



DIE ÖSTERREICHISCHEN
BRANDVERHÜTUNGSSTELLEN

prMVBÖ-003-2021-11

Wasserstofflagerungen für Hauskraftwerke

Inhaltsübersicht

- 1 Präambel
- 2 Quellenangaben – relevante Literatur
- 3 Relevante brand- und explosionsschutztechnische Eigenschaften von Wasserstoff
- 4 Typische Funktionsweise eines Hauskraftwerkes
- 5 Gefährdungen
- 6 Maßnahmen

DIE ÖSTERREICHISCHEN BRANDVERHÜTUNGSSTELLEN

Redaktionelle Betreuung durch:

BVS – Brandverhütungsstelle für Oberösterreich reg.Genossenschaft m.b.H

Petzoldstraße 45 / 4020 Linz / Austria

T +43 732 7617-250 / Fax +43 732 7617-29 / office@bvs-ooe.at / www.bvs-ooe.at

1 Präambel

Viele Menschen sind bestrebt ihr Eigenheim mit erneuerbaren Energieformen zu versorgen. Allerdings zeichnen sich typische erneuerbare Energiequellen wie die Photovoltaik durch eine ungleichmäßige Energieproduktion über den Tag und auch im Jahresverlauf aus. Folglich ergibt sich das Erfordernis Energie zu speichern. Für kurzzeitige Speicherung (Stunden bis Tage) werden vermehrt stationäre Batterieanlagen eingesetzt, wobei brandschutztechnische Anforderungen an diese in der OIB Richtlinie 2, Kapitel 3.9, Ausgabe 2019 angeführt sind. Für längerfristige Speicherung, etwa um Überschussproduktion aus dem Sommer für Verbrauch im Winter bereitzuhalten, sind Wasserstoffspeicher mit angeschlossener Erzeugung und Verbrauchern ein Lösungsansatz.

Dabei auftretende brand- und explosionsschutztechnische Risiken sowie Lösungsansätze werden im gegenständlichen Dokument grundsätzlich dargelegt. Der Inhalt stellt den aktuellen Stand des Wissens und der Technik dar, welcher sich aber aufgrund der aktiven Forschung und Entwicklung in diesem Fachgebiet erweitern und verändern kann. Aus diesem Grund sind auch Maßnahmen, welche über die in diesem Dokument dargestellten hinausgehen, denkbar und für das jeweilige konkrete Projekt zu prüfen. Insbesondere sind sicherheitstechnische Vorgaben von Herstellern, Inverkehrbringern und Errichtern einzuhalten.

Gewerblich bzw. industriell genutzte Anlagen werden in diesem Dokument nicht betrachtet.

Es wird keine Haftung für die inhaltliche Richtigkeit und Eignung der Hinweise im Einzelfall übernommen. Gesetzliche Vorschriften und behördliche Auflagen, zum Beispiel von Baubehörden, Gewerbebehörden sowie einzelvertragliche Regelungen mit dem Versicherer bleiben von diesem Merkblatt unberührt. Die Anwendung des Merkblattes entbindet nicht von der Beachtung der einschlägigen Normen und sonstiger technischer Regeln.

Aufgrund der dynamischen Entwicklung im Bereich der Nutzung und Speicherung von Wasserstoff wird das gegenständliche Merkblatt als pr-Version veröffentlicht. Dies ermöglicht, dass einerseits österreichweit eine einheitliche Richtlinie für die Brandschutzbelange bei Wasserstofflagerungen für Hauskraftwerke verfügbar ist und andererseits technische Entwicklungen verfolgt werden und gegebenenfalls in die endgültige Fassung einfließen können.

2 Quellenangaben

Überlegungen zu Gefährdungen und sicherheitstechnischen Vorgaben im gegenständlichen Dokument basieren sinngemäß auf den nachstehend angeführten Normen, Richtlinien und Unterlagen. Diese sind auch geeignet weiterführende Fragestellungen zu bewerten, welche im gegenständlichen Dokument nicht behandelt werden.

- Kennzeichnungsverordnung (Verordnung der Bundesministerin für Arbeit, Gesundheit und Soziales über die Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung)
- Druckgeräteüberwachungsverordnung (Verordnung des Bundesministers für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft über sicherheitstechnische Bestimmungen für Prüfungen bei der Inbetriebnahme und während des Betriebes von Druckgeräten)
- ÖNORM M 7379:2017 „Gaselager - Lagerung von Gasflaschen und anderen ortsbeweglichen Druckgefäßen“
- ÖNORM M 7387-1:2002 „Zentrale Gasversorgungsanlagen – Teil 1: Gaszentralen mit Versandbehältern bis 1000 Liter Rauminhalt“
- ÖNORM M 7387-2:1998 „Zentrale Gasversorgungsanlagen – Teil 2: Gaszentralen mit ortsfesten, oberirdischen Druckbehältern“
- ÖNORM M 7387-3:2015 „Zentrale Gasversorgungsanlagen – Teil 3: Rohrleitungen zwischen Gasversorgungsanlagen und Entnahmestellen“
- ÖNORM M 7323:2020 „Aufstellungsbestimmungen für ortsfeste Druckbehälter zum Lagern von Gasen“
- ÖNORM EN ISO 7010:2020 „Graphische Symbole - Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen“
- Sicherheitsdatenblatt „Wasserstoff verdichtet“, Linde AG, 05.06.2015

3 Auszug relevanter brand- und explosionsschutztechnischer Eigenschaften von Wasserstoff

- Wasserstoff ist brennbar und zeichnet sich durch eine niedrige Mindestzündenergie aus.
- Wasserstoff ist in einem weitem Mischungsbereich explosionsfähig. Die untere Explosionsgrenze (UEG) bei Mischung in Luft beträgt 4 Vol.%, die obere Explosionsgrenze (OEG) beträgt 77 Vol.%.
- Wasserstoff besitzt eine hohe Diffusionsneigung und daraus resultieren hohe technische Anforderungen an die Speicherung.

- Wasserstoffatome können in diverse Metalle eindringen und führen in diesen zu Materialermüdung und Versprödung. Es sind für die Wasserstoffspeicherung geeignete Metalle bzw. Materialien zu verwenden.
- Wasserstoff besitzt eine geringe Dichte von $0,09 \text{ kg/m}^3$ (bei 273 K). Es kommt bei einer Freisetzung aus einem Speichermedium zum Abströmen nach oben und falls kein Hindernis (z.B. Decke in einem Raum) gegeben ist, zu einer Verflüchtigung.

4 Typische Funktionsweise eines Hauskraftwerkes

Erzeugung: Wasserstoff wird üblicherweise durch Elektrolyse erzeugt, in welcher mittels elektrischem Strom Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff aufgespalten wird.

Speicherung: Es gibt diverse Möglichkeiten der Wasserstoffspeicherung, welche nachfolgend beispielhaft angeführt sind.

- Druckspeicher mit bis zu 800 bar: z.B. in Fahrzeugen in Verwendung wegen des geringen Gewichts, aber auch in Hauskraftwerken. Bei dieser Art der Speicherung ist ein Verdichter erforderlich.
- Flüssigspeicher: Lagerung bei $< 20 \text{ K}$, sinnvoll bei großen Mengen (z.B. im Bereich von Wasserstofftankstellen)
- Metallhydridspeicher: Wasserstoff wird in Lücken eines Metallgitters eingelagert und bei Erwärmung freigesetzt. Dies ist effizient, aber sehr teuer und führt zu beschränkten Einsatzgebieten (z.B. in U-Booten).
- Adsorptionsspeicher: Wasserstoff lagert an Stoffen mit hoher innerer Oberfläche wie Zeolithe oder Carbon-Nanotubes. Dieser Speichertyp ist auch für die Verwendung in Hauskraftwerken denkbar.

Abseits von Flüssigspeichern, welche in Hauskraftwerken aus aktueller Sicht keine Anwendung finden werden, ist die Speicherung in einem Druckspeicher sicherheitstechnisch am kritischsten zu bewerten, da es im Schadenfall zu einem Austritt einer großen Menge von Wasserstoffgas in kurzer Zeit kommen kann. Somit wird mit hoher Wahrscheinlichkeit die UEG überschritten. In diesem Dokument werden die Herausforderungen dieses Speichertyps betrachtet und weitere Speichertypen werden somit mitabgedeckt.

Verbrauch:

- Brennstoffzelle zur Stromerzeugung
- Teilweise mit Nutzung von auftretender Verlustwärme für Raumwärme (Kraft-Wärme-Kopplung)

5 Gefährdungen

- Brandentstehung ursächlich durch den Wasserstoffspeicher und daran angeschlossene Geräte (inklusive Elektrolyseur, Verdichter und etwaige Verbraucher).

Das Gefahrenpotential ist durch den Hersteller bzw. Inverkehrbringer der jeweiligen Anlage entsprechend der Maschinensicherheitsrichtlinie zu bewerten und erforderliche Maßnahmen sind durch den Hersteller bzw. Inverkehrbringer zu setzen. Dieses Risiko wird im gegenständlichen Dokument nicht betrachtet.

- Brandeinwirkung von außen auf einen Wasserstoffspeicher, durch einen Brandfall in der Umgebung.
- unvorhergesehener Wasserstoffaustritt aus dem Speicher oder angeschlossenen, unter Druck stehenden, Leitungen.
- Brand- und Explosionsgefahr im Wirkungsbereich von Sicherheitseinrichtungen (z.B. Abblaseleitungen). Es wird darauf hingewiesen, dass aufgrund der geringen erforderlichen Zündenergie beim Abströmen des unter Druck stehenden Gases über Abblaseleitungen eine Entzündung durch Reibung nicht ausgeschlossen werden kann.

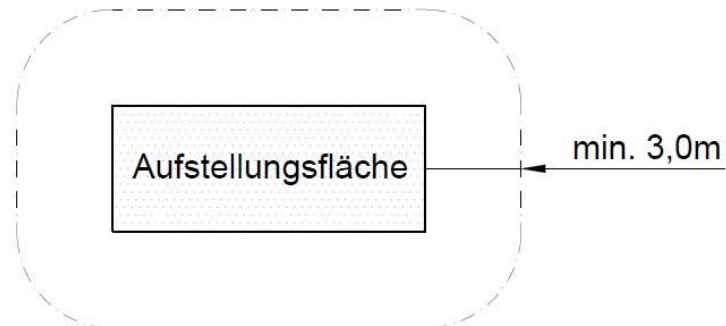
6 Maßnahmen

Die nachfolgend gelisteten Maßnahmen stellen eine Möglichkeit dar, wie den unter Punkt 5 angeführten Gefährdungen begegnet werden kann.

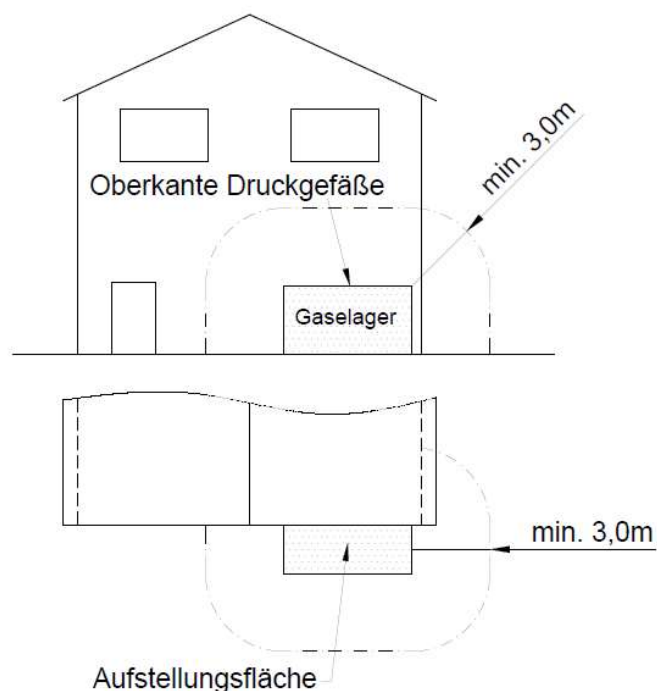
6.1 Grundsätzlich dürfen für die Erzeugung, die Verdichtung, die Speicherung und den Verbrauch von Wasserstoff nur Geräte mit CE-Kennzeichnung unter Einhaltung sämtlicher Herstellvorgaben (insbesondere hinsichtlich Aufstellungsort und Nutzungsart) verwendet werden.

6.2 Der Wasserstoffspeicher ist im Freien zu installieren, um bei einer Undichtheit ein Abströmen des Gases zu ermöglichen. Wenn oberhalb des Speichers ein Witterungsschutz angebracht wird, was empfohlen wird, muss dieser so ausgeführt sein, dass sich unter diesem keine signifikante Menge Wasserstoff sammeln kann (Wasserstoff ist leichter als Luft und steigt auf).

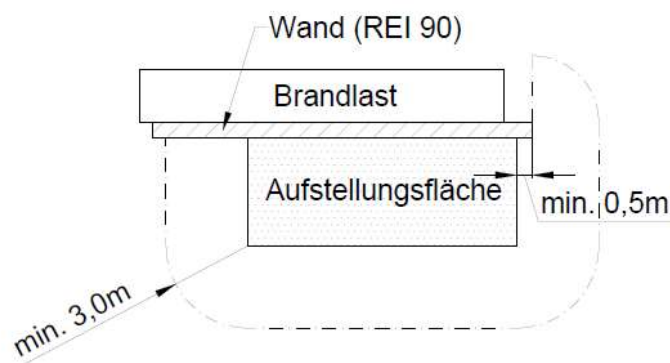
6.3 Um den Wasserstoffspeicher ist eine Brandschutzzone von 3 m von brennbaren Materialien (z.B. Lagerungen, Bauwerke, Bauwerksteile) dauerhaft freizuhalten. Im Besonderen ist in diesem Bereich die Abstellung eines KFZ nicht zulässig. Die Brandschutzzone darf nicht auf fremde Grundstücke reichen.



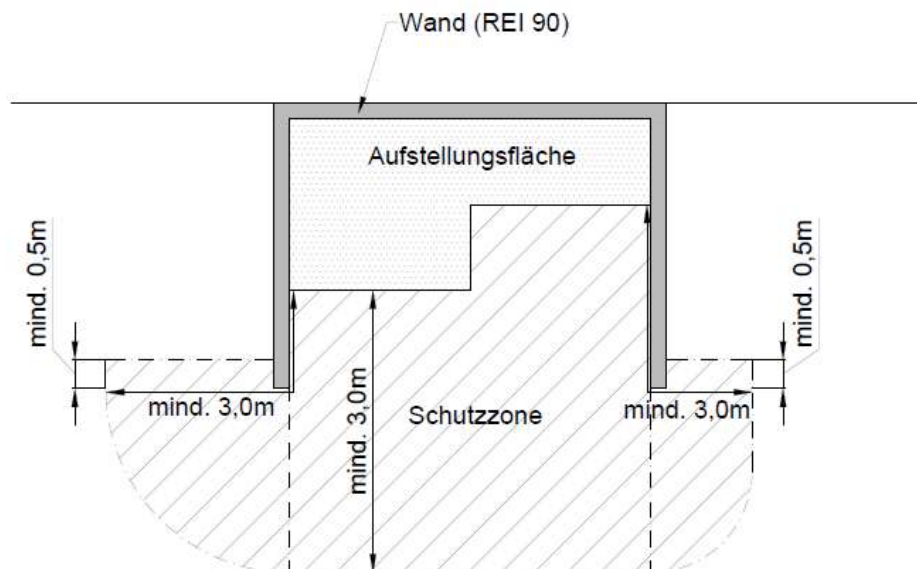
6.4 Die Unterschreitung des Abstandes von 3 m zu einer Gebäudeaußenwand ist nur zulässig, sofern die Wand in REI 90 / A2 ausgeführt ist. Allfällige Bekleidungen und thermische Isolierungen (z.B. Wärmedämmverbundsysteme) sind ebenfalls in der Brennbarkeitsklasse A2 auszuführen. Weiters muss die Wand allseitig in einem Abstand von 3 m öfnungslos ausgeführt sein.



6.5 Bei einer Unterschreitung des Abstandes von 3 m zu Brandlasten ist eine Abtrennung in REI 90 / A2 vorzusehen, welche die Oberkante der Wasserstofflagerung und auch der brennbaren Materialien um zumindest 0,5 m überragt. Weiters muss die Trennwand im Bereich der brennbaren Lagerungen seitlich bis zum Sicherheitsabstand von 3 m ausgeführt werden. Jedenfalls muss die Trennwand die Wasserstofflagerung seitlich um 0,5 m überragen.



6.6 Eine Lagerung in einer Aufstellbox aus Beton (REI 90 / A2) ist im Sinne der nachstehenden Skizze zulässig.

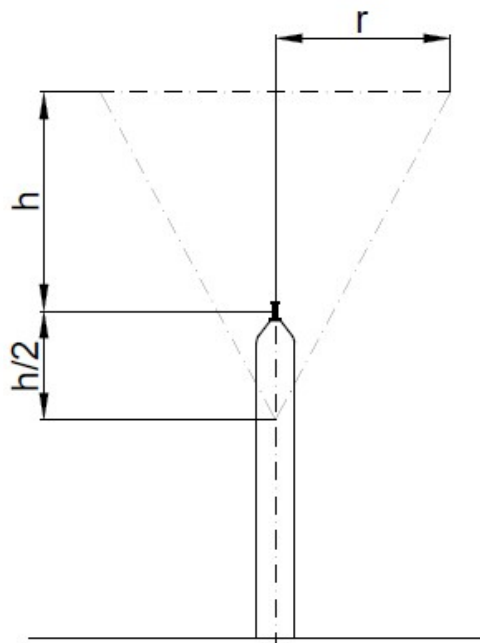


6.7 Die Wasserstofflagerung ist gemäß KennV und mittels Sicherheitszeichen gemäß ÖN EN ISO 7010 dauerhaft und gut ersichtlich im Bereich des Gaselagers zu kennzeichnen. Folgende Hinweise sind erforderlich:

- „Gaselager“
- „Warnung vor Explosionsgefahr“
- „Feuer, offenes Licht, Rauchen Verboten“

6.8 Im Abströmbereich von Überdrucksicherungseinrichtungen oder thermischen Überlastsicherungen dürfen keine Objekte vorhanden sein, welche das Abströmen des Gases behindern, oder welche durch die thermische Wirkung einer brennenden Wasserstoffackel entzündet werden könnten. Durch die thermische Wirkung einer brennenden Wasserstoffackel dürfen keine Personen gefährdet werden.

6.9 Im Bereich oberhalb der Entnahmeventile dürfen, im Sinne der ÖNORM M 7387-1, in einem Abstand von 1 m ($h=r=1$ m in der nachstehenden Abbildung) keine Betriebsmittel, die eine Zündquelle im Sinne des Explosionsschutzes darstellen (z.B. Elektroninstallationen), angeordnet werden. Falls das Betriebsmittel integraler Teil eines Wasserstoffgerätes ist, welches über eine CE-Kennzeichen verfügt, wird davon ausgegangen, dass dies im Sicherheitskonzept des Herstellers betrachtet wurde und dass Komponenten in entsprechend explosionsgeschützter Ausführung verwendet wurden.



6.10 Anlagen (Speicher, Leitungen, Erzeuger, Verbraucher) sind grundsätzlich entsprechend Herstellervorgaben instand zu halten. Jedenfalls sind Anlagen alle 2 Jahre durch den Hersteller der Anlage oder eine durch den Hersteller befugte Person zu überprüfen. Die Überprüfung hat jedenfalls die Einhaltung relevanter Sicherheitsvorschriften, welche zum Zeitpunkt der Errichtung durch den Gesetzgeber, den Hersteller und durch dieses Merkblatt definiert wurden, zu umfassen.

6.11 Wasserstoffleitungen im Haus:

Wenn Verbraucher (oder sonstige angeschlossene Geräte) im Haus situiert werden, ist bei der Leitung im Freien ein Druckminderer und eine Hauptabsperreinrichtung vorzusehen, wobei auf Zugänglichkeit durch die Feuerwehr zu achten ist. Die Hauptabsperreinrichtung soll jedenfalls bei Druckabfall im Bereich der Leitung oder bei thermischer Einwirkung im Brandfall selbsttätig wirksam werden.

Die Leitungslänge im Haus ist möglichst kurz auszuführen.

Die Leitung ist im Haus im Sinne der ÖNORM M 7387-3 farblich zu kennzeichnen. Dabei handelt es sich entweder um einen Gesamtanstrich oder um eine Farbkennzeichnung an betriebswichtigen Leitungspunkten wie beispielsweise Wanddurchführungen, bei Armaturen, oder bei Entnahmestellen. Zusätzlich ist an diesen Stellen der Name des Gases „Wasserstoff“ gut lesbar und dauerhaft anzubringen.

Für den Anstrich sind die Grundfarbe Gelb (RAL 1012) und die Zusatzfarbe Rot (RAL 3000) für eine ringförmige Kennzeichnung der Leitung zu verwenden.

6.12 Leitungen sind entsprechend der ÖVGW-Richtlinie G 10 alle 12 Jahre zu überprüfen.

6.13 Druckbehälter für die Wasserstoffspeicherung sind entsprechend der Erfordernisse der Druckgeräteüberwachungsverordnung bei Inbetriebnahme und/oder wiederkehrend zu prüfen.

6.14 Vorgaben betreffend Lüftung und Explosionsschutzmaßnahmen im Aufstellungsraum von Wasserstoffverbrauchern (oder sonstiger angeschlossene Geräte) sind durch den Hersteller der Anlage bzw. im Zuge der Erteilung der Baumusterzulassung zum Erlangen der CE-Kennzeichnung zu treffen.

6.15 Metallische Teile der Anlage, insbesondere Flaschenbündel im Freien sind fachgerecht zu erden. Im Fall einer bestehenden Blitzschutzanlage ist die Einbindung der Wasserstoffanlage und des Wasserstoffspeichers durch ein hierfür befugtes Unternehmen zu prüfen.

6.16 Es wird empfohlen die örtlich zuständige Feuerwehr über die Errichtung einer Wasserstoff Hausspeicheranlage zu informieren.