

WASSERSTOFFREGION SCHAUMBURG



HyStarter-Konzept – Anhang 2: Sicherheitstechnische Aspekte Landkreis Schaumburg



Landkreis
Schaumburg



Beauftragt durch:
 Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Vergabe und Projektbegleitung durch:



Impressum

Herausgeber



Landkreis Schaumburg
Jahnstraße 20, 31655 Stadthagen

Projektleitung

Landkreis Schaumburg
Leitstelle Klimaschutz
Horst Roch (Klimaschutz@schaumburg.de)

Verantwortlich für den Inhalt



Spilett new technologies GmbH
Schöneberger Str. 18, 10963 Berlin
<https://www.spilett.de>

Autoren

Jonas Koch und Nadine Hölzinger (Spilett new technologies GmbH)

Unter Mitarbeit von:

Dr. Frank Koch und Frederik Budschun (EE ENERGY ENGINEERS GmbH)
Laura Wienpahl, Tim Röpcke und Ciara Dunks (Reiner Lemoine Institut)
Dr. Hanno Butsch und Fabian Rottmann (Becker Büttner Held Consulting AG)

Titelbild

© BMVI / grafische Gestaltung David Borgwardt (Spilett new technologies GmbH)

Layout

David Borgwardt (Spilett new technologies GmbH)

Druck

DRUCKHAUS-ONLINE.DE, Mengelingscher Weg 10a, 31688 Nienstädt

Stand: Januar 2021

Die Strategiedialoge zu HyStarter wurden beauftragt im Rahmen des HyLand-Programms durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), koordiniert durch die NOW GmbH



Anhang 2: Sicherheitstechnische Aspekte zum Thema Wasserstoff

Wasserstoff ist unter Umgebungstemperatur und -druck ein ungiftiges, leicht flüchtiges Gas.

In Kombination mit Sauerstoff kann ein explosionsfähiges Gemisch entstehen, das viele noch aus dem Schulunterricht („Knallgas-Versuch“) kennen. Ein explosionsfähiges Gasgemisch liegt in einem atmosphärischen Umfeld bei Wasserstoffkonzentrationen zwischen 4-75% vor, bei höheren Wasserstoffkonzentrationen ist eine Zündung des Gasgemischs aufgrund von zu geringen Sauerstoffkonzentrationen nicht mehr möglich. Zur Explosion ist zusätzlich eine Zündquelle erforderlich, welche die Knallgas-Reaktion auslöst.

Für die Sicherheit der Anwendung von Wasserstoff als Kraftstoff oder Energiespeicher bedeutet dies: Im Außenbereich bzw. in gut gelüfteten Räumen ist es aufgrund der Flüchtigkeit von Wasserstoff sehr unwahrscheinlich, dass ein zündfähiges Gemisch entsteht. Ebenso können Fahrzeugtanks nicht explodieren, die 100% Wasserstoff enthalten. In Werkstätten und anderen Räumen vermeiden bauliche Maßnahmen die Ansammlung von Wasserstoff in Nischen und unter Dachflächen, zusätzlich installierte Wasserstoffsensoren alarmieren im Fall von Leckagen.

Gasförmiger Wasserstoff kann problemlos auch über längere Zeit ohne Verluste in Drucktanks gespeichert werden. Die Diffusionsrate der Moleküle durch die Tankwand (Stahl oder Kunststoff) ist vernachlässigbar gering und stellt kein Sicherheitsproblem dar. Wenn Wasserstoff kaltflüssig bei -253°C gelagert oder transportiert wird, so sorgt ein Sicherheitsventil im Tank dafür, dass bei Erwärmung (Übergang in die Gasphase) kein Überdruck im Tank entsteht. Dieses Sicherheitsventil öffnet ab einem definierten Innendruck automatisch und lässt Wasserstoff in die Umgebung ab. In der Vergangenheit wurden Fahrzeuge erprobt, die mit Flüssigwasserstoff statt wie heute üblich mit Druckwasserstoff betrieben wurden. Auch diese Fahrzeuge verfügten über die beschriebene Sicherheitseinrichtung, was dazu führte, dass sich der Tank bei längeren Stillstandzeiten „von selbst leerte“. Diese Beobachtung hat jedoch nichts mit der Diffusivität von Wasserstoff zu tun und lässt sich nicht auf Druckgastanks übertragen.

Die adsorptive Speicherung von Wasserstoff in LOHC, einem dieselähnlichen Trägermaterial, verhindert die Entstehung von explosionsfähigen Gemischen bei Vorhandensein von Sauerstoff und eignet sich aufgrund der höheren Energiedichte gut als Speicher- und Transportmedium. Jedoch ist LOHC wie auch andere Kohlenwasserstoffe (Diesel, Benzin etc.) toxisch und erfordert entsprechende Sicherheitsmaßnahmen zur Vermeidung der Eintragung in Boden und Gewässer im Havariefall bzw. eines unsachgemäßen Gebrauchs (Einnahme/ Inhalation). Die Lagerung muss in gut belüfteten Räumen stattfinden.

Die Versprödung von Metallen oder Metalllegierungen durch Wasserstoff ist ein bekanntes Phänomen. Polymere Werkstoffe sind nicht durch diesen Effekt betroffen. Weltweit existiert ein mehr als 2.000 km umfassendes Wasserstoffnetzwerk, das seit Jahren sicher betrieben wird. Durch geeignete Materialauswahl und Auslegung der Komponenten kann der theoretischen Gefahr der Versprödung entgegengewirkt werden, eine vorzeitige Alterung oder Versprödung wird damit minimiert und weitestgehend ausgeschlossen.

Ähnlich wie Fahrzeuge mit verbrennungsmotorischem Antrieb können auch Brennstoffzellenfahrzeuge in Unfälle verwickelt werden. Feuerwehren müssen bei der Bergung von verunglückten Brennstoffzellenfahrzeugen beachten, dass die Hochvolttechnologien des elektrischen Antriebs abgeschaltet sind und sich kein Wasserstoff entzündet hat. Da das Gasgemisch im Fahrzeugtank außerhalb der Explosionsgrenzen liegt, verbrennt der Wasserstoff im Falle einer Beschädigung des Tanks kontrolliert in einer farblosen Flamme, die mithilfe einer Wärmebildkamera

auch tagsüber sichtbar gemacht werden kann. Im Gegensatz zum verunfallten Fahrzeug mit verbrennungsmotorischem Antrieb brauchen sich die Feuerwehrleute aber keine Gedanken um ausgelaufenes Öl, Benzin oder Diesel zu machen. Das Erdreich muss nicht dekontaminiert werden, die Straße bleibt ohne weitere Maßnahmen befahrbar. Auch besteht keine Explosionsgefahr aufgrund von sich bildenden Kraftstoffpfützen, da Wasserstoff leichter als Luft ist und sich schnell verflüchtigt.

Der Betrieb von Fahrzeugen mit Druckwasserstoffspeichern in Garagen und Tunneln ist dank der strengen Zulassungsverfahren sicher möglich. Die bereits heute in Garagen und Tunneln eingebauten Ventilationssysteme haben für den Normalbetrieb von Wasserstofffahrzeugen völlig ausreichende Luftwechselraten. Ob die Ventilatoren explosionsgeschützt ausgeführt werden müssen, ist bisher noch nicht abschließend geklärt und hängt von den jeweils angenommenen Szenarien ab.

Die Betankung von Wasserstofffahrzeugen mit 700 bar erfolgt unter Verwendung von Betankungsprotokollen, die sicherstellen, dass sich die Druck- und Temperaturrampen zu jeder Zeit im sicheren Bereich befinden. Sobald eine der vorgegebenen Druck- oder Temperaturbereiche überschritten wird, beendet die Tankstelle den Betankungsvorgang und fährt in den Sicherheitsmodus. Es ist ebenfalls sicherheitstechnisch ausgeschlossen, den Betankungsvorgang zu starten, wenn die Tankkupplung nicht richtig aufgesetzt und arretiert wurde.

Weiterführende Informationen

DWV Wasserstoff-Sicherheits-Kompodium. Online abrufbar unter:

https://www.dwv-info.de/wp-content/uploads/2015/06/Wasserstoff_kompodium.pdf