffzelle erzeugt oder – bei kurzfristigen Bedarfsspitzen – der integrierten Batterie entnommen wird.

Das Wärmemanagement

Die Wärme, die bei der Elektrolyse, dem Speichern des Wasserstoffs und der Stromerzeugung in der Brennstoffzelle entsteht, wird für die Beheizung der Räume und die Warmwasseraufbereitung genutzt. Aufgrund der hohen Temperatur im System steht sie auf einem Niveau zur Verfügung, das für Wohngebäude gut geeignet ist.

Feuerprobe bei Schnee und Eis: das Pilotprojekt Knappenwerk

Im Rahmen eines Pilotprojektes der „Green Region Südtirol“ ging im Juni 2018 das hybride Kraftwerk für Strom und Wärme im „Knappenwerk“, einem historischen Gebäude in Prettau-Kasern, in Betrieb. Das Haus befindet sich in einer Höhe von 1.600 m über NN am oberen Ende des Ahrntals, einem sensiblen hochalpinen Raum mit besonders kalten Wintern.

Eine mit Wasser aus dem nahegelegenen Bachlauf betriebene Turbine gibt je nach Wasserdargebot eine elektrische Leistung zwischen 2,5 und 9 kW ab. Im Winter ist das Wasserdargebot deutlich geringer als im Sommer.

Ist überschüssiger Strom vorhanden, erzeugt der Green Electrolyzer mit einer Leistungsaufnahme von bis zu 9 kW daraus Wasserstoff.

Der Metallhydrid-Speicher fasst bis zu 10 kg Wasserstoff, das entspricht rund 340 kWh elektrischer Energie für die Erzeugung von Strom und Wärme. So ist gewährleistet, dass auch die im Winter üblichen Versorgungslücken sicher überbrückt werden.

Die nächsten Schritte

Das erfolgreiche Pilotprojekt in Südtirol ist ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg zu energieautarken, CO2-freien Quartierslösungen mit hybriden Kraftwerken für Strom und Wärme sowie für das Betanken von wasserstoff-betriebenen Fahrzeugen.

Ausbauszenarien zeigen, dass sich der Bestand an PV-Anlagen von bisher 1,9 Millionen in Deutschland in den kommenden Jahren mehr als verdoppeln wird, sodass der Bedarf nach Quartierslösungen beständig wächst.

Für iGas energy ist der nächste Schritt die Gründung eines Wasserstoff-Kompetenzzentrums in Weißweiler, im Umfeld eines Braunkohle-Kraftwerkes, das im Rahmen des Kohleausstiegs in absehbarer Zeit außer Betrieb gehen wird. Dort soll die vorhandene Infrastruktur im Rheinischen Braunkohle-Revier genutzt werden, um die Systeme bis zur Großserienreife weiterzuentwickeln.

Für das Kompetenzzentrum bietet sich eine weitere Perspektive in der Aufbereitung der Schlämme aus Klärschlämmen und Gülle, die bisher in großem Stil im benachbarten Kraftwerk verbrannt werden. In einem von iGas energy entwickelten Verfahren entsteht aus organischen Abfällen ein Synthesegas, das unter anderem Wasserstoff und Methan enthält und verstromt werden kann.

Gleichzeitig soll das Zentrum in der zukünftigen Wasserstoff-Modellregion „Rheinisches Revier“ als Schulungs- und Trainingszentrum dienen, in dem die Fachkräfte ausgebildet oder umgeschult werden, die den Strukturwandel im Rheinischen Braunkohle-Revier in Zukunft gestalten.

Projektpartner sind neben iGas energy die Stadt Eschweiler, die Zukunftsagentur „Rheinisches Revier“ und die Schmidt Kranz Group.

**Langversion: 9.900 Zeichen einschließlich Vorspann und Leerzeichen**

Hintergrund: PEM-Elektrolyse (als Info-Box)

Elektrolyseure wandeln elektrische Energie in chemische um, dabei entsteht Wasserstoff als Energieträger. Bei der „Proton Exchange Membrane“ (PEM) Elektrolyse wird ein Festpolymer-Elektrolyt – die Protonen-Austauschmembran – verwendet, die von Wasser umspült wird. Wird an die Membran elektrische Spannung angelegt, wandern Protonen durch die Membran: An der Kathode entsteht Wasserstoff, an der Anode Sauerstoff.

Die Stacks können zwischen 10 und 100 Prozent der Nennleistung geregelt werden und folgen Laständerungen nahezu verzögerungsfrei. Auch bei Teillast arbeiten sie effizient. Innerhalb von wenigen Sekunden können sie aus dem Standby auf Volllastbetrieb gebracht werden. Ebenso schnell können sie aus dem Volllastbetrieb heraus abgeschaltet oder in den Stand-by-Betrieb versetzt werden – ein wichtiger Aspekt besonders bei der Energieerzeugung aus Windenergie. Der Kaltstart der Green Electrolyzer auf Nennleistung erfolgt innerhalb von wenigen Minuten.

Im Gegensatz zur alkalischen Elektrolyse enthalten die PEM-Elektrolyseure keine flüssigen Elektrolyte, sondern lediglich eine feste, semipermeable Membran, durch die die Protonen wandern. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Membran Wasserstoff und Sauerstoff physikalisch voneinander trennt.

**Die Vorteile der Green Electrolyzer von iGas energy auf einen Blick:**

* Wirkungsgrad der einzelnen Stacks:
	+ über 80 % (4,47 kWh/Nm³ Wasserstoff) bei 2 A/cm²
	+ über 76 % (4,71 kWh/Nm³ Wasserstoff) bei 3 A/cm²
* Hohe Effizienz der Gesamtanlage:
	+ über 68 % bei 100 % Nennleistung
	+ über 74 % bei 50 % Nennleistung
* Weiter Regelbereich:
	+ 10 bis 100 % der Nennleistung
* Kurze Ansprechzeit:
	+ unter 1 s innerhalb des Regelbereiches
	+ 10 s von Standby-Betrieb auf Nennlast

**1.700 Zeichen einschließlich Vorspann und Leerzeichen**

Abbildungen

🡪 Download der hoch aufgelösten Bilddateien: (Wird ergänzt, wenn der Artikel freigegeben ist.)

|  |  |
| --- | --- |
| **Bild 1:** Das Knappenhaus in in Prettau-Kasern; die Wasserstoff-Anlage befindet sich im Gebäude links vom Haupthaus.Dateiname: iGas\_GKN\_Knappenhaus\_Kasern.jpg |  |
| **Bild 2:** iGas energy stellt die Green Electrolyzer mit einer Leistungsfähigkeit von bis zu 50 kW mit integrierter Brennstoffzelle für Quartierslösungen her.Dateiname: iGas\_Green\_Electrolyzer\_25\_kW.jpg |  |
| **Bild 3:** iGas energy stellt die Green Electrolyzer mit einer Leistungsfähigkeit von bis zu 20 MW für den Power-to-X Markt her.Dateiname: iGas\_Green\_Electrolyzer\_A\_2000.jpg |  |
| **Bild 4:** Der Wasserstoffspeicher fasst bis zu 10 kg Wasserstoff.Dateiname: iGas\_GKN\_Speicher.jpg |  |
| **Bild 5:** Das Innere des Betriebsgebäudes: rechts die Elektrolyse und die Brennstoffzelle, in der Mitte der Wasserstoffspeicher, links das Wärmemanagement.Dateiname: GKN\_Energie\_Management\_System.jpg |  |
| **Bild 6:** Mit der Kombination von Energie- und Wärmemanagement stellt die Anlage auch im Winter die kontinuierliche Versorgung des Hauses mit elektrischem Strom und Wärme sicher.Dateiname: iGas\_System\_Green\_Electrolyzer\_mit\_Fuel\_Cell.jpg |  |

Bildrechte: GKN: Abb. 1, 4 und 5
iGas energy: Abb. 2, 3 und 6

Über iGas

Die iGas energy GmbH wurde im Jahr 2016 von Karl-Heinz Lentz mit der Idee gegründet, mit innovativer Technik einen Beitrag zum Wandel unserer heutigen Rohstoffverbrauchswirtschaft zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft zu leisten.

Heute ist iGas energy in zwei Bereichen aktiv:

* **Wasserstoff aus erneuerbaren Energien**
Power-to-X-Anlagen für die Speicherung von erneuerbarer Energie durch Umwandlung in Wasserstoff mittels Hochdruck-PEM-Elektrolyse
* **Ressourcen schonende Kreislaufwirtschaft**
Restlose Rückführung von Wertstoffen und Energie aus wässrigen organischen Abfällen in die Stoffkreisläufe

Der Gründer und Geschäftsführer des Unternehmens, Dipl.-Ing. Karl-Heinz Lentz, hat an der Fachhochschule Aachen Chemieingenieurwesen mit dem Schwerpunkt chemische Verfahrenstechnik studiert und verfügt über jahrzehntelange Erfahrung im Anlagenbau.

iGas energy ist in die SK Gruppe eingebunden und nutzt in der Zusammenarbeit mit den Konzernschwestern vielfältige Synergien, zum Beispiel in der Automatisierungs-, Gleichrichter- und Hochdrucktechnik.

Über GKN Sinter Metals

Die GKN Sinter Metals AG ist ein wichtiger Teil der internationalen Gruppe GKN Powder Metallurgy, der weltweiten Marktführerin für die Entwicklung und Fertigung von Komponenten im Pulvermetallurgie-Verfahren für den Automobilsektor sowie für industrielle Anwendungen. Die Gruppe verfügt weltweit über 7.400 Mitarbeiter an 34 Standorten. In den Betriebsstätten Bruneck und Sand in Taufers sind insgesamt 704 Mitarbeiter beschäftigt und erwirtschaften einen Umsatz von 150 Mio. Euro im Jahr (2018): Dabei werden 700 Kunden in 44 Ländern mit einer Palette von 2.300 verschiedenen Produkten beliefert.

|  |  |
| --- | --- |
| **Kontakt:**iGas energy GmbHKarl-Heinz LentzCockerillstraße 10052222 StolbergFon: +49.2402.9791601Fax: +49.2402.7094864www.iGas-energy.dekh.lentz@igas-energy.de | **Ansprechpartner für die Redaktion:**VIP KommunikationDie Content-Agentur für die komplexen Technik-ThemenDr.-Ing. Uwe SteinDennewartstraße 25-2752068 AachenFon: +49.241.89468-55Fax: +49.241.89468-44[www.vip-kommunikation.de](http://www.vip-kommunikation.de)stein@vip-kommunikation.de |