

Wasserstoff-Bau-Verordnung

Verfasser Dipl.-Ing. Architektur und Metallbau-Meister

Volker Goebel - Stand Vor-Entwurf 28.02.2022

§ 1 Geltungsbereich des Gesetzes

Die Wasserstoff-Bau-Verordnung gilt im Bundesgebiet der BRD, und bezieht sich auf die Herstellung, Lagerung, Verteilung und Nutzung von gasförmigen und tief-gekühltem verflüssigtem Wasserstoff, wie er z.B. zur Betankung von PkW und LkW verwendet wird. Das Gesetz soll Bau-Planern, Geräte-Herstellern und Anwendern einen baulich SICHEREN Umgang mit Wasserstoff ermöglichen.

§ 2 Material- bzw. Stoffbeschreibung von Wasserstoff

Wasserstoff - H_2 - ist ein transparentes, farbloses, geruchloses und leicht entzündliches Gas das bei Freisetzung in der Umgebungsluft schnell verfliegt, weil es leichter als Luft ist. Das Wasserstoff-Molekül besteht aus 2 Atomen und ist sehr, sehr klein. Wenn es unter Überdruck-Verhältnissen in Tanks oder Leitungen gelagert wird, kann es durch Wandungen hindurch diffundieren ! Wasserstoff kann Metalle verspröden !

Der bekannteste Unfall mit Wasserstoff ist der Brand des Luftschiffes Hindenburg und einige explodierte Tankstellen.

§ 3 Die Herstellung von Wasserstoff

Sogenannter Grüner, also weitgehend Klima-Treibhaus-Gas neutraler Wasserstoff wird durch die elektro-chemische Spaltung von Wasser im sogenannten Elektrolyse-Verfahren gewonnen. Dabei entstehen Wasserstoff und Sauerstoff. Der Grüne Wasserstoff, der mit Strom-Energie, aus erneuerbaren Energien, wie Wind und Sonne erzeugt wird, ist als "Grüner Wasserstoff" zu Anfang von BMWi und BMUV als förderfähig eingestuft. - Wirkungsgrad bis zu 80 % und mehr.

Grauer Wasserstoff wird aus Erdgas hergestellt. Dabei entsteht Kohlen-Dioxid CO₂, Wasserstoff und Sauerstoff. Die dafür seit Jahrzehnten genutzten Verfahren heißen "Dampf-Reformation", "Reforming", Haber-Bosch-Verfahren, Methan-Pyrolyse etc. etc. Bisher wird das CO₂ in die Umwelt entlassen ! und richtet dort erhebliche Schäden wie die Erd-Erwärmung an. Grauer Wasserstoff hat eine negative Umwelt-Bilanz, und einen Wirkungsgrad von nur ca. 65 %. - Dieser Wasserstoff wird nicht vom BMWi und BMUV gefördert. Es gab den Versuch einer Firma namens TES den grauen Erdgas-Wasserstoff als grünen Wasserstoff zu verkaufen.

§ 4 Die Wasserstoff-Elektrolyse-Behälter Problematik

Stimuliert durch Förder-Programme haben sich in den 2000 der Jahren viele Unternehmen mit der "Brennstoff-Zelle" befasst, die aus Wasserstoff wieder Strom erzeugen kann. - Danach kam eine erneute Stimulierung durch Förder-Programme für die Erzeugung von Wasserstoff. - Fast alle Hersteller haben dann Ihre Brennstoff-Zellen Technologie "umgedreht" und XS Elektrolyseure konzipiert, die sich in Ihrer Grössenordnung leider immer noch an

der Brennstoff-Zelle für PKW und LkW orientierten ! - Deshalb sind die aktuellen Elektrolyseure zur Wasserstoff-Herstellung alle sehr klein und haben Aufnahme-Leistungen von ca. 3 kW. - Der Bedarf an Elektrolyse-Leistung für den Einsteig in eine BRD Wasserstoff-Energie-Wirtschaft liegt aber bundesweit bei 10 GW. Also ca. 3,3 Millionen mal höher. Der Faktor 1 : 3,3 Mio. lässt sich nicht dadurch lösen das man viele Mini-Elektrolyseure in einem Container zusammenbaut, der dann 1 GW aufnimmt. Das wären immer noch 10.000 Container, die je 840 Anschlüsse hätten, die undicht werden können. Ausserdem in die übliche Dünoblech-Metall-Kassette nicht für eine langfristige Nutzung mit Wasserstoff geeignet ! - Die Wasserstoff-Diffusion und Versprödung machen solche Ansätze zu explosionsgefährdeten "Wasserstoff-Bomben", die dann in Wohngebieten und in den Kellern von Industrie-Anlagen stehen. - Es ist also dringend notwendig geeignete Behälter für die Herstellung von Wasserstoff zu finden !!!!!!! - Auf den Elektrolyse-Behälter kommt es an.

§ 5 Anforderungen an Wasserstoff-Elektrolyse-Behälter

Geeignete Behälter für die Wasser-Elektrolyse im industriellen Massstab haben fast alle die folgenden Eigenschaften :

- ein grosses Volumen und viel Elektroden-Fläche**
- eine langfristig sehr hohe Behälter-Dichtigkeit**
- Selbst-Eigen-Nutzung der entstehender Abwärme**
- eine hohe Strom-Aufnahme-Kapazität, die zu den Dimensionen der nahen Wind-und Sonnen-Anlagen passt**

- **wartungsarme Anlagen, die Automatik Betrieb können**
- **Anlagen die einen vollständigen Explosion-Schutz bieten**
- **Anlagen die einen vollständigen Explosion-Schutz bieten**

Der Einzige bisher bekannte Anlagen-Typ, der diese Eigenschaften aufweist ist der sogenannte "Elektrolyse-Schacht".

Dabei wird ein elektrisch nicht leitender Beton-Behälter in den Boden eingebaut, und mit Anoden, Kathoden und einer Mittelwand ausgestattet. Nur der Deckel schaut heraus, und der ist wiederum von einem hohen "Beton-Schutz-Ring" umgeben. - Elektrolyse-Schächte sind klein, mittel und gross. Der 700 Meter D 12 Meter Schacht passt zum XXL Nordsee-Windpark. Aber in einem kleinen Gewerbe-Gebiet ist eher ein D 4 Meter Schacht mit 50 Metern Tiefe angemessen. Wasserstoff muss dezentral erzeugt werden, weil Wasserstoff zur Zeit nur relativ begrenzt transportierbar ist.

In so einem Elektrolyse Schacht hat der elektro-chemische Spalt-Prozess : Raum, Fläche, Strecke, Zeit und Temperatur um seiner Natur gemäss stattfinden zu können. Beispiele: Die entstehenden Gasblasen können aufsteigen und über die lange Strecke zur richtigen Seite wandern um reinen Sauerstoff und reinen Wasserstoff ab-nehmen zu können. Die entstehende Abwärme der Elektroden bleibt im Boden, und im Behälter, und im Arbeitswasser, um die Spaltung zu stimulieren und vereinfacht zu ermöglichen. Je höher die Temperatur im Elektrolyseur desto effizienter arbeitet er.

Es gibt natürlich auch praktische Aspekte die einem Elektrolyse-Schacht bauliche Vorteile verschaffen. Es können grosse Mengen der benötigten Gase erzeugt werden, weil es Raum gibt, um die erzeugten Gase noch im Behälter vor-zulagern, es gibt Raum für grosse Mengen Arbeits-Wasser und für einen Sumpf der die Reste der sich langsam zersetzenden unedlen Stahl-Elektroden aufnimmt.

Der wichtigste Vorteil von Elektrolyse-Schacht-Behältern ist aber die "Explosion-Sicherheit". - Da es sich NICHT um baulich sehr begrenzten oberirdische Blech-Behälter handelt, - sondern nur ein Deckel mit Rohren herauschaut, lässt sich der Behälter mit einem einfachen Beton-Zaun-Schutz-Ring für den Fall einer Explosion sichern. - Die Explosion kann dann nur nach oben abgehen.

Der Nachteil von Elektrolyse-Schächten ist, dass eine neue Bauweise verwendet werden muss, die eher aus dem Tiefbau, Tiefstbau und Bergbau kommt, und nur noch wenige Ähnlichkeiten mit dem bisher üblichen Apparatebau aufweist. - Die erforderliche Lernkurve muss geleistet werden. Jede Verhaltens-Änderung / Bauart-Änderung ist für die Branche eine "grosse Herausforderung", die einen Austausch fast aller Zulieferer notwendig macht. Ausserdem wird vor Ort gebaut, und nicht in einer Halle oder Fabrik. Das stellt bisher angedachte Geschäfts-Modelle und auch bereits getätigte Investitionen in Frage. Die Korrektur des "Behälter-Fehlers" ist aber NOTWENDIG.

§ 6 Lagerung und Verteilung von Wasserstoff

Die Lagerung von Wasserstoff ist aufgrund der Diffusion und der Metall-Versprödung problematisch. - Hier einige Praxis-Beispiele :

Die halbvollen Tanks der BMW Wasserstoff-Versuchsfahrzeuge
waren nach 7 Tagen Standzeit immer vollständig leer !!!

Ein Transport von Wasserstoff mit Schiffen aus dem nahen Osten
bis nach Deutschland ist technisch leider noch NICHT möglich !!!

Mögliche Lösungs-Ansätze für die Lagerung von Wasserstoff sind :

- Kavernen im Steinsalz (eine gas-dichte Geologie) Es gibt bereits
über 400 unterirdische Lager-Kavernen für Gase in Deutschland.

- Hochwertige Kunststoffe können die Diffusion minimieren und
verhindern, dass es zu Metall-Versprödung in Leitungen kommt.

Es gibt eine "Liner" Technologie für die Sanierung von Gross-
Rohren, die möglicherweise für H₂ Pipelines anwendbar ist.

Da gibt es aber noch einen erheblichen Entwicklungs-Bedarf.

Weil Gase mit XL Druck-Zunahme auf Temperatur-Erhöhungen
reagieren, sind Tanks die in der prallen Mittagssonne stehen
nicht ratsam, weil die Dichtigkeit abnimmt, und dahinter
liegende Anlagen ständig neu eingeregelt werden müssen.

Tanks die innen mit hochwertigen Kunststoffen ausgekleidet
sind, können die Diffusion eingrenzen. - Es wird aber immer
ein gewisses Mass an Diffusion bleiben. Deshalb sind Tanks in
Beton-Zäunen ausserhalb von Gebäude zu montieren, wo aus-
tretendes Gas in die Umgebungs-Luft abgeht, und sich nicht in
Innenräumen gefährlich direkt unter der Decke ansammeln kann.

Man geht unter Ingenieuren davon aus, dass eine Maximal-
Bei-Mischung von 8 % Wasserstoff in bestehende Nieder-
druck Erdgas-Stadtgas-Netze technisch unbedenklich ist.

§ 7 Nutzung von Wasserstoff

Der Energie-Träger Wasserstoff hat einen 3,3 x höheren Brennwert als Erdgas und wird deshalb als "Champagner unter den Gasen" bezeichnet. - Aber seine Erzeugung ist eben auch relativ teuer.

Grundsätzlich ist die Nutzung von überschüssiger Sonnen-Energie, und die Speicherung von überschüssiger Nacht-Wind und Wochenend Wind Energie das, was ein Elektrolyseur im Kern leisten kann.

Diese Speicher-Fähigkeit in industrieller Dimension macht die volatilen Erneuerbaren Energien Wind und Sonne wertvoller, weil dadurch ein stabiles und "sehr leistungsfähiges" Stromnetz entsteht, das sehr viel weniger CO₂ emittiert. Damit wird der Elektrolyseur zum wichtigsten Kernstück der Energie-Wende.

Die Nutzung von Wasserstoff ist auf 2 Arten möglich :

1. Wasserstoff-Verbrennung um Heiz-Wärme zu erhalten
(nur Wasserdampf als Abgas) Gas-Thermen, Gas-Kraftwerke
2. Elektro-Chemische Strom-Erzeugung in Brennstoff-Zellen
(nur Wasserdampf als Abgas) Strom für Licht und Geräte

Die Industrie braucht Strom, aber auch Prozess-Wärme

Die Industrie braucht relevant grosse Menge H₂

Erdgas-Netze brauchen brennbare Gase um Gebäude zu Heizen und um Warmwasser zu erzeugen.

Es gibt schon Motoren, die den Wasserstoff direkt und ohne den Wirkungsgrad-Verlust der Brennstoff-Zelle verbrennen. Damit wird Wasserstoff dann auch ein guter Mobilitäts-Träger.

Die Anzahl der DE Unternehmen, die jetzt schon tatsächlich Wasserstoff nachfragen ist noch sehr gering, weil fast nur der graue Wasserstoff überhaupt zur Verfügung steht. - Wenn es bei den "Mini-Blech-Elektrolyseuren" bleibt, wird das auch so bleiben. - Erst die grossen Schacht-Elektrolyseure werden den Preis von Grünem Wasserstoff signifikant senken, und auch die benötigten Mengen und die Versorgungs-Sicherheit anbieten.

Weil der Brennwert von Wasserstoff 3,3 x höher ist als der von Erdgas, ist ein besonders vorsichtiger Umgang damit notwendig. Es besteht die Notwendigkeit bei Verwendung von Wasserstoff in Innenräumen "Gas-Schnüffel-Detektoren" zu montieren, weil die Leitungen und Anschlüsse als nicht vollständig dicht bewertet werden müssen. Es handelt sich bei fast allen Geräten der Wasserstoff Technologie noch um Prototypen. Die tatsächlichen Erfahrungswerte im Umgang mit Wasserstoff sind noch sehr gering.

Wir bitten die Architekten, die Bauplaner, die Apparate-Bauer, die Verfahrens-Techniker, die Heizungsbauer, die Stadtwerke und die Anwender um einen sorgfältigen, sicherheits-gerichteten Umgang mit dem neuen Energie-Träger Wasserstoff. Wir wollen Sie aber auch ermutigen, in die Wasserstoff-Wirtschaft einzutreten damit wir als Industrie-Gesellschaft sehr viel weniger Treibhaus-Gase in die Atmosphäre entlassen, und damit den sich bereits abzeichnenden Ökozid noch zu verhindern.

§ 8 Einordnung, Nutzen und Folgen dieses Gesetzes

Dies ist ein erster Vor-Entwurf zur Wasserstoff-Bau-Ordnung. Bitte diskutieren und korrigieren Sie diesen Entwurf. - Aber verfälschen Sie den Entwurf nicht, um Blech-Elektrolyseure schön zu reden ! Ergänzen Sie diese Bau-Ordnung um mehr Beispiele, Tabellen und Prinzip-Skizzen. Dieses Gesetz soll für Bauplaner und Anwender verständlich bleiben, und soll weiterhin eine Beschreibung der Probleme - und Lösungsansätze enthalten, um eine echte Hilfestellung zu geben.

Es wird eine jährliche Evaluierung dieses Gesetzes bereits jetzt eingeführt. Später erfolgt die Evaluierung alle 3 Jahre durch eine XL Kommission aus Technikern, Ingenieuren und Wissenschaftlern auf Einladung von BMWi und BMUV.

Wer Andere durch leichtsinnige Planungen, oder einen leichtsinnigen Umgang mit Wasserstoff schädigt oder tötet, wird einer vorsätzlichen Tat beschuldigt werden, und nach Strafgesetzbuch verurteilt werden. Die Ministerien haben mit der Wasserstoff-Bau-Ordnung ausdrücklich auf die möglichen Gefahren im Umgang mit brennbarem Wasserstoff hingewiesen.

Diese Wasserstoff-Bau-Ordnung wird durch den Bundestag und den Bundesrat als Gesetz verabschiedet und tritt mit der Veröffentlichung im Bundesanzeiger der BRD in Kraft.