

SICHERE WASSERSTOFFINFRASTRUKTUR

SICHERE WASSERSTOFFINFRASTRUKTUR

ENDBERICHT

Im Auftrag des



Bundesministerium
für Verkehr, Bau
und Stadtentwicklung

vertreten durch



Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie

Für den Auftragnehmer:

Reinhold Wurster, LBST

Martin Zerta, LBST

Für die Partner:

Anne Lehan, BASt

Randy Dey, CCS Global

Markus Born, TÜV SÜD

9. Dezember 2011



ludwig bölkow
systemtechnik



www.lbst.de • www.bast.de • www.tuev-sued.de • www.ccsglobalgroup.com

R E P O R T

Haftungsausschluss

Der Mitarbeiterstab der Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH zusammen mit seinen Partnern von der Bundesanstalt für Straßenwesen, CCS Global und TÜV SÜD Industrie Service GmbH hat diesen Bericht erstellt.

Die Sichtweisen und Schlüsse, die in diesem Bericht ausgedrückt werden, sind jene der Mitarbeiter der Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH, der Bundesanstalt für Straßenwesen, CCS Global und TÜV SÜD Industrie Service GmbH. Alle Angaben und Daten sind sorgfältig recherchiert. Allerdings gibt weder die Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH, die Bundesanstalt für Straßenwesen, CCS Global oder TÜV SÜD Industrie Service GmbH noch die Mitarbeiter, Vertragspartner oder Unterauftragnehmer irgendeine ausdrückliche oder implizierte Garantie oder übernimmt rechtliche oder sonstige Verantwortung für die Korrektheit, Vollständigkeit oder Nutzbarkeit irgendeiner Information, eines Produktes oder eines enthaltenen Prozesses, oder versichert, dass deren Nutzung private Rechte nicht verletzen würden.

INHALT

TABELLEN	IV
ABBILDUNG	V
ABKÜRZUNGEN	VI
EINLEITUNG	IX
1 HINTERGRUND UND VORGEHEN	11
1.1 Ausgangslage	11
1.2 Zielsetzung.....	11
1.3 Vorgehensweise.....	11
2 GENEHMIGUNG VON WASSERSTOFFTANKSTELLEN	13
2.1 Erkenntnisse aus der Umfrageaktion	13
2.2 Erkenntnisse aus dem HyApproval Handbuch.....	18
2.3 Vorschriftenlage in Deutschland für die Genehmigung von HRS.....	25
2.4 Prinzipieller Ablauf eines Genehmigungsverfahrens in Deutschland	28
2.5 Erkenntnisse aus NRW-Genehmigungsverfahren [NRW 2010].....	31
2.6 Übersicht der zuständigen Behörden in Deutschland.....	36
2.7 Abgleich VdTÜV 514 und ISO/DIS 20100 bzgl. Eignung respektive Weiterentwicklung für Deutschland und Europa.....	42
2.8 Vorschlag für eine harmonisierte Vorgehensweise bei der Genehmigung von Wasserstofftankstellen.....	44
2.9 Vorschlag für weitere Harmonisierung und Gremienarbeit: starker Beitrag von Deutschland zur Entwicklung internationaler Normen.....	46
3 ERTÜCHTIGUNG VON WERKSTÄTTEN UND GARAGEN FÜR DIE NUTZUNG MIT WASSERSTOFFFAHRZEUGEN	49
3.1 Erkenntnisse aus der Umfrageaktion	49
3.2 Erkenntnisse aus Rücksprache mit Behörden.....	52
3.3 Bewertung der arbeitsschutzrechtlichen Vorgaben für Werkstätten	53
3.4 Bewertung der Situation bei der Nutzung von Garagen	56
4 BENUTZBARKEIT VON TUNNEL UND UNTERFÜHRUNGEN	59
4.1 Erkenntnisse aus der Umfrageaktion	60

4.2	Vorgaben aus dem Gefahrgutrecht	61
4.3	Verfahren zur Kategorisierung von Straßentunneln	67
4.4	Auswirkung sich ändernder Gefahrgutverteilungen	76
4.5	Zusammenfassung und weiter erforderliche Analysen	81
5	NUTZUNG DER MATRIX ZUR SICHERHEITS- UND RCS-SPEZIFISCHEN DATENERFASSUNG	83
5.1	HyLights Monitoring and Assessment Framework (MAF) Handbuch	83
5.2	Erkenntnisse aus der nationalen Umfrageaktion	85
5.3	Erkenntnisse aus der europaweiten Anwendung	86
5.4	Empfehlung für weitere Nutzung der Matrix	86
6	ABKLÄRUNG DER ANFORDERUNGEN ZUR KENNZEICHNUNG UND BEHANDLUNG VON WASSERSTOFFFAHRZEUGEN	89
6.1	Erkenntnisse aus Veröffentlichungen	89
6.2	Erkenntnisse aus der Umfrageaktion	99
6.3	Erkenntnisse aus Rücksprache mit Feuerwehren	102
7	DOKUMENTATION DER ERFAHRUNGEN UND ERKENNTNISSE	105
7.1	Übersicht über gewonnene Erfahrungen	105
7.2	Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise	118
7.3	Beurteilung einer internationalen Umsetzbarkeit	122
7.4	Maßgeschneiderte Handlungsempfehlungen zur effizienten Platzierung in der Gremienarbeit	124
8	LITERATUR	126
9	ANNEX A	133
9.1	Hydrogen infrastructure and safety	133
9.2	Hydrogen refueling stations (HRS)	133
9.3	Next steps	135
9.4	HRS Components	136
9.5	Safety	136
10	ANNEX B	137
10.1	General information	137
10.2	Scope of the technical committee	137
10.3	ISO/TC 197 Membership	137

10.4	ISO/TC 197 LIAISONS	138
10.5	ISO/TC 197 links with the global regulatory bodies and its most important liaisons	139
10.6	ISO/TC 197 Meetings	139
10.7	Work programme	140
10.8	Ad hoc groups	144
10.9	Publications	146
11	ANNEX C.....	153
	Vergleich ISO 20100 mit VdTÜV Merkblatt 514 durchgeführt von CCS Global	153
11.1	ISO 20100 and TÜV document	153
11.2	Scope of ISO 20100 and the TÜV document	153
11.3	Coverage of ISO 20100 and TÜV document	153
11.4	Elements covered by ISO 20100 and the TÜV document	154
11.5	Reference included in ISO 20100 and in the TÜV document	155
11.6	Conclusion	155

TABELLEN

Tabelle 1:	Zuständige Behörden für die Genehmigung von H ₂ -Tankstellen.....	37
Tabelle 2:	Standardisierte Sicherheitsabstände für passive oberirdische CGH ₂ Systeme	42
Tabelle 3:	Standardisierte Sicherheitsabstände für aktive oberirdische CGH ₂ Systeme	43
Tabelle 4:	Schulung Gasanlagen- und Gassystemprüfung.....	54
Tabelle 5:	Garagenverordnungen in Deutschland [Schwab 2006]	56
Tabelle 6:	Tunnelkategorien	64
Tabelle 7:	Tunnelbeschränkungen in Deutschland.....	65
Tabelle 8:	Risikoszenarien nach [PIARC 2009].....	70
Tabelle 9:	Definition der 8 Szenarien mit ihren Hauptauswirkungen bei entsprechendem Gefahrgut.....	72
Tabelle 10:	Standard Gefahrgutverteilung für Deutschland bei der Eingabe in das OECD/PIARC QRAM	75
Tabelle 11:	Schwellenwerte der Risikoerwartungswerte nach OECD/PIARC QRA	78
Tabelle 12:	HyLights MAF Handbuch: Identifizierte Leistungsparameter.....	84
Tabelle 13:	Absperrbereiche für die Gefahr des Berstens von Behältern	93

ABBILDUNG

Abbildung 1:	Vorgehensweise zur Erlangung einer zugelassenen Wasserstofftankstelle.....	19
Abbildung 2:	Harmonisierter EU27 Genehmigungsprozess	24
Abbildung 3:	Flussdiagramm des deutschen Genehmigungsverfahrens.....	30
Abbildung 4:	Entscheidungsbaum für Genehmigungserfordernis nach BImSchG	35
Abbildung 5:	Tunnelkennzeichnungen	60
Abbildung 6:	Tunnel der Bundesfernstraßen	62
Abbildung 7:	Verfahrensübersicht [BAST 2009].....	68
Abbildung 8:	Entscheidungsbaum der Grobselektion aus Stufe 1a	69
Abbildung 9:	Summenkurven gemäß der Stufe 2a aller Leitstoffe (normiert) für verschiedene Straßentunnel (RV=Richtungsverkehr, GV=Gegenverkehr).....	73
Abbildung 10:	Ergebnisse aus der OECD/PIARC Modellrechnung	79
Abbildung 11:	Versorgungsrouten und Tunnel im Raum Berlin.....	80
Abbildung 12:	Transportfahrzeuge für den Transport von gasförmigem Wasserstoff.....	91
Abbildung 13:	Transportfahrzeug für den Transport von flüssigem Wasserstoff (tiefkalt).....	91
Abbildung 14:	Hersteller- oder projektbezogene Kennzeichnungen von Wasserstofffahrzeugen	94
Abbildung 15:	Kennzeichen für mit flüssigem Wasserstoff betriebene Wasserstofffahrzeuge (nach EC 406/2010, Anhang V).....	95
Abbildung 16:	Kennzeichen für mit komprimiertem (gasförmigem) Wasserstoff betriebene Wasserstofffahrzeuge (nach EC 406/2010, Anhang V).....	96
Abbildung 17:	Kennzeichnung von Gefahrguttransporten mit Wasserstoff.....	99
Abbildung 18:	Tunnelkategorien	114
Abbildung 19:	ADR-Kennzeichnung eines Flüssigwasserstofftransporters	114

ABKÜRZUNGEN

ADR	Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route (deutsch: Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße)
AnlPrüfVO	Anlagen-Prüfverordnung
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ATEX	Synonym für die ATEX-Leitlinien der Europäischen Union (hergeleitet aus franz.: ATmosphère Explosive)
BASt	Bundesanstalt für Straßenwesen
BauNVO	Baunutzungsverordnung
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
BG	Berufsgenossenschaft
BGI	Berufsgenossenschaftliche Informationen und Grundsätze für Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnungen
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
ChemG	Chemikaliengesetz
CGH ₂	Druckwasserstoff
CEP	Clean Energy Partnership
CNG	Compressed Natural gas
DIS	Draft International Standard
DTV	durchschnittlicher täglicher Verkehr
EC	European Commission
EIGA	European Industrial Gases Association
EIS	Einsatz Informations System
EMVG	Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicle
GarVO	Garagen-Verordnung
GaVO	Garagen-Verordnung

GaStellV	Garagen-Stellplatz-Verordnung
GGVS	Gefahrgutverordnung Straße
GPSG	Geräte- und Produktsicherheitsgesetz
GPSGV	Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz
GSU	Gesundheit, Sicherheit und Umwelt
H ₂	Hydrogen (Wasserstoff)
HRS	Hydrogen Refuelling Station (Wasserstofftankstelle)
ISO	International Organization for Standardization
LaGetSi	Landesamt für Arbeitsschutz, Gesundheitsschutz und technische Sicherheit Berlin
LBST	Ludwig-Bölkow-Systemtechnik
LCA	Life-Cycle Assessment
LH ₂	Flüssigwasserstoff
LPG	Liquefied petroleum gas (Flüssiggas)
MAF	Management and Assessment Framework
N	Nitrogen (Stickstoff)
NRW	Nordrhein-Westfalen
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (englisch: Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD)
OEM	Original Equipment Manufacturer (hier verwendet für Kfz-Hersteller)
PFD	Prozessflussdiagramm
PIARC	Association mondiale de la Route / World Road Association – der Welt-Straßenverband
PSG	Produktsicherheitsgesetz
GRAM	Quantitative Risk Assessment Model
RABT	Richtlinie über den Bau und Betrieb von Straßentunneln
RCS	Regulations, Codes and Standards (Regelwerke, Durchführungsbestimmungen und Normen)
SAE	Society of Automobile Engineers (heute: SAE International)
TIR	Technical Information Report
TRB	Technische Regeln zur Druckbehälterverordnung - Druckbehälter
TRBS	Technische Regeln für Betriebssicherheit
TRG	Technische Regeln für technische Gase (Druckgase)

TRR	Technische Regeln zur Druckbehälterverordnung – Rohrleitungen (Druckbehälterverordnung)
VdTÜV	Verband der Technischen Überwachungs-Vereine
WasgefStAnIV	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
ZÜS	Zugelassene Überwachungsstelle (in Deutschland akkreditierte Prüforganisation gemäß Betriebssicherheitsverordnung z.B. TÜV SÜD, TÜV Nord, TÜV Rheinland etc.)

EINLEITUNG

Mit dem Energieträger Wasserstoff sind für die zukünftigen Automobilantriebe und deren Betankungsinfrastruktur hohe Erwartungen in Bezug auf effizienten, emissionsfreien und sicheren Betrieb geknüpft. Im Zuge der Marktvorbereitung ist es essentiell, die Sicherheit der Technologie für die Nutzung von Wasserstoff- und Brennstoffzellenfahrzeuge in und an der dazugehörigen Infrastruktur nachzuweisen. Darüber hinaus muss für die Errichtung der Infrastruktur das Ziel ein harmonisiertes, geographisch möglichst weit gültiges und ökonomisch rationelles Genehmigungsverfahren sein.

In der vorliegenden Arbeit werden die in Großprojekten gesammelten Erfahrungen und fundierten Ergebnisse zur Sicherheit von Wasserstoffinfrastruktur bzw. von Infrastrukturen bei Nutzung mit Wasserstofffahrzeugen (Tankstellen, Werkstätten, Garagen, Tunnel, etc.) gesammelt, ausgewertet und für die Regelungsentwicklung nutzbar gemacht, die für die Erstellung, Weiterentwicklung und Anwendung von Normen, Regelwerken und Vorschriften relevant sind. Zusätzlich wurden die CEP-Partner und weitere ausgewählte Experten in einer Fragebogenaktion und in ergänzenden Interviews zu Ihren Einschätzungen und Erfahrungen befragt. Die Ergebnisse werden als „lessons learned“ für weitere Demonstrationsvorhaben aufbereitet und verfügbar gemacht.

Der vorliegende Bericht zur Studie *Sichere Wasserstoffinfrastruktur* gliedert sich in sieben Hauptkapitel.

Kapitel 1 beschreibt die Ausgangslage, die Zielsetzung und die Vorgehensweise.

Kapitel 2 befasst sich mit der Genehmigung von Wasserstofftankstellen. Ausgewählte Erkenntnisse aus der durchgeführten Umfrageaktion werden präsentiert. Die vollständigen Rückläufe der Fragebogenaktion sind in Unterkapitel 7.1 wiedergegeben. Aus dem HyApproval Handbuch von 2007 wird die dort entwickelte empfohlene Vorgehensweise für den Genehmigungsprozess von H₂-Tankstellen in Europa präsentiert. Eine Übersicht über den Ablauf von Genehmigungsverfahren und damit verbundene Erfahrungen in Deutschland, eine Liste der zuständigen Genehmigungsbehörden, eine Einschätzung der Weiterentwicklungserfordernisse und -möglichkeiten des VdTÜV-Merkblattes 514 bzw. der ISO 20100 sowie ein Vorschlag für eine harmonisierte Vorgehensweise bei der Genehmigung folgen. Das Kapitel schließt mit einer Empfehlung für eine weitere (auch internationale) Harmonisierung und Gremienarbeit. Diese Empfehlung wird in Unterkapitel 7.4 wieder aufgenommen.

Kapitel 3 befasst sich mit den Erkenntnissen zu Werkstätten und Garagen, dokumentiert durch die Rückläufe der Umfrageaktion, durch Literatursauswertungen, durch Aussagen von Behörden sowie durch eine abschließende Bewertung arbeitsschutzrechtlicher Vorgaben bei Werkstätten bzw. der Nutzungssituation bei Garagen.

Kapitel 4 analysiert insbesondere die Benutzbarkeit von Tunnel durch Gefahrguttransporte. Auch für diese Thematik wurden Beiträge im Rahmen der Umfrageaktion gesammelt. Vor allem Vorgaben aus dem Gefahrgutrecht wurden analysiert. Das mehrstufige Verfahren zur verpflichtenden Kategorisierung von Straßentunneln wird detailliert beschrieben und Auswirkungen durch sich ändernde Gefahrgutverteilungen diskutiert. Beschränkungen für

die Durchfahrung von Tunneln werden aufgezeigt und zwei konkrete Fälle für den Berliner Raum untersucht.

Kapitel 5 beschreibt das in EU-geförderten H₂-Projekten anzuwendende Monitoring und Assessment Framework, erläutert daraus erwartbare Erkenntnisse und Vorteile und gibt Empfehlungen für eine weitere Nutzung ab.

Kapitel 6 erhebt die Anforderungen der Feuerwehren und des Gesetzgebers zur geeigneten Kennzeichnung und Behandlung von Wasserstoffstraßenfahrzeugen. Es werden Erkenntnisse aus Veröffentlichungen und der Umfrageaktion gewonnen und diese in Rücksprache mit der Feuerwehr diskutiert und verifiziert.

Kapitel 7 reproduziert die Rückläufe aus der Umfrageaktion in Unterkapitel 7.1 vollständig, gibt eine Empfehlung zur weiteren Vorgehensweise, liefert eine Einschätzung für eine internationale Umsetzbarkeit dieser Vorgehensweise und gibt eine Handlungsempfehlung ab zur effizienten Platzierung in der internationalen Gremienarbeit.

Kapitel 8 stellt eine Übersicht über die wesentlichen Literaturquellen bereit.

Die Anhänge stellen Hintergrundinformationen zu in Entwicklung befindlichen relevanten Normen sowie einen Vergleich der Inhalte des VdTÜV-Merkblattes 514 und der ISO 20100 bereit.

1 HINTERGRUND UND VORGEHEN

1.1 Ausgangslage

Mit dem Energieträger Wasserstoff sind für die zukünftigen Automobilantriebe und deren Betankungsinfrastruktur hohe Erwartungen in Bezug auf effizienten, emissionsfreien und sicheren Betrieb geknüpft. Da die Wasserstofftechnologie für die Bevölkerung neu ist, könnten die hohen fahrzeugseitigen Speicherdrücke (35 MPa und 70 MPa) und die Entzündlichkeit von Wasserstoff-Luft-Gemischen als Gefahr wahrgenommen werden. Daher ist es im Zuge der Marktvorbereitung essentiell, die Sicherheit der Technologie für die Nutzung von Wasserstoff- und Brennstoffzellenfahrzeuge in und an der dazugehörigen Infrastruktur nachzuweisen.

1.2 Zielsetzung

Darüber hinaus muss für die Errichtung der Infrastruktur das Ziel ein harmonisiertes, geographisch möglichst weit gültiges und ökonomisch rationelles Genehmigungsverfahren sein. Nur so ist die Unterstützung der H₂-Mobility Initiative¹ und eines sich daraus entwickelnden Massenmarktes denkbar. Ein Massenmarkt ist die Basis für die Kommerzialisierung von Wasserstoff- und Brennstoffzellenfahrzeugen.

Ziel des Vorhabens ist es ferner, für die Erstellung, Weiterentwicklung und Anwendung von Normen, Regelwerken und Vorschriften, die in Großprojekten gesammelten Erfahrungen und fundierten Ergebnisse zur Sicherheit von Wasserstoffinfrastruktur bzw. von Infrastrukturen bei Nutzung mit Wasserstofffahrzeugen (Tankstellen, Werkstätten, Garagen, Tunnel, etc.) zu sammeln, auszuwerten und für die Regelungsentwicklung nutzbar zu machen. Dabei soll unter anderem auch die Kennzeichnung von H₂-Fahrzeugen und deren sachgerechte Behandlung betrachtet werden.

1.3 Vorgehensweise

In der vorliegenden Arbeit werden sicherheitsrelevante Erfahrungen für den Infrastrukturbereich zusammengetragen, ausgewertet und als „lessons learned“ für weitere Demonstrationsvorhaben aufbereitet und verfügbar gemacht. In einem ersten Schritt wurden CEP²-Partner sowie andere Experten mittels eines Fragebogens und auf diesem basierend meist zusätzlich in Telefoninterviews befragt.

¹ H2Mobility ist der Name einer gemeinsamen Initiative führender Industrieunternehmen. Das Ziel ist der Aufbau eines flächendeckenden Netzes von Wasserstoff-Tankstellen in Deutschland. Unter dem Dach von H2Mobility haben sich diverse Industrieunternehmen und die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW GmbH) zusammengeschlossen.

² Die CEP (Clean Energy Partnership) ist das größte Demonstrationsprojekt für Wasserstoffmobilität in Europa und ein Leuchtturmprojekt des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) im Verkehrsbereich. 15 Partner erproben die Systemfähigkeit von H₂ im täglichen Einsatz. Dazu zählen neben dem kontinuierlichen Betrieb von Wasserstofffahrzeugen auch deren schnelle und sichere Betankung, sowie die saubere und nachhaltige Erzeugung von Wasserstoff, der Wasserstofftransport und die dessen Speicherung.

Hintergrund und Vorgehen

Die auf diese Weise gewonnenen Ergebnisse wurden für die betrachteten Aspekte (Genehmigung von Tankstellen – Kapitel 2, Sicherheit in Werkstätten und Garagen – Kapitel 3, Nutzung von Tunneln und Unterführungen – Kapitel 4) so aufbereitet, dass klar hervorgeht, inwieweit bestehende Regelungen praktikabel sind oder der Veränderung bedürfen. Damit soll den Verordnungsgebern bzw. den von ihnen eingesetzten Gremien eine solide Grundlage für die Erarbeitung entsprechender Rahmenbedingungen gegeben werden.

Ferner soll damit parallel bzw. vorgeschaltet die Erarbeitung nationaler Positionen zur Sicherheit von Wasserstofffahrzeugen und Wasserstofftankstellen im Vorfeld der europa- und weltweiten Harmonisierung von Vorschriften ermöglicht, befördert und unterstützt werden. Dies stärkt die Verhandlungsposition Deutschlands in diesem wichtigen Industriezweig im europäischen und internationalen Kontext.

Zusätzlich werden die weltweiten Entwicklungen in Bezug auf Forschungs- und Normungsarbeiten (insbesondere ISO, IEC, EC) und Vorschläge für Regelungen beobachtet und mit der gleichen Zielsetzung ausgewertet (Kapitel 7).

2 GENEHMIGUNG VON WASSERSTOFFTANKSTELLEN

In diesem Kapitel sind die in Wasserstoffprojekten gesammelten Erfahrungen und fundierten Ergebnisse zur Sicherheit von Wasserstoffinfrastruktur bzw. von Infrastrukturen bei Nutzung mit Wasserstofffahrzeugen (Tankstellen, Werkstätten, Garagen, Tunnel, etc.) gesammelt. Diese werden für die Erstellung, Weiterentwicklung und Anwendung von Normen, Regelwerken und Vorschriften ausgewertet und so für die Regelungsentwicklung nutzbar gemacht. Dabei wird unter anderem auch die Kennzeichnung von H₂-Fahrzeugen und deren sachgerechte Behandlung betrachtet.

2.1 Erkenntnisse aus der Umfrageaktion

Eine Zusammenfassung der relevanten Rückläufe aus den an die CEP-Partner und anderer Experten ausgesandten Fragebögen findet sich in Kapitel 2.1.1, eine Übersicht über die wesentlichen erkannten Probleme in Kapitel 2.1.2 sowie erste Lösungsansätze in Kapitel 2.1.3. Eine vollständige Übersicht der in der Fragebogenaktion erhaltenen Antworten (weitestgehend im Originalwortlaut) gegliedert nach den Themengebieten findet sich in Kapitel 7.1.

2.1.1 Zitate aus Rückläufen der Fragebögen

Die im folgenden Zitate sind direkt und wörtlich aus den Fragebögen entnommen. Daher sind einige Aussagen auch nicht durch Quellen oder Verweise zu belegen.

Wasserstoff ist auf vielen Gebieten noch Neuland und daher sind die wirklich rechtsverbindlichen Vorschriften meist nicht verfügbar. Das VdTÜV-Merkblatt Druckgase 514 ist hilfreich, aber es ist nur ein Merkblatt und nicht rechtsverbindlich. Wünschenswert wäre ein Standard wie ISO 20100 als internationaler Standard, der mehr Rechtssicherheit gewährt. Dieser Standard ist ebenfalls nicht rechtsverbindlich und wird aktuell in Deutschland nicht verwendet. Für viele Mitarbeiter der Behörden ist Wasserstoff ein neues Gebiet und somit herrscht oftmals Unkenntnis. Der Betreuungsaufwand ist hoch. Seitens der Behörden wird auf vergleichbare Regelwerke zurückgegriffen, die teilweise im Internet gefunden werden (HyApproval o.Ä.). Das VdTÜV-Merkblatt ist aus Sicht der Infrastrukturpartner noch nicht zufriedenstellend und bedarf einer Überarbeitung.

Da die Zuständigkeiten für Genehmigungsverfahren meist regional sind, z.B. in Deutschland und Österreich Ländersache, ist es daher wichtig, nationale anerkannte Leitlinien bzw. Vorschriften verfügbar zu haben.

Ohne die regelmäßigen Kontakte mit den relevanten Behörden (z.B. LaGetSi in Berlin) hätten die Genehmigungsprozesse nicht so problemlos durchgeführt werden können. Wichtig ist die rechtzeitige Einbindung der Behörden (also ganz am Anfang) und die

Genehmigung von Wasserstofftankstellen

Einbindung auf jeder Stufe des Prozesses. Wie kann diese intensive Interaktion bei einer steigenden Zahl an HRS in den nächsten Jahren aufrechterhalten werden?

In Deutschland hat jedes Bundesland eigene Genehmigungsabläufe, für welche z.T. mehrere verschiedene Ämter zuständig sind. Aus der bisherigen Erfahrung läuft das Verfahren in Berlin sehr gut. Hier sind alle Zuständigkeiten beim Gewerbeaufsichtsamt (LaGetSi, Herr Duryn) zusammengefasst und die zuständigen Personen haben viel Erfahrung im Umgang mit Wasserstoff aus früheren Projekten (CEP – Clean Energy Partnership).

Aus Sicht der HRS-Hersteller hat sich die BetrSichV als ein Regelwerk erwiesen, nachdem man gut arbeiten kann. Jedoch ist durch die z.T. unterschiedlichen Anforderungen in den jeweiligen Ländern ein einheitliches Vorgehen mit einer generell vereinfachten Vorschrift wünschenswert.

Eine Harmonisierung mit anderen, bereits existierenden Standards wäre wünschenswert. Bei der Automobilindustrie ist eine solche Regelung anscheinend vorhanden (es wird hier vermutlich auf die SAE 2600 respektive ISO 17268 und auf die SAE 2601 Standardisierung verwiesen, die die Betankungskupplung und –verfahren standardisiert).

Die Begrenzung der Lagermenge auf 3 t nach BImSchG (vereinfachtes Verfahren) steht in Konkurrenz z.B. zur Lagerung von LPG in einer Tankstelle. Kann bis zu einer begrenzten akzeptablen Menge an H₂ nicht eine Ausnahme erteilt werden (Gesetzesänderung)?

Anmerkung: diese Fragestellung kann nur über eine Änderung des BImSchG erreicht werden, die mit dem zuständigen Ministerium, dem BMU, diskutiert werden muss. Auch Lagerungen von über 3 t H₂ sind möglich, bedürfen dann aber eines BImSchG-Genehmigungsverfahrens.

Unterschiedliche Risiko-Einschätzungen. Nicht fundierte Ex-Zonen-Einteilungen.

Anmerkung: Aus diesen Aussagen wird deutlich, dass es z.T. unterschiedliche Risikoeinschätzungen von Betreiber- und Behördenseite gibt. Den Betreibern fehlt es meist an Kenntnissen zu einer vernünftigen Erstellung eines Ex-Schutzdokuments, welches jedoch nach BetrSichV gefordert ist. Im Rahmen dieses Vorhabens wurden zwei kürzlich erstellte Ex-Schutzdokumentvorlagen identifiziert und verfügbar gemacht.

Die meisten ‚Probleme‘ sind auf die Unkenntnis der Behördenmitarbeiter in Bezug auf Wasserstoff zurückzuführen. Die Behörden haben insbesondere keine Kompetenz, die Integrität eines vorgeschlagenen technischen Systems zu bewerten. Diese Unkenntnis oder mangelnde Kompetenz könnte durch

entsprechende Schulungen für die betroffenen Mitarbeiter verbessert werden.

Die Anlagen haben i.d.R. sehr geräuschintensive Komponenten wie bspw. H₂-Kompressoren und diverse Rückkühler, die die Lärmschutzbestimmungen nicht erfüllen. Durch Kapselung im ISO-Container und Isolierung des Containers mit Brand- und Schallschutzpanelen kann eine ausreichende Schallisolierung erreicht werden. Der Betankungsvorgang selbst ist jedoch lauter als die erlaubte Maximalschallemission und kann nicht durch Dämmung verbessert werden.

Anmerkung: Einzige Möglichkeit ist eine Positionierung im Aufstellungsplan und Abschattung durch z.B. Bausubstanz bzw. zusätzliche geeignete bauliche Maßnahmen, die die Schallimmissionen an den Referenzmessstellen unter den erforderlichen Grenzwert (typischerweise 45 dB) drücken.

Aus der bisherigen Erfahrung ist die CE-Kennzeichnung der H₂-Tankstelle als Baugruppe für die vor Ort Abnahme sehr hilfreich. Dadurch hat die zuständige zugelassene Überwachungsstelle ZÜS weniger vor Ort zu prüfen und vereinfacht das Verfahren. Wichtig ist hierbei allerdings noch die Überprüfung des Ex-Schutzes vor Ort gerade auch in Abhängigkeit des jeweiligen tatsächlichen Aufstellungsorts.

2.1.2 Erkannte Probleme

- Umfassende Einzel-Gutachten zu jeder Anlage, fehlende Dokumentationen und Zertifikate stellen nur einige der auftretenden Probleme dar. Darüber hinaus sind die Genehmigungsverfahren nicht vereinheitlicht und es fehlen Festlegungen zu den Anforderungen und zu den benötigten Dokumentationen und Zertifikaten. Teilweise werden auch BlmSchG-Verfahren erforderlich, was jedoch z.T. in Ermessensspielraum der Behörden liegt und somit nicht verlässlich planbar ist (siehe weiter unten). Auch die z.T. fehlenden Kenntnisse im Umgang mit Wasserstoff bei den Behördenvertretern können u.U. zu über den eigentlichen Anforderungen hinausgehenden Forderungen führen, z.B. zu einer Genehmigung nach BlmSchG
- Zeitverzögerung durch viele notwendige Erläuterungen und Erklärungen beim Erlaubnisverfahren resultierend aus nicht vorhandener Erfahrung der Behörden mit Wasserstoff und Unkenntnis. Die Erfahrung hat gezeigt, dass Fragen zum Vorgang durch ein Vorabgespräch mit der jeweiligen Genehmigungsbehörde im Vorfeld direkt geklärt werden können. Dieses Vorgehen, also ein Gespräch vor Baubeginn bei dem schon genauere technische Informationen zur HRS und deren Errichtung vorliegen, wird daher grundsätzlich vorgeschlagen und hat sich z.B. in Berlin bei der Genehmigung verschiedenster HRS bewährt. Eine genaue Terminierung dieses ersten Vorab-Gesprächs hängt stark von der jeweiligen Projektplanung ab.

Genehmigung von Wasserstofftankstellen

- Bei Vor-Ort-Erzeugung von Wasserstoff mittels Elektrolyse „in industriellem Umfang“ wird derzeit meist ein förmliches Verfahren nach Bundes-Immissionsschutz-Gesetz (4. BImSchV) notwendig. Ohne Einwendungen und ohne Vorbereitungszeit gerechnet, dauert dieser Prozess aus ersten Erfahrungen mindestens 7 Monate. Eine generelle Ausnahme für Vor-Ort-Erzeugung oder eine Ausnahmeregelung für bestimmte Größenordnungen an Elektrolyseuren ist derzeit nicht zu erkennen. Dennoch scheint es hier an einzelnen Standorten einen von einigen Behörden angewendeten Ermessungsspielraum zu geben. Ferner besteht die Ausnahme, dass für Anlagen im Labor- und Technikumsmaßstab (4. BImSchV §1 (6)) keine Genehmigung notwendig ist. Hierzu gehören Anlagen für die Erforschung, Entwicklung oder Erprobung neuer Einsatzstoffe. Ob aus dieser Ausnahme ein Vorteil für die Errichtung von HRS mit Vor-Ort-Erzeugung von Wasserstoff entsteht bzw. ob diese Ausnahme überhaupt für HRS angewendet werden kann, muss jedoch immer im Vorfeld mit der jeweils zuständigen Behörde abgeklärt werden. I.d.R. fallen Anlagen, an denen ein Produkt kommerziell verkauft wird, nicht unter diese Kategorie.
- Derzeit erfolgt die Prüfung der Druckanlage bzw. Füllanlage durch eine unabhängige Dritte Stelle ganz grob beschrieben in zwei Schritten:
 - Schritt 1: Der Hersteller der Druckgeräte liefert die einzelnen Druckanlagenteile zur Montage gemäß Druckgeräterichtlinie als einzelne Bauteile oder aber als Baugruppe. Dann erfolgt der Zusammenbau und für die Baugruppe eine Schlussprüfung durch den Hersteller bzw. eine Benannte Stelle³. Deren Gegenstand ist u.a. eine Dichtheitsprüfung und eine Funktionsprüfung der sicherheitsrelevanten Mess-, Steuer- und Regelungseinrichtungen.
 - Schritt 2: Der Betreiber beauftragt die ZÜS mit der Prüfung vor Inbetriebnahme der Druckanlage, bzw. Ex-Anlage und den elektrischen Einrichtungen. Im Rahmen dieser Prüfungen werden weitere Prüfungen ausgeführt. Dazu gehören unter anderem auch Dichtheitsprüfungen und die Prüfung der sicheren Funktion.

In einem nachgelagerten Schritt erfolgt laut Aussage verschiedener Fahrzeughersteller eine OEM-spezifische Validierung der Tankstellen bevor eine Befüllung der OEM-eigenen Fahrzeuge erfolgt.

Im Rahmen von Abstimmungen zwischen den Herstellern, den Betreibern, den Behörden, den Auto-OEMs und den ZÜS zeigte sich, dass es bei diesen drei separaten Prüfschritten um verschiedene Auftraggeber und damit auch verschiedene Ausführende handelt. Eine Möglichkeit der Aufwandsreduzierung wird hier in einer einheitlichen Prüfdurchführung gesehen, bei der die

³ „Benannte Stelle“ ist eine für die Durchführung von Prüfungen und Erteilung von Bescheinigungen im Zusammenhang mit Konformitätsbewertungsverfahren vorgesehene und entsprechend akkreditierte Stelle.

Mindestanforderungen mit Validierungsanforderungen kosteneffektiv kombiniert werden können.

- Die technischen Ausführungen von Bauteilen und Überwachungseinrichtungen für H_2 sind in der Regel aufwendiger als bei CNG-/LPG-Tankstellen. Im Rahmen der Herstellung wird die HRS vom Hersteller als technisch dichte bzw. „auf Dauer technisch dichte“ Anlage (ggf. als Baugruppe) geliefert. Betriebliche Freisetzungstankstellen von H_2 sind dabei nicht vorgesehen. Beim Abkoppeln des Füllanschlusses entweicht bei Autogas (LPG) oftmals eine Gasmenge. Dies ist durch die Betriebsweise von H_2 -Tankstellen nicht der Fall.
- Die meisten schwerwiegenden Unfälle mit gasbetriebenen Fahrzeugen bzw. Tankstellen sind mit LPG und nicht mit H_2 passiert.

Anmerkung: Hierbei ist zu beachten, dass sich dies allein schon aus statistischen Gründen erklären lässt, da LPG-/CNG-Fahrzeuge in erheblich größerer Anzahl auf den Straßen unterwegs sind als FCEVs mit H_2 . Dabei gilt es, einen wichtigen grundlegenden Unterschied zwischen CNG-/LPG-Fahrzeugen und Wasserstofffahrzeugen zu berücksichtigen. Für CNG/LPG sind derzeit eine große Anzahl von Umrüstungen im Verkehr, die oftmals von nicht ausreichend qualifizierten Werkstätten durchgeführt wurden. Davon ausgenommen sind explizit direkt bei den OEMs durchgeführte Umrüstungen bzw. Serienfahrzeuge. Die Herstellung der technisch aufwendigeren H_2 -Fahrzeuge mit Hochdruckspeicher erfolgt direkt nahezu vollständig durch die OEMs. Eine nachträgliche Umrüstung wird hierbei momentan nicht praktiziert und erfordert aus Sicht der Technischen Überwachungsorganisationen besondere sicherheitstechnische Begleitung.

- Eine bessere Kennzeichnung der jeweiligen Kraftstoffe an den Zapfsäulen ist wünschenswert um Verwechslungen zu vermeiden (persönlich wurde beobachtet wie ein Kunde aufgrund fehlender Kennzeichnung mit einem H_2 -Fahrzeug an einer CNG-Säule stand. Das daraus resultierende Umparken ist sicher nicht im Interesse des Kunden).
- Es spielt auch eine wichtige Rolle, wem die Tankstellenanlage gehört (der Mineralölfirma oder einem Händler bzw. Franchisenehmer). Hier stellt sich bei einem Betrieb durch einen Franchisenehmer die Frage der Vertragslaufzeit, der Verkaufsstrategie, und schließlich evtl. der Desinvestition. Generell müssen hierbei Fragestellungen wie Behinderung des konventionellen Tankstellenbetriebs und zu einem gewissen Grad Aufstellungsflächenanforderung durch HRS sowie Einhaltung von Sicherheitsabständen zufriedenstellend gelöst werden.
- Eine technische Hürde ist derzeit noch die Genauigkeitsanforderung der Eichbehörden an die Mengenbestimmung des abgegebenen Wasserstoffs. Quasistandard für das Bezahl- und Authentifizierungssystem scheint die Vorgehensweise aus dem CEP zu sein. Dabei existiert eine Qualifikation mit dem Namen „CEP-ready“, die sich als geeigneter Ansatz zeigt. Für standalone-Tankstellen ist er jedoch zu sehr am bisherigen System der Kohlenwasserstofftankstellen orientiert. Momentan basieren die existierenden Messmethoden

Genehmigung von Wasserstofftankstellen

auf einer Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Zapfsäule und sind p- und T-kompensiert (siehe auch SAE J2601). Derzeitige Abweichungen in der Mengenmessung sind im Bereich von $\pm 10-15\%$ und sind daher nicht zufriedenstellend. Eichbehörden fordern eine Genauigkeit in der Größe von 2-5% maximaler Abweichung. Momentan wird ein Messsystem entwickelt, das auf einem mobilen Fahrzeugtank basiert und die Eichung einer HRS reproduzierbar durchführen können soll – NOW-gefördertes Vorhaben in 2011/2012. Momentan gibt es im Rahmen des CEP eine befristete Ausnahmegenehmigung, da es sich um ein Demonstrationsprojekt mit einem geschlossenen Nutzerkreis und nicht um kommerzielle Anlagen handelt. Für kommerziellen Betrieb muss ein eichfähiges Messsystem funktionsfähig verfügbar sein (und zwar praktisch in jedem Land weltweit nach den dort geltenden Vorschriften).

2.1.3 Wünschenswerte Lösungsansätze

- Vorteilhaft und beschleunigend wären die Standardisierung der Dokumentation und prototypische Vorlagen z.B. für Betreiberdokumente wie die Gefährdungsbeurteilung, die sicherheitstechnische Bewertung und das Explosionsschutzdokument gemäß BetrSichV.
- Angestrebt werden sollte ein vereinfachtes Erlaubnis- bzw. Genehmigungsverfahren, also ein standardisiertes Werk für die Behörden, das als einzige Grundlage zur Bewertung herangezogen werden darf.
- Es muss das Ziel sein, einen umfassenden Abnahmeprozess zu definieren, der zeitgleich die diversen Anforderungen gemäß Herstellung, Betrieb, Anforderungen durch den Automobilhersteller (z.B. H₂-Qualität oder Vorkühlung bei Schnellbetankung), Notfallsituationen und Anforderungen durch Behörden abdeckt und der von einer einzigen unabhängigen Stelle (z.B. einer ZÜS) durchgeführt werden kann.
- Wichtig ist eine einheitliche und damit verbesserte Kennzeichnung der jeweiligen Kraftstoffe an den Zapfsäulen.
- Eine Klarstellung des Begriffs der „Herstellung in industriellem Umfang“ für die H₂-Vor-Ort-Erzeugung gemäß 4. BImSchV Unterstützung der Industrieaktivitäten zur Entwicklung eines kostengünstigen eichfähigen Messsystems für die Abgabe von H₂ an HRS ist erforderlich.

2.2 Erkenntnisse aus dem HyApproval Handbuch

2.2.1 Empfohlener Genehmigungsprozess für HRS

Im Nachfolgenden wird aus dem HyApproval Handbuch (Kapitel 13) die empfohlene Vorgehensweise für den Genehmigungsprozess einer Wasserstofftankstelle in Europa wiedergegeben:

Der Prozess zur Erlangung einer Genehmigung für eine Wasserstofftankstelle (HRS) ist in der nachfolgend dargestellten Abbildung 1 wiedergegeben. Der Prozess beinhaltet die

Teilnahme von drei Parteien: dem Eigentümer („Owner“), dem Projekt („Project“) und den Behörden („Authorities“). Die Rollen und Verantwortlichkeiten der drei Parteien sind in der Abbildung dargestellt und weiter unten in der Prozess-Beschreibung erläutert.

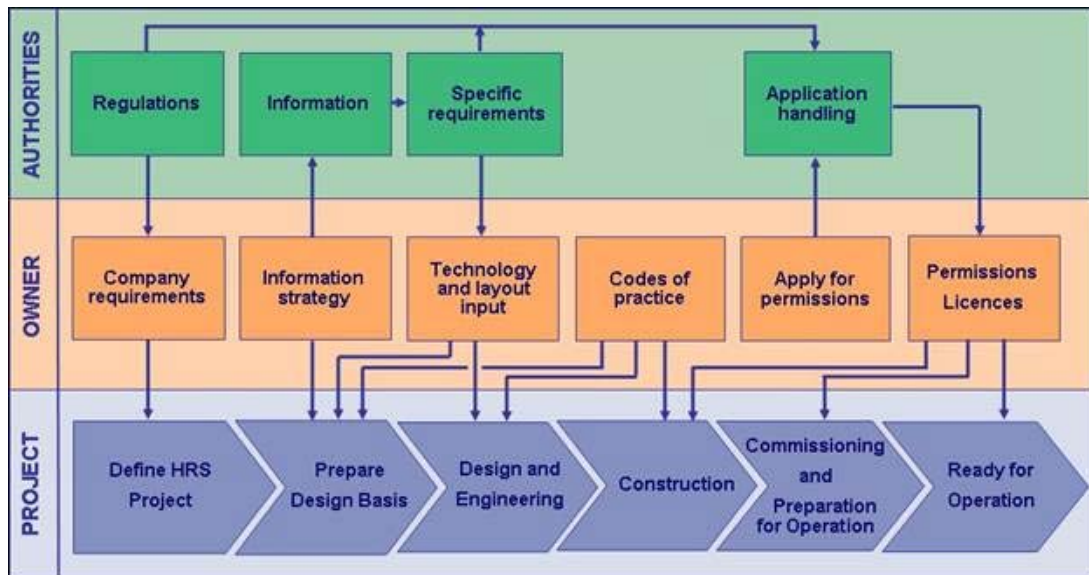


Abbildung 1: Vorgehensweise zur Erlangung einer zugelassenen Wasserstofftankstelle

2.2.1.1 Die Rollenverteilung

Der Eigentümer („Owner“ in Abbildung 1):

Der Eigentümer ist die Partei, die die HRS besitzt und über den Standort, die Leistung, die technische Ausstattung und den Rahmen für die Errichtung der HRS entscheidet.

Das Projekt („Project“ in Abbildung 1):

Das Projekt ist die Organisation des Eigentümers, die die Errichtung der HRS bewerkstelligt. Das Projekt kann externe Berater und Experten einbeziehen wann immer es für die Errichtung der HRS vorteilhaft ist.

Die Behörden („Authorities“ in Abbildung 1):

Die Behörden sind die Körperschaften, welche die Anforderungen für die HRS erlassen und deren Einhaltung sicherstellen. Die Behörden genehmigen die Tankstelle und geben die erforderlichen Erlaubnisse und Genehmigungen heraus.

Die Behörden schließen regionale, nationale oder lokale Behörden ein. Die Behörden können bestimmte Teile der Überwachung und Abnahmeaufgaben an Benannte Stellen delegieren.

2.2.1.2 Der Ablauf

Schritt 1: Definition des HRS-Projektumfanges

Das gesamte Konzept des HRS-Projektes wird durch den Eigentümer definiert. Diese Definition sollte das Gesamtkonzept für die Wasserstoffversorgung und -weiterverarbeitung, den Standort, die Leistung und die Betriebsphilosophie enthalten.

Verbindliche Anforderungen, d.h. von den Behörden erlassene Verordnungen bzw. Vorschriften und vom Eigentümer erlassene Anforderungen (Firmenanforderungen), sollten in dieser Definition beinhaltet sein.

Schritt 2: Information der Behörden und Akteure

Sobald die Errichtung einer HRS vorgesehen ist, sollte der Eigentümer die Behörden und Akteure, z.B. Nachbarn oder lokale Körperschaften, über das HRS-Projekt informieren.

Auch wenn die Information der Behörden zu diesem Zeitpunkt als informell betrachtet werden muss, sollte der Eigentümer die Behörden darüber informieren, dass ein formeller Antrag auf Basis geltender Gesetz zu einem späteren Zeitpunkt eingereicht wird. Die Behörden können spezielle Anforderungen an HRS skizzieren, z.B. aufgrund des Standortes, der Anwohner, der Anordnung bzw. des Lageplans, etc. Diese Anforderungen sollten als Beitrag des Eigentümers zum Projekt genutzt werden.

Schritt 3: Erarbeitung der HRS-Auslegung (Design Basis)

Sobald der Umfang des HRS-Projektes definiert ist, sollte die Auslegung aller Teile der HRS erfolgen. Die in der Projektdefinition beschriebenen Spezifizierungen und Konzepte dienen als Grundlage für die Auslegung. Zusätzlich sollten die Informationsstrategie des Eigentümers, die Wasserstoffversorgungs- und Technologiebasis sowie der grundlegende Aufbauplan der HRS eingeschlossen sein.

Die Auslegung sollte weiterhin eine Liste akzeptierter Normen und anerkannter Regeln der Technik enthalten, die als Leitfaden für den Entwurf und die Realisierung der HRS genutzt werden. Die Liste der Normen und anerkannten Regeln der Technik umfassen typischerweise sowohl nationale als auch internationale Normen sowie die von der Firma des Eigentümers verwendeten Regeln der Technik. Eine Liste von Referenzdokumenten findet sich in §7 (des HyApproval Handbuchs).

Die HRS-Auslegung sollte alle Anforderungen von Seiten der Behörden oder des Eigentümers berücksichtigen.

Anforderungen und Ziele hinsichtlich Gesundheit, Sicherheit und Umwelt (GSU) sollten in der HRS-Auslegung spezifiziert werden. Ein typischer Rahmen, der sicherstellt dass die GSU-Anforderungen erfüllt werden, kann durch die Implementierung der folgenden Prinzipien in der dargestellten Reihenfolge aufgespannt werden:

1. Prinzip der inhärenten Sicherheit
2. Beschränkungen/Barrieren, die die Entwicklung von Vorfällen und Unfällen vermeidet bzw. deren Folgen beschränkt

3. Betriebsanweisungen

Schritt 4: Entwurf und Konstruktion

Der Entwurf der HRS sollte der HRS-Auslegung folgen. Die in der HRS-Auslegung aufgeführten Normen und Regeln der Technik sollten proaktiv als Leitlinie genutzt werden, um eine praktische, kosteneffiziente und sichere HRS zu schaffen, die alle verpflichtenden Anforderungen erfüllt. Die konstruktiven Ingenieursarbeiten sollten die vollständige Dokumentation umfassen, die für die konstruktive Auslegung sowie für den Nachweis der Erfüllung aller Anforderungen durch die Behörden und den Eigentümer erforderlich ist. Normalerweise werden in dieser Phase Sicherheitsstudien erstellt.

Die Dokumente, die in die formale Antragsstellung durch den Eigentümer bei den Behörden Eingang finden, sollten erstellt werden.

Aus Sicht der Behörden beginnt der Genehmigungsprozess sobald der Eigentümer der künftigen HRS um die einschlägigen Bewilligungen nachsucht, die da sind: Baugenehmigung, umweltrelevante Genehmigung und Betriebsgenehmigung.

In der ersten Phase des Bau- und Genehmigungsprozesses einer HRS befassen sich die Schritte 5, 6 und 7 mit dem eigentlichen Genehmigungsprozess der Behörden. Diese Schritte werden im Folgenden beschrieben.

Schritt 5: Antrag für Zulassung

Sobald die HRS ausgelegt ist und alle für den formalen Antrag an die Behörden benötigten Dokumente erstellt sind, sollte der Eigentümer den formalen Antrag bei den Behörden einreichen. Abhängig von lokalen und regionalen Regelwerken können gesonderte Anträge für den Bau und den Betrieb erforderlich werden. Der Eigentümer und das Projekt sollten gut über die Handhabung des Antragsprozederes bei den Behörden informiert sein, um den Antragsvorgang in den zeitlichen Ablauf der Errichtung des HRS-Projektes integrieren zu können.

Wenn ein künftiger HRS-Eigentümer um eine Genehmigung nachsucht, sollte der erste Arbeitsschritt der Genehmigungsbehörde sein, alle Akteure zusammenzubringen und sie über die benötigten Informationen zu unterrichten, die jeweiligen Rollen im Prozess klarzustellen und einen realistischen Zeitplan zur Abarbeitung der Aktivitäten zu vereinbaren.

Die Informationen über die an die Behörden einzureichenden Dokumente ist in Kapitel 14.4.3 des HyApproval Handbuchs dargestellt:

Der Eigentümer der HRS muss die Erteilung einer Genehmigung bei der zuständigen Behörde beantragen.

In den meisten Ländern müssen folgende Dokumente bei den Behörden eingereicht werden:

- Aufstellungsort der HRS und der Umgebung (Zeichnungen und Aufstellungsplan)
- Liste der Anlagenkomponenten, z.B. Rohrleitungen, Armaturen, Behälter, Materialien, Wärmetauscher, etc. und anzuwendende Leitfäden bzw. Regelwerke

Genehmigung von Wasserstofftankstellen

- Kurzbeschreibung des Prozesses und Prozessflussdiagramm (PFD)
- Umweltverträglichkeitsprüfung im täglichen Einsatz (gasförmige und flüssige Emissionen, Geräuschemissionen, Abwasser, Bodenverunreinigungen)
- Mildernde und vorbeugende Sicherheitsmaßnahmen einschließlich Explosions- und Feuererkennung
- Interventionsmaßnahmen im Falle von Unregelmäßigkeiten

Zusätzlich verlangen einige Länder/Staaten:

- Studie zur Identifizierung von Gefährdungen, spezielle Aufmerksamkeit bzgl. Versprödung (zur Information hinsichtlich Versprödung siehe EIGA Doc 15 05)
- Studie zur qualitativen und quantitativen Gefährdungsbeurteilung
- Angabe zur Installation von druckbeaufschlagten Betriebseinrichtungen
- Elektrische Auslegung sowie Erdungssystem und Blitzschutz
- Auflistung der Mess- und Regeleinrichtungen
- Liste der anwendbaren Regelwerke, Vorschriften und Normen (RCS)
- Installationsplan und Betriebsstoffe
- Bedienungsanleitung

Schritt 6: Handhabung des Antrags

Die Behörden sollen die Beantragung nach den in den regionalen und lokalen Gesetzen festgelegten Prozeduren sowie nach den für das HRS-Projekt spezifizierten Anforderungen durchführen.

Der Eigentümer und das Projekt sollten die Prozedur für die Handhabung der Antragstellung verstehen und können angefragt werden, im Rahmen des formellen Antragsprozesses das HRS-Projekt formell den Behörden zu präsentieren.

Während des formellen Handhabungsprozesses kontrollieren die Behörden, dass alle Anforderungen erfüllt und sorgfältig dokumentiert werden. Die Behörden sollten zu einem frühen Zeitpunkt der Antragstellung erforderliche Klarstellungen oder Zusatzinformationen vom Eigentümer anfordern.

Die Handhabung des Antragsstellungsprozesses kann eine öffentliche Anhörung einschließen.

Die Behörden werden nach geltender Rechtslage eine Genehmigung ausfertigen für betriebliche Tätigkeiten, die gefährliche Substanzen einschließen. Die Zielsetzung dieser Gesetze ist der Schutz der verschiedenen Zielgruppen wie z.B. der Arbeiter (1st party), der Kunden der HRS (2nd party) und der Öffentlichkeit (außerhalb des Geländes: 3rd party)

Grundsätzlich schließen diese Gesetze folgendes ein:

1. Unfallverhütung
2. Einrichtung von Sicherheitszonen und –abständen

3. Optimale Vorbereitung von Notfalldiensten (Eventualplanung)

Länderspezifischen Anforderungen sind in Kapitel 14.4.1 des HyApproval Handbuchs niedergelegt.

Schritt 7: Erteilung von Genehmigungen und Bewilligungen

Die Behörden werden abhängig von ihrer Sicherheitspolitik beurteilen:

1. Welche der verschiedenen Richtlinien sind für den Bau von HRS anwendbar?
2. Ist eine Gefährdungsidentifikationsanalyse und/oder eine qualitative oder quantitative Gefährdungsbeurteilung erforderlich?
3. Welche Anforderungen sind zur Information über die tatsächliche Implementierung von vorbeugenden Sicherheitsmaßnahmen, Maßnahmen zur Abstandshaltung und vorbereitende Maßnahmen zum Schutz der verschiedenen Zielgruppen vor möglichen Gefahren anzuwenden?

Vor der Erlaubniserteilung wird von den Behörden ein Einsatzplan (von der Feuerwehr zu erstellen) und ein Notfallschutzplan (von der Gemeinde und den Rettungsdiensten zu erstellen) verlangt.

Sofern alle Anforderungen, die in den Regelwerken festgelegt sind oder von den Behörden zusätzlich verlangt werden, erfüllt und in der Antragstellung des Eigentümers vollständig dokumentiert sind, wird von den Behörden die Erstellung der formellen Bewilligung für Bau und Betrieb erwartet.

Schritt 8: Bau der HRS

Nach der Erlangung der Baugenehmigung sollte die HRS so errichtet werden wie sie geplant und konstruktiv ausgelegt wurde wie auch entsprechend der erstellten Dokumentation. Die für den Bau spezifizierten Regeln der Technik sollten angewendet werden. Der Bau des HRS-Projektes soll nach der von den Behörden erteilten Baugenehmigung erfolgen. Die Kommunikation mit der lokalen Feuerwehr soll eingeleitet werden, um einen Rettungsplan für die HRS zu erstellen.

Schritt 9: Abnahme und Betriebsvorbereitung

Der Bau der HRS wird abgeschlossen indem überprüft wird, ob sie wie geplant errichtet wurde und ob alle Anlagenteile und Elemente dem Bauentwurf entsprechend eingebaut sind. Während der Abnahmeprüfung sollten alle Anlagenteile und Systeme getestet und ihre Betriebseigenschaften dokumentiert werden.

Parallel zu Abnahmeprüfung der HRS soll die Betriebsvorbereitung durchgeführt werden. Dies beinhaltet u.a. die Vorbereitung der Betriebsanleitung, der Wartungs- und Überwachungsanweisungen, des Notfallplans, die Planung für Notfallübungen, Mitarbeiterunterweisung (Betrieb, Wartung, Notfall), etc.

Die Betriebsvorbereitung umfasst auch die Planung der Implementierung der von den Behörden zu erteilenden Betriebsgenehmigung.

Genehmigung von Wasserstofftankstellen

Schritt 10: Betriebsfertige HRS

Nachdem alle in den vorherigen Schritten aufgeführten Arbeitsschritte ausgeführt sind, ist die zugelassene HRS jetzt fertig für einen effektiven und sicheren Betrieb, der den Anforderungen und Erwartungen des Eigentümers und der Behörden entspricht. Alle Dokumentationen sollten aktualisiert werden „wie gebaut“ und sollten für alle Parteien für den Betrieb, die Wartung und die Bewältigung von Notfällen zur Verfügung stehen.

2.2.2 Empfehlungen aus dem HyApproval Handbuch

Die Schlüsselempfehlung ist, einen EU-Regelwerksrahmen für Wasserstofftankstellen zu entwickeln, welcher auf einer bewährten Kombination von essentiellen Anforderungen, harmonisierten Normen und unabhängigen zertifizierten anerkannten Stellen aufbaut. Dies könnte am wirkungsvollsten erreicht werden, indem man eine EU-Verordnung entwickelt (im Gegensatz zu einer EU-Richtlinie)⁴.

Solch ein Rahmenwerk, das erlaubt, sich mit Schlüsselfragen der Sicherheit zu befassen, ohne fortlaufende technische Entwicklung zu verhindern, würde ein vereinheitlichtes und zielgerichtetes Erlaubnisverfahren für die EU27 etablieren (siehe Abbildung 2).

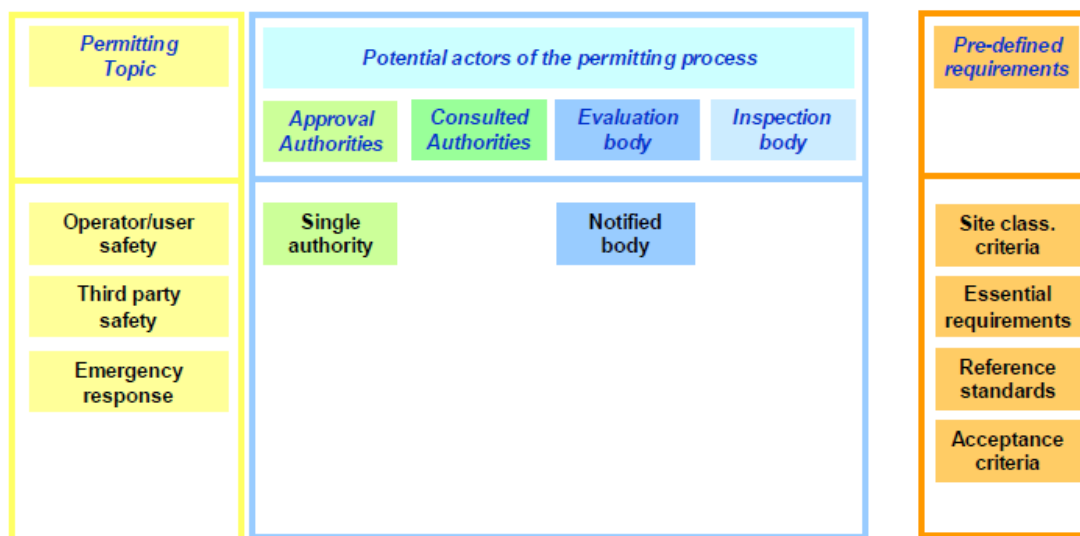


Abbildung 2: Harmonisierter EU27 Genehmigungsprozess (von HyApproval vorgeschlagen)

In einem weiteren Schritt könnte solch ein Rahmenwerk einen Mechanismus einer „Musterzulassung“ für Tankstellen ermöglichen (ähnlich jenem für Straßenfahrzeuge), der beliebig wiederholbare Genehmigungen einer vorgegebenen Tankstellenauslegung in den EU27-Ländern zuließe.

⁴ Richtlinien sind Rechtsakte der Europäischen Union. Es bleibt den einzelnen Mitgliedstaaten innerhalb eines gewissen Spielraums überlassen, wie sie diese in nationalstaatliches Recht umsetzen. Im Gegensatz zu EU-Richtlinien sind EU-Verordnungen unmittelbar wirksam und verbindlich und müssen nicht durch nationale Rechtsakte umgesetzt werden.

Bis solch ein Rahmenwerk auf EU-Ebene voll etabliert ist, seien nationale Behörden ermutigt, ein ähnlich strukturiertes Erlaubnisverfahren einzusetzen: eine Genehmigungsbehörde, die sich auf die Bewertung einer Expertenorganisation stützt und Bezug nimmt auf einen vorab festgelegten Satz aus Anforderungen und Genehmigungskriterien.

Internationale Normen (ISO, IEC), die unter Berücksichtigung der essentiellen Anforderungen entwickelt wurden, welche für solche Regelwerke gültig sind, sind der Rahmen der Wahl für die Entwicklung und Verfügbarmachung von Auslegungsregeln und -kriterien für Tankstellen, um regulatorische und genehmigungsrelevante Anforderungen zu erfüllen.

Während Vorschriften auf Anregung der zuständigen EU-Regelwerksorgane entwickelt werden, werden Normen üblicherweise durch den Beitrag der Industrie entwickelt. Allerdings ist als Schlüsseleigenschaft des vorgeschlagenen regelungstechnischen Rahmenwerks die Etablierung einer Verbindung zwischen den Regelwerken und den Normen erforderlich, welche einer engen Zusammenarbeit der Akteure beider Welten bedarf.

Abschließend muss parallel zur Entwicklung eines adäquaten regulatorischen Rahmens den Interessensgruppen hinsichtlich der Anwendungen von Normen und Vorschriften Anleitung und Unterstützung zu Teil werden, die ihnen erläutert, wie diese angewendet werden und die ihnen die zugrunde liegende Wissensbasis verfügbar macht.

Diese Art der Anleitung bereitzustellen ist eine Hauptzielsetzung des HyApproval Handbuches, dessen Inhalt kontinuierlich aktualisiert werden muss. Auch das schnell wachsende Umfeld mit sich weiterentwickelndem Wissen und Erfahrungen erfordert eine verpflichtende und regelmäßige Fortschreibung des Handbuchs. Daher wird das Handbuch noch für eine gewisse Zeit ein lebendes Dokument darstellen.

2.3 Vorschriftenlage in Deutschland für die Genehmigung von HRS

Für die Errichtung und den Betrieb einer HRS in Deutschland ist zwischen der Herstellung der Druckanlage sowie der einzelnen Komponenten und deren Betrieb zu unterscheiden. Die Herstellung ist durch europäische Richtlinien, z.B. die Druckgeräte Richtlinie 97/23/EG geregelt, welche national durch die 14.GPSGV umgesetzt ist. Der Betrieb und die Anforderungen an den Betreiber der HRS sind national durch die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) geregelt.

Übergeordnet in Deutschland ist das Gesetz über technische Arbeitsmittel und Verbraucherprodukte – Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG) – zukünftig durch das Produktsicherheitsgesetz (PSG). In zu diesem erlassenen Verordnungen sind die für die HRS relevanten europäischen Richtlinien umgesetzt. Das GPSG gilt u.a. für das Inverkehrbringen von Produkten sowie für die Errichtung und den Betrieb von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen.

2.3.1 Herstellung

Die Herstellung der einzelnen Komponenten der HRS ist durch europäische Richtlinien geregelt. In diesen werden die grundsätzlichen Sicherheitsanforderungen definiert. Wie diese einzuhalten sind ist nicht fixiert, um verschiedene Möglichkeiten nutzen zu können.

Genehmigung von Wasserstofftankstellen

Eine Möglichkeit, die grundlegenden Sicherheitsanforderungen zu erfüllen ist die Nutzung harmonisierter Normen. Eine andere Möglichkeit ist die Nutzung von national gleich-gestelltem Regelwerk. Für unbefeuerte Druckbehälter kann das die EN 13445 oder das deutsche Regelwerk AD 2000 sein. Die Übereinstimmung mit den Richtlinien wird meist mit dem Anbringen einer CE-Kennzeichnung durch den Hersteller gekennzeichnet. Bauteile mit höherem Gefahrenpotenzial tragen gemäß der jeweiligen Richtlinie zusätzlich die Nummer der involvierten Benannten Stelle z.B. CE 0036 für die Benannte Stelle TÜV SÜD.

Allgemein sind folgende Richtlinien zu beachten.

Druckgeräte Richtlinie 97/23/EG

In Deutschland ist die Druckgeräte Richtlinie durch die 14.GPSGV – Druckgeräteverordnung umgesetzt. Sie gilt für das Inverkehrbringen von Druckgeräten und Baugruppen mit einem maximal zulässigen Druck von 0,5 bar. Im Anhang I der Druckgeräte Richtlinie sind die grundlegenden Sicherheitsanforderungen genannt, welche in der Herstellung berücksichtigt werden müssen. Diese Anforderungen können durch die Anwendung der harmonisierten Norm EN 13445 oder z.B. durch das AD 2000-Regelwerk erfüllt werden.

Maschinenrichtlinie 2006/42/EG

In Deutschland ist die Maschinenrichtlinie durch die 9.GPSGV – Maschinenverordnung umgesetzt. Diese Verordnung gilt für das Inverkehrbringen und die Inbetriebnahme von neuen Produkten wie Maschinen, auswechselbare Ausrüstungen Sicherheitsbauteile, Lastaufnahmemittel, Ketten, Seile und Gurte, abnehmbare Gelenkwellen und unvollständige Maschinen.

Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG

In Deutschland ist die Niederspannungsrichtlinie durch die 1.GPSGV umgesetzt. Diese Verordnung regelt die Beschaffenheit elektrischer Betriebsmittel zur Verwendung bei einer Nennspannung zwischen 50 und 1.000 V für Wechselstrom und zwischen 75 und 1.500 V für Gleichstrom, soweit es sich um technische Arbeitsmittel oder verwendungsfertige Gebrauchsgegenstände oder Teile von diesen handelt.

Einfache Druckbehälter 2009/105/EG

In Deutschland ist die Richtlinie durch die 6.GPSGV – Verordnung über das Inverkehrbringen von einfachen Druckbehältern. Einfache Druckbehälter im Sinne dieser Verordnung sind serienmäßig hergestellte geschweißte Behälter, die einem inneren Überdruck von mehr als 0,5 bar ausgesetzt sind, die zur Aufnahme von Luft oder Stickstoff bestimmt sind oder die keiner Flammeneinwirkung ausgesetzt werden.

ATEX 94/9/EG

In Deutschland ist die ATEX-Richtlinie durch die 11.GPSGV umgesetzt. Diese Verordnung gilt für das Inverkehrbringen von neuen Geräten und Schutzsystemen zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen, für Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen für den Einsatz außerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen, die im Hinblick auf Explosionsgefahren jedoch für den sicheren Betrieb von Geräten und

Schutzsystemen erforderlich sind oder dazu beitragen, und Komponenten, die in Geräte und Schutzsysteme eingebaut werden sollen.

Elektromagnetische Verträglichkeit 2004/108/EG

Umgesetzt ist diese Richtlinie in Deutschland durch das Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln (EMVG). Dieses Gesetz gilt für alle Betriebsmittel, die elektromagnetische Störungen verursachen können oder deren Betrieb durch elektromagnetische Störungen beeinträchtigt werden kann.

2.3.2 Betrieb

Der Betrieb ist weitestgehend national geregelt, jedoch liegen einigen Vorschriften auch europäische Richtlinien zugrunde.

Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)

Die BetrSichV ist nationale die Umsetzung der Richtlinie 2009/104/EG über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit. Die Richtlinie legt Mindestvorschriften in Bezug auf Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit fest. Eine besondere Art der Arbeitsmittel sind die überwachungsbedürftigen Anlagen. Die BetrSichV regelt weiterhin die Sicherheit für die Bereitstellung von Arbeitsmitteln durch den Betreiber und damit auch für den Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und der Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes. Die Umsetzung ist in den Technischen Regeln zur Betriebssicherheit (TRBS) geregelt, welche die alten Regelwerke für Druckbehälter (TRB), Rohrleitungen (TRR) und Gasflaschen (TRG) nach und nach ersetzen, die basierend auf der „alten“ Druckbehälterverordnung Ende 2012 ihre Gültigkeit verlieren. In der BetrSichV sind u.a. in §3 Festlegungen zur Gefährdungsbeurteilung, in §6 Anforderungen an ein Explosionsschutzdokument, in §13 die Erlaubnispflicht für HRS, in §14 die Prüfung vor Inbetriebnahme von überwachungsbedürftigen Anlagen und in §15 die wiederkehrenden Prüfungen geregelt.

Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)

Das BImSchG ist die nationale Umsetzung der Richtlinie 96/82/EG (Seweso II) zur Beherrschung der Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen. Diese Richtlinie bezweckt neben der Verhütung solcher Unfälle die Begrenzung der Unfallfolgen für Mensch und Umwelt, um auf abgestimmte und wirksame Weise in der ganzen Gemeinschaft ein hohes Schutzniveau zu gewährleisten. Sie wurde durch die Richtlinie 2003/105/EG ergänzt.

Das BImSchG hat den Zweck Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen. Soweit es sich um genehmigungsbedürftige Anlagen handelt, dient dieses Gesetz auch der integrierten Vermeidung und Verminderung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Emissionen in Luft, Wasser und Boden unter Einbeziehung der Abfallwirtschaft, um ein

Genehmigung von Wasserstofftankstellen

hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt zu erreichen, sowie dem Schutz und der Vorsorge gegen Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen, die auf andere Weise herbeigeführt werden. Die Vorschriften dieses Gesetzes gelten auch für Errichtung und den Betrieb von Anlagen.

Zum BImSchG wurden mehrere Verordnungen erlassen – BImSchV, welche sich jeweils mit verschiedenen Schwerpunkten befassen. Für die Errichtung und den Betrieb einer HRS sind insbesondere die 4.BImSchV und die 9.BImSchV zu beachten.

Die 4.BImSchV befasst sich mit genehmigungsbedürftigen Anlagen. In §1 sind die genehmigungsbedürftigen Anlagen beschrieben. Diese werden im Anhang dieser Verordnung noch genauer spezifiziert. Für eine HRS gehören hierzu z.B. die Erzeugung von Wasserstoff vor Ort und die Lagerung von mehr als 3 t. Demnach bedarf eine Anlage dann einer Genehmigung nach dem BImSchG, wenn sie in der 4.BImSchV genannt ist, länger als 12 Monate an einem Ort betrieben werden soll und keine Labor- oder Technikumsanlage ist, wie es in §1(6) definiert ist:

Keiner Genehmigung bedürfen Anlagen, soweit sie der Forschung, Entwicklung oder Erprobung neuer Einsatzstoffe, Brennstoffe, Erzeugnisse oder Verfahren im Labor- oder Technikumsmaßstab dienen; hierunter fallen auch solche Anlagen im Labor- oder Technikumsmaßstab, in denen neue Erzeugnisse in der für die Erprobung ihrer Eigenschaften durch Dritte erforderlichen Menge vor der Markteinführung hergestellt werden, soweit die neuen Erzeugnisse noch weiter erforscht oder entwickelt werden.

Die Empfehlung eines Mustergutachtens (siehe 2.8.3 und Kapitel 7) zur Vereinfachung des Genehmigungsverfahrens ist auch zu berücksichtigen.

Die 9.BImSchV regelt das Genehmigungsverfahren selbst.

Wasserhaushaltsgesetz (WHG)

Zweck des WHG ist es, durch eine nachhaltige Gewässerbewirtschaftung die Gewässer als Bestandteil des Naturhaushalts, als Lebensgrundlage des Menschen, als Lebensraum für Tiere und Pflanzen sowie als nutzbares Gut zu schützen. Das WHG kommt bei einer HRS voraussichtlich nur im Bereich der Betriebsstoffe für Verdichter, Pumpen etc. zum Einsatz, da Wasserstoff als Gas nicht als wassergefährdend eingestuft ist. Die Anforderungen an den Betreiber und entsprechende Fachbetriebe sind in Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (WasgefStAnIV) genannt.

2.4 Prinzipieller Ablauf eines Genehmigungsverfahrens in Deutschland

Das Genehmigungsverfahren (siehe auch Abbildung 3) befasst sich nur mit der Errichtung und dem Betrieb einer HRS. Die Herstellung dieser ist bereits zuvor abgeschlossen. Hierfür wurden anhand von entsprechenden Prüfungen und Nachweisen die Komponenten wie z.B. Druckbehälter von einer Benannten Stelle abgenommen und mit einem entsprechenden CE-Zeichen für die relevanten europäischen Richtlinien gekennzeichnet.

Für die HRS sind in der Regel eine Baugenehmigung und eine Erlaubnis nach §13 BetrSichV erforderlich, sobald in der Anlage ein Druckgerät gemäß der Druckgeräterichtlinie verbaut ist. Für die Erlaubnis ist eine gutachterliche Stellungnahme einer ZÜS notwendig, welche die sicherheitstechnischen Aspekte der HRS bewertet sowie auch deren vorgesehene Aufstellung. Hierbei wird auch überprüft, ob für alle verbauten Komponenten entsprechende Konformitätserklärungen vorliegen. Die gutachterliche Äußerung der ZÜS dient der Behörde als technische Bewertung der HRS. Sobald die Erlaubnis der Behörde vorliegt, muss die HRS vor der erstmaligen Inbetriebnahme einer Prüfung vor Inbetriebnahme nach §14 BetrSichV unterzogen werden, welche auch durch eine ZÜS durchgeführt wird.

Enthält die Anlage Teile, welche unter das BImSchG fallen, so ist für die HRS eine entsprechende Genehmigung bei der Behörde einzuholen. Das BImSchG-Genehmigungsverfahren stellt weitere Anforderungen an den Antragsteller. Die Unterlagen, welche für die Erlaubnis nach BetrSichV notwendig sind, sind hierbei jedoch mit enthalten, so dass diese ebenfalls mit einzureichen sind. Ebenso ist am Ende eine Prüfung vor Inbetriebnahme notwendig. Die Anforderungen des BImSchG sind durch entsprechende Stellungnahmen von BImSch-Sachverständigen zu belegen.

Genehmigung von Wasserstofftankstellen

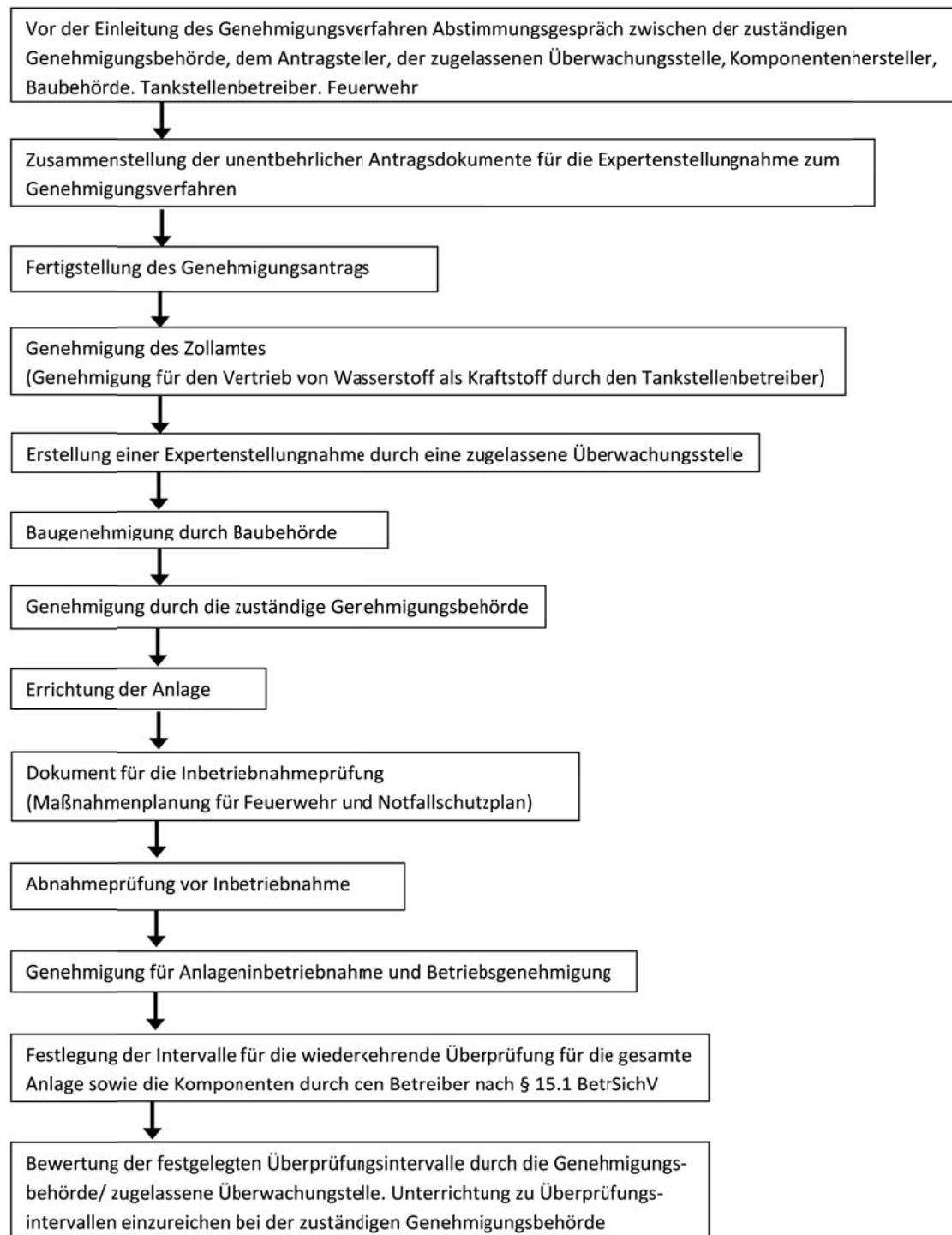


Abbildung 3: Flussdiagramm des deutschen Genehmigungsverfahrens

2.5 Erkenntnisse aus NRW-Genehmigungsverfahren [NRW 2010]

2.5.1 Zusammenfassung der Erkenntnisse [nach NRW 2010]

Für das Baugenehmigungsverfahren ist die Kraftstoffart einer Tankstelle nicht relevant.

Für das Verfahren zur Zulassung des tanktechnischen Teils gibt es Unterschiede zwischen herkömmlichen Kraftstoff und Erdgas- oder Wasserstofftankstellen, die sich aus den unterschiedlichen Eigenschaften der Kraftstoffe ergeben.

Der Erfahrungsbericht der öffentlichen H₂-Tankstelle (HRS) von Total in Berlin (Heerstraße) zeigt, dass die dortigen Behörden dem Kraftstoff Wasserstoff grundsätzlich positiv gegenüber stehen und bei der Genehmigung der HRS keine erschwerten Anforderungen stellten. Es ist daher wünschenswert, eine Kommunikation zwischen den Berliner Behörden und anderen zuständigen Behörden in Deutschland herbeizuführen, um ein einheitliches abgestimmtes Genehmigungsverfahren herbeizuführen. Bereits existierende Verwaltungspraxen werden mit hoher Wahrscheinlichkeit dann auch übernommen, wenn es um die Beurteilung neuer Genehmigungsanforderungen geht.

In NRW hat sich gezeigt, dass HRS zuerst einmal grundsätzlich wie Erdgastankstellen eingestuft und behandelt werden. Das Genehmigungsverfahren richtet sich danach, inwieweit die HRS als eigenständiges Gebäude oder als Nebenanlage einer bereits existierenden Anlage errichtet werden soll. Befindet sich die zu errichtende HRS in unmittelbarem, funktionalen, sowie räumlichen Zusammenhang mit einer bereits nach dem Bundesimmissionschutzgesetz (BImSchG) genehmigten Anlage, so wird die HRS als Nebenanlage nach §15 BImSchG genehmigt. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass es ein sogenanntes konzentriertes Verfahren darstellt und alle erforderlichen Belange geprüft werden. Wird eine eigenständige HRS errichtet, so bedarf es bei Erzeugung von H₂ vor Ort bzw. bei Lagerung von über 3 t H₂ eines Verfahrens nach der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und eines Baugenehmigungsverfahrens nach der Landesbauordnung. Auch bei einem konzentrierten Verfahren nach §15 BImSchG ist eine Erlaubnis der Behörde für die Füllanlage zur Betankung von Fahrzeugen gemäß BetrSichV einzuholen. Der §15 BImSchG fungiert dann als sogenannte Dachvorschrift. Das Verfahren zur Erteilung einer Baugenehmigung kann relativ schnell durchlaufen werden (durchschnittlich 6 Wochen).

Genehmigung von Wasserstofftankstellen

2.5.2 Grundlagen zur Genehmigung und Anforderungen an die Antragsunterlagen [nach NRW 2010]

2.5.2.1 Grundlagen zur Genehmigung

Hier sollen die grundlegenden Anforderungen für das Baugenehmigungsverfahren, die Genehmigung des tanktechnischen Teils der HRS sowie die evtl. erforderliche Genehmigung nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz erläutert werden.

Baugenehmigungsverfahren

Hochbauten (Shopgebäude, Waschstraße, etc.) werden in einem Baugenehmigungsverfahren nach der jeweiligen Landesbauordnung genehmigt. Auch wenn keine Hochbauten vorgesehen sind, kann für eine öffentlich zugängliche HRS eine Baugenehmigung erforderlich werden, da es sich um eine Verkaufsstätte handelt. Die Füllanlage selbst ist z.B. in NRW gemäß §65 I Nr.12 der Bauordnung NRW von einer Genehmigung befreit. Bevor für den tanktechnischen Teil nach einer Genehmigung nachgesucht wird, sollte zuerst für die Hochbauten beim Bauaufsichtsamt durch Einreichung eines Bauantrags eine Baugenehmigung erlangt werden.

Tankstellen können neben Gewerbe- und Industriegebieten auch in Misch- und allgemeinen Wohngebieten erreicht werden (§4 III Nr. 5 BauNVO). Eine Einschränkung kann sich nach §15 I BauNVO für Belästigungen oder Störungen ergeben, die mit der Eigenart des Gebiets nicht zu vereinbaren sind.

Genehmigung des tanktechnischen Teils

Sobald die Baugenehmigung vorliegt kann bei der zuständigen Bezirksregierung ein Antrag nach der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) auf Genehmigung der tanktechnischen Elemente der HRS gestellt werden. Vor der formellen Einreichung des Antrags ist ein Absprechen bzgl. des Gangs des Verfahrens zwischen den Behörden und den Planern der HRS sinnvoll bzw. erforderlich.

HRS fallen wie Erdgastankstellen unter §1 II Nr.1c in Verbindung mit §2 XII Nr.3 in den Anwendungsbereich der BetrSichV und bedürfen daher nach §13 I Nr.2 einer Genehmigung. Es ist dabei unerheblich, ob es sich um eine komplett neu zu errichtende Anlage oder um die Erweiterung einer bereits bestehenden Tankstelle um einen wasserstoffspezifischen Teil handelt. Es muss für beide Tankstellenarten das gleiche Genehmigungsverfahren nach §13 BetrSichV durchgeführt werden.

Für die Herstellung der H₂-Behälter (z.B. Vorrats- oder Pufferspeicherbehälter) gelten die Anforderungen der europäischen

Druckgeräterichtlinie 97/23/EG, welche in Deutschland durch die Druckgeräteverordnung (14.GPSGV) umgesetzt ist. Für den Betrieb dieser Behälter ist die BetrSichV mit den entsprechenden technischen Regeln zu beachten, z.B. die TRBS 1111, 1201, 1203, 2131, 2141, 2152 und 2153.

Für den Betankungsvorgang und dessen Überwachung an einer 70 MPa HRS legen einige Hersteller von Tankstellen und Automobilen auch die SAE-Vorschriften zu Grunde. Hierzu gehört u.a. die SAE TIR J2601 (Fueling Protocols for Light Duty Gaseous Hydrogen Surface Vehicles), die auf die SAE J2799 (70 MPa Compressed Hydrogen Surface Vehicle Fuelling Connection Device and Optional Vehicle to Station Communications) verweist. Dabei ist anzumerken, dass künftig der füllkupplungsbezogene Teil der SAE J2799 in der SAE J2600 und der kommunikationsbezogene Teil der SAE J2799 in der SAE TIR J2601 aufgehen werden. Es ist jedoch zu beachten, dass alle diese Vorschriften nicht verpflichtend in Deutschland anzuwenden sind, sondern auf freiwilliger Basis von der Industrie herangezogen werden.

Das VdTÜV Merkblatt Druckgase 514 „Anforderungen an Wasserstofftankstellen“ [VdTÜV 514] gilt für die Planung, den Bau, die Ausrüstung, Aufstellung, Prüfung, Inbetriebnahme und den Betrieb von H₂-Tankstellen, die gasförmigen Wasserstoff als Kraftstoff zum Antrieb bzw. Betrieb eines Fahrzeugs in Behälter oder Flaschen abgeben, sowie für deren Anlagenteile. Der Geltungsbereich umfasst die Betriebsstätten der HRS bis zur Füllkupplung und stellt nach dem Stand der Technik einen Überblick über erforderliche Maßnahmen zur Behandlung der Gefährdungen Brand, Explosion und Druck bereit. Das VdTÜV Merkblatt hat keinen rechtsverbindlichen Charakter, stellt jedoch einen zwischen der Industrie und dem VdTÜV (Verband der Technischen Überwachungsvereine) abgestimmtes Anforderungskonzept dar. Das Ziel der Mitarbeitenden war die Schaffung eines einheitlichen Anforderungskatalogs für HRS um ein einheitliches nationales Niveau der erforderlichen Prüfungen durch die unterschiedlichen ZÜSen zu gewährleisten. In einigen Punkten bleibt das VdTÜV Merkblatt aus verschiedenen Gründen ungenau in seinen technischen Anforderungen.

Das Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG) bzw. die dazugehörigen Verordnungen (GPSGV) sind anzuwenden.

Genehmigung nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)

Eine Genehmigung nach dem BImSchG kann aufgrund der H₂-Lagermenge oder bei H₂-Erzeugung vor Ort erforderlich werden. Ab einer Lagerungsmenge von 3 t H₂ oder mehr muss ein zumindest vereinfachtes BImSchG-Verfahren durchgeführt werden.

Genehmigung von Wasserstofftankstellen

Bei einer Erzeugung von H_2 in „industriellem Umfang“ (Kriterium ist u.a. ein hohes Potenzial zur grenzüberschreitenden Umweltverschmutzung – das bei H_2 -Produktion an der Tankstelle wohl nicht erreicht wird) ist ebenfalls ein BImSchG-Verfahren erforderlich. Der Begriff „industrieller Umfang“ wird in den Kommentaren zur 4.BImSchV genauer definiert. Eine genaue Beurteilung ist aber für jeden Einzelfall notwendig. Nach Aussagen von Vattenfall war für die Hafen-City-HRS ist ein sogenanntes förmliches Verfahren erforderlich. Nach Aussage anderer Tankstellenersteller war es nicht erforderlich. Es scheint hier ein Ermessungsspielraum zu existieren.

Die Klärung dieser Fragestellung bzw. die Reduzierung der Ermessensspielräume kann nur über eine Änderung des BImSchG erreicht werden, die z.B. elektrolytische Erzeugung generell oder bis zu einer bestimmten Anlagengröße ausnimmt, da diese kein hohes Potenzial zur grenzüberschreitenden Umweltverschmutzung hat. Eine solche Anpassung des BImSchG ist mit dem zuständigen Ministerium, dem BMU, zu diskutieren.

Des Weiteren besteht bisher die Ausnahme, dass für Anlagen im Labor- und Technikumsmaßstab (4.BImSchV §1 (6)) keine Genehmigung notwendig ist. Hierzu gehören Anlagen für die Erforschung, Entwicklung oder Erprobung neuer Einsatzstoffe. Es ist nicht klar, inwieweit eine solche auf Technikumsmaßstab bzw. Forschungs- und Innovationsgrad basierende Ausnahme wiederholt an einem Standort, in einem Bundesland bzw. in Deutschland insgesamt gewährt wird. Es gibt auch hier Hinweise, dass dies in unterschiedlichen Bundesländern unterschiedlich gehandhabt wird und somit keine Planungssicherheit existiert. Die bestehende Opportunität wird von den Antragstellern bereits heute genutzt. Es ist nicht klar, wie weit dieses Vorgehen ausgeweitet werden kann. Eine evtl. mögliche Ausnahme ist in jedem Fall im Vorfeld mit der jeweils zuständigen Behörde abzustimmen.

Genehmigung nach BImSchG erforderlich, wenn alle 3 Bedingungen zutreffen:

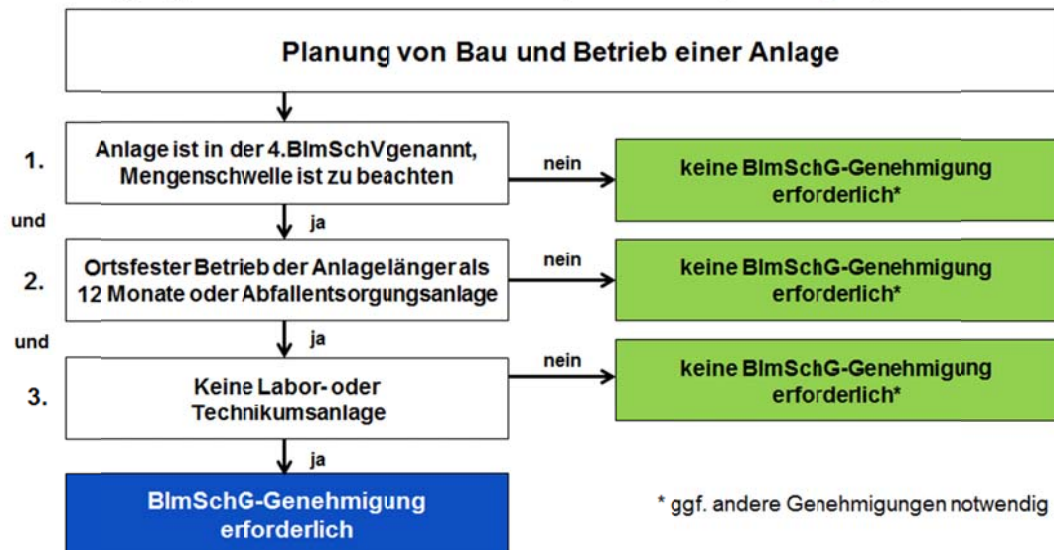


Abbildung 4: Entscheidungsbaum für Genehmigungserfordernis nach BImSchG

Abhilfe hinsichtlich der behördlichen Forderungen, die weit über das eigentlich Notwendige hinausgehen bzw. der angewandten Ermessensspielräume, kann ein einheitliches Regelwerk, ein einheitliches Vorgehen aller Behörden und eine entsprechende Schulung der Mitarbeiter schaffen.

2.5.2.2 Anforderungen die Antragsunterlagen

Vorprüfung

Wird die HRS Bestandteil einer bereits bestehenden Anlage, dann ist mit den Behörden abzuklären, ob das Genehmigungsverfahren nach dem BImSchG oder nach der BetrSichV durchgeführt werden soll. Diese Klärung kann binnen weniger Tage erfolgen. Vor der Antragstellung sollte das Gutachten einer benannten Stelle (z.B. TÜV SÜD) vorliegen.

Baugenehmigungsantrag

Beim zuständigen Bauaufsichtsamt ist der Antrag auf Baugenehmigung einzureichen, der u.a. einen Lageplan sowie alle erforderlichen Bauzeichnungen enthalten muss.

Antrag nach §13 BetrSichV

Der Antrag auf Genehmigung der Tankstellentechnik (Erlaubnis für die Errichtung und den Betrieb einer Füllanlage) ist in dreifacher Ausführung bei der zuständigen Behörde (z.B. Bezirksregierungen oder Gewerbeaufsicht) einzureichen. Sollte der spätere Betreiber nicht mit dem Antragsteller identisch sein, sind

Genehmigung von Wasserstofftankstellen

entsprechende Vollmachten vorzulegen. Die erforderlichen Unterlagen enthalten ein Gutachten der zuständigen Überwachungsstelle (ZÜS) gemäß BetrSichV §13 (2), die sog. „gutachterliche Äußerung“. Die ZÜS prüft im Rahmen der gutachterlichen Äußerung, ob die Anforderungen der BetrSichV für einen sicheren Betrieb grundsätzlich gewährleistet sind. Hierzu gehört die Information wie die einzelnen Druckgeräte bzw. die Baugruppe in Verkehr gebracht wurden, die Prüfung der Aufstellungsbedingungen und des vorgesehenen Sicherheitskonzepts und damit die Ausführung der sicherheitsgerichteten Mess-, Steuer- und Regelungstechnik. Im Rahmen der gutachterlichen Äußerung erfolgen die Aussagen auf Basis der vorgelegten Planungsunterlagen. Die CE-Kennzeichnung wird gemäß der Druckgeräte-richtlinie vom Hersteller auf dem Bauteil angebracht. Bei Geräten mit größerem Gefahrenpotenzial ist eine Benannte Stelle einzubinden. Die CE-Kennzeichnung erlaubt es dem Hersteller die Anlage auf dem europäischen Markt in Verkehr zu bringen.

Vor der Inbetriebnahme der Tankstelle durch den Betreiber, ist eine Abnahme durch eine ZÜS nach §14 BetrSichV vorgeschrieben, die sogenannte Prüfung vor Inbetriebnahme. Dabei ist zwischen der Prüfung vor Inbetriebnahme der Druckanlage, der EX-Anlage und ggf. der elektrischen Anlage zu unterscheiden. Die Prüfungen können auch gemeinsam durchgeführt werden.

Ferner ist ein Explosionsschutzkonzept (§§3, 6 BetrSichV) beizufügen, sofern das Auftreten explosionsfähiger Atmosphäre in gefahrdrohender Menge bei der beantragten Anlage (in Innenräumen bzw. im Freien) nicht vermieden werden kann (Kriterium nach der Gefahrstoffverordnung – Anhang I Nr.1 GefStoffV – z.B. bauliche Maßnahmen). Wasserstoff ist ein gefährlicher Stoff gemäß §3a ChemG, weshalb besondere Brand- und Explosionsschutzvorkehrungen getroffen werden müssen.

Der Antragsteller erhält eine Eingangsbestätigung, ab der eine dreimonatige Bearbeitungsfrist läuft. Die Bezirksregierung überprüft das Gutachten der ZÜS hinsichtlich Vollständigkeit und Plausibilität. Ferner wird geprüft, ob Gutachten anderer Behörden erforderlich sind, z.B. Anforderung einer Umweltverträglichkeitsprüfungen oder bzgl. Belange des Immissionsschutzes.

2.6 Übersicht der zuständigen Behörden in Deutschland

Die für die Genehmigung von H₂-Tankstellen zuständigen Behörden sind in der Regel die jeweiligen Gewerbeaufsichtsämter bzw. Regierungspräsidien in den einzelnen Regierungsbezirken der Bundesländer. Einen genauen technisch-zuständigen Ansprechpartner bei den jeweiligen Behörden müssen i.d.R. die Betreiber bei den

Behörden selbst erfragen bzw. können diese die wahrscheinlich bestehenden Kontakte untereinander hierfür nutzen. Die nachstehende Tabelle soll nur einen Überblick über die in Deutschland zuständigen Behörden für die Genehmigung von HRS und die übergeordneten Ministerien geben. Die zuständigen Ministerien und Referate sind nur als übergeordnete Instanz und der Vollständigkeit halber enthalten.

Tabelle 1: Zuständige Behörden für die Genehmigung von H₂-Tankstellen

Bundesland	Ministerium	Abteilung/ Behörde	Zuständigkeit	Adresse
Baden-Württemberg	Umweltministerium Baden-Württemberg	Abteilung 4: Luftreinhaltung, Lärm, Arbeitsschutz	Gewerbeaufsicht, Immissionsschutz, - recht, Betrieblicher Arbeitsschutz, -recht, Anlagen-, Geräte- und Produktsicherheit, Chemikalien, Gentechnik, -recht	Kernerplatz 9, 70182 Stuttgart, www.um.baden-wuerttemberg.de
		Regierungspräsidium Freiburg		Bissierstr. 7, 79114 Freiburg, www.rp-freiburg.de
		Regierungspräsidium Karlsruhe		76247 Freiburg, www.rp.baden-wuerttemberg.de
		Regierungspräsidium Stuttgart		Ruppmannstr. 21, 70565 Stuttgart, www.rp.baden-wuerttemberg.de
		Regierungspräsidium Tübingen		Konrad-Adenauer-Str. 20, 72072 Tübingen, www.rp.baden-wuerttemberg.de
Bayern	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz	Abteilung 10	Verbraucherschutz, Arbeitsschutz	Rosenkavalierplatz 2, 81925 München
		Regierung von Mittelfranken	Gewerbeaufsichtsamt	Roonstr. 20, 90429 Nürnberg, www.regierung.mittelfranken.bayern.de
		Regierung von Niederbayern	Gewerbeaufsichtsamt	Gestütstr. 10, 84028 Landshut, www.regierung.niederbayern.bayern.de
		Regierung von Oberbayern	Gewerbeaufsichtsamt	Heßstr. 130, 80797 München, www.regierung-oberbayern.de
		Regierung von Oberfranken	Gewerbeaufsichtsamt	Oberer Bürglaß 34-36, 96450 Coburg, www.regierung.oberfranken.bayern.de
		Regierung der Oberpfalz	Gewerbeaufsichtsamt	Bertoldstr. 2, 93047 Regensburg, www.gaa-r.bayern.de
		Regierung von Schwaben	Gewerbeaufsichtsamt	Morellstr. 30d, 86159 Augsburg, www.gaa-a.bayern.de
		Regierung von Unterfranken	Gewerbeaufsichtsamt	Georg-Eydel-Str. 13, 97082 Würzburg, www.regierung.unterfranken.bayern.de
Berlin	Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz	Abteilung Verbraucher- und Gesundheitsschutz	Ref. IV C: Arbeitsschutz, Gesundheitsschutz und technische Sicherheit	Oranienstr. 106, 10969 Berlin, www.berlin.de/sen/gesundheit/arbeitschutz/index.html
		Landesamt für Arbeitsschutz, Gesundheitsschutz und technische Sicherheit Berlin - LaGetSi		Haus E/Haus L, Turmstr. 21, 10559 Berlin, www.LaGetSi.berlin.de
Brandenburg	Ministerium für Arbeit, Soziales,	Abteilung Arbeit, Ref. 36	Sicherheit und Gesundheit bei der	Heinrich-Mann-Allee 103 /Haus 12, 14473 Potsdam, www.brandenburg.de/land/masgf

Genehmigung von Wasserstofftankstellen

Bundesland	Ministerium	Abteilung/ Behörde	Zuständigkeit	Adresse
	Gesundheit und Familie		Arbeit, Produktsicherheit	
		Landesamt für Arbeitsschutz, Sitz und Zentralbereich		Horstweg 57, 14478 Potsdam, bb.osha.de
		Regionalbereich Süd		Thiemstr. 105a, 03050 Cottbus
		Regionalbereich West, Dienstort Neuruppin		Fehrbelliner Str. 4a, 16816 Neuruppin
		Regionalbereich West, Dienstort Potsdam		Max-Eyth-Allee 22, 14469 Potsdam
		Regionalbereich Ost, Dienstort Eberswalde		Behördenzentrum, Haus 9, Tramper Chaussee 4, 16225 Eberswalde
		Regionalbereich Ost, Dienstort Frankfurt (Oder)		Robert-Havelmann-Str. 14, 15236 Frankfurt (Oder)
Bremen	Die Senatorin für Arbeit, Frauen, Gesundheit, Jugend und Soziales	Referat 23	Arbeitsschutz, Technischer Verbraucherschutz, Eichwesen	Doventorscontrescape 172 (Block D), 28195 Bremen
		Gewerbeaufsicht des Landes Bremen, Dienstort Bremen		Parkstr. 58/60, 28209 Bremen
		Gewerbeaufsicht des Landes Bremen, Dienstort Bremerhaven		Lange Str. 119, 27580 Bremerhaven
Hamburg	Behörde für Soziales, Familie, Gesundheit und Verbraucherschutz (BSG)	Amt für Arbeitsschutz	Arbeitnehmerschutz, Produkt- und Anlagensicherheit	Billstr. 80, 20539 Hamburg
Hessen	Hessisches Staatsministerium	Abteilung III	Arbeitsschutz	Dostojewskistr. 4, 65187 Wiesbaden
		Regierungspräsidium Darmstadt, Abteilung Arbeitsschutz und Umwelt Darmstadt		Rheinstr. 62, 64295 Darmstadt
		Regierungspräsidium Darmstadt, Abteilung Arbeitsschutz und Umwelt Frankfurt		Rudolfstr. 22-24, 60327 Frankfurt
		Regierungspräsidium Darmstadt, Abteilung Arbeitsschutz und Umwelt Wiesbaden		Simone-Veil-Str. 5, 65197 Wiesbaden
		Regierungspräsidium Gießen, Abteilung II Inneres und Soziales		Südanlage 17, 35390 Gießen
		Regierungspräsidium Gießen, Abteilung II Inneres und Soziales		Gymnasiumstr. 4, 65589 Hademar
		Regierungspräsidium Kassel, Abteilung Umwelt und Arbeitsschutz		Steinweg 6, 34117 Kassel
		Regierungspräsidium Kassel, Abteilung Umwelt und Arbeitsschutz		Konrad-Zuse-Str. 19-21, 36251 Bad Hersfeld
Mecklenburg-Vorpommern	Ministerium für Soziales und Gesundheit	Abt. 5	Arbeitsschutz und technische Sicherheit	Dreescher Markt 2, 19061 Schwerin, www.sozial-mv.de

SICHERE WASSERSTOFFINFRASTRUKTUR
Genehmigung von Wasserstofftankstellen



Bundesland	Ministerium	Abteilung/ Behörde	Zuständigkeit	Adresse
	Mecklenburg-Vorpommern			
		Landesamt für Gesundheit und Soziales, Abteilung Arbeitsschutz und technische Sicherheit		Erich-Schlesinger-Str. 35, 18059 Rostock
		Dezernat Neubrandenburg		Neustrelitzer Str. 120, 17033 Neubrandenburg
		Dezernat Rostock		Erich-Schlesinger-Str. 35, 18059 Rostock
		Dezernat Schwerin		Wismarscher Str. 159, 19053 Schwerin
		Dezernat Stralsund		Heinrich-mann-Str. 62, 18435 Stralsund
Niedersachsen	Niedersächsisches Ministerium für Soziales, Frauen, Familie und Gesundheit			Heinrich-Wilhelm-Kopf-Platz 2, 30159 Hannover
		Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Braunschweig		Petzval Str. 18, 3104 Braunschweig
		Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Celle		Im Werder 9, 29221 Celle
		Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Cuxhaven		Elfenweg 15, 27474 Cuxhaven
		Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Emden		Brückstr. 38, 26725 Emden
		Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Göttingen		Alva-Myrdal-Weg 1, 37085 Göttingen
		Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hannover		Am Lisholze 74, 30177 Hannover
		Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim		Goslarsche Str. 3, 31134 Hildesheim
		Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Lüneburg		Auf der Hude 2, 21339 Lüneburg
		Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Oldenburg		Theodor-Tantzen-Platz 8, 26122 Oldenburg
		Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Osnabrück		Johann-Domann-Str. 2, 49080 Osnabrück
Nordrhein-Westfalen	Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales			Fürstenwall 25, 40219 Düsseldorf, www.mags.nrw.de
		Bezirksregierung Arnsberg		Seibertzstr. 1, 59821 Arnsberg, www.bzreg-arnsberg.nrw.de
		Außenstelle Arnsberg		Königstr. 22, 59821 Arnsberg
		Außenstelle Dortmund		Ruhrallee 1-3, 44139 Dortmund
		Außenstelle Siegen		Unteres Schloß, 57072 Siegen
		Bezirksregierung Detmold		Leopoldstr. 15, 32756 Detmold, www.brdt.nrw.de
		Außenstelle Detmold		Willi-Hofmann-Str. 33a, 32756 Detmold
		Außenstelle Paderborn		Am Turnplatz 31, 33089 Paderborn
		Bezirksregierung Düsseldorf		Cecilienallee 2, 40474 Düsseldorf, www.brd.nrw.de

Genehmigung von Wasserstofftankstellen

Bundesland	Ministerium	Abteilung/ Behörde	Zuständigkeit	Adresse
		Außenstelle Essen		Ruhrallee 55-57, 45138 Essen
		Außenstelle Mönchengladbach		Viktoriastr. 52, 41061 Mönchengladbach
		Außenstelle Wuppertal		Alter Markt 9-13, 42275 Wuppertal
		Bezirksregierung Köln		Zeughausstr. 2-10, 50667 Köln, www.bezreg-koeln.nrw.de
		Außenstelle Köln		Schanzenstr. 38, 51063 Köln
		Außenstelle Aachen		Borchersstr. 20, 52072 Aachen
		Bezirksregierung Münster		Domplatz 1-3, 48143 Münster, www.bez-reg.muenster.nrw.de
		Außenstelle Coesfeld		Leisweg 12, 48653 Coesfeld
		Außenstelle Recklinghausen		Hubertusstr. 13, 45657 Recklinghausen
Rheinland- Pfalz	Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz	Abteilung 106; Gewerbeaufsicht, Immissionsschutz, Chemikaliensicherheit, Gentechnik	Allg. Angelegenheiten der Gewerbeaufsicht, Gefahrstoffe und Chemikaliensicherheit, störfallrelevante Anlagen	Kaiser-Friedrich-Str. 1, 55116 Mainz, www.mufv.rlp.de
	Ministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit, Familie und Frauen	Abteilung 2: Arbeit	technischer, medizinischer und sozialer Arbeitsschutz	Bauhofstr. 9, 55116 Mainz, www.masgff.rlp.de
		Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord (SGD Nord)	Abteilung 2: Gewerbeaufsicht	Stresemannstr. 3-5, 56068 Koblenz, www.sgd nord.rlp.de
		Regionalstelle Gewerbeaufsicht Idar- Oberstein		Hauptstr. 238, 55743 Idar-Oberstein
		Regionalstelle Gewerbeaufsicht Koblenz		
		Regionalstelle Gewerbeaufsicht Trier		Deworastr. 8, 54290 Trier
		Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd (SGD Süd)	Abteilung 2: Gewerbeaufsicht	Friedrich-Ebert-Str. 14, 67433 Neustadt a.d. Weinstr., www.sgdsued.rlp.de
		Regionalstelle Gewerbeaufsicht Mainz		Kaiserstr. 31, 55116 Mainz
		Regionalstelle Gewerbeaufsicht Neustadt a.d. Weinstr.		Karl-Helfferich-Str. 2, 67433 Neustadt a.d. Weinstr.
Saarland	Ministerium für Umwelt	Abt. E, Ref. E/5	Technischer Arbeits- und Verbraucherschutz	Keplerstr. 18, 66117 Saarbrücken, www.umwelt.saarland.de
		Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz		Don-Bosco-Str. 1 66119 Saarbrücken
Sachsen	Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit			Wilhelm-Bruck-Str. 2, 01097 Dresden, www.arbeitsschutz-sachsen.de
		Regierungspräsidium Chemnitz	Abteilung 7: Arbeitsschutz	Reichsstr. 39, 09112 Chemnitz
		Außenstelle Zwickau		Lothar-Streit-Str. 21, 08056 Zwickau
		Regierungspräsidium Dresden	Abteilung 7: Arbeitsschutz	Stauffenbergallee 2, 01099 Dresden
		Außenstelle Bautzen		Käthe-Kollwitz-Str. 17, Haus 3, 02625 Bautzen
		Regierungspräsidium Leipzig	Abteilung 7: Arbeitsschutz	Oststr. 13, 04317 Leipzig
Sachsen-	Ministerium für Gesundheit und	Abteilung 2	Gesundheit und Verbraucherschutz	Turmschanzstr. 25, 39114 Magdeburg

SICHERE WASSERSTOFFINFRASTRUKTUR
Genehmigung von Wasserstofftankstellen



Bundesland	Ministerium	Abteilung/ Behörde	Zuständigkeit	Adresse
Anhalt	Soziales			
		Landesamt für Verbraucherschutz	Fachbereich 5: Arbeitsschutz, Dezernat 51: Technischer Arbeitsschutz	Kühnauerstr. 70, 06846 Dessau-Roßlau, www.verbraucherschutz.sachsen-anhalt.de
		Dezernat 53 Gewerbeaufsicht West		Klusstr. 18, 38820 Halberstadt
		Dezernat 54 Gewerbeaufsicht Ost		Kühnauerstr. 70, 06846 Dessau-Roßlau
		Dezernat 55 Gewerbeaufsicht Mitte		Saalestr. 32, 39126 Magdeburg
		Dezernat 56 Gewerbeaufsicht Nord		Priesterstr. 14, 39576 Stendal
		Dezernat 57 Gewerbeaufsicht Süd		Dessauer Str. 104. 06118 Halle (Saale)
Schleswig-Holstein	Ministerium für Sozialen, Gesundheit, Familie, Jugend und Senioren	Ref. VIII 24	Arbeitsschutz	Adolf-Westphal-Str. 4, 24143 Kiel
		Staatliche Aufsichtsbehörde bei der Unfallkasse Nord (StAUK) - Standort Kiel		Seekoppelweg 5a, 24113 Kiel
		StAUK - Standort Itzehoe		Oelixdorfer Str. 2, 25524 Itzehoe
		StAUK - Standort Lübeck		Schwartauer Landstr. 11, 23554 Lübeck
Thüringen	Thüringer Ministerium für Soziales, Familie und Gesundheit	Abteilung 5	Verbraucherschutz, Arbeitsschutz	Werner-Seelenbinder-Str. 6, 99106 Erfurt, th.osha.de
		Thüringer Landesbetrieb für Arbeitsschutz und technischen Verbraucherschutz		Karl-Liebknecht-Str. 4, 98527 Suhl, www.thueringen.de/de/tlatv
		Regionalinspektion Erfurt		Linderbacher Weg 30, 99099 Erfurt
		Regionalinspektion Gera		Otto-Dix-Str. 9, 07548 Gera
		Regionalinspektion Nordhausen		Gerhardt-Hauptmann-Str. 3, 99734 Nordhausen
		Regionalinspektion Suhl		Hölderlinstr. 1, 98527 Suhl

Genehmigung von Wasserstofftankstellen

2.7 Abgleich VdTÜV 514 und ISO/DIS 20100 bzgl. Eignung respektive Weiterentwicklung für Deutschland und Europa

2.7.1 VdTÜV Merkblatt Druckgase 514

Beispiel Sicherheits- bzw. Schutzabstand

4.12.2 Schutzabstände um Verdichter und Behälter:

Um Verdichter und Entspannungsbehälter ist ein Schutzabstand von 3 m, um Vorratsbehälter von 5 m einzuhalten.

4.12.3 Schutzabstände um Abgabeeinrichtungen:

Um Abgabeeinrichtungen für Wasserstoff ist ein Schutzabstand von 2 m einzuhalten.

4.12.5 Sicherheitsabstände:

(1) Um alle wasserstoffbeaufschlagten Komponenten der Wasserstofftankstelle ist ein Sicherheitsabstand von 3 m einzuhalten.

Die hier genannten Schutzabstände sind z.T. nicht identisch mit denen in der ISO 20100 genannten Abständen (siehe Abschnitt 2.7.2). Dies kommt durch eine andere berechnungs- bzw. festlegungsweise zustande.

2.7.2 ISO 20100

Beispiel Sicherheitsabstand

Tabelle 2: Standardisierte Sicherheitsabstände für passive oberirdische CGH₂ Systeme

Safety distances (m)		Distance in meters							
		Passive hydrogen systems							
		Category 1 (SP ≤ 55 MPa)			Category 2 (55 < SP ≤ 110 MPa)			Cat. 3 (Q > 100 kg)	
		VS	S	C	VS	S	C	S	C
Exposures or Sources of hazard	Occupied buildings - openable openings and air intakes	1,5	4,0	6,0	2,0	5,0	8,0	7,0	10,0
	Occupied buildings - bay-windows	-	5,0	8,0	-	7,0	12,0	9,0	15,0
	Unoccupied buildings - openable openings and air intakes	-	2,0	3,0	-	3,0	5,0	4,0	5,0
	Buildings of combustible material	1,5	3,0	5,0	2,0	4,0	7,0	8,0	8,0
	Flammable liquids above ground ≤ 4000 L	1,5	2,0	3,0	-	2,5	4,0	8,0	8,0
	Flammable liquids above ground > 4000 L	1,5	3,0	5,0	2,0	4,0	7,0	8,0	8,0
	Underground flammable liquid storage - vents and fill openings	-	3,0		-	3,0		5,0	5,0
	Stocks of combustible material	1,5	2,0	3,0	-	2,5	4,0	8,0	8,0
	Flammable gas storage above ground > 500 Nm ³	1,5	2,0	3,0	-	2,5	4,0	8,0	8,0
	Facility lot line	-	2,0	3,0	-	3,0	5,0	4,0	5,0
	Areas not subjected to restrictions of activity	-	2,0	3,0	-	3,0	5,0	4,0	5,0
	Pedestrian and vehicle low-speed passage ways	-	2,0	3,0	-	3,0	5,0	4,0	5,0
	High voltage lines and trolley or train power line	-	5,0		-	5,0		10,0	
	Other overhead power lines	-	5,0		-	5,0		5,0	
	Roadways	-	5,0		-	5,0		5,0	

Tabelle 3: Standardisierte Sicherheitsabstände für aktive oberirdische CGH₂ Systeme

Exposures or sources of hazard	Separation distances for active hydrogen systems (m)	
	Category 1 (SP ≤ 55 MPa)	Category 2 (55 < SP < 110 MPa)
Occupied buildings - openable openings and air intakes	7,0	10,0
Areas of occupancy	7,0	10,0
Occupied buildings - bay-windows (non-re-enforced to withstand overpressure effects)	9,0	15,0
Unoccupied buildings - openable openings and air intakes	4,0	6,0
Buildings of combustible material	6,0	8,0
Flammable liquids above ground < 4000 L	4,0	5,0
Flammable liquids above ground > 4000 L	6,0	8,0
Underground flammable liquid storage - vents and fill openings	3,0	
Stocks of combustible material	4,0	5,0
Hydrogen or Flammable gas storage above ground > 500 Nm ³	4,0	5,0
Facility lot line	4,0	6,0
Areas not subjected to restrictions of activity	4,0	6,0
Pedestrian and vehicle low-speed passage ways	4,0	6,0
High voltage lines and trolley or train power line	5,0	
Other overhead power lines	5,0	
Roadways	5,0	

2.7.3 Bewertung

Aus technischer Sicht deckt ISO 20100 die Anforderungen an die HRS in einer detaillierteren Weise ab als die VdTÜV Merkblatt 514. Sie umfasst Elemente wie Wasserstoff-erzeugung vor Ort und Wasserstofflieferung, die wichtige sicherheitsrelevante Aspekte der HRS berühren.

Die ISO 20100 gibt explizit Sicherheitsabstände für eine Vielzahl von Einbaufällen vor und ist damit eine bessere Orientierung für alle an der Errichtung einer HRS Beteiligten, nämlich die Designer, die Erbauer, die Installateure von Anlagen sowie die Behörden. Alle spezifischen Sicherheitsvorkehrungen wie Abstände, Brand- und Explosionsschutz, Instrumentierung und Sicherheitssysteme sowie die Tests, die vor der Inbetriebnahme der HRS durchgeführt werden, geben dem Anwender der Norm Informationen. Das VdTÜV Merkblatt 514 nennt diese Anforderungen nicht in dieser Detaillierung, sondern verweist oftmals auf weiterführende Regelwerke wie z.B. die BetrSichV und TRBS.

An den Bestimmungen der ISO 20100 haben Experten weltweit mitgearbeitet und daher stellen diese den momentanen State-of-the-art dar. Es wäre daher möglich, eine neue HRS weltweit auf Basis dieses Standards zu planen, zu errichten und zu betreiben. Dabei sind ergänzend die jeweiligen nationalen Anforderungen des Landes zu berücksichtigen, die sich zusätzlich aus den nationalen Anforderungen ergeben.

In Bezug auf den Markteintritt wird erwartet, dass der Roll-out von Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeugen ab 2015 in mehreren Regionen der Welt an Dynamik

Genehmigung von Wasserstofftankstellen

gewinnen wird. Um den reibungslosen Betrieb dieser ersten Fahrzeugpopulationen, die auf hunderttausende von Fahrzeugen geschätzt wird, sicherzustellen, muss bis 2020 eine erste Betankungsinfrastruktur bestehend aus mehreren Stationen gebaut werden.

Keine aktuelle Versorgungsinfrastruktur folgt den gleichen Anforderungen. Es ist eine Herausforderung, mit einem Satz von Anforderungen, der überall mit nur minimalen Abweichungen gilt, umzugehen. Da die Tankstellen noch nicht gebaut sind, ist es zurzeit noch möglich, einheitliche Regelungen zu schaffen, wenn die Bereitschaft von Politik und Industrie vorhanden ist.

Deshalb hat ISO/TC 197 an der Entwicklung der ISO 20100 *Tankstellen für gasförmigen Wasserstoff* gearbeitet. Sobald die ISO 20100 Norm als internationaler Standard veröffentlicht wird, werden die Länder in der Lage sein, sie als Grundlage für die Genehmigung der HRS zu verwenden, die auf ihrem Hoheitsgebiet errichtet werden. Länder, die ein dringendes Bedürfnis haben, könnten diesen Prozess jetzt einleiten, da die DIS (Internationaler Normungsentwurf) jetzt als öffentliches Dokument verfügbar ist.

Da diese Arbeit ein Konsens-gesteuerter Prozess auf internationaler Ebene ist, weckt sie großes Interesse. Zum ersten Mal wird ein automobiler Kraftstoff einen kompletten Satz an global harmonisierten Anforderungen für die Betankungsschnittstelle, die Kraftstoffqualität und die Tankstelle selbst haben, so dass alle Wasserstofffahrzeuge überall sicher betankt werden können.

Deutschland, das gegenwärtig den Weg in Richtung des Aufbaus einer Wasserstoffinfrastruktur anführt, sollte auch den Prozess zur Annahme dieser internationalen Norm anführen und die Norm für die Genehmigung von auf deutschem Hoheitsgebiet zu errichtenden HRS als Referenzdokument anzuwenden beginnen. Die über die Anforderungen der ISO 20100 hinausgehenden Maßnahmen z.B. aus den Europäischen Richtlinien und der BetrSichV sind hierbei zusätzlich zu beachten.

2.8 Vorschlag für eine harmonisierte Vorgehensweise bei der Genehmigung von Wasserstofftankstellen

2.8.1 Deutschlandweit einheitliche Vorgaben

Es ist anzustreben, dass es ein einheitliches Vorgehen bei den Behörden gibt, welche Forderungen und Nachweise für die Genehmigung und Inbetriebnahme von HRS erforderlich sind. Momentan werden zum Teil sehr unterschiedliche Anforderungen je nach Bundesland oder sogar Regierungsbezirk gestellt (siehe 2.1 bis 2.4).

2.8.2 Leitfaden

Es wäre sinnvoll einen Leitfaden mit den wichtigsten Unterlagen, Vorschriften und sonstigen Anforderungen sowohl für die Genehmigungsbehörde als auch für den Betreiber zu verfassen. Auf diese Weise lassen sich ggf. Verständnisprobleme oder auch nicht ausreichendes fachspezifisches Wissen ausgleichen und unnötige Verzögerungen vermeiden. Sinnvoll wäre es auch entsprechende Templates für die geforderten Unterlagen beizufügen. Die Erfahrung zeigt, dass sowohl Behörde als auch Betreiber

oftmals nicht genau wissen, welche Dokumente vorliegen müssen, in welcher Form und mit welchem Inhalt.

2.8.3 Mustergutachten

In Absprache mit den zuständigen Behörden ist zu überlegen, ob es sinnvoll ist entsprechende Mustergutachten für HRS zu erstellen. Das technische „Innenleben“ einer HRS ist i.d.R. in den meisten Realisierungen nicht sehr unterschiedlich und meistens auch durch ein entsprechendes CE-Kennzeichen bereits abgenommen. Entscheidend bei der Aufstellung der HRS sind jedoch der jeweilige Ort und die Umgebung. Hierbei kann es hilfreich sein, wenn für die reine Technik bereits ein Mustergutachten existiert auf welches der jeweilige Antragsteller verweisen kann. Dann sind lediglich noch die tatsächliche Umgebung und die Schnittstellen zu anderen Anlagenteilen sowie der Explosionsschutz separat zu beachten. Diese Möglichkeit könnte sowohl bei der Erlaubnis nach BetrSichV als auch bei einem BImSchG-Verfahren Verwendung finden. Hierbei sind die Mustergutachten jeweils durch eine ZÜS oder durch einen §29a BImSchG-Sachverständigen zu erstellen.

2.8.4 EU Verordnung

Es wird empfohlen, einen EU-Regelwerksrahmen für die Genehmigung von Wasserstoff-tankstellen zu entwickeln, welcher auf einer bewährten Kombination von essentiellen Anforderungen und harmonisierten Normen basiert. Dieser kann die Grundlage für einen vereinheitlichten Ansatz für ganz Europa bilden.

In einem weiteren Schritt kann ein solcher Regelwerksrahmen einen Mechanismus bereitstellen, nach welchem ähnlich wie für Straßenfahrzeuge für HRS eine „Musterzulassung“ erfolgt, welche für eine vorliegende Tankstellenauslegung wiederholte Genehmigungen in unterschiedlichen EU-Mitgliedsländern zulässt.

Bis solch ein EU-weites Rahmenwerk existiert wird empfohlen, dass Deutschland einen ähnlich strukturierten Genehmigungsprozess in Kraft setzt, der auf eine Reihe klar vorgegebener Anforderungen und Genehmigungskriterien aufbaut.

Internationale Normen (ISO, ICE), die mit Beiträgen von weltweit tätigen Akteuren entwickelt werden, werden genutzt, und unterstützen gesetzliche Rahmenregelwerke. Im Falle von HRS kann die ISO/DIS 20100 als das Dokument genutzt werden, welches die Regeln und Kriterien vorgibt. Seit der Normenentwurf die DIS-Stufe („Industrienormenentwurf“) erreicht hat ist er öffentlich verfügbar und kann als Referenzdokument verwendet werden (siehe Annex A für weiterführende Informationen zu den ISO-Arbeiten im Bereich Wasserstoffinfrastruktur und –sicherheit). Die ISO 20100 stellt allerdings kein rechtlich verpflichtendes Regelwerk da.

2.9 **Vorschlag für weitere Harmonisierung und Gremienarbeit: starker Beitrag von Deutschland zur Entwicklung internationaler Normen**

Da der in Unterkapitel 2.8.4 vorgeschlagene Ansatz auf der Nutzung von ISO und IEC Normen beruht, ist es wichtig dass Deutschland seinen Einfluss bei der Entwicklung dieser internationalen Normen stärkt. Um dies zu erreichen ist es erforderlich, unterschiedliche Experten in diesen internationalen Normungsaktivitäten zu identifizieren, insbesondere in ISO/TC 197 (siehe Annex B für weitere Informationen zur Struktur von ISO/TC 197, den Aufgabenbereichen, dem Arbeitsprogramm und einer Liste an Veröffentlichungen). Hinsichtlich der Infrastrukturentwicklung wäre es ferner wünschenswert, dasselbe für IEC/TC 105 durchzuführen. Siehe die in [IEC/TC 105] aufgeführte Liste zu laufenden Arbeiten und Veröffentlichungen. Schlussendlich ist es wichtig, die deutschen Beiträge zur RCS und zu vorwettbewerblichen Forschungsarbeiten strategisch zu koordinieren, damit die deutsche Position zu jedem einzelnen Thema bzw. Abstimmungspunkt wirklich im besten Interesse des Landes vertreten werden kann.

Dies bedeutet, dass ein Koordinationsmechanismus eingerichtet werden sollte, damit Deutschland mit einer Stimme in internationalen Normungsgremien sprechen kann. Über diesen Koordinationsmechanismus werden die Beiträge der einzelnen Interessensvertreter sowie die Lernerfahrung aus vorwettbewerblicher Forschung und aus Demonstrationsprojekten zusammengetragen. Dies ist der richtige Weg für Deutschland, mit einer Position voran zu kommen, die den Stand der Technik und in der Tat ein ausgewogenes Interesse der Industrie, der Regulierungsbehörden sowie die der Nutzer widerspiegelt.

In Bezug auf vorwettbewerbliche Forschung ist es notwendig, die Forschungsaktivitäten zu koordinieren, damit sie die von der RCS-Gemeinschaft identifizierten Wissenslücken schließen können. Zu einer Reihe von Fragen der Wasserstoffsicherheit gibt es Lücken in der Wissensbasis (z.B. Versagensmechanismus von Verbundmaterialtanks und anwendbare Sicherheitsfaktoren, Spannungsrisskorrosion, Materialverträglichkeiten, Messsysteme), die durch Forschung angegangen werden müssen, bevor sie in internationalen Normen behandelt werden können. Vorwettbewerbliche Forschungsarbeit erfordert in der Regel experimentelle Aktivitäten, die ressourcenbasiert und zeitaufwendig sind. Es ist daher wichtig, über eine angemessene Koordinierung sicherzustellen, dass die vorwettbewerbliche Forschungsarbeit in vollem Einklang mit den Bedürfnissen der RCS-Körperschaften steht.

Beim gegenwärtigen Stand der Technik müssen Wissenslücken noch in vielen Bereichen angegangen werden. Hinsichtlich der HRS liegt ein gutes Beispiel für die Erfordernis von vorwettbewerblicher Forschung darin, für jede Art bzw. Kategorie von Ausrüstung bzw. Ausrüstungsgegenständen weiter risikobasierte Sicherheitsabstände zu etablieren, um eine höhere Flexibilität in der Auslegung von HRS zu erlauben und dabei bzgl. der Sicherheit der Einrichtungen keine Kompromisse einzugehen. Diese Arbeit wird wesentliche Unterstützung bei der Herausforderung sein, HRS in großen Städten zu bauen.

Andere Beispiele für relevante Forschung und vorwettbewerbliche Untersuchungen liegen z.B. beim Thema wartungsfreie Dichtung an der Tankkupplung und in der Entwicklung eines geeigneten Betankungsprotokolls, das eine Schnellbetankung von Fahrzeugen

ermöglicht ohne Kompromisse bei der Sicherheit des Betankungsvorgangs einzugehen. Weitere vorwettbewerbliche Forschungsarbeit ist auch erforderlich, um die Auswirkungen von Wasserstoffverunreinigungen auf Brennstoffzellen genau zu verstehen und geeignete Methoden zur Prüfung von Wasserstoffkraftstoffqualität zu entwickeln. Die Ergebnisse der oben beschriebenen sowie weiterer relevanter Arbeiten müssen koordiniert und in die RCS-Gremien eingebracht werden, um die Normen zu verbessern und sie leistungsbasierter zu machen, damit sie dem neuesten Stand der Technik entsprechen. Dieser Iterationsprozess ist in den Normenentwicklungsprozess bei ISO eingebaut.



Genehmigung von Wasserstofftankstellen

SICHERE WASSERSTOFFINFRASTRUKTUR

3 ERTÜCHTIGUNG VON WERKSTÄTTEN UND GARAGEN FÜR DIE NUTZUNG MIT WASSERSTOFFFAHRZEUGEN

3.1 Erkenntnisse aus der Umfrageaktion

Bei den nachfolgenden Ausführungen ist zu beachten, dass es sich hierbei um die Originalausführungen der Fragebögen handelt.

3.1.1 Werkstätten

Autohersteller 1:

Autohersteller 1 hat seit 1998 ziemlich viel Wissen angesammelt, wie man Testeinrichtungen und Werkstätten sicherheitstechnisch auslegen muss. Die CEP hat in der CEP Werkstatt am Messedamm (Aral-Tankstelle) viel Erfahrung gesammelt.

Das Berliner Landesamt für Arbeitsschutz, Gesundheitsschutz und technische Sicherheit Berlin (LaGetSi) war bei der Genehmigung der Werkstätte zur Wartung der H₂ Hydrogen4 sehr kooperativ. Dies schließt auch die Genehmigung einer Kleintankanlage für Wasserstoff und Inertisierungsgase ein.

Die lokale Feuerwehr hatte sich hinsichtlich onsite H₂-Lagerung vor Ort nach Menge und Art kundig gemacht. Das Autohaus beauftragte im Rahmen der Erweiterung auf H₂-taugliche Wartungseinrichtungen ein Brandschutzbüro, das bei der Erarbeitung eines Konzeptes und eines Feuerwehrplanes (Rettungspläne für Feuerwehr) half. Ein aktualisierter Feuerwehrekasten wurde installiert.

Insgesamt wurden Gefahrenanalysen durchgeführt, Betriebsanweisungen erstellt, eine Brandschutzordnung verfasst und die erforderlichen Piktogramme angebracht.

Über der Hebebühne wurden H₂-Detektoren eingebaut (welche regelmäßig gewartet werden müssen). Bei Erreichung von 20% des unteren Explosionslimits wird ein optisches Signal ausgesandt, die Ventilation eingeschaltet und die Rolll Tore zum restlichen Werkstattbereich geschlossen. Bei 20-40% erfolgt eine akustische Warnung, eine Medienabschaltung und ein Hochfahren der EX-geschützten Lüftungsanlage auf 15-fachen Luftwechsel (auch die Lüftungsanlage benötigt eine regelmäßige Wartung). Alle Mitarbeiter werden jährlich geschult.

In der Werkstatt können je nach Ausbildungsgrad der Mitarbeiter alle erforderlichen Wartungsarbeiten durchgeführt werden. Dies umfasst auch den Wechsel von Brennstoffzellen, H₂-Drucktanks und Batterien.

Ertüchtigung von Werkstätten und Garagen für die Nutzung mit Wasserstofffahrzeugen

Es wird erwartet, dass mit den künftigen verbesserten Vorserien- und Serienfahrzeugen, gemeinsam abgestimmten Standards in Verbindung mit zunehmender Praxiserfahrung, bedingt durch eine fortgeschrittene Lernkurve der Aufwand für die sicherheitstechnische Ausrüstung der Werkstätten sinken wird und damit ein effizienterer Werkstattbetrieb möglich wird. In welchem Umfang ist gegenwärtig noch nicht klar abschätzbar.

Autohersteller 2:

1. Welche formalen Anforderungen haben die Behörden gestellt bei der Genehmigung (z.B. Gewerbeaufsicht oder ähnliche)?

Sofern bauliche Anforderungen für die Bearbeitung von wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen in Werkstätten durch die BG (Berufsgenossenschaft) bzw. den Gasleitfaden des ZDK (Zentralverband Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe e.V.) gefordert sind, werden diese umgesetzt. Diese können sich durchaus noch ändern. Aktuell sind bauliche Maßnahmen beispielsweise für den Fall gefordert, wenn Fahrzeuge nicht betriebsmäßig dicht sind bzw. wenn an nicht inertisierten oder abgeschlossenen Systemen gearbeitet wird.

2. Welche Anforderungen bezüglich der Qualifikation der Mitarbeiter wurden gefordert (z.B. durch die Berufs-Genossenschaften)?

Gefordert wurden Schulungen zu Sicherheitsaspekten im Umgang mit Wasserstoff, die zur Qualifizierung der sogen. Gasabnahme- bzw. Gassystemprüfung (GAP bzw. GSP) führten. Hinzu kommt eine Qualifizierung, um an Fahrzeugen mit HV-Bordnetz arbeiten zu können.

3. Welche Behörden haben an den jeweiligen Standorten (B, F, HH, K, D, S) das Sagen in solchen Genehmigungsprozessen?

Prinzipiell ist das Gewerbeaufsichtsamt einzuschalten sowie entsprechende Umweltbehörden (Landesamt für Arbeitsschutz, Gesundheitsschutz und technische Sicherheit - LaGetSi, Berlin).

4. Wann und wie werden die Feuerwehren eingebunden?

Die Feuerwehren erhalten über sogen. Rettungsleitfäden zum jeweiligen Fahrzeug fachtechnischen Einblick für den Fall eines Rettungseinsatzes.

Autohersteller 3:

Für die Errichtung und den Betrieb einer wasserstofftauglichen Fahrzeugwerkstätte müssen zuerst Gefährdungsanalysen bzw. eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden. Diese sind die Vorgaben für die zu liefernden Anlagen und schlagen sich daher in

einem für die Lieferung der Anlagen zu erstellenden Lastenheft nieder.

Die sicherheitstechnische Abnahme erfolgt mit oder ohne eine zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS).

Für die Mitarbeiter müssen Betriebsanweisungen erstellt werden. Die Mitarbeiter müssen unterwiesen und regelmäßig geschult werden.

Eine behördliche Genehmigung für die Werkstätte ist nicht notwendig.

Hamburger Hochbahn:

Bei der Baugenehmigung [BauG 2008] für den Neubau einer Wartungshalle für H₂-BZ-Hybridbusse in Hamburg wurde in der Baugenehmigung die Berücksichtigung folgender Vorschriften gefordert:

- die Vorschriften des Arbeitsschutzgesetzes (ArbSchG),*
- die Vorschriften der aufgrund des ArbSchG erlassenen Rechtsvorschriften, insbesondere die Arbeitsstättenverordnung (ArbStattV) und die hierzu erlassenen Arbeitsstätten Richtlinien (ASR),*
- die Vorschriften des Geräte- und Produktsicherheitsgesetzes (GPSG),*
- die Vorschriften der aufgrund des ArbSchG und des GPSG erlassenen Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV).*
- die Vorschriften des Chemikaliengesetzes (ChemG).*
- die Vorschriften der aufgrund des ChemG erlassenen Rechtsverordnungen. Insbesondere die Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung-GefStoffV).*
- die Berufsgenossenschaftlichen Vorschriften und Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit- (BG-Vorschriften u. BG-Regeln).*

Diese Anforderungen wurden durch 13 Nebenbestimmungen teilweise noch wesentlich detailliert.

Auch 6 immissionsschutzrechtliche Auflagen wurden auferlegt.

Im Rahmen der Errichtung dieser Wartungshalle wurde auch ein Explosionsschutzdokument [ExSchDok 2010] einschließlich einer Systematischen Gefährdungsanalyse [ExSchDok-GA 2010] erstellt. Diese beinhaltet einen Lageplan, Maschinenaufstellpläne, einen Flucht- und Rettungswegeplan, Verfahrensschemata der Zu- und Abluftanlagen, einen Lüftungsplan, ein Gefahrstoffkataster,

Ertüchtigung von Werkstätten und Garagen für die Nutzung mit Wasserstofffahrzeugen

Sicherheitsdatenblätter bzw. Produktinformationen, einen Ex-Zonenplan, eine Liste elektrischer und nicht-elektrischer Betriebsmittel, eine Prüfbescheinigung wiederkehrender Prüfungen, eine Betriebsanweisungen, Qualifikationsnachweise, Dokumentation der Unterweisungen, ein Arbeitsfreigabesystem, eine Bewertung nicht-elektrischer Betriebsmittel ohne ATEX-Zulassung und einen Alarmplan. Eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der Fragebogenaktion ergibt folgendes Bild. Die Bestimmungen folgender Gesetze und Vorschriften müssen berücksichtigt werden: Arbeitsschutzgesetz, Arbeitsstättenverordnung, Geräte- und Produktsicherheitsgesetz, Betriebssicherheitsverordnung, Chemikaliengesetz, Gefahrstoffverordnung und Berufsgenossenschaftliche Vorschriften und Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit. Daraus resultieren die durchzuführenden Gefährdungsanalysen und die Gefährdungsbeurteilung. Diese führen zur Erstellung eines Ex-Zonenplanes, eines Lastenhefts für die zu liefernden Anlagen, eines Feuerwehركonzeptes bzw. einer Brandschutzordnung und eines Flucht- und Rettungswegeplanes, von Betriebsanweisungen und der Unterweisung und regelmäßigen Schulung der Mitarbeiter (z.B. Gasabnahme- bzw. Gassystemprüfung) sowie zu evtl. erforderlichen baulichen Maßnahmen (z.B. Einbau von Sensoren, Lüftungen und Alarmanlagen).

3.1.2 Parkgaragen

Die Fahrzeuge der OEMs erfüllen alle Anforderungen für eine Euro-Garage (Fertigarage). Autohersteller 1 hat dazu Untersuchungen durchgeführt hinsichtlich Gasvolumina und Luftwechselzahlen.

Das Gasspeichersystem ist nach den Zulassungserfordernissen ausgelegt und abgesichert (Schmelzsicherung, Schussversuch, Feuer, Ventilleitungen) und wird wiederkehrend geprüft.

Das Einfahren in Tiefgaragen und Parkhäuser, insbesondere in Berlin Mitte, ist teilweise schwierig bis unmöglich, da einige Parkanlagen alle Gasfahrzeuge grundsätzlich aussperren.

3.2 Erkenntnisse aus Rücksprache mit Behörden

Die Rücksprache mit einer in diesem Kontext sehr erfahrenen Behörde, dem Landesamt für Arbeitsschutz, Gesundheitsschutz und technische Sicherheit (LaGetSi) in Berlin ergab, dass Werkstätten für die Wartung von wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen nicht behördlich genehmigt werden müssen, sondern in der Sorgfaltspflicht des Betreibers liegen.

Die Benutzung von Parkgaragen unterliegt ebenfalls nicht der sicherheitstechnischen Genehmigung durch die für Produkt-, Betriebssicherheit und überwachungsbedürftige Anlagen zuständigen Behörden.

3.3 Bewertung der arbeitsschutzrechtlichen Vorgaben für Werkstätten

3.3.1 Betriebssicherheitsverordnung

Nach der BetrSichV hat der Betreiber aus Gründen des Arbeitsschutzes für jedes Arbeitsmittel eine Gefährdungsbeurteilung zu erstellen (§3). Ebenso sind die Arbeitnehmer entsprechend den Ergebnissen hieraus und anhand der spezifischen Gefährdung je nach Arbeitsmittel zu unterrichten und zu unterweisen (§9). Nach §10 bzw. §14 ist sicherzustellen, dass die Arbeitsmittel entsprechend der Gefährdungsbeurteilung vor Ihrer Benutzung geprüft werden.

3.3.2 Weitere Vorschriften

3.3.2.1 Deutsche Vorschriften

Wie genau die Unterweisung bzw. die Ausbildung des Personals in Werkstätten erfolgen sollte, ist in BG- oder Verbandsvorschriften geregelt. Diese sind jedoch nicht verpflichtend, sondern wurden z.T. von der Industrie bzw. den Dachverbänden eigenständig entwickelt um einen gewissen Sicherheitsstandard zu gewährleisten.

Für den Umgang mit H₂ gibt es die BGI 5108 „Wasserstoffsicherheit in Werkstätten“. Diese Information beinhaltet u.a. den Explosionsschutz und einige Vorgaben für grundlegende Arbeiten am Fahrzeug. Auch wird eine entsprechende Qualifikation der Mitarbeiter gefordert und auch vorgegeben, welche Inhalte eine solche Schulung haben sollte. Nicht genannt werden jedoch die Tiefe und die zeitliche Dauer einer solchen Spezialausbildung. Ebenso werden Arbeitsanweisungen mit entsprechenden Unterweisungen des Personals gefordert.

Für die Mitarbeiter einer Werkstatt, die mit Gassystemen umgehen, ist eine Gasanlagenprüfung (GAP) vorgesehen bzw. eine Gassystemprüfung (GSP)⁵.

⁵ Eine Gasanlagenprüfung (GAP) bzw. eine Gassystemprüfung (GSP) wird für Straßenfahrzeuge nach §41a StVZO (Straßenverkehr-Zzulassungs-Ordnung) gefordert.

Tabelle 4: Schulung Gasanlagen- und Gassystemprüfung

Schulungsinhalt	Schulungsdauer	
	GSP (inkl.GAP)	GAP
1.Rechtliche Grundlagen	4 (1*) Stunden	2 (0,5*) Stunden
2.Technik der Gasanlagen	6 (2*) Stunden	3 (1*) Stunden
3.Praktisches Können	12 (3*) Stunden (inkl. Einbauschulung)	2 (1,5*) Stunden
4.Abschlussprüfung	2 (2*) Stunden	1 (1*) Stunde
5.Zeitbedarf gesamt	24 (8*) Stunden	8 (4*) Stunden

* Schulungsdauer der Wiederholungsschulung

3.3.2.2 Europäische Vorschriften

Da aus den Rückläufen der Umfrageaktion sowie über Rücksprache bei Behörden keine anderweitigen Information erhalten wurden, werden nachfolgen die bereits in [Schwab 2006] auch für Werkstätten angeführten europäischen Richtlinien zum Arbeits- und Gesundheitsschutz als anwendbar wiedergegeben. Der maßgebliche rechtliche Rahmen wird somit auch für Werkstätten, unabhängig von ihrer Größe, durch die folgenden Rechtsquellen vorgegeben:

Arbeitsstätten.

Richtlinie 89/654/EWG des Rates vom 30. November 1989 über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz in Arbeitsstätten, ABl. EU L 393 vom 30. Dezember 1989, S. 1 (erste Einzelrichtlinie im Sinne des Art. 16 der Richtlinie 89/391/EWG).

Die Richtlinie beschäftigt sich mit der Sicherheit am Arbeitsplatz und speziell mit den Arbeitsstätten. In den Anhängen sind z. B. Anforderungen an die Beschaffenheit von elektrischen Anlagen, von Fluchtwegen und an die Raumtemperatur festgelegt, werden Pausenräume, Sanitärräume und Erste-Hilfe-Räume und Vorrichtungen zur Brandmeldung und Brandbekämpfung gefordert.

Arbeitsmittel.

Richtlinie 89/655/EWG des Rates vom 30. November 1989 über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit, ABl. EU L 393 vom 30. Dezember 1989, S. 13 (zweite Einzelrichtlinie im Sinne von Art. 16 Richtlinie 89/391/EWG), zuletzt geändert durch Richtlinie 2001/45/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Juni 2001, ABl. EU L 195 vom 19. Juli 2001, S.46.

Die Richtlinie bezieht sich auf „Arbeitsmittel“ (alle Maschinen, Apparate, Werkzeuge oder Anlagen, die bei der Arbeit benutzt werden). Der Arbeitgeber hat die Pflicht, die Arbeitsmittel entsprechend den für den Arbeitnehmer gegebenen Gefahren auszuwählen, um die Risiken auszuschalten bzw. weitestgehend zu verringern. Der Arbeitgeber muss Informationen und Betriebsanleitungen für die Arbeitsmittel zur Verfügung stellen, die Angaben über Sicherheit und Gesundheitsschutz enthalten sowie über die Risiken aufklären. Der Arbeitgeber ist verantwortlich, dass die Arbeitsmittel regelmäßig überprüft und jedes Mal dann einer außerordentlichen Überprüfung unterzogen werden, wenn außergewöhnliche Ereignisse stattgefunden haben, die schädigende Auswirkungen auf die Sicherheit haben können.

Schutz vor chemischen Arbeitsstoffen.

Richtlinie 98/24/EG des Rates vom 7. April 1998 zum Schutz von Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch chemische Arbeitsstoffe bei der Arbeit, ABl. EU L 131 vom 5. Mai 1998, S. 11 (14. Einzelrichtlinie im Sinne von Art. 16 Richtlinie 89/391/EWG).

Die Richtlinie zielt auf den Schutz der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch chemische Arbeitsstoffe. Der Arbeitgeber ist verpflichtet, die Arbeitnehmer durch technische und/oder organisatorische Maßnahmen vor dem Auftreten gefährlicher Konzentrationen entzündlicher Stoffe zu schützen. Es sind Aktionspläne anzulegen, die bei Eintritt eines Unfalls, Zwischenfalls oder Notfalls angewendet werden können. Die Arbeitnehmer sind über die erkannten Gefahren und über die getroffenen Maßnahmen zu informieren.

Explosionsschutz.

Richtlinie 99/92/EG (ATEX-Richtlinie) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können, ABl. EU L 23 vom 28. Januar 2000, S. 57 (15. Einzelrichtlinie im Sinne von Art. 16 Richtlinie 89/391/EWG).

Die Richtlinie 99/92/EG183 enthält Mindestvorschriften zur Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch „explosionsfähige Atmosphären“ gefährdet werden können. Sie verpflichtet den Arbeitgeber, technische und organisatorische Maßnahmen zu ergreifen, um die Entstehung solcher Atmosphären zu verhindern, die Zündung explosionsfähiger Atmosphären zu vermeiden und die Auswirkungen einer eventuellen Explosion so zu verringern, dass für die Arbeitnehmer keine Gefährdung besteht. Nach Häufigkeit und Dauer des Auftretens explosionsfähiger Atmosphären müssen bestimmte Bereiche des Betriebes in Zonen eingeteilt werden. Aus dieser Einteilung ergibt sich der Umfang der zu ergreifenden Maßnahmen.

Resümee

Je nach Ausformung durch den nationalen Gesetzgeber können die Anforderungen einzelner Mitgliedsstaaten an die Sicherheit von Arbeitsmitteln und Arbeitsplätzen weiter gehen als die Vorgaben im europäischen Recht.

Ferner sind die Druckgeräteverordnung in Verbindung mit der europäischen Druckgeräterichtlinie 97/23/EG und die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) anzuwenden.

3.4 Bewertung der Situation bei der Nutzung von Garagen

Die Garagen- oder Garagen-Stellplatz-Verordnungen (GarVO, GaVO, GaStellV) der deutschen Länder enthalten Vorschriften für den Bau und den Betrieb von Garagen und Stellplätzen. Dort werden u.a. die Brandschutzeigenschaften von Wänden, Decken, Dächer und Stützen geregelt.

In Berlin und in Nordrhein-Westfalen gibt es derzeit keine Garagenverordnungen. In Berlin wurde sie 2004 durch die Verordnung über Prüfungen von technischen Anlagen und Einrichtungen (Anlagen-Prüfverordnung - AnlPrüfVO) außer Kraft gesetzt. In Nordrhein-Westfalen wurden die Inhalte der Garagenverordnung 2009 in die Verordnung über Bau und Betrieb von Sonderbauten integriert. [Wikipedia Mai 2011]

Tabelle 5: Garagenverordnungen in Deutschland [Schwab 2006]

Land	Landesrechtliche Regelung	Fundstelle
Baden-Württemberg	Verordnung des Wirtschaftsministeriums über Garagen und Stellplätze vom 7. Juli 1997	GBI. 1997, S. 332
Bayern	Verordnung über den Bau und Betrieb von Garagen vom 30.11.1993	GVBl. 1993, S. 910, zuletzt geändert am 28. September 2001, GVBl. 2001, S. 593
Berlin	Verordnung über den Betrieb von Sonderbauten vom 18. April 2005	GVBl. 2005, S. 230
Brandenburg	Brandenburgische Verordnung über den Bau von Garagen und Stellplätzen vom 12. Oktober 1994	GVBl. 1994 II, S. 948, zuletzt geändert am 20. März 2005, GVBl. 2005, S. 159
Bremen	Bremische Verordnung über Garagen und Stellplätze vom 10.11.1980	GVBl. Brem. 1981 Nr. 46, S. 281, zuletzt geändert am 12.10.1994
Hamburg	Verordnung über den Bau und Betrieb von Garagen und offenen Stellplätzen vom 17. April 1990	HmbGVBl. 1990, S. 75, zuletzt geändert 1995, HmbGVBl. 1995, S.17
Hessen	Verordnung über den Bau und Betrieb von Garagen und Stellplätzen vom 16. November 1995	GVBl. 1995 I, S. 514
Mecklenburg-Vorpommern	Landesverordnung über den Bau und Betrieb von Garagen vom 10.11.1993	GVOBl. M-V 1993, S. 962, geändert am 20. März 2001, GVOBl. M-V 2001, S. 77
Niedersachsen	Verordnung über den Bau und Betrieb von Garagen vom 04.09.1989	GVBl. 1989, S. 327, zuletzt geändert am 22. Juli 2004, GVBl. 2004, S. 263
Nordrhein-Westfalen	Verordnung über den Bau und Betrieb von Garagen vom 2. November 1990	GV. NRW. 1990 S. 600, zuletzt geändert am 20. Februar 2000, GV.NRW. 2000, S. 226
Rheinland-Pfalz	Verordnung über den Bau und Betrieb von Garagen vom 13. Juli 1990	GVBl. 1990, S. 243, zuletzt geändert am 16.12.2002, GVBl. 2002, S. 481
Saarland	Garagenverordnung vom 30. August 1976	ABl. 1976, S. 950
Sachsen	Sächsische Garagenverordnung vom 17. Januar 1995	SächsGVBl., 1995, S. 86; zuletzt geändert am 28. September 2004, SächsGVBl. 2004, S. 427
Sachsen-Anhalt	Verordnung über den Bau und Betrieb von Garagen vom 15. Mai 1997	GVBl. LSA 1997, S. 528, zuletzt geändert am 30. September 2002, GVBl. LSA 2002, S. 402
Schleswig-Holstein	Landesverordnung über den Bau und Betrieb von Garagen vom 30. November 1995	GVOBl. Schl.-H. 1996, S. 67, zuletzt geändert am 11. März 2004, GVOBl. 2004, S. 81
Thüringen	Thüringer Verordnung über den Bau und den Betrieb von Garagen vom 28. März 1995	GVBl. 1995, S. 185

Aus Kapitel „3.5.4.2 Garagen“ [Schwab 2006] wiedergegebene Informationen zu Garagenverordnungen in Deutschland:

a) §12 BauNVO⁴⁸² ist die zentrale (bundesrechtliche) Vorschrift bei der Beantwortung der Frage, wo Garagen und Stellplätze errichtet werden dürfen, und besagt, dass sie grundsätzlich in allen Baugebieten zulässig sind, also vom reinen Wohngebiet bis hin zum Industriegebiet. In der Verordnung werden Einschränkungen nur für Garagen und Stellplätze für Lastkraftwagen und Kraftomnibusse in reinen Wohngebieten und für Kraftfahrzeuge über 3,5 Tonnen im allgemeinen Wohngebiet gemacht. Allerdings kann in Bebauungsplänen, also durch die Kommunen, festgesetzt werden, dass in einem Baugebiet oder in einem bestimmten Teil eines Baugebiets Garagen und Stellplätze nicht oder nur in beschränktem Umfang zulässig sind (§12 Abs. 6 BauNVO). Da §12 BauNVO nicht auf die Art des Kraftstoffs abstellt, werden Wasserstofffahrzeuge insofern genauso behandelt wie konventionelle Fahrzeuge mit Diesel und Benzin.

b) Die technischen und sonstigen Anforderungen an Garagen und Stellplätze sind auf Länderebene geregelt. Maßgebliche Rechtsquellen sind die jeweiligen Landesbaugesetze (Bauordnungen) und die Garagenverordnungen. In den Landesbaugesetzen werden die allgemeinen Anforderungen beschrieben. In der Regel ist dort u. a. festgelegt⁴⁸³, dass Stellplätze, Garagen und ihre Nebenanlagen verkehrssicher sein und entsprechend der Gefährlichkeit der Treibstoffe, der Zahl und Art der abzustellenden Kraftfahrzeuge dem Brandschutz genügen müssen. Abfließende Treibstoffe und Schmierstoffe müssen auf unschädliche Weise beseitigt werden können.

Garagen und ihre Nebenanlagen müssen lüftbar sein. Stellplätze und Garagen müssen so angeordnet und ausgeführt werden, dass ihre Benutzung die Gesundheit nicht schädigt und das Arbeiten, das Wohnen und die Ruhe in der Umgebung durch Lärm oder Gerüche nicht erheblich stört.

⁴⁸² Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke, vom 26. Juni 1962, BGBl. 1962 I, S. 429, in der Fassung der Bek. vom 23. Januar 1990, BGBl. 1990 I, S. 133, zuletzt geändert durch Gesetz vom 22. April 1993, BGBl. 1993 I, S. 466.

⁴⁸³ Vgl. z. B. Art. 52 Abs. 5 bis 7 Bayerische Bauordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 4. August 1997, GVBl. 1997, S. 433, zuletzt geändert am 9. Juli 2003, GVBl. 2003, S. 419.

Garagen-Stellplatz-Verordnungen regeln typischerweise folgende sicherheitsrelevanten Punkte wie sie hier aus der bayerischen Garagen-Stellplatz-Verordnung [GaStellV 1993] entnommen sind:

Ertüchtigung von Werkstätten und Garagen für die Nutzung mit Wasserstofffahrzeugen

- §9 Brandwände als Gebäudeabschlusswand
- §10 Rauchabschnitte, Brandabschnitte
- §11 Verbindung zu anderen Räumen und zwischen Garagengeschossen
- §12 Rettungswege
- §13 Beleuchtung
- §14 Lüftung
- §15 Feuerlöschanlagen, Rauch- und Wärmeabzug
- §16 Brandmeldeanlagen

Die dort festgelegten Luftwechselraten sind jedoch in erster Linie auf die Vermeidung von lebensgefährdenden Kohlenmonoxidkonzentrationen sowie für den Rauch- und Wärmeabzug ausgelegt. Die Vermeidung von explosiven Gasmischungen aus welchen Quellen auch immer wird darin nicht angesprochen.

Zusammenfassung und Bewertung:

Prinzipiell verhalten sich alle brennbaren Gase (CGH_2 , CNG, LPG) ähnlich und hierzu gibt es auch keine speziell unterschiedlichen Anforderungen in den in Deutschland anzuwendenden Regelwerken. Hierbei wird immer nur von brennbaren Gasen ausgegangen und keine Unterscheidung zwischen CGH_2 , CNG und LPG gemacht. Es findet lediglich eine Unterscheidung zwischen Gasen schwerer (LPG) und leichter (CGH_2 , CNG) als Luft statt. Es kann unterstellt werden, dass Freisetzungs- und Ausbreitungsszenarien für LPG einerseits und CNG und CGH_2 andererseits unterschiedlich ausfallen. Welche aus sicherheitstechnischer Sicht als kritischer einzustufen sind, muss im Einzelfall entschieden werden.

Für normal gelüftete Einzel- und Parkgaragen ist für den Normalbetrieb von Wasserstofffahrzeugen die Luftwechselrate ausreichend. Selbst bei definierten kleineren Freisetzungsraten [HySafe 2009] bieten diese natürlich bzw. künstlich belüfteten Garagen ausreichende Luftwechselraten, um kritische Gas-Luft-Mischungen zu vermeiden.

Bei Fahrzeugen mit Hochdruckwasserstofftanks, die separat für den Speicherbehälter und für das Gesamtfahrzeug einer Typgenehmigung unterzogen wurden, kann davon ausgegangen werden, dass sie im Normalbetrieb als technisch dicht ausgeführt werden und daher keine gesetzgeberischen Beschränkungen für die Nutzung z.B. Fahren und Parken in Garagen und Tunnel bestehen.

Auch die bestehenden Ländergaragenverordnungen erlauben die Einfahrt. Ob die Zufahrt erlaubt wird liegt im Ermessen des Betreibers, der diese untersagen kann und er kann dazu auch nicht gesetzlich verpflichtet werden.

4 BENUTZBARKEIT VON TUNNEL UND UNTERFÜHRUNGEN

Bei der Benutzbarkeit von Tunnel und Unterführungen von Fahrzeugen muss zuerst eine Differenzierung zwischen der Pkw-Nutzung mit H₂-Antrieb (Individualverkehr) und der Nutzung durch H₂-Trailer zur allgemeinen Versorgung mit H₂ (Gefahrguttransporte) getroffen werden. Im Fokus dieser Studie stehen Betrachtungen zu den H₂-Trailern bzw. etwaige Auswirkungen auf die Zulassung bzw. Beschränkung von Gefahrguttransporten durch Tunnel.

Vor dem Hintergrund der Umsetzung des ADR [ADR 2007] wurde 2007 ein Verfahren zur Kategorisierung von Straßentunneln nach ADR entwickelt, um die Risiken aus dem Transport gefährlicher Güter durch Straßentunnel analysieren und beurteilen sowie den Bedarf nach Transportbeschränkungen ermitteln zu können.

Freisetzungen von Gefahrgut sind zwar erfahrungsgemäß sehr seltene Ereignisse, aufgrund der spezifischen Eigenschaften der Gefahrgüter können sie aber im Falle eines Brandereignisses im Straßentunnel ein erheblich größeres Schadenspotential aufweisen, als herkömmliche Tunnelbrände ohne Freisetzung von Gefahrstoffen.

Für die Untersuchung von Risiken beim Transport gefährlicher Güter in Straßentunneln liegen unterschiedliche Methoden und Anwendungsverfahren im In- und Ausland vor, in der Praxis haben sich jedoch die quantitativen Analyse- und Bewertungsverfahren durchgesetzt.

Tunnel und Unterführungen wurden im Rahmen dieser Studie seitens der BAST im Hinblick auf den Transport von Wasserstoff, die Anforderungen des ADR und die resultierenden nationalen Veränderungen analysiert. Insbesondere die Auswirkungen auf die vorhandenen Tunnelkategorisierungen und auf neue erforderliche Restriktionen sollten dargestellt werden.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass derzeit lediglich Prognosen als Grundlage dienen, jedoch Tendenzen aufgezeigt werden können, die richtungsweisend für den Aufbau einer H₂-Infrastruktur verwendet werden sollen.

Im Rahmen dieses Kapitels werden zuerst die derzeit existierenden und maßgeblichen Regelwerke aufgezeigt, nach denen eine Tunnelnutzung und die Kategorisierung durchgeführt werden, also das Verfahren generell sowie dessen Einordnung erläutert.

Weiter wird das Verfahren zur Kategorisierung von Straßentunneln kurz dargestellt und je nach Relevanz auf die einzelnen Stufen eingegangen.

Es wurden fiktive Beispiele im Hinblick auf eine Zunahme der Wasserstofftransporte nach dem dt. Kategorisierungsverfahren berechnet. Diese Ergebnisse werden dargestellt und anhand der Ergebnisinterpretation eine Prognose erstellt, eine Schlussfolgerung gezogen sowie der weitere Untersuchungsbedarf aufgezeigt.

Grundlage dieser Untersuchungen war die Diskussion über mögliche Versorgungspunkte für H₂ an Tankstellen. Dabei wurden die Versorgungsrouten betrachtet.

4.1 Erkenntnisse aus der Umfrageaktion

4.1.1 Trailer/Lkw

Aussage einer Mineralölfirma:

Fahrzeuge mit Wasserstoffantrieb unterliegen nicht der Kennzeichnungspflicht im Sinne der GGVS (Gefahrgutverordnung Straße). Für den Transport von Wasserstoff gilt die GGVS (hier Klasse 2 für Gase). Darüber hinaus gibt es keine Einschränkungen.⁶

Aussage eines Gaseherstellers:

Die Nutzbarkeit von Tunnel hängt von der Tunnelklassifizierung ab. Dabei ist individuell für jeden Tunnel geregelt, welche Stoffe durch diesen gefahren werden dürfen. Nach ADR ist H₂ als allgemeines Gefahrgut klassifiziert. Tunnel in Deutschland mit Einschränkungen, d.h. die der Tunnelkategorien B, C, D und E, sind künftig mit folgenden Kennzeichen versehen [Spohr 2011]:

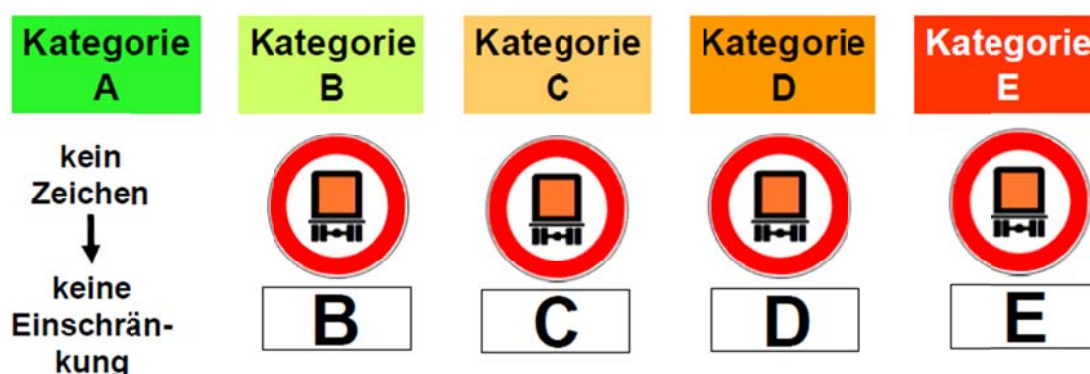


Abbildung 5: Tunnelkennzeichnungen

Alle für Gefahrgut nicht gesperrten Tunnel sind für H₂-Trailertransporte nutzbar. Für nicht freigegebene Tunnel ergeben sich z.T. erheblich längere Anfahrtswege, die teilweise auch durch enge Ortsdurchfahrten führen.

In Österreich gilt nach wie vor die alte Regelung gemäß österreichischer Tunnelverordnung. Die Tunnel in Österreich sind nicht mit der Tunnelkategorie gekennzeichnet sondern wie bisher nur mit dem Durchfahrverbotsschild. Vor Fahrten nach Österreich muss man sich entsprechend informieren. Das kann auch über den Link auf der UNECE-Webseite erfolgen (http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/country-info_e.htm).

Nach Aussagen des oben zitierten Gaseherstellers ist eine Fahrzeugbegleitung erforderlich, die vor dem Trailer durch den Tunnel fährt und ihn sozusagen sicher hindurchführt.

⁶ Es gibt für bestimmte Transporte z.B. vorgeschriebene Wegstrecken. Wäre eine solche Strecke für Gase der Klasse 2 vorgeschrieben, würde das für Wasserstoff genauso gelten, wie für alle anderen Gase

Dieser Gasehersteller hat z.B. eine Sonntagsfahrgenehmigung für seine Trailer in Deutschland und Österreich. In anderen europäischen Ländern müssen die Trailer z.T. an lokalen Feiertagen vor Ortschaften warten, da sie die Tunnel umfahren müssen. Normalerweise ist in Städten die Freigabe von Tunneln nicht zwingend erforderlich, da sich durch die Umfahrung meist nur geringe Umwege/Verzögerungen ergeben. In ländlichen/bergigen Gebieten können daraus allerdings erhebliche Umwege resultieren.

4.1.2 Pkw

Autohersteller 2:

Die Kleinserienzertifizierung der ersten Fahrzeuge hat bzgl. der Tunneldurchfahrung keine Schwierigkeiten aufgeworfen.

Autohersteller 1:

Da die Fahrzeuge eine Straßenzulassung haben, gibt es auch keine Probleme oder Restriktionen beim Durchfahren von Tunneln. Auch in Städten mit vielen Tunneln (z.B. Monaco) gab es keine Probleme.

4.1.3 Fazit der Befragung

Die Befragung fand unter Fahrzeugherstellern sowie Gefahrguttransporteuren statt. Die bisher vorhandenen Prototypen und Konzeptcars verfügen über eine allgemeine Straßenzulassung. Sicherheitsrelevante Unterschiede zum Antrieb mit herkömmlichen Treibstoffen werden derzeit nicht gesehen.

Bezüglich des Transportes von H_2 und insbesondere unter Beachtung des Anstieges der Transportmenge gibt es keine Sonderregelungen für H_2 , bestehende Gefahrgutbestimmungen werden eingehalten.

4.2 Vorgaben aus dem Gefahrgutrecht

In Deutschland existieren mit dem Stand vom 31.12.2010 244 Tunnel auf Bundesfernstraßen. Wie der Abbildung 6 zu entnehmen ist, hat sich die Anzahl der Tunnel an Bundesfernstraßen seit ca. 1990 verdreifacht. Zudem ist seit dem Jahr 2000 ein Trend zu längeren Tunnelstrecken erkennbar, wie zum Beispiel die Rennsteig-Tunnelkette der BAB A71.

Tunnel der Bundesfernstraßen
Bestand nach Anzahl und Länge (Stand: 31.12.2010)

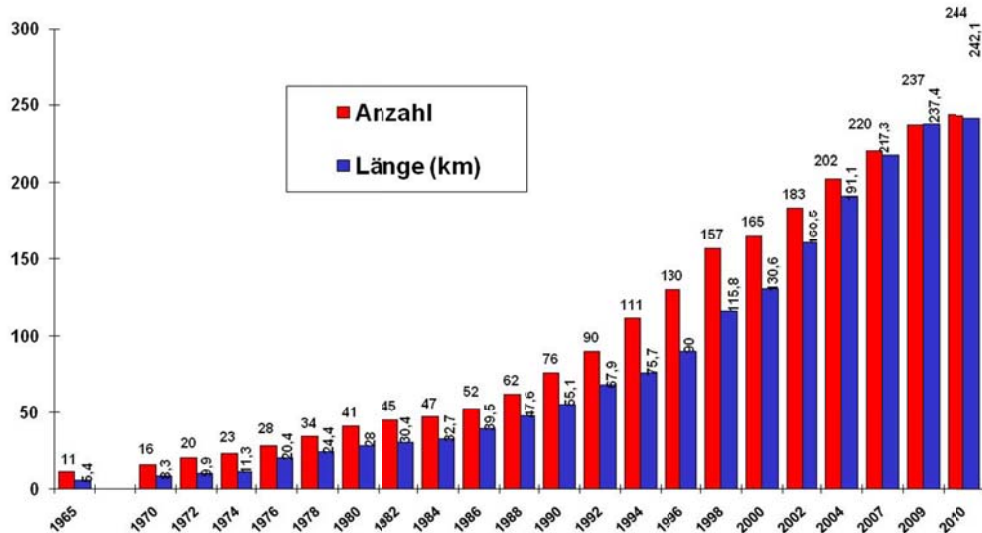


Abbildung 6: Tunnel der Bundesfernstraßen

Bundesweit existieren aktuell ca. 350 Tunnel, die im Verantwortungsbereich des Bundes, der Länder und der Kommunen liegen.

Bezüglich der Beförderung gefährlicher Güter durch Straßentunnel sind die Regelwerke ADR [ADR 2007], RABT [RABT 2006] sowie die EG-Tunnelrichtlinie [EG 2004] zu beachten. Ihnen allen ist gemein, dass bei bestimmten Kriterien Risikoanalysen gefordert werden.

4.2.1 ADR

Das Übereinkommen über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR) regelt auf europäischer Ebene die Grundsätze zum Transport von Gefahrgut auf der Straße und bezeichnet die zugehörigen Vorschriften. In der Fassung des ADR von 2007 wurden neue Bestimmungen für Straßentunnel eingeführt. Sie verlangen eine einheitliche Regelung und Kennzeichnung bei Durchfahrtsbeschränkungen von Gefahrguttransporten durch Tunnel. Etwaige Beschränkungen für bestehende Tunnel sollen je nach Grad der resultierenden Transportbeschränkung – bis zum 31.12.2009 einer Tunnelkategorie A bis E (siehe Abschnitt 4.1 und Tabelle 6) zugeordnet werden. Folgende Wirkungsarten von Gefahrguttransporten sind gemäß ADR aus Blickwinkel der (Personen-)Risiken zu berücksichtigen:

- Explosions-/Druckwirkung
- Toxizität
- Brandwirkung

Dabei sind die Tunneleigenschaften, die Risikoeinschätzung, einschließlich Verfügbarkeit und Eignung alternativer Strecken und Verkehrsträger, und Überlegungen zur Verkehrslenkung zu berücksichtigen.“ [ADR 2007]

Die Beschränkungen, die sich aus den verschiedenen Tunnelkategorien ergeben, sind in Tabelle 6 aufgeführt. Die Kategorie A bedeutet, dass keine Beschränkungen für gefährliche Güter bestehen und alle Gefahrgüter den Tunnel durchfahren dürfen. Bis zur Kategorie E, in der fast alle Transporte mit gefährlichen Gütern den Tunnel nicht passieren dürfen, werden in den Kategorien B bis D Einschränkungen vorgenommen. Differenziert wird hier nach Gütern, die zu einer sehr großen Explosion führen können, einer großen Explosion führen können, umfangreich giftige Stoffe freigesetzt werden können und Güter, deren Freisetzung zu einem großen Brand führen kann.

Wasserstoff, der aufgrund seiner stofflichen Eigenschaften den brennbaren Gasen zugeordnet wird, ist hier prinzipiell der Kategorie D zuzuordnen. Die Entscheidung einer Kategorisierung des Tunnels ist jedoch, wie dem Wortlaut des ADR zu entnehmen ist, nicht allein vom Gefahrgut selbst, sondern insbesondere von den Randbedingungen bei der Tunneldurchfahrt abhängig. D.h. die Kategorisierung fußt nicht auf einer reinen ausmaßorientierten Betrachtung, sondern schließt eine risikoorientierte Betrachtung gemäß ADR 2007 mit ein.

Tabelle 6: Tunnelkategorien

Kategorie	Beschränkung
A	keine Beschränkung für gefährliche Güter (UN 2919 und 3331, siehe ADR, Abs. 8.6.3.1)
B	Beschränkungen für gefährliche Güter, die zu einer sehr großen Explosion führen können
C	Beschränkungen für gefährliche Güter, die zu einer/einem - sehr großen Explosion ("B"-Güter) - großen Explosion - umfangreichen Freiwerden giftiger Stoffe führen können
D	Beschränkungen für gefährliche Güter, die zu einer/einem - sehr großen Explosion ("B"-Güter) - großen Explosion ("C"-Güter) - umfangreichen Freiwerden giftiger Stoff ("C"-Güter) - großen Brand führen können
E	Beschränkungen für alle gefährlichen Güter außer UN-Nummern 2919, 3291, 3331, 3359 und 3373

4.2.2 RABT 2006

In den deutschen „Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunnel (RABT 2006)“ ist geregelt, dass vor der Festlegung oder Änderung von Vorschriften und Anforderungen für den Gefahrguttransport durch einen Tunnel eine Risikoanalyse gemäß dem Abschnitt 0.5 für Tunnel ab 400 m Länge durchzuführen. Hierbei sind die Vorgaben des Internationalen Übereinkommens über die Beförderung gefährlicher Güter auf Straßen (ADR) zu berücksichtigen.

Soweit Alternativrouten für den Transport von Gefahrgütern oder gegebenenfalls auch vergleichbarer Beladungen zur Verfügung stehen, sind sie in eine Risikoanalyse mit aufzunehmen. [RABT 2006]

4.2.3 Tunnelrichtlinie 2004/54/EG

Gemäß der Tunnelrichtlinie 2004/54/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Mindestanforderungen an die Sicherheit von Tunneln im transeuropäischen Straßennetz (TERN) ist für alle Tunnel mit einer Länge von mindestens 500 m, die innerhalb des TERN liegen, vor der Festlegung bzw. Änderung der Vorschriften bezüglich Gefahrgut-

transporten eine Risikoanalyse gemäß Artikel 13 durchzuführen. Die Umsetzung der Richtlinie für in Betrieb genommene Tunnel hat bis zum 30.04.2014 zu erfolgen. [EG 2004]

4.2.4 Beschränkungen in Deutschland

Beschränkungen (Voll- oder Teilspernung) für Gefahrguttransporte existieren in Einzelfällen. Dies betrifft derzeit in Deutschland lediglich 17 Tunnel, wie der Tabelle 7 zu entnehmen ist. Die Festlegung der jeweiligen Kategorien kann dabei auf Basis unterschiedlicher Entscheidungsgrundlagen erfolgen. Wesentliche Grundlage stellt dabei das in Kapitel 4.3 beschriebene Verfahren dar. Unabhängig davon können aber die zuständigen Stellen – in der Regel die Straßenverkehrsbehörden – auch eine Beschränkung veranlassen, falls aus ihrer Sicht entsprechender Handlungsbedarf besteht (z.B. zur Gewährleistung des Bauwerksschutzes, zum Schutz der Umwelt oder aufgrund spezieller Randbedingungen bei der Fremdrettung)

Tabelle 7: Tunnelbeschränkungen in Deutschland

Bundesland	Straße/Tunnel	Strecke/Ort	ADR-Kategorie	Bemerkung
Baden-Württemberg	B14 Heslacher Tunnel	Stuttgart-Heslach		Sperrung wieder aufgehoben
	B38 Saukopftunnel	Weinheim	E	Umleitung über B 3, L3408 in Richtung Birkenau
	B295 Feuerbacher Tunnel	Stuttgart-Feuerbach		Sperrung wieder aufgehoben
	B 312 – Bereich Flughafen Stuttgart	Netzknoten 7321 078 nach 7321 075	E	unter Start- und Landebahn Flughafen Stuttgart
	Gemeindestraße Schloßbergtunnel	Heidelberg	E	Umleitung über Adenauerplatz – Sophienstr.-Neckarstaden (B37)
Berlin	A 113	km 10,193 – 10,493 Bezirk Trepkow-Köpenick Gemarkung Glienicke	B	
	A 113	km 10,183 – 12,083 Bezirk Trepkow-Köpenick Gemarkung Glienicke	B	
Hamburg	Wallringtunnel	Altona	E	
	Alsterkrugchausee	Verkehrsknoten zur	E	

Benutzbarkeit von Tunnel und Unterführungen

Bundesland	Straße/Tunnel	Strecke/Ort	ADR-Kategorie	Bemerkung
		Sengelmanstrasse	von 6-21 Uhr, sonst C	
	CCH Tunnel	Vorfahrtsbauwerk am CCH	E	
	Elbtunnel	A7	E 5 – 23 Uhr	
	Krohnstiegtunnel	Niendorf	E von 6 – 21 Uhr sonst C	
Niedersachsen	Heidkopftunnel	A38	E	
	Wesertunnel	B 437		Beschränkung aufgehoben
	Emstunnel	A31	B	
Nordrhein-Westfalen	B9 Tunnel	B9 Bonn-Bad Godesberg	E	
Thüringen	Tunnel Alte Burg	A 71 Km 112,3-113,2	E	
	Tunnel Rennsteig	A 71 Km 114,8-122,7	E	
	Tunnel Hochwald	A 71 Km 123,6-124,3	E	
	Tunnel Berg Bock	A 71 Km 126,4-129,0	E	
	Tunnel Pörzberg	L 1048		
Stand 28.01.2011				

Alle Tunnel, die mit Einschränkungen für Gefahrguttransporte versehen sind, sind seit 2010 gekennzeichnet und in einem zentralen, europaweiten Verzeichnis veröffentlicht.

Der aktuelle Stand für Tunnelbeschränkungen in Deutschland kann beim BMVBS auf folgender Webseite eingesehen werden:

<http://www.bmvbs.de/SharedDocs/DE/Artikel/UI/Gefahrgut/beschaenkung-der-nutzung-von-strassentunneln-gemaess-adr.html>

Der Stand von Tunnelbeschränkungen in Europa findet sich unter:

http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/country-info_e.htm

4.2.5 ADR-Anforderungen für Volumentransport von Druckwasserstoff

ADR definiert als Behälterarten für den Transport von Druckgasen: Zylinder, Flaschenbündel und Röhrentrailer. Das maximale geometrische Volumen für Zylinder ist 150 l. Größere Behälter werden ‚Röhren‘ genannt und haben ein geometrisches Volumen von > 150 l und von < 3.000 l. Röhren mit einem Volumen von > 3.000 l werden von ADR nicht abgedeckt.

ADR sieht keine Obergrenze für Druckbehälter zum Transport von gasförmigem Wasserstoff in Hochdruckbehältern vor.

Auch für Druckbehälter aus Verbundmaterialien spezifiziert ADR einen Sicherheitsfaktor von 3. ADR liefert keinen Hinweis zu Lebensdauer und wiederkehrender Prüfung und überlässt dies der Festlegung durch die jeweiligen nationalen Behörden. Dies kann potenziell ein Problem darstellen bei der Verifizierung der Konformität von Transportsystemen, die grenzüberschreitend eingesetzt werden.

Massenproduzierte Druckbehälter aus Verbundmaterialien haben aktuell ein geometrisches Volumen von 150 l. Behältervolumina für CGH₂ bei max. 50 MPa für 150-450 l scheinen gegenwärtig für Massenproduktion auf das größte Interesse zu stoßen. Ein wesentlicher Grund dafür ist, dass die im Rahmen der Qualifizierungstests erforderliche zerstörende Prüfung die Zerstörung von 30 Behältern erfordert, was bei steigender Größe der Behälter deutlich kostspieliger wird. Dies ist der Grund, im Rahmen der deutschen ATR-Regelung [ATR 2010] die max. Größe der Behälter auf 450 l zu begrenzen.⁷

Darüber hinaus hat das ISO/TC 58 Druckzylinder eine Arbeitsgruppe, die sich mit großen Verbundmaterialbehältern von > 3.000 l befasst (Genehmigungsprozess bei UN-WP15).

Vorteil von Verbundmaterialbehältern großen Volumens bei der Belieferung von HRS mit Wasserstoff ist die größere massenspezifische Menge, die reduzierte Anzahl von Verbindungen und die leichtere wiederkehrende Prüfung. Potenziell stellen große Hochdruckröhren im Versagensfall ein höheres Risiko dar und ihre mechanische Integrität wird dadurch noch entscheidender.

4.3 Verfahren zur Kategorisierung von Straßentunneln

Aufgrund des in Kapitel 4.2 aufgezeigten Regelbedarfs wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes [BAST 2009] einer Bund-/Länderarbeitsgruppe unter der Leitung der Bundesanstalt für Straßenwesen ein risikobasiertes, mehrstufiges Verfahren entwickelt, mit dem Straßentunnel einer Tunnelkategorie nach ADR 2007 zugeordnet werden können [ADR 2007]. Gleichzeitig lassen sich hierdurch die Vorgaben der RABT 2006 wie auch der EG-Tunnelrichtlinie umsetzen. Eine schematische Übersicht zum Verfahren ist in der nachfolgenden Abbildung 7 dargestellt.

⁷ Informationen aus persönlicher Kommunikationen von Dr. Georg Mair, BAM, und Randy Dey, CCS

Benutzbarkeit von Tunnel und Unterführungen

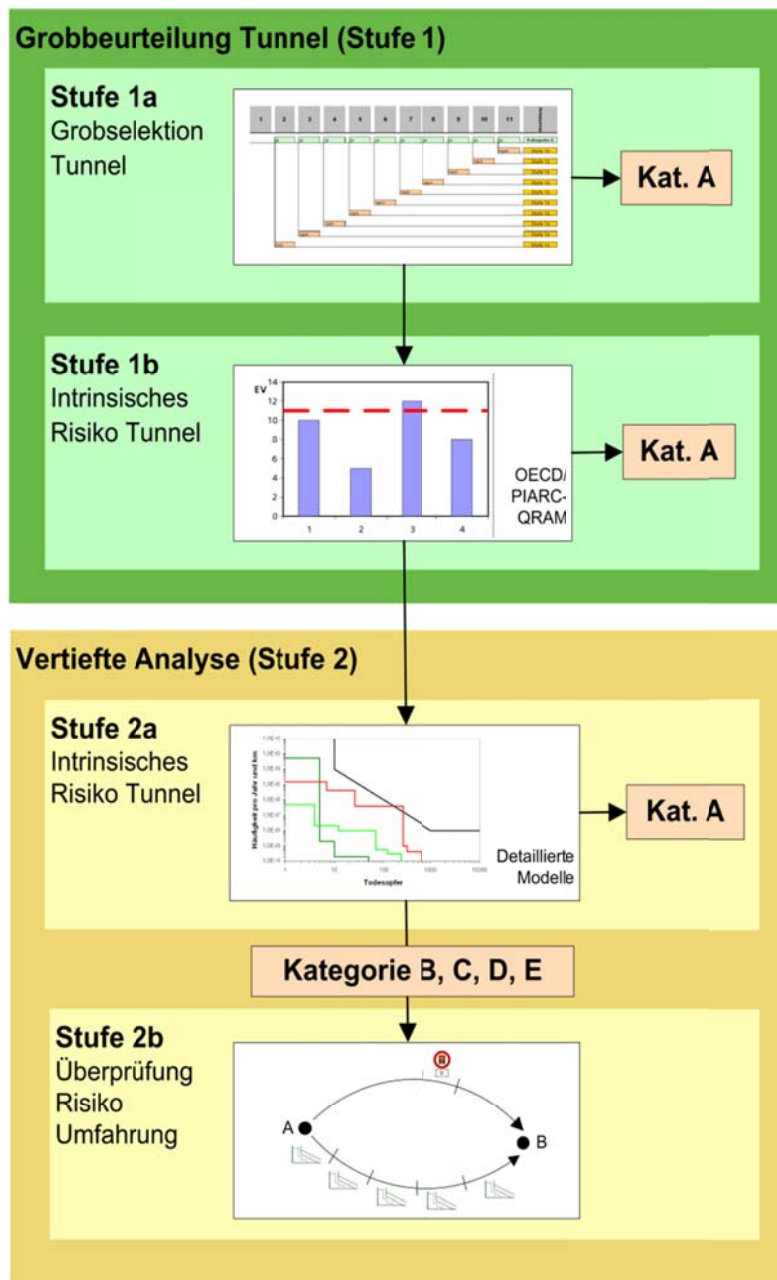


Abbildung 7: Verfahrensübersicht [BAST 2009]

Das Verfahren ist mehrstufig aufgebaut und gliedert sich in eine Grobbeurteilung (Stufe 1) und eine vertiefte Analyse (Stufe 2), die wiederum in zwei Substufen unterteilt sind:

- Stufe 1a: Grobselektion
- Stufe 1b: Ermittlung des intrinsischen Risiko anhand des OECD/PIARC QRA Modells
- Stufe 2a: Vertiefte Analyse des intrinsischen Risiko des Tunnels mit detaillierten Modellen

- Stufe 2b: Überprüfung der Risiken auf einer Umfahrungsstrecke

Der Prozess der Tunnelkategorisierung musste bis Ende 2009 für Bestandstunnel abgeschlossen sein. Die Durchführung obliegt den Bundes-, Staats- und Kommunalstraßenverwaltungen.

4.3.1 Stufe 1 a – Grobselektion

In der Stufe 1a des Verfahrens werden risikorelevante, charakteristische Kenngrößen des zu untersuchenden Tunnels wie beispielsweise Länge, Längsneigung, Sicherheitsausstattung oder Angaben zum Verkehr überprüft (vgl. Entscheidungsbaum in Abbildung 8).

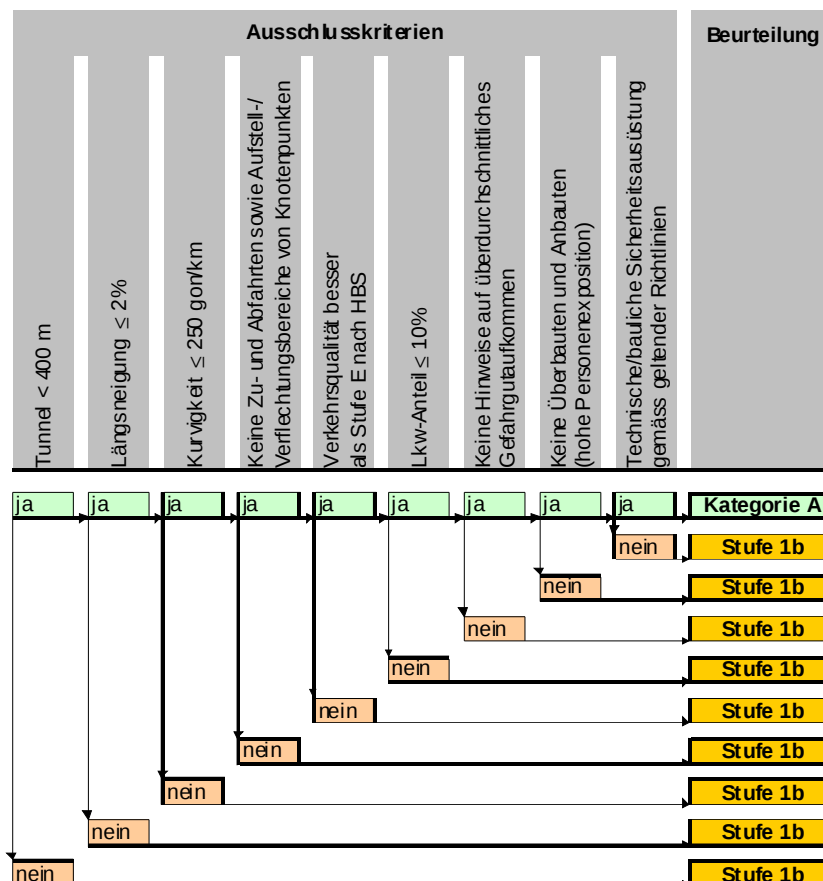


Abbildung 8: Entscheidungsbaum der Grobselektion aus Stufe 1a

Liegen alle Kenngrößen unterhalb der definierten Schwellenwerte, so können Gefahrguttransporte uneingeschränkt durch den Tunnel zugelassen bzw. der Tunnel der Kategorie A gemäß ADR zugeordnet werden. Andernfalls sind weitergehende Abklärungen zur Ermittlung der Risiken bzw. des Bedarfs nach etwaigen Transportbeschränkungen erforderlich (Stufe 1b des Verfahrens).

Benutzbarkeit von Tunnel und Unterführungen

Die Überprüfung der Tunnel-Kenngrößen basiert auf einer sehr pragmatischen Vorgehensweise, die mit geringem Aufwand ohne vertiefte Kenntnisse zu Risikoanalysen durchgeführt werden kann. Die Festlegung der zu berücksichtigenden Kenngrößen sowie der Schwellenwerte wurde aus Erkenntnissen und Erfahrungen aus verschiedenen bereits durchgeführten detaillierten Risikoanalysen abgeleitet. Weist der Tunnel eine Charakteristik auf, die ggf. sicherheitsrelevant ist aber durch die Grobselektion nicht berücksichtigt wird, ist der Tunnel in der nächsten Stufe zu untersuchen, mit der die Besonderheiten abgebildet werden können.

4.3.2 Stufe 1 b – Ermittlung des intrinsischen Risikos anhand des OECD/PIARC WRS Modells

In der Stufe 1b des Verfahrens werden die Risiken aus dem Transport gefährlicher Güter für den jeweiligen Tunnel anhand einer kommerziellen Software, dem OECD/PIARC QRA Modell quantitativ ermittelt. Mit Hilfe dieses Modells können standardmäßig die resultierenden Risiken für 13 Szenarien (davon 11 Gefahrgutszenarien) quantifiziert werden. Die Szenarien sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt. [PIARC 2009]

Tabelle 8: Risikoszenarien nach [PIARC 2009]

Szenario Nr.	Beschreibung	Tank-volumen	Leckgröße [mm]	Volumen-stromrate [kg/s]
1	LKW Brand 20 MW	-	-	-
2	LKW Brand 100 MW	-	-	-
3	Heißgasexplosion (Flüssiggasflaschen)	50 kg	-	-
4	Benzin Lachenbrand	28 t	100	20,6
5	Dampfexplosion Benzin	28 t	100	20,6
6	Chloraustritt	20 t	50	45
7	Heißgasexplosion (Flüssiggastank)	18 t	-	-
8	Dampfexplosion Flüssiggastank	18 t	50	36
9	Freistrahbrand Flüssiggastank	18 t	50	36
10	Austritt von Ammonium	20 t	50	36
11	Austritt von Acrolein aus Tanks	25 t	100	24,8
12	Austritt von Acrolein aus Flaschen	100 ltr	4	0,02
13	Gasexplosion von tiefgekühltem verflüssigten CO ₂	20 t	-	-

Das OECD/PIARC QRA Modell ist verhältnismäßig einfach handhabbar und wird heute bereits in verschiedenen Ländern angewandt. Wie die bisherigen Erfahrungen zeigen, werden die Risiken mit dem vorliegenden Standard-Modell teilweise sehr konservativ bewertet. Dies ist zum einen darauf zurück zu führen, dass das Modell bewusst von konservativen (worst case) Betrachtungen ausgeht, zum anderen können die in der Software hinterlegten Ausbreitungsmodelle die komplexen und spezifischen

Tunnelcharakteristika nur begrenzt abbilden. Für die Zwecke der Grobanalyse steht mit dem Modell jedoch ein sinnvolles Hilfsmittel zur Verfügung.

Zur Anwendung im vorliegenden Verfahren wurden im Rahmen des Forschungsprojektes spezifische Vorgaben zum einheitlichen Umgang vorgeschlagen. Ferner wurden Schwellenwerte für die mit dem Modell ermittelten Schadenserwartungswerte (kollektive Risiken) empfohlen, bei deren Unterschreitung auf eine weitere Untersuchung des Tunnels verzichtet werden kann und eine Beschränkung von Gefahrguttransporten nicht erforderlich ist. Der Tunnel kann in diesen Fällen der Kategorie A gemäß ADR zugeordnet werden.

Die für Wasserstoff maßgeblichen Szenarien sind die Szenarien 3, 7, 8 und 9.

4.3.3 Stufe 2 a – Vertiefte Analyse des intrinsischen Risiko des Tunnels

Zeigt sich, dass für einen zu untersuchenden Tunnel auf Basis der Grobbeurteilung (Stufen 1a und 1b) keine Freigabe für Gefahrguttransporte abgeleitet werden kann, werden im Zuge vertiefender Analysen die Risiken detaillierter ermittelt und die gegebenenfalls erforderlichen Beschränkungen nach ADR bestimmt. Um die Freisetzungsvorgänge und die Wirkungsmechanismen eines Gefahrstoffes nach dessen Freisetzung im Tunnel detaillierter abbilden zu können, wurde auf Basis bereits vorliegender Studien eine spezifische Methode entwickelt. Dabei kommen zur Ausmaßermittlung hoch auflösende Strömungs- und Ausbreitungs-, Wirkungs-, Flucht- und Evakuierungs- sowie bei Bedarf Verkehrsflussmodelle zum Einsatz.

Das Spektrum der transportierten Gefahrgüter und der verschiedenen Wirkarten sowie der transportierten Menge und Transportgebilde ist ausgesprochen breit und kann im Rahmen einer Risikoanalyse nicht vollumfänglich abgedeckt werden. Aus diesem Grund wurden mittels repräsentativer Stoffe – so genannte Leitstoffe – die maßgebenden Gefahrgutwirkungen (Explosions-/Druckwirkungen, Toxizität und Brandwirkung) abgebildet und zugehörige Ereignisszenarien definiert (vgl. Tabelle 9). Die Leitstoffe Benzin, Propan, Chlor und Trinitrotoluol stehen dabei stellvertretend für alle Stoffe, deren zu berücksichtigende charakteristische Gefahrgutwirkung vergleichbar ist. Das für Wasserstoff maßgebliche Ereignisszenario ist brennbares Gas mit der entsprechenden Gefahrgutwirkung Feuer und Druck unter dem Leitstoff Propan.

Die gewählten Leitstoffe und Szenarien weichen teilweise von denjenigen des für die Stufe 1b des Verfahrens verwendeten OECD/PIARC QRA Modells ab. Zum einen werden die im OECD/PIARC QRA Modell verwendeten Stoffe zur Abbildung der toxischen Wirkung (Acrolein, Ammoniak, Chlor) vereinfachend unter dem Leitstoff Chlor zusammengefasst. Zum anderen werden Druckwirkungen infolge Explosion anstelle von CO₂, welches sich nur bedingt zur Abbildung von Explosionswirkungen eignet, mit dem Leitstoff TNT abgebildet.

Tabelle 9: Definition der 8 Szenarien mit ihren Hauptauswirkungen bei entsprechendem Gefahrgut

Ereignisszenarien	Gefahrgutwirkung	Leitstoffe
Brennbare Flüssigkeiten	Feuer	Benzin
Brennbare Gase	Feuer/Druck	Propan
Toxische Gase/Flüssigkeiten	Toxizität	Chlor
Explosives	Druck	TNT

Die Leitstoffe und die Szenarien sowie die berücksichtigten Freisetzungsmengen wurden so gewählt, dass die Tunnelkategorien gemäß ADR sinnvoll abgebildet werden. Die Risiken, welche sich aus dem zugelassenen Gefahrguttransport für einen Tunnel einer bestimmten Kategorie nach ADR ergeben, lassen sich durch Kombinationen der für die betreffende Tunnelkategorie maßgebenden Szenarien ermitteln. Für die Ermittlung der leitstoffspezifischen risikobestimmenden Häufigkeiten und Schadensausmaße wurden im entwickelten Verfahren Vorgaben wie beispielsweise die Struktur von Ereignisbäumen oder zu berücksichtigende Einflussgrößen vorgegeben, sowie Anforderungen an die Modelle und deren Detaillierungsgrad für die Wirkungs- und Ausmaßermittlung definiert.

Um den Handlungsbedarf hinsichtlich etwaiger Beschränkungen von Gefahrguttransporten zu ermitteln und gegebenenfalls eine Kategorisierung des Tunnels gemäß ADR vornehmen zu können, wurde zur Beurteilung eine sogenannte Vergleichskurve festgelegt. Anhand der in Form von Summenkurven in einem Häufigkeits-Ausmaß-Diagramm dargestellten Risiken und der Vergleichskurve kann die jeweils erforderliche Kategorie nach ADR ermittelt werden (vgl. rote Kurve in der Abbildung 9).

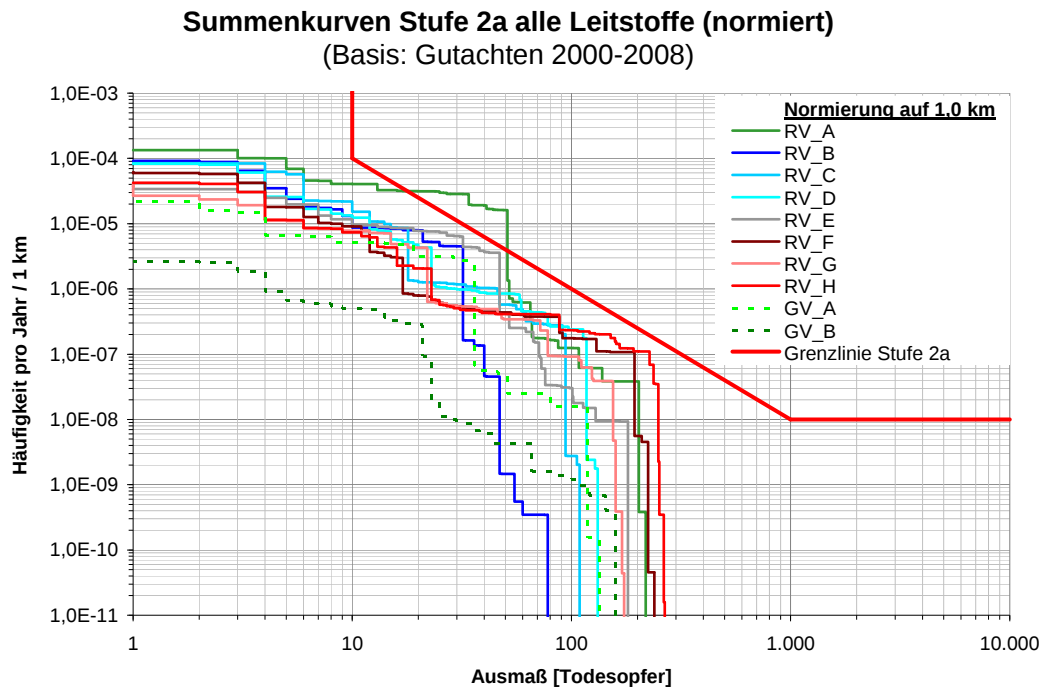


Abbildung 9: Summenkurven gemäß der Stufe 2a aller Leitstoffe (normiert) für verschiedene Straßentunnel (RV=Richtungsverkehr, GV=Gegenverkehr)

4.3.4 Stufe 2 b – Überprüfung der Risiken auf Umfahrungsstrecken

Zeigt die Analyse und Bewertung der Risiken gemäß Stufe 2a, dass eine Beschränkung für den zu untersuchenden Tunnel erforderlich ist, so ist nach den Vorgaben des ADR eine Umfahrungsstrecke für den entsprechenden Gefahrguttransport festzulegen. Im Rahmen der Stufe 2b des Verfahrens werden deshalb die resultierenden Risiken für die Umfahrungsstrecke bei einer etwaigen Transportbeschränkung für einen Tunnel untersucht. Das Vorgehen gliedert sich in zwei Schritte:

Untersuchung der Charakteristik der Umfahrungsstrecke hinsichtlich der risikorelevanten Einflussgrößen und Gliederung der Umfahrungsstrecke in einzelne Untersuchungseinheiten

4.3.5 Analyse und Bewertung der Risiken für die Untersuchungseinheiten.

Analog zum Vorgehen für Tunnelstrecken wurden im Verfahren Vorgaben und zu berücksichtigende Einflussfaktoren vorgeschlagen, welche bei der Ermittlung der Risiken für eine Umfahrungsstrecke einzubeziehen sind. Dies sind beispielsweise Anhaltspunkte zu Verzweigungspunkten in Ereignisbäumen und der Quantifizierung der zugehörigen Wahrscheinlichkeiten oder Anforderungen an Modelle zu Schadensausmaßermittlung.

Die Beurteilung der ermittelten Risiken für die Umfahrungsstrecke erfolgt – mit Ausnahme des Aspektes der Kategorisierung – analog zum Bewertungsverfahren wie es für Tunnel durchzuführen ist. Dabei wird wiederum dieselbe Vergleichskurve im Häufigkeits-Ausmaß-

Benutzbarkeit von Tunnel und Unterführungen

Diagramm verwendet wie für die Tunnel (vgl. auch Abbildung 9). Liegt die Summenkurve für die resultierenden Gesamtrisiken aus dem u.U. bereits vorliegenden Gefahrguttransport sowie dem zusätzlichen durch die Kategorisierung des Tunnels nach ADR umgelagerten Gefahrguttransport über der Vergleichslinie, so ist die Umfahrungsstrecke aus Blickwinkel der Risiken nicht geeignet und es ist eine andere Umfahrungsstrecke zu suchen. [BAST 2009]

Auswirkungen auf die Tunnelkategorisierung

Um die Auswirkung eines steigenden H_2 -Einflusses und den damit verbundenen Bedarf von zusätzlichen Beschränkungen zu untersuchen, sind insbesondere die Stufen 1b und 2a maßgebend.

In der Stufe 1b wird mittels festgelegter Eingangsparameter der Schadenserwartungswert für den Tunnel ermittelt. Relevante Eingangsparameter werden hier als Durchschnittswerte allgemein festgelegt, wie z.B. der Gefahrgutanteil, einzelne Zeitperioden, der Personenbesetzungsgrad, Unfallraten und die Möglichkeit von Sperrzeiten. Bezüglich des Gefahrgutanteils am Schwerlastverkehr wird ein Standardwert von 6% angenommen. Die Zusammensetzung dieser der jeweiligen Gefahrgutanteile ist in dem OECD/PIARC QRA Modell hinterlegt und in der

Tabelle 10 dargestellt.

Tabelle 10: Standard Gefahrgutverteilung für Deutschland bei der Eingabe in das OECD/PIARC QRAM

Gefahrgut	Anteil
Anteil aller brennbaren Flüssigkeiten (Tanktransporte) - z. B. Benzin, Diesel, etc.	0,2450
<i>davon: Anteil leicht entflammbarer brennbaren Flüssigkeiten (Tanktransport) - z. B. Benzin, etc.</i>	0,5000
Anteil brennbarer Gase (Tanktransport) - z. B. Propan etc.	0,0280
Anteil brennbarer Gase (Flaschen) - z. B. Propan etc.	0,0090
Anteil hochgiftiger Gase, Chlortransporte in großvolumigen Tanks (20 t)	0,0002
Anteil giftiger Gase (Tanktransport) - z. B. Ammoniak, etc.	0,0110
Anteil giftiger Flüssigkeiten (Tanktransport) - z. B. Acrolein, etc.	0,0010
Anteil giftiger Flüssigkeiten (Flaschen) - z. B. Acrolein, etc.	0,0010
Anteil nicht brennbarer Druckbehälter (Flaschen) - z. B. CO ₂ , etc.	0,0100

Den größten Anteil haben hier die brennbaren Flüssigkeiten, im wesentlichen Benzin- und Diesel-Treibstoffe. Propan als maßgeblicher Leitstoff für die entsprechende Gefahrgutwirkung für H₂ wird hier mit einem Anteil von 2,8% angenommen. In Anbetracht der Zunahme von H₂ und der daraus resultierenden Veränderung der Gefahrgutzusammensetzung muss hier, um konkrete Aussagen tätigen zu können, eine genaue Ermittlung der durchschnittlichen tatsächlichen Gefahrgutzusammensetzung für jedes Tunnelobjekt erfolgen, um genaue Aussagen über das Risiko eines Tunnels treffen zu können. Verfahren, die eine genaue Erfassung der Gefahrgutverteilung auf der Straße bzw. im Straßennetz ermöglichen sollen, werden derzeit in einzelnen Pilotprojekten untersucht. Mit Informationen, über die tatsächliche Zusammensetzung und der Berücksichtigung, dass sich z.B. der Anteil der Benzin- und Diesel-Transporte vermindern wird, können genauere Aussagen getroffen werden. Dies kann einerseits dazu führen, dass Tunnel, die vorher der Kategorie B oder C zugeordnet waren, aufgrund des veränderten Massenanteils in die Kategorie D eingestuft werden müssen.

Neben der tatsächlichen Gefahrgutzusammensetzung sind jedoch auch die anderen Eingangsparameter zu prüfen. Dies hat in regelmäßigen Abständen zu erfolgen und wird von den Regularien wie den RABT bei Festlegung und Änderung von Vorschriften oder Anforderungen für den Gefahrguttransport auch gefordert [RABT 2006] und dient damit

Benutzbarkeit von Tunnel und Unterführungen

gleichzeitig dem Abgleich von Prognosen, Überprüfung der Aktualität der Parameter und der daraus ggf. Anpassung der Parameter.

Weiterhin ist zu beachten, dass das in Kapitel 4.3 beschriebene Verfahren ausschließlich eine Entscheidungsgrundlage darstellt. Anderweitige Einflussparameter, die das Verfahren nicht darstellt, wie z.B. Einflüsse des Bauwerksschutzes, Schutz der Umwelt etc. können letztendlich zu einer anderen, i.d.R. verschärften Kategorisierung führen als das Verfahren im Ergebnis vorgibt.

4.4 Auswirkung sich ändernder Gefahrgutverteilungen

Unter dem Aspekt der Auswirkungen sich ändernder Gefahrgutverteilungen werden nachfolgend exemplarisch Auswirkungen des H_2 -Anstieges betrachtet. Dazu wurde anhand eines Tunnelbauwerks, das sich nach erfolgten Berechnungen gemäß des OECD/PIARC QRA Modells nahe dem Grenzwert befand und gerade noch der Kategorie A zugeordnet werden konnte, aufgezeigt, wie sich eine Zunahme von H_2 -Transporten auf das Risiko auswirken kann. Dabei wurden Grundannahmen für einen steigenden H_2 -Anteil aus Expertenbefragungen abgeleitet, die maßgeblichen Szenarien und Risikoerwartungswerte betrachtet und anhand eines Beispiels eine Modellierung nach OECD/PIARC QRA durchgeführt. Aus dem Ergebnis können erste Schlussfolgerungen für die steigende Versorgung mit Wasserstoff auf die Infrastruktur abgeleitet werden.

4.4.1 Grundannahmen

Für diese exemplarische Darstellung der Auswirkungen durch die Zunahme von H_2 wurden einzelne Durchschnittswerte aus den Vorgaben des Verfahrens verändert. Ausgangsbasis für H_2 ist Propan als Leitstoff.

In den Regularien zum Transport von Gefahrgutstoffen ist H_2 zwar aufgenommen, für das Kategorisierungsverfahren gemäß des OECD/PIARC QRA-Modells wurde jedoch Propan als Leitstoff verwendet, da dieser den bisher höchsten Anteil bei den Explosions- und Brandstoffen am Gefahrgut darstellt. Dies ist darin begründet, dass Propan als Leitstoff eine gute Abbildung des Ausmaßes für flüchtige brennbare (druckverflüssigte) Gase bildet und zur Zeit der Aufstellung des Modells ein Stoff mit dem höchsten Transportvolumen in seiner Wirkungsklasse darstellte. Dies hat sich bis heute auch nicht geändert.

Im Zuge einer Überarbeitung des Modells nach OECD/PIARC QRA ist je nach aktuellem und tatsächlich zu erwartendem H_2 -Anteil abzuwarten, ob H_2 als zusätzlicher Leitstoff Berücksichtigung finden sollte. Dazu müsste jedoch der tatsächliche Anstieg und ggf. ein höherer Anteil und somit ein größeres Schadensausmaß als bei Propan nachgewiesen werden.

Bei jedem Tunnel wird schon bei der Planung und Auslegung der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) berücksichtigt. Bezüglich des Schwerlastverkehrsanteils wird dieser tunnelspezifisch angenommen. Dabei existieren Bandbreiten innerstädtisch im Bereich von minimal 5%, im ländlichen Bereich von bis zu 20%.

Bezüglich des Gefahrgutanteils wird bundesweit ein durchschnittlicher Anteil von 6% des Gesamt-Lkw-Anteils angesetzt. Dieser Wert wurde auch für diese Untersuchung als

Basiswert angenommen. Von dieser Grundgesamtheit beträgt der relevante Anteil von Propan ca. 2,8%, der maßgebliche Anteil der kennzeichnungspflichtigen Gefahrguttransporte beträgt fast 25% für brennbare Flüssigtransporte wie Benzin- und Dieseltreibstoff

Unter der Annahme, dass sich der Anteil der neuen Energieträger vermehrt, geht auch gleichzeitig der Anteil der Benzin- und Diesel-Treibstofftransporte zurück. Dies hat entsprechend des Energiegehaltes zu erfolgen. Für die durchgeführten Berechnungen wurde daher die Annahme getroffen, dass durch die Zunahme von H₂, fünf H₂-Trailer vier Diesel-Trailer ersetzen. Daraus abgeleitet ergibt sich, dass aufgrund der unterschiedlichen Transportmengen bezogen auf den Energiegehalt sich die Anzahl der Gefahrguttransporte ändert, sprich maximiert wird. Für die Berechnungen wurde ein Anstieg von 10% angenommen, der Gefahrgutanteil somit auf 6,6% hochgesetzt.

4.4.2 Szenarien

Die maßgebenden Szenarien wurden schon im Rahmen der Stufe 2 a entsprechend des Verfahrens aufgezeigt. Die für Wasserstoff relevanten Szenarien sind dabei die des Leitstoffes Propan. Hierbei werden zwei Szenarien unterschieden, die sich lediglich in der Stoffmenge unterscheiden, 1t- und 12 t-Transporte. Die Wirkung des Szenarios ist dabei die sofortige Zündung und BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) oder eine verzögerte Zündung und Gaswolkenbrand und/oder Freistrahbrand. Beim BLEVE handelt es sich um einen Feuerball und meint die spontane Freisetzung eines verflüssigten, brennbaren Gases aus einem Druckbehälter unter Bildung eines (im Freien aufsteigenden) Feuerballs. Im Tunnel besteht analog zur Situation im freien Feld eine sehr niedrige Chance der Selbstrettung für Personen in Fahrzeugen, die sich in der Nähe des Brandnahbereichs befinden⁸, da die Ausbreitung der letalen Temperaturen oberhalb der Fluchtgeschwindigkeiten liegen. Die Auswirkungen für den Nutzer beim BLEVE sind verheerender als für das Bauwerk, bei dem aufgrund der kurzen Zeitspanne keine gravierenden Schäden zu erwarten sind.

4.4.3 Risikoerwartungswerte

Die Analyse aus der Stufe 1b des OECD/PIARC QRA Modells ergibt als Ergebnis einen Risikoerwartungswert (EV=expected value). Befindet sich dieser oberhalb des festgelegten Grenzwertes muss die Stufe 2a durchgeführt werden, in der die eigentliche Kategorisierung stattfindet.

Die Schwellenwerte für die Gesamtheit aller Szenarien sowie für die Einzelszenarien sind der nachfolgenden Tabelle 11 zu entnehmen. Der für H₂ maßgebliche Risikoerwartungswert ist der Schwellenwert für Brand und Druck sowie der Gesamterwartungswert.

⁸ Untersuchungen im Rahmen des Projektes SKRIBT [SKRIBT 2011] haben gezeigt, dass im Falle eines Vollstaus extreme Schadensausmaße erreicht werden können.

Tabelle 11: Schwellenwerte der Risikoerwartungswerte nach OECD/PIARC QRA

Szenarien- gruppe	Schwellenwert [1/km/y]
EV Gesamt	6.2 e-3
EV Brand	5.0 e-3
EV Brand/Druck	1.2 e-3
EV Toxizität	4.0 e-4
EV Druck	1.0 e-6

Da die Schwellenwerte über das Verfahren festgelegt sind, sind hier vorerst keine Änderungen im Zuge der H₂-Diskussion zu erwarten.

4.4.4 Modellrechnung nach OECD/PIARC QRE für einen Beispieeltunnel

Die Abbildung 10 zeigt die grafische Darstellung der Ergebnisse der Modellrechnung nach OECD/PIARC QRA (Stufe 1b).

Als Eingangswerte wurden die Standardwerte verwendet, lediglich der Gefahrgutanteil wurde leicht verändert, um die Auswirkungen sich ändernder Gefahrgutzusammensetzungen aufzuzeigen. Teile des Kraftstoffes (Diesel und Benzin) wurden durch einen höheren Wasserstoffanteil ersetzt und zwar bezogen auf den Energiegehalt. Die Umrechnung erfolgte allerdings in Propan, da das Propanszenario den Anteil des Flüssigkraftstoffes verringert, der Anteil an Propan sich analog erhöht (Massenvergleich 5 zu 4). Aufgrund dieser unterschiedlichen Transportkapazitäten erhöht sich somit der Gefahrgutanteil. Dieser wurde dadurch um rund 10% erhöht, dies bedeutet insgesamt eine Erhöhung von 6% auf 6,6%.

Es wurde ein Tunnel berechnet, der sich generell nah am Schwellenwert befindet. Dargestellt wurden die Auswirkungen bei Zunahme des H₂-Anteils von 0 bis 25% (x-Achse). Die rote Linie zeigt den Schwellenwert des Risikoerwartungswertes an. Bei diesem Tunnel stellte sich nach der Berechnung heraus, dass bei einer Zunahme auf rund 7% als Anteil von H₂ am Gefahrgut der Grenzwert des Szenarios Druck bzw. Brand überschritten und eine Beschränkung notwendig wäre. Das Brandrisiko bei dieser Betrachtung sinkt zwar, da durch die H₂-Zunahme der Benzin bzw. Diesel-Anteil reduziert wurde, dennoch ist bei der Gesamtbetrachtung schon bei einer Abweichung von nur einem Prozent der Schwellenwert überschritten, so dass eine Überprüfung der Stufe 2 a erfolgen müsste.

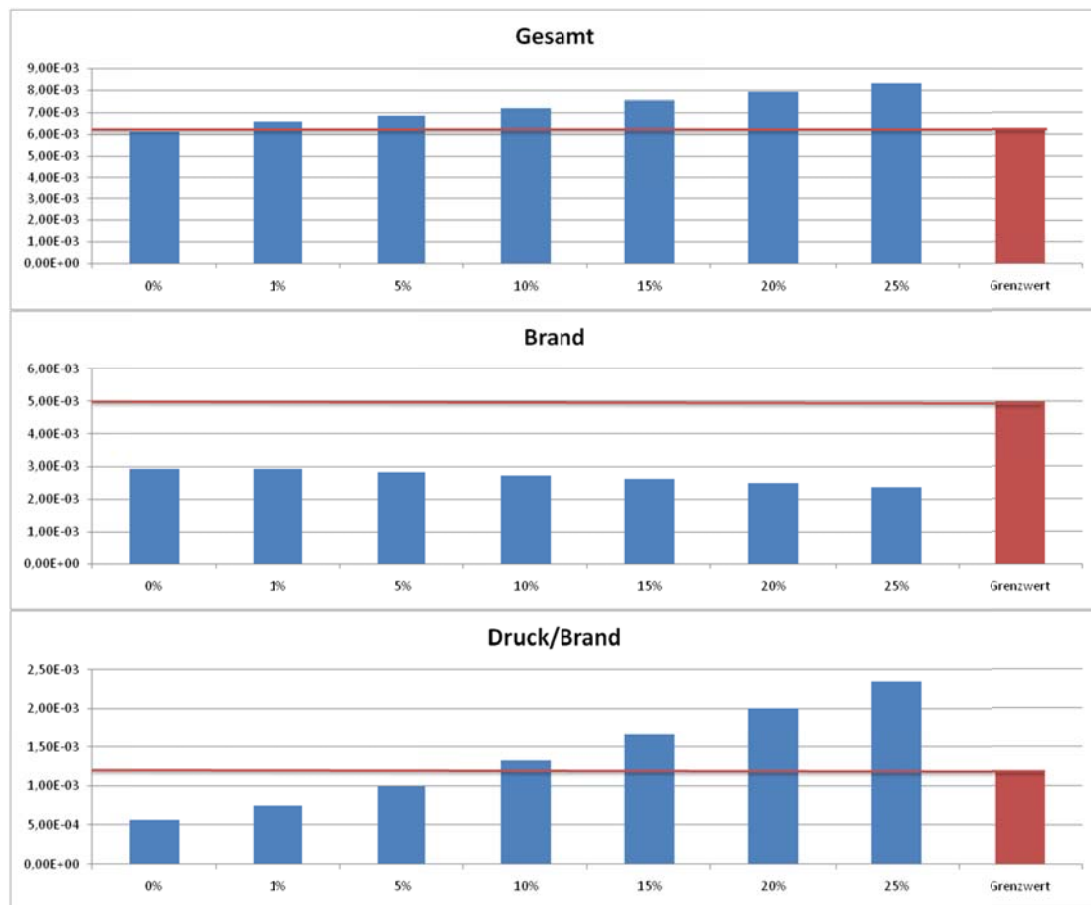


Abbildung 10: Ergebnisse aus der OECD/PIARC Modellrechnung

4.4.5 Standortanalyse am Beispiel der Versorgungsrouten für den Bereich Berlin-Schönefeld

In einem weiteren Schritt wurden die Versorgungspunkte mit bestehenden und geplanten Tankstellen untersucht, an denen H_2 zukünftig angeboten werden würde. Diesbezüglich wurden die Versorgungsrouten von den verschiedenen Zufahrtsmöglichkeiten untersucht. Betrachtet wurden exemplarisch die Regionen Berlin und Hamburg.

Für Berlin ergab sich auszugsweise folgende Abschätzung, welche grafisch in der Abbildung 11 dargestellt ist.

Die Versorgungsrouten von Norden her kommend sind aktuell nur eingeschränkt für Gefahrguttransporte nutzbar. Die zu durchfahrenden Tunnel sind derzeit schon kategorisiert (Kategorie B). Diese müssten alle neu geprüft werden, da eine Durchfahrt für H_2 durch die B-Kategorisierung ebenfalls ausgeschlossen ist. Sollten Versorgungspunkte (Tankstellen) mit H_2 nahe dieser nördlichen Tunnelbauwerke geplant werden, so sollten sie einer genauen Standortanalyse unterzogen werden.

Eine Versorgung durch den Süden stellt aus Sicht der Tunnelkategorisierung keine zusätzliche Einschränkung dar, da hier keine Tunnel durchfahren werden müssen.

Benutzbarkeit von Tunnel und Unterführungen

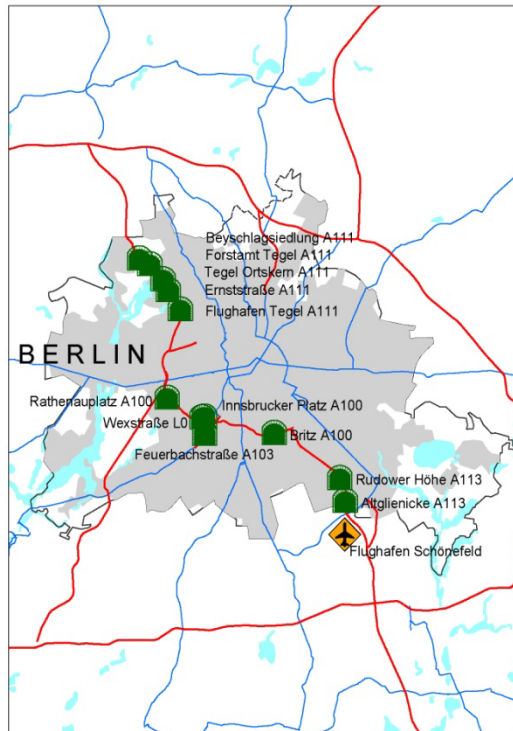


Abbildung 11: Versorgungsrouten und Tunnel im Raum Berlin

4.4.6 Schlussfolgerungen

In Anbetracht der nur stark an Prognosen und fehlenden Eingangswerten gestützten Untersuchungen werden für steigende Gefahrguttransporte mit der Fracht Wasserstoff folgende erste Erkenntnisse gezogen:

Tunnel, die nach jetzigem Stand insbesondere im Druck- bzw. Brandbereich schon nah am Schwellenwert gemäß des OECD-PIARC QRA Modells liegen, müssen bei steigendem H_2 -Anteil einer genaueren Analyse unterzogen werden. Einen wichtigen Eingangsparameter stellt dabei der tatsächliche Gefahrgutanteil dar. Dies bedeutet zudem, dass jetzt schon Tunnel, die an der Grenze einer Kategorisierung liegen, gemäß dem Verfahren neu untersucht werden müssen.

Bezüglich der Gefahrgutverteilung werden im Rahmen der Anwendung des Verfahrens der Kategorisierung vereinbarte Standardwerte angesetzt. Insbesondere bei Tunnelbauwerken nahe dem Schwellenwert sollte die tatsächliche Gefahrgutverteilung ermittelt werden, bzw. überprüft werden, sofern sie denn auf Versorgungsrouten und somit einer höheren H_2 -Trailer-Frequenz ausgesetzt sind.

Die Lage einer Tankstelle, die z.B. eine hohe Wasserstoff-Trailer-Frequenz aufweist, ist somit sehr relevant. Die Zuliefererrouten sind schon in der Planungsphase daraufhin zu untersuchen, ob nicht Tunnel durchfahren werden müssen, die ggf. nahe am Schwellenwert liegen. Beispiele wie im Großraum Berlin zeigen, dass vermutlich nur eine Zulieferung über den Süden her möglich wäre (siehe Abbildung 11). Auch hier wäre die annähernd tatsächliche Frequenz ein wesentlicher Eingangsparameter zur Beurteilung des

Risikos. Generell ist die rechtzeitige Einbindung in den Entscheidungsprozess der relevanten Träger wie Straßenverkehrsbehörde und der Einsatzdienste ratsam, da auch Individualentscheidungen nach ADR möglich sind.

Erst wenn eine signifikante Zunahme des H₂-Transportaufkommens bekannt ist, kann beurteilt werden, ob eine Anpassung des Verfahrens der Kategorisierung erforderlich wird. Dies wird jedoch erst dann der Fall sein, wenn der Transportanteil von H₂ den von Propan übersteigt. Derzeit besteht kein Handlungsbedarf einer Änderung des im Verfahren hinterlegten Grenzwertes. Das Verfahren lässt individuelle Anpassungen sowie Einzelentscheidungen in der Kategorisierung zu.

Die durchgeführten Berechnungen mit dem OECD/PIARC QRA Modell beruhen auf den heute anzusetzenden Eingangsgrößen. Zur genauen Abschätzung der Auswirkungen der H₂-Zunahme sind detaillierte Daten zur Änderung der Treibstoffanteile erforderlich. Nur hierdurch lassen sich zuverlässige Beurteilungen, auch langfristig, hinsichtlich der erforderlichen Tunnelkategorisierung ableiten. Dabei müssen auch die Veränderungen berücksichtigt werden, die sich ggf. in den nächsten 20 Jahren bedingt durch demografischen Wandel, Anstieg DTV, Veränderung der Gefahrgutzusammensetzung und der allgemeinen Verkehrszusammensetzung ergeben.

4.5 Zusammenfassung und weiter erforderliche Analysen

Bestehende Tunnel werden derzeit einheitlich nach ADR kategorisiert. Zur Anwendung kommt ein standardisierter, mehrstufiger Ansatz, der eine transparente und nachvollziehbare Entscheidungsgrundlage geben soll. Das Verfahren dient der zuständigen Verwaltungsbehörde als Entscheidungsgrundlage zur Zulassung von Gefahrgut bzw. zur Einschränkung von Tunneldurchfahrten für Gefahrgut. Die Anwendung des Verfahrens ist allerdings nicht zwingend vorgeschrieben. Weitere individuelle Rahmenbedingungen kann die zuständige Behörde bei einer Entscheidung hinzuziehen.

Die anzuwendenden Regelwerke sind ausreichend definiert und auch bei steigendem H₂-Anteil gültig. Einzelne Untersuchungen haben auf Basis quantitativer Risikoanalysen zu erfolgen, die auf sich ändernde Randbedingungen reagieren und angepasst werden können.

Das dargelegte Verfahren ermöglicht die Analyse der Risiken sowie die Beurteilung einer ggf. notwendigen Beschränkung von Gefahrguttransporten durch Tunnel, wie sie in den geltenden Vorschriften und Richtlinien für Tunnel (Tunnelrichtlinie 2004/54/EG und RABT2006) sowie im ADR gefordert sind. Das angewandte Verfahren ist als Hilfsmittel für die Kategorisierung zu verstehen, das einen einheitlichen Umgang mit der Thematik ermöglichen soll.

Die Gliederung des Verfahrens in mehrere Stufen erlaubt es, dass nicht für alle Tunnel die Risiken a priori mit komplexen Methoden und Modellen untersucht werden müssen und der Analysetiefgang sich an den jeweiligen tunnelspezifischen Gegebenheiten orientiert. Für die einzelnen Stufen wurden die zu berücksichtigenden anwendungsspezifischen Einflussfaktoren und Randbedingungen hergeleitet und definiert. Bei der Entwicklung des Verfahrens und der Festlegung der Anforderungen an Modelle und Grundlagen wurde

Benutzbarkeit von Tunnel und Unterführungen

darauf geachtet, dass eine einheitliche Umsetzung möglich ist. Grundlage für die methodischen Elemente des entwickelten Verfahrens bildeten Erfahrungen aus bereits vorliegenden Gefahrgutrisikoanalysen sowie Sensitivitätsanalysen mit dem OECD/PIARC QRA Modell hinsichtlich der Eignung im Verfahren.

Die in der Methodik festgelegten Schwellenwerte bzw. Kriterien zur Beurteilung des Handlungsbedarfs wurden auf Grundlage der existierenden vergleichsweise geringen Datenbasis hergeleitet und festgelegt. Sie müssen deshalb nach Vorliegen hinreichender Erfahrungen mit dem beschriebenen Verfahren wieder überprüft, gegebenenfalls angepasst und weiter entwickelt werden.

Die Berechnungen nach dem OECD/PIARC QRA-Modell wurden überwiegend mittels der standardmäßig hinterlegten Werte berechnet. Einzelne Werte wurden verändert, wie z.B. die Erhöhung des Gefahrgutanteils und hier adäquat der Anteil von Propan als maßgeblicher Leitstoff für Explosions- und Brand Gemische, denen auch H_2 zuzuordnen ist. Die Änderung der Grunddaten erfolgte anhand von Prognosen und Annahmen, die sich aus einer Veränderung des Kraftstoffbedarfs ergeben können. Verlässliche Daten und Prognosen existieren derzeit nicht. Um genaue Berechnungen durchzuführen, die alle Randbedingungen erfassen, den demografischen Wandel und die Veränderung des Kraftstoffbedarfs sowie den daraus abgeleiteten tatsächlichen Gefahrgutanteil berücksichtigen, sind weitere gezielte Untersuchungen notwendig.

Die Kriterien, die dem OECD/PIARC QRA-Modell zugrunde gelegt sind, müssen ggf. erweitert werden.

Das Verfahren deckt die Gefahrgutverteilung ab, jedoch sind hier tunnelspezifische Angaben zu den Eingangsparametern notwendig. Für die Verteilung der Tankstellen im Straßennetz, die mit H_2 beliefert werden, wird empfohlen, zu prüfen, ob eine Verschärfung der Gefahrgutkategorisierung der angrenzenden Tunnel erforderlich wird oder eine H_2 -Zulieferung der Tankstellen aufgrund kategorisierter Tunnel erschwert wird.

Es sind Verfahren zu implementieren, die die tatsächliche Gefahrgutzusammensetzung beschreiben und so eine genaue Aussage über den Ist-Zustand geben, auf denen dann Prognosen aufgebaut werden können, um auch langfristig den Sicherheitsanforderungen gemäß der einschlägigen Regelwerke genügen zu können.

5 NUTZUNG DER MATRIX ZUR SICHERHEITS- UND RCS-SPEZIFISCHEN DATENERFASSUNG

5.1 HyLights Monitoring and Assessment Framework (MAF) Handbuch

Im Rahmen des von der Europäischen Kommission geförderten Projekts „HyLights“ (www.hylights.eu) wurde in Zusammenarbeit mit europäischen Industrie (Vertreter der Automobilindustrie, Mineralölunternehmen, Energieversorgungsunternehmen) sowie unter Einbindung der zwischen 2006 und 2008 größten laufenden WasserstoffsDemonstrationsprojekte für den Straßenverkehr (CEPI, HyFleet:CUTE, ZeroRegio, HyChain) ein Handbuch für die Begleitung, Beurteilung und Bewertung zukünftiger Demonstrationsprojekte wasserstoffbetriebener Straßenfahrzeuge und Wasserstofftankstellen in Europa entwickelt.

Dieser Leitfaden soll bei allen zukünftigen Demonstrationsprojekten mit wasserstoffbetriebenen PKWs oder Bussen und Wasserstofftankstellen, die von der europäischen Kommission gefördert werden, als Grundlage für Datenermittlung und Datenauswertung verwendet werden. Neben technischen Leistungsparametern, wie z.B. Betriebstemperaturen, spezifische Leistungsdichten, Angaben über die Mengen und Zeitintervalle des vertankten Wasserstoffs usw., sollen auch Angaben zu Erfahrungen bei der Genehmigung und beim Betrieb von Fahrzeugen und Tankstellen wie auch zu sicherheitsrelevanten Ereignissen (Unfälle, Beinahe-Unfälle) gemacht werden.

Tabelle 12 liefert eine kurze Übersicht der im HyLights MAF Handbuch vorgeschlagenen Leistungsparametern (Performance Indicators – PI).

Folgende Parameter wurden dabei für dieses Projekt als relevant identifiziert:

- V-12 Safety incidents reporting
- V-16 Approval and operational hurdles of the vehicle
- I-8 Safety incidents reporting
- I-16 Approval and operational hurdles of the hydrogen refueling station (HRS)

Nutzung der Matrix zur sicherheits- und RCS-spezifischen Datenerfassung

Tabelle 12: HyLights MAF Handbuch: Identifizierte Leistungsparameter

PI-#	Issue	Unit	PI-#	Issue	Unit
Hydrogen Vehicle Performance Indicators			Hydrogen Infrastructure Performance Indicators		
(V-1)	maximum speed	km/h	(I-1)	fuel dispensing capacity	kg per h kg per day # of dispensers # of nozzles
(V-2)	acceleration and elasticity	s	(I-2)	refuelling station siting	m*m
(V-3)	driving range	km	(I-3)	boil-off rate of the stationary LH ₂ storage (at HRS)	g (H) per day
(V-4)	drivetrain power density	l per kW kg per kW	(I-4)	refuelling quantity	kg per day kg (total)
(V-5)	ambient temperature limits for vehicle operation	min °C max °C	(I-5)	refuelling time	min per kg
(V-6)	maximum hydrogen storage capacity of the vehicle	kg of H ₂	(I-6)	utilisation rate of the refuelling station	%
(V-7)	energy density of the hydrogen storage	wt% kg per liter	(I-7)	availability of the refuelling station	%
(V-8)	LH ₂ storages autonomy time of the vehicle	days from 50% state of filling to remaining range of 20 km	(I-8)	safety incidents reporting	report
(V-9)	total travelled distance	km	(I-9)	fuel quality and composition	% of H ₂ ppms of impurities
(V-10)	hydrogen refuelled and consumed	kg per refuelling	(I-10)	hydrogen losses at the refuelling station	%
(V-11)	vehicle availability	%	(I-11)	quantity of delivered H ₂ (central H ₂ production)	kg per interval
(V-12)	safety incidents reporting	report for each vehicle	(I-12)	produced H ₂ (onsite H ₂ production)	kg per interval
(V-13)	vehicle efficiency fuel consumption	% kg /100 km l/100 km	(I-13)	utilisation rate of fuel production unit (onsite H ₂ production)	%
(V-14)	vehicle emissions – regulated emissions	g per km	(I-14)	specific energy demand	kWh energy per kWh H ₂
(V-15)	customer satisfaction	report	(I-15)	customer satisfaction of the refuelling station handling and opening hours of the station	report
(V-16)	approval and operational hurdles of the vehicle	report	(I-16)	approval and operational hurdles of the HRS	report
(V-17)	buses – number of passengers	number of passengers			

Weitere Informationen und Erläuterungen zu den einzelnen Leistungsparametern finden sich im HyLights MAF Handbuch das unter folgender Webseite herunter geladen werden kann:

(http://www.hylights.eu/publications/reports/D3_3_MAF_Handbook-I_FINAL_23October2008.pdf)

5.2 Erkenntnisse aus der nationalen Umfrageaktion

Nachdem das HyLights MAF Handbuch für europäische Projekte entwickelt wurde und noch keine umfassenden Erfahrungen bei der Umsetzung vorliegen, wird es heute auf nationaler Ebene nur in einem Projekt freiwillig als Leitfaden herangezogen.

Zusammenfassend hat sich ergeben, dass hieraus bisher keine spezifischen Auswertungen oder Erkenntnisse zu sicherheits- oder genehmigungsrelevanten Aspekten für diese Arbeit vorliegen, die im Rahmen eines MAF-Reportings national oder europaweit erfasst und zusammengeführt wurden.

5.2.1 Clean Energy Partnership

Der Einsatz des von HyLights entwickelten Monitoring & Assessment Framework (MAF) wurde im CEP diskutiert. Einige Fälle wurden auch entsprechend dokumentiert, jedoch wird eine intern adaptierte Variante verwendet. Die Daten werden bei CEP also in Anlehnung an das MAF erhoben.

Für das Fahrzeug werden V-12/V-16 nicht fahrzeug- oder hersteller-bezogen erhoben, also Vorfälle nicht formalisiert erfasst, sondern durch den Autohersteller bei Interesse bzw. Notwendigkeit über die PR-TaskForce von CEP kommuniziert.

Alle genehmigungsrechtlichen Probleme werden in ihrer Gesamtheit in den Task Forces diskutiert.

Bei der Erhebung von I-8/I-16 werden Incident Reports erstellt und CEP-intern über die Projektdatenblätter verfügbar gemacht. Die Erhebung von Daten für die H₂-Betankung geht deutlich über das im MAF geforderte Maß hinaus (z.B. werden sowohl die technische als auch die kundenrelevante Betankungsdauer erhoben).

5.2.2 HyFLEET:CUTE

In Hamburg-Hummelsbüttel werden sicherheitsrelevante Vorkommnisse noch an die alten Projektpartner von HyFLEET:CUTE berichtet.

5.3 Erkenntnisse aus der europaweiten Anwendung

Heute liegen noch keine Erkenntnisse aus europäischen Demonstrationsprojekten vor, da sich das MAF-Reporting erst in der Einführungsphase befindet. Mit dem europäischen Demonstrationsprojekt „H2movesScandinavia“ (www.h2moves.eu) findet das HyLights MAF Handbuch die erste Anwendung. Die weitere Anwendung des Leitfadens ist im Rahmen zukünftiger Demonstrationsprojekte vorgesehen.

In einem weiteren Schritt, der sich momentan in Vorbereitung befindet, sollen die gesammelten Erkenntnisse aus den einzelnen Demonstrationsprojekten auf europäischer Programmebene (FCH JU) zusammengeführt, gesammelt und ausgewertet werden.

5.3.1 H2movesScandinavia

Im Rahmen dieses Demonstrationsprojektes werden für 19 Brennstoffzellen PKWs (Daimler, Hyundai, H2Logic) und zwei Tankstellen (Oslo und Kopenhagen) Daten gesammelt und ausgewertet. Aktuell liegen noch keine Auswertungen vor, da die Demonstrationsphase erst im November 2011 begonnen hat und erste Zwischenberichte erst 2012 vorliegen.

5.4 Empfehlung für weitere Nutzung der Matrix

5.4.1 Nationale Ebene

Erfahrungen und Erkenntnisse die im Rahmen von Demonstrationsprojekten gesammelt werden und wurden sollen auf nationaler Ebene in den einzelnen Mitgliedstaaten gesammelt, ausgewertet, dokumentiert und weitergegeben werden. Hierzu könnte beispielsweise das HyLights MAF Handbuch eine Grundlage bieten bzw. Erfahrungen, Methoden und etablierte Routinen beim Reporting großer Demonstrationsprojekte, z.B. CEP, HyFLEET:CUTE diesen Leitfaden ergänzen oder weiterentwickeln.

In Form von harmonisierten Zwischen- und Endberichten sollen wesentliche Erkenntnisse, Hemmnisse, sicherheitsrelevante Aspekte auf europäischer Ebene – auch aus den national geförderten Demonstrationsprojekten gesammelt werden.

Es wird daher empfohlen, dass insbesondere Aspekte der Genehmigung, des Betriebes und der sicherheitsrelevanten Ereignisse, die beispielsweise im Rahmen des HyLights MAF Handbuchs durch die Parameter V-12, V-16, I-8, I-16 benannt werden, in Form von regelmäßigen Berichten an das FCH JU sowie an CEP/NOW/BMVBS weitergereicht werden. Deutschland könnte hier durch die einzigartigen Erfahrungen eine wichtige Vorreiterrolle einnehmen und bei der inhaltlichen Gestaltung der Berichtsform wichtige Standards schaffen.

Wichtig ist es auch ähnlich wie im Projekt „CEP“, eine Art „Task-Force“ auf nationaler Ebene einzurichten. Dort sollten Hersteller und Behörden im direkten Austausch mit den betroffenen Projekten stehen, um wichtige sicherheitsrelevante Aspekte bei Bedarf kurzfristig abklären zu können.

5.4.2 Europäische Ebene

Neben der projektspezifischen Berichterstattung sollen auf Programmebene die Erfahrungen ausgetauscht werden und übergeordnete Auswertungen vorgenommen werden. Neben den europäischen Projekten sollen hier auch die Ergebnisse und Erkenntnisse aus national geförderten Projekten gesammelt werden. Hersteller wie auch Vertreter der nationalen Behörden könnten sich hier in regelmäßigen Abständen austauschen.

6 ABKLÄRUNG DER ANFORDERUNGEN ZUR KENNZEICHNUNG UND BEHANDLUNG VON WASSERSTOFFFAHRZEUGEN

6.1 Erkenntnisse aus Veröffentlichungen

6.1.1 Anforderungen und Empfehlungen zur Gefahrenvorbeugung (wiedergegeben aus AGBF 2008)

Es bestehen derzeit nur wenige besondere Vorschriften speziell für Wasserstoff. Grundsätzlich gelten die Vorschriften bzw. Empfehlungen für brennbare Gase wie z.B.:

- ADR (Gefahrguttransport)
- Explosionsschutzverordnung
- Berufsgenossenschaftliche Richtlinie und Informationen
- Sicherheitsdatenblatt Wasserstoff
- Normen z.B. über Speicher, Ventile
- Druckgeräterichtlinie (ortsfeste PED, ortsbeweglich TEPD)
- TRBS 3145 (derzeit noch im Entwurf)

Die Regelungen betreffen insbesondere die Lagerungsmengen und Lagerorte. Es handelt sich hierbei um Aussagen zu Betreiberverantwortung und Betreibervorschriften.

Für die Wasserstofflagerung gibt die TRBS 3145 u.a. mengen- und stoffabhängige Mindestabstände sowie Vorschriften für die Durchlüftung vor.

Es wird empfohlen, bei genehmigungsfreier Lagerung 4,5 kg Wasserstoff oder 50 Nm³ Wasserstoff (Nm³ bedeutet Normkubikmeter) nicht zu überschreiten (dies entspricht 5 Druckgasflaschen mit 50 Liter Volumen und 200 bar Fülldruck). Dies ist vergleichbar 11 kg Propan.

Allgemein ist auf gute Durchlüftung der Räume zu achten, in denen Wasserstoff vorhanden ist. Im oberen Bereich der Räume sollten geeignete Entlüftungsöffnungen vorhanden sein!

Eine Raumkennzeichnung in Form von Warnschildern muss nach Richtlinien für Arbeitsstätten und Labore und nach den Unfallverhütungsvorschriften durchgeführt worden sein (siehe ANNEX B).

Es sollten auch alle anderen Räume, in denen Wasserstoff verwendet oder gelagert wird, an den Zugangstüren gekennzeichnet sein. Gleiches gilt auch für Kraftfahrzeuge mit Wasserstoff als Antriebsmedium.

Wasserstoffführende Teile sollten vor mechanischer Beschädigung geschützt sein hierfür sind nichtbrennbare Materialien zu verwenden.

Abklärung der Anforderungen zur Kennzeichnung und Behandlung von Wasserstofffahrzeugen

Räume, in denen Wasserstoff austreten kann, dürfen nicht mit einer CO₂-Anlage geschützt werden, da CO₂ beim Ausströmen Wasserstoff entzünden kann.

Im Umfeld ortsfester Wasserstoffspeichereinrichtungen sind aufgrund der Betriebssicherheitsverordnung ausreichende Sicherheits- und Schutzabstände festzulegen, damit brennend austretender Wasserstoff keine Folgebrände verursachen kann oder benachbarte Einrichtungen durch Brandeinwirkung geschädigt werden. Diese Abstände sind den entsprechenden Regelwerken zu entnehmen.

Bei der brandschutztechnischen Stellungnahme zu einem Bauvorhaben in Verbindung mit Wasserstoff sollten durch die Feuerwehr mindestens folgende Fragen geklärt werden:

- Auf welche Vorschriften bezieht sich die Abnahme?
- Entspricht die Anlage dem Stand der Technik?
- Gibt es Messeinrichtungen für Wasserstoff?
- Wurde in das sicherheitstechnische Konzept der Wasserstoffanlage ein Sachverständiger der Zugelassenen Überwachungsstelle (z.B. TÜV SÜD) eingebunden und hat ggf. die Anlage auf Einhaltung der Anforderungen (Druck, EX, Elektrik) geprüft?
- Liegen eine Gefährdungsbeurteilung und das Ex-Schutz-Dokument gemäß Betriebssicherheitsverordnung vor?
- Sind die erforderlichen Maßnahmen des EX-Schutzes beachtet?
- Sind die für brennbare Gase geltenden Vorschriften eingehalten?
- Welche betrieblichen Maßnahmen sind für Fall einer Wasserstofffreisetzung vorgesehen? (Deaktivierung, z.B. Inertisierung der Anlage mit Stickstoff bei größeren Anlagen)
- Welche Mengen Wasserstoff befinden sich im Speicherbehälter?
- Welche Mengen Wasserstoff befinden sich maximal im System?
- Welche Mengen Wasserstoff können maximal austreten?
- Wie groß ist der Aufstellraum?
- Wie ist die Abführung von ausgetretenem Wasserstoff geregelt?

6.1.2 Anforderungen und Empfehlungen zur Gefahrenabwehr (wiedergegeben aus AGBF 2008)

Grundsätzlich Windrichtung beachten! Annäherung mit dem Wind!

a) Feststellen, ob Wasserstoff an der Einsatzstelle vorhanden ist

- Kennzeichnung der Gasflaschen beachten (Rote Flaschenschulter, Flammensymbol; siehe ANNEX B)
- Typisches Aussehen von Transportfahrzeugen erkennen

SICHERE WASSERSTOFFINFRASTRUKTUR

Abklärung der Anforderungen zur Kennzeichnung und Behandlung von Wasserstofffahrzeugen

- Fahrzeugkennzeichnung von PKW beachten



Abbildung 12: Transportfahrzeuge für den Transport von gasförmigem Wasserstoff



Abbildung 13: Transportfahrzeug für den Transport von flüssigem Wasserstoff (tiefkalt)

- Ladepapiere einsehen
- Gefahrzettel Flammensymbol (siehe ANNEX B)
- Raumkennzeichnung. Grundsätzlich müssen Lagerorte von brennbaren Gasen gekennzeichnet sein. (siehe ANNEX B)
- Festverlegte Leitungen für Wasserstoff sind gelb mit Zusatzfarbe rot gekennzeichnet, Beschriftung schwarz (siehe ANNEX B)

b) Feststellen, ob Wasserstoff austritt

- Auf Geräuschentwicklung achten

Abklärung der Anforderungen zur Kennzeichnung und Behandlung von Wasserstofffahrzeugen

- Ortsfeste Messeinrichtungen beachten
- Falls vorhanden mit Wasserstoffmessgerät messen
- Undichtigkeiten durch schaubildende Lecksuchsprays nachweisen

b1) Wasserstoffaustritt brennend

- Die Flamme ist bei Tageslicht kaum sichtbar.
- Deswegen Flamme sichtbar machen (z. B. durch Wärmebildkamera; kaltes Bild (dunkel) beim Ausströmen, heißes Bild (hell) bei Brand. Evtl. Flammen mit Wasserdampf sichtbar machen. Wenn keine Wärmebildkamera vorhanden, aus sicherer Entfernung einen brennbaren nicht elektrisch leitenden Gegenstand in den Gasstrahl halten und Entzündung beobachten).
- Speicherbehälter und anderes Equipment massiv kühlen mit großen Wassermengen (kein Schaum, kein Hochdrucknebel, kein CO₂).
- Leck schließen durch betriebliche Maßnahmen in Zusammenarbeit mit dem Betriebspersonal, wenn dies gefahrlos möglich ist.
- Inertisierung der Anlage prüfen.
- Ausbrennen lassen, wenn die Wasserstoffzufuhr nicht abgesperrt werden kann. (Durch das Ausströmen kühlt sich der Druckbehälter eher ab. Bei brennendem Ausströmen ist mit einem Bersten des Druckbehälters definitiv nicht zu rechnen.)
- Umgebung kühlen.
- Sicherheitsabstände und Absperrung entsprechend der Wärmestrahlung und ggf. umherfliegenden Materialien beim Bersten von Einrichtungsteilen der Anlage festlegen.
- Brandlast in der Umgebung entfernen.
- Achtung: Bei stark erwärmtem Druckbehälter (z.B. Wasser verdampft) besteht die Gefahr, dass es bei nachlassendem Gasdruck zu einem Flammenrückschlag in den Druckbehälter kommen könnte mit der Folge einer Implosion.

b2) Austritt nicht brennend

Hinweis: Aufgrund der äußerst geringen Mindestzündenergie von Wasserstoff ist dieser Fall sehr unwahrscheinlich!

- Zündquellen vermeiden (auch auf Handy achten!)
- Keine nicht ex-geschützten elektrischen Einrichtungen einschalten!
- Ausschließlich EX- geschützte Geräte verwenden.
- Absperrung entsprechend FWDV 500 im Umkreis von zunächst 50 m.

SICHERE WASSERSTOFFINFRASTRUKTUR

Abklärung der Anforderungen zur Kennzeichnung und Behandlung von Wasserstofffahrzeugen

- Leck schließen durch betriebliche Maßnahmen in Zusammenarbeit mit dem Betriebspersonal, wenn dies gefahrlos möglich ist.
- Inertisierung der Anlage prüfen.
- Kein CO₂- Einsatz wegen Entzündungsgefahr.
- Natürliches Belüften, Querlüften.
- Druckbelüftung und Lüftereinsatz nur nach genauer Risikoabschätzung.
- Windrichtung beachten.
- Über der Austrittsstelle befindliche Bauteile beachten, die die Ausbreitung der Gaswolke nach oben behindern könnten.
- Nicht in den Gasstrom greifen - Gefahr der Kälteverbrennung von Körperteilen durch tiefkalten Wasserstoff.
- Brandlast in der Umgebung entfernen.
- Löschangriff zum Schutz der Umgebung vorbereiten!

c) Beflammung eines Wasserstoffdruckbehälters von außen

- Höchste Gefahr des Berstens des Behälters, falls die Sicherheitseinrichtung ausfällt.
- In diesem Fall Absperrbereich.

Tabelle 13: Absperrbereiche für die Gefahr des Berstens von Behältern

Objekt	Primärer Räumungsradius	Sekundärer Räumungsradius Bei Berstgefahr
Einzelflasche Wasserstoffbetriebenes Fahrzeug	50 m	100 m
Flaschenbatterien (auch auf Trailer)	150 m	400 m
Jumbo-Tube-Trailer Flüssigwasserstoff-transportfahrzeuge	200 m	750 m

(nach Uelpenich, siehe BrandSCHUTZ 10/93, S. 701)

- Bei der Festlegung der Räumungsradien abschirmenden Effekt von Objekten bzw. Gebäuden berücksichtigen
- Massiv Kühlen mit großen Wassermengen (kein Schaum, kein Hochdrucknebel, kein CO₂)
- Evakuierung prüfen
- Feuer löschen

Abklärung der Anforderungen zur Kennzeichnung und Behandlung von Wasserstofffahrzeugen

- Brandlasten in der Umgebung entfernen
- Achtung: Die Druckentlastungseinrichtung kann eine Schmelzsicherung oder mehrere Sicherheitsventile sein. Deswegen das Wasser zur Kühlung nicht auf eine evtl. Austrittsstelle richten.

6.1.2.1 Fahrzeugkennzeichnung von PKW

Für den ausländischen Markt gelieferte Fahrzeuge mit Wasserstoffantrieb sind gekennzeichnet (z.B. in Amerika nach SAE- Norm J 2278). Für Deutschland ist eine solche Regelung aufgrund der EC 406/2010 ebenfalls gegeben und einzuhalten. Bis dorthin gelten hilfsweise Aufkleber mit Texten wie „CleanEnergy“, „Powered by Hydrogen“ etc. Hinweise auf Wasserstoff; evtl. auch Tankanschlussstutzen beachten!



Abbildung 14: Hersteller- oder projektbezogene Kennzeichnungen von Wasserstofffahrzeugen

Für typgeprüfte Straßenfahrzeuge der Klassen M und N sind nachfolgend dargestellte Kennzeichnungsregelungen gültig.

- Bei wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen der Klassen M1⁹ und N1¹⁰ muss jeweils ein Kennzeichen im Motorraum und ein weiteres in der Nähe der Einfülleinrichtung angebracht sein.
- Bei wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen der Klassen M2¹¹ und M3¹² müssen die Kennzeichen am Fahrzeug vorn und hinten, in der Nähe der Einfülleinrichtung sowie außen an den Türen angebracht sein.

⁹ M1: Fahrzeuge zur Personenbeförderung mit höchstens acht Sitzplätzen außer dem Fahrersitz (umgangssprachlich: PKW und Wohnmobile)

¹⁰ N1: Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer zulässigen Gesamtmasse bis zu 3,5 t

¹¹ M2: Fahrzeuge zur Personenbeförderung mit mehr als acht Sitzplätzen außer dem Fahrersitz und einer zulässigen Gesamtmasse bis zu 5 t

¹² M3: Fahrzeuge zur Personenbeförderung mit mehr als acht Sitzplätzen außer dem Fahrersitz und einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 5 t

- Bei wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen der Klassen M2 und M3, die von öffentlichen Verkehrsbetrieben eingesetzt werden, muss die Größe der vorn und hinten am Fahrzeug angebrachten Kennzeichen den Bestimmungen von Abschnitt 4 entsprechen.
- Bei wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen der Klassen N2¹³ und N3¹⁴ müssen die Kennzeichen am Fahrzeug vorn und hinten sowie in der Nähe der Einfülleinrichtung angebracht sein.



Abbildung 15: Kennzeichen für mit flüssigem Wasserstoff betriebene Wasserstofffahrzeuge (nach EC 406/2010, Anhang V)

Farbe und Abmessungen des Kennzeichens für mit flüssigem Wasserstoff betriebene Wasserstofffahrzeuge müssen folgenden Anforderungen entsprechen:

Farben:

- Hintergrund: grün
- Rand: weiß
- Buchstaben: weiß
- Entweder die Ränder und die Buchstaben oder der Hintergrund müssen retroreflektierend sein.
- Die kolorimetrischen und fotometrischen Eigenschaften müssen den Anforderungen der Norm ISO 3864-1 Klausel 11 genügen.

Abmessungen und Beschriftung des Kennzeichens:

- In der Breite: 40 mm (Seitenlänge)
- In der Höhe: 40 mm (Seitenlänge)

¹³ N2: Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 3,5 t bis zu 12 t

¹⁴ N3: Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 12 t

Abklärung der Anforderungen zur Kennzeichnung und Behandlung von Wasserstofffahrzeugen

- Randbreite: 2 mm
- Schriftgröße:
- Schrifthöhe: 9 mm
- Schriftstärke: 2 mm
- Für die Wörter sind Großbuchstaben zu verwenden und sie sind mittig auf dem Kennzeichen anzubringen.



Abbildung 16: Kennzeichen für mit komprimiertem (gasförmigem) Wasserstoff betriebene Wasserstofffahrzeuge (nach EC 406/2010, Anhang V)

Farbe und Abmessungen des Kennzeichens für mit komprimiertem (gasförmigem) Wasserstoff betriebene Wasserstofffahrzeuge müssen folgenden Anforderungen entsprechen:

Farben:

- Hintergrund: grün
- Rand: weiß
- Buchstaben: weiß
- Entweder die Ränder und die Buchstaben oder der Hintergrund müssen retroreflektierend sein.
- Die kolorimetrischen und fotometrischen Eigenschaften müssen den Anforderungen der Norm ISO 3864-1 Klausel 11 genügen.

Abmessungen und Beschriftung:

- In der Breite: 125 mm (Seitenlänge)
- In der Höhe: 125 mm (Seitenlänge)
- Randbreite: 5 mm
- Schriftgröße:
- Schrifthöhe: 25 mm

- Schriftstärke: 5 mm
- Für die Wörter sind Großbuchstaben zu verwenden und sie sind mittig auf dem Kennzeichen anzubringen.

6.1.3 Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung

Die Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung muss erfolgen nach

- dem Arbeitsschutzgesetz §5 (Ziel: Ermittlung der erforderlichen Arbeitsschutzmaßnahmen gegen die mit der Arbeit verbundenen Gefährdung der Beschäftigten).
- der Betriebsgänge 1 bis 5, des §7 der GefStoffV und der allgemeinen Grundsätze des §4 des ArbSchG die notwendigen Maßnahmen für die sichere Bereitstellung und Benutzung der Arbeitsmittel zu ermitteln. Dabei hat er insbesondere die Gefährdungen zu berücksichtigen, die mit der Benutzung des Arbeitsmittels selbst verbunden sind und die am Arbeitsplatz durch Wechselwirkungen der Arbeitsmittel untereinander oder mit Arbeitsstoffen oder der Arbeitsumgebung hervorgerufen werden.). Eine genauere Spezifizierung ist in der dazugehörigen TRBS 1111 zu finden.
- der Gefahrstoffverordnung §7 (Ziel: Beurteilung der physikalisch-chemischen Wirkungen eines Stoffes oder eines Stoffgemisches hinsichtlich Brand- und Explosionsgefahren aufgrund der Tätigkeiten und unter Berücksichtigung der Arbeitsmittel, der Verfahren, der Arbeitsumgebung sowie einer möglichen Wechselwirkung.) [umfasst: Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung]

[Quelle: Scheuermann 2011]

6.1.4 Brandschutz

Beim Brandschutz muss beachtet werden:

- Gefahrstoffverordnung §12 (Ergänzende Schutzmaßnahmen gegen physikalisch-chemische Einwirkungen, insbesondere gegen Brand- und Explosionsgefahren. Auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung führt der Arbeitgeber „technische und organisatorische Maßnahmen“ {erstmal durch die Arbeitsstoffrichtlinie 98/24/EG eingeführt} durch, um die Beschäftigten gegen Gefährdungen durch physikalisch-chemische Eigenschaften von Gefahrstoffen zu schützen. Zur Vermeidung von Brand- und Explosionsgefahren führt er insbesondere Maßnahmen in der nachstehenden Rangordnung durch:
 1. Gefährliche Mengen oder Konzentrationen sind zu vermeiden.
 2. Zündquellen sind zu vermeiden.
 3. Schädliche Auswirkungen sind zu verringern.

Bei der Durchführung der Maßnahmen ist insbesondere GefStoffV-Anhang III Nr. 1 zu beachten.):

Nr. 1 Brand- und Explosionsgefahren

1.1 Beurteilung der Brand- und Explosionsrisiken, Dokumentation

(1) Der Arbeitgeber hat im Rahmen seiner Pflichten nach §7 zu beurteilen, ob die verwendeten Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse bei Tätigkeiten auch unter Berücksichtigung verwendeter Arbeitsmittel, Verfahren und der Arbeitsumgebung sowie ihrer möglichen Wechselwirkungen zu Brand- oder Explosionsgefahren führen können.

Insbesondere ist zu ermitteln, ob die Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse aufgrund ihrer Eigenschaften und der Art und Weise, wie sie am Arbeitsplatz verwendet werden oder dort vorhanden sind, explosionsfähige Gemische bilden können. Bei nicht-atmosphärischen Bedingungen sind auch die Veränderungen der für den Explosionsschutz relevanten sicherheitstechnischen Kenngrößen zu berücksichtigen.

[Quelle: Scheuermann 2011]

6.1.5 Gefährdungsbeurteilung Brand nach Technische Regeln für Gefahrstoff:

TRBS 1111 "Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung"

Grundlegende Vorgehensweise bei der Gefährdungsbeurteilung

TRGS 400 "Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen"

6.5 Physikalisch-chemische und sonstige durch Gefahrstoffe bedingte Gefährdungen

(2) Brand- und Explosionsgefahren können z.B. entstehen durch

- 1. explosionsgefährliche oder explosionsfähige Stoffe,*
- 2. brennbare Gase, feste Stoffe und Flüssigkeiten (auch wassermischbare, die entzündlich sind), insbesondere hochentzündliche, leichtentzündliche oder entzündliche im Sinne von §4 Nr. 3 bis 5 der Gefahrstoffverordnung,*
- 3. selbstentzündliche Stoffe (pyrophore und selbsterhitzungsfähige Stoffe),*
- 4. Stoffe, die in Berührung mit Wasser oder feuchter Luft hochentzündliche Gase in gefährlicher Menge entwickeln,*
- 5. aufgewirbelte brennbare Stäube,*
- 6. Stoffe mit brandfördernden Eigenschaften,*
- 7. chemisch oder thermisch instabile Stoffe (z.B. selbstzersetzliche Stoffe und organische Peroxide) oder*
- 8. gefährliche exotherme Reaktionen.*

[Quelle: Scheuermann 2011]

6.1.6 Erste Erfahrungen mit elektronischen Nachschlagewerken an Einsatzstellen:

Hardware: Fully-Rugged Tablet PC von Xplore Technologies Corp.

Software: EIS Professional (Einsatz Informations System)

Hommel Interaktiv 10.0 – Handbuch der gefährlichen Güter

Emergency Response Information

Gefahrgutschlüssel

Römpp Chemielexikon

ÖBFV-Info: E-08 Wasserstoff, E-20 Alternative Antriebe

Blattler: KFZ mit Alternativantrieb

Wikipedia – Wasserstoff

Crash Recovery System

[Quelle: Ilk 2011]

6.2 Erkenntnisse aus der Umfrageaktion

6.2.1 Äußerliche Kennzeichnung der Fahrzeuge

6.2.1.1 Lkw bzw. Gefahrguttransporter

Jeder Gefahrguttransport hat nach ADR eine „Warntafel“ (siehe Fotos):



Abbildung 17: Kennzeichnung von Gefahrguttransporten mit Wasserstoff

Anhand dieser Tafel weiß die Feuerwehr im Falle eines Unfalls eindeutig, was zu tun ist. (z.B. 223/1966: 2 steht für Gas. Eine Verdopplung der Zahl ist eine Verdoppelung der Gefahr. 22 = sehr leicht flüchtige Gas. Die 3 steht für „brennbar“. Die Zahl unter dem Strich ist die Stoffnummer. 1966 ist Wasserstoff).

Hier gibt es also keinen Handlungsbedarf von Seiten der Retailer, weil die Kennzeichnungspflicht klar geregelt ist.

Abklärung der Anforderungen zur Kennzeichnung und Behandlung von Wasserstofffahrzeugen

Seitens Tankstellenbetreiber gibt es keine gesonderten Pläne für Unfälle mit Wasserstofffahrzeugen.

6.2.1.2 Pkw

FORD-Fahrzeuge sind nicht gesondert gekennzeichnet. Sie tragen Aufkleber, wo Wasserstoff und Brennstoffzelle drauf steht. Das ist aber keine offizielle Kennzeichnung. Kennzeichnungspflicht besteht in USA: blaue Raute.

Es gibt keine äußerlichen Kennzeichnungen von H₂-Fahrzeuge („und eine solche wird von OEMs auch nicht gewünscht, da sie nur Beunruhigungen in der Öffentlichkeit wecken würden und im Gefahrenfall wie Feuer dennoch nicht helfen würden, da die aufgeklebten Zeichen nicht feuerfest sind“ – dieser Wunsch steht natürlich in klarem Gegensatz zur geltenden europäischen Rechtslage zumindest für typgeprüfte Straßenfahrzeuge der M- und N-Klasse, EC 79/2009 und EC 406/2010).

6.2.2 Aussendung einer elektronischen Kennung bei einem Unfall

6.2.2.1 H₂-Trailer

In Deutschland besteht keine Anforderung für eine elektrische Kennung. Eine Gasefirma verfolgt jedoch aus Logistikzwecken die Bewegungen seiner Trailer.

In den Niederlanden besteht die Auflage, dass alle Trailer mittels GPS-Signal verfolgt werden können.

6.2.2.2 Pkw

Bisherige Pkws haben keine elektronische Kennzeichnung (Baustand vor Einführung des e-Calls). Es wird also bisher bei einem Unfall auch keine elektronische Kennung ausgesandt. Es wird erwartet, dass e-Call in 2014 oder 2015 EU eingeführt werden wird.

6.2.3 Ist die Rettungskarte hilfreich?

6.2.3.1 H₂-Trailer

Ergibt sich aus ADR: früher gab es ein Unfallmerkblatt, welches der Fahrzeugführer des Trailers mitzuführen hatte.

In der neuen ADR heißt dieses nun „Ergänzungsblatt zur schriftlichen Unterweisung“. Diese muss jeder Fahrer im Führerhaus mitführen. Darauf sind wichtige Informationen zum Produkt und wichtige Telefonnummern wie Polizei und Feuerwehr vermerkt. Die Fahrer sind entsprechend geschult.

6.2.3.2 Pkw

Rettungskarte für meisten H₂-Fahrzeuge vorhanden (GM/Opel, Ford, Daimler) und sind von den Feuerwehren abrufbar.

Für Daimler B-Klasse F-Cell:

https://portal.aftersales.i.daimler.com/public/content/asportal/download_library/info-center/infoirmationen_fuer/rettungskarte_pkw0.parsys.77785.Source.tmp/Rettungskarten_Pkw_05_2011_de.pdf und dort Seite 9 von 82

Für Opel HydroGen 4:

http://www.ifz-berlin.de/ret_pdf/german_opelvauxhall.pdf und dort Seiten 44-47

6.2.4 Welche Anforderungen an H₂-Infrastrukturen werden von Feuerwehren in der Genehmigungsphase, für den Betrieb sowie für den Notfall erhoben?

6.2.4.1 HRS

Bei H₂-Tankstellen scheint es noch keine einheitlichen Anforderungen zu geben.

So existiert diese Anforderung in Hamburg offensichtlich nicht (Vattenfall).

Ein Retailer kommuniziert, dass diese Informationen an die lokale Feuerwehr gegeben wurden; zudem wurden mit der örtlich verantwortlichen Feuerwehrführung eine Vorortbegehung und eine Schulung durchgeführt sowie ein Gefahrenabwehrplan entwickelt

Nach Aussage einer Gasefirma hat die lokale Feuerwehr einen Feuerwehrplan, in welchen für jeden Standort (meist Industriestandort) die wichtigen H₂-Komponenten wie Speicher und Verdichter im Lageplan gekennzeichnet sind. Hierbei ist nicht jedes Detail aufgeführt.

Im Rahmen des CEP gab es eine sehr enge Zusammenarbeit zwischen der Feuerwehr, der Behörde und dem Sachverständigen. In einem gemeinsamen Meeting wurden offene Fragen geklärt, was sich für das weitere Vorgehen als sehr positiv ergeben hat. Zu diesem Meeting aus dem Jahre 2007 existiert auch ein Protokoll, das in neutralisierter Form von CEP verfügbar gemacht wurde.

Ein Retailer kommuniziert, dass eine H₂-Tankstelle gemäß den geltenden gesetzlichen Regelungen zu behandeln ist. Die Feuerwehr fordert für konventionelle Tankstellen einen genau definierten Umfang an Informationen und Festlegungen wie z.B. vereinheitlichte Lagepläne; dies muss (zumindest in Abstimmung mit den lokalen Behörden) exakt so auch für den H₂-Teil umgesetzt werden.

Das KIT teilt mit, dass es den Lageplan und Kennzeichnung der H₂-spezifischen Komponenten und der H₂-Speicher sowie Angaben zu entsprechenden Brandschutzeinrichtungen im Rahmen des Brandschutzdokumentes für seine HRS beibringen muss.

Ein Rettungsfallprozedere wird durch den Tankstellenbetreiber mit Feuerwehr individuell abgestimmt. Die Feuerwehr handelt nicht in Eigenregie.

Die Abstimmung mit der Feuerwehr findet statt, damit bekannt ist, welche Gefahren bestehen und wo sich die besonders gefährlichen Komponenten befinden. Die Anlage ist somit im Havariefall keine Black Box. Hierdurch weiß auch jeder Betroffene, was der andere in einem solchen Fall macht.

Die max. H₂-Speichermengen vor Ort werden der Feuerwehr normalerweise in einem Vorgespräch mitgeteilt und in den Feuerwehrplan aufgenommen.

Austretendes H_2 wird sicher über einen Kamin abgeblasen (Abblaseeinrichtungen entsprechend der Anforderungen hinsichtlich Technik, Sicherheit und Umwelt). Es sind entsprechende Ex-Zonen definiert. Der Verdichterraum verfügt über eine technische Lüftung, welche im Falle eines Not-Aus automatisch hochfährt.

Im Falle einer Entzündung des Wasserstoffs ist der Wasserstoff ausbrennen zu lassen und nicht zu löschen. Dies geht natürlich nur, wenn das Gas bereits brennt und nicht einfach ohne Entzündung nur ausströmt. Darüber hinaus gibt es umfassende Sicherheitsmaßnahmen, die den betroffenen Anlagenteil vom Rest der Anlage trennen, so dass selbst in einem Brandfall nur ein Teil der Anlage betroffen wäre. Der Speicherbehälter und angrenzende Anlagen bzw. Gebäude werden entsprechend gekühlt.

6.2.4.2 Arbeitsplätze/Werkstätten

H_2 -Fahrzeuge, die sich auf H_2 -Arbeitsplätzen befinden, sind Kennzeichnungen angebracht wie z.B. H_2 im Tank oder inertisiert. Das gilt ebenfalls in viel strengeren Maßstäben für Hochvoltssysteme.

Wenn gasförmiger Wasserstoff erst mal aus dem Fahrzeugsystem ausgetreten ist, gibt es keinen Entsorgungsweg. Das Gas verflüchtigt sich aufgrund seiner physikalisch-chemischen Eigenschaften in die Atmosphäre. Je nach austretender Menge ist schon in geringer Entfernung kein zündfähiges Gemisch mehr messbar.

Auf H_2 -Arbeitsplätzen wird die Luft standardmäßig abgesaugt und so eine Anreicherung vermieden.

Für H_2 -Arbeitsplätze gibt es ein Rettungsfallprozedere. Zuständige Feuerwehren und Personal werden regelmäßig geschult. Das gilt auch für Hochvolt in Kfz

CEP hat maßgeblich an einer BG-Schrift [BGI 5108, Okt. 2009] zu H_2 in Werkstätten mitgewirkt.

6.3 Erkenntnisse aus Rücksprache mit Feuerwehren

Quelle: [Feuerwehr-B 2011]

6.3.1 Erkenntnisse zu stationären Einrichtungen

Die Feuerwehren werden bei wasserstoffführenden Anlagen bevorzugt in die Gespräche vor Baubeginn mit eingebunden, in welchen das Vorhaben sinnvollerweise vom Antragsteller zusammen mit dem Tankstellenbetreiber den zuständigen Genehmigungsbehörden, der zugelassenen Überwachungsstelle, den Komponentenherstellern und der Baubehörde vorgestellt wird. Diese zeitgerechte Einbindung der Feuerwehren sollte sowohl bei der Errichtung von H_2 -Tankstellen als auch bei der Errichtung oder dem Umbau von H_2 -tauglichen Werkstätten erfolgen. Ein solches Vorgehen erlaubt, rechtzeitig Anforderungen einzubeziehen und erforderliche Informationen verfügbar zu machen. Jeder weiß dann, was im Rahmen des Genehmigungsverfahrens von ihm gefordert wird und was er beizustellen hat.

Bei der Bauplanung von Mittel- und Großgaragen sowie von Tunnel werden die Feuerwehren von den Baubehörden ohnehin hinzugezogen.

Erforderliche Informationen zur Feuerbekämpfung finden Eingang in die Feuerwehrpläne, die in HRS und Werkstätten hinterlegt werden. In Berlin enthalten die Infosysteme der Feuerwehren Informationen aller in Betrieb befindlichen HRS. Die Feuerwehrkräfte haben auch entsprechende Schulungen erhalten.

Bei einem Einsatz an einer HRS in Berlin wird immer auch ein Einsatzleiterfahrzeug hinzugezogen, das standardmäßig eine Wärmebildkamera mitführt.

6.3.2 Erkenntnisse zu Fahrzeugen

Bei LPG- und CNG-Fahrzeugen werden keine Vorsichtsmaßnahmen von Seiten z.B. der Berliner Feuerwehr getroffen. Diese Fahrzeuge werden als sicher zugelassen unterstellt. Es ist dennoch wichtig zu wissen, dass es diese Art von Fahrzeugen gibt und wie sie im Gefahrenfall prinzipiell zu behandeln sind.

Die Berliner Feuerwehr ist über Art und Zahl der in Berlin im Einsatz befindlichen H₂-Fahrzeuge informiert. Bei normalen Verkehrsunfällen rücken ein Feuerwehreinsatzfahrzeug sowie ein Rettungswagen aus. Sofern man Kenntnis erhält, dass ein H₂-Fahrzeug in einen Unfall verwickelt ist, erhält das Einsatzteam die Anweisung größere Vorsicht walten zu lassen. Die Einsatzkräfte werden normalerweise über Funk informiert. Seit 2011 ist auch der Digitalfunk einsatzbereit und Informationen können auch auf Displays übermittelt werden.

Eine Kennzeichnungspflicht von Gasfahrzeugen (LPG, CNG, CGH₂) wird als prinzipiell sinnvoll angesehen. Dennoch ist sie bei Unfällen mit Feuereinwirkung möglicherweise nicht ausreichend, da Kennzeichnungen im Feuer zerstört werden.

7 DOKUMENTATION DER ERFAHRUNGEN UND ERKENNTNISSE

7.1 Übersicht über gewonnene Erfahrungen

Die im nachfolgenden Kapitel 7.1.1 wiedergegebenen Aussagen aus der Umfrageaktion stellen die vollständige Dokumentation dar, auf der die in den Kapiteln 2-6 erstellten Zusammenfassungen und gezogenen Schlüsse basieren. Teilweise Wiederholungen sind daher unvermeidlich.

7.1.1 Genehmigung von Wasserstofftankstellen (HRS)

Erläuterung: Unter Wasserstofftankstellen werden folgende Tankstellen verstanden: heutige Tankstellen, die flüssige Kohlenwasserstoffe (Benzin, Diesel, Biodiesel, Bioethanol, Mischungen der genannten) abgeben oder Tankstellen wie die vorab genannten, die auch Gase abgeben wie LPG oder CNG, sowie neu errichtete HRS, die nur H_2 abgeben (z.B. auf Busbetriebshöfen oder anderen Flottenbetriebshöfen). Die typische HRS gibt heute normalerweise Druckwasserstoff (CGH_2) ab für Speicherdrücke von 70 MPa oder 35 MPa an Bord der Fahrzeuge (also normalerweise 88 und 45 MPa Befülldruck für Schnellbetankungen). Einige HRS geben auch noch LH_2 ab. Die meisten neuen HRS, die CGH_2 abgeben, müssen das Druckgas mittel Vorkühlung nach SAE2601/ISO 17268 abgeben und entsprechende Vorkühleinrichtungen vorsehen.

Frage 1: Welche Probleme stören künftige Betreiber am meisten bei der Genehmigung von HRS? Gibt es Einschränkungen für den Betrieb?

Es sind üblicherweise zwei separat zu beantragende Genehmigungsverfahren erforderlich: nach BetrSichV und für die Baumaßnahmen. Somit sind zwei Erlaubniserteilungen notwendig.

Für viele Mitarbeiter der Behörden ist Wasserstoff ein neues Gebiet und somit herrscht oftmals Unkenntnis. Der Betreuungsaufwand ist hoch. Seitens Behörden wird auf vergleichbare Regelwerke zurückgegriffen, die teilweise im Internet gefunden werden (HyApproval o.Ä.). Das VdTÜV-Merkblatt ist aus Sicht Infrastrukturpartner noch nicht zufriedenstellend.

Ohne die regelmäßigen Kontakte mit den relevanten Behörden (z.B. LaGetSi in Berlin) hätten die Genehmigungsprozesse nicht so problemlos durchgeführt werden können. Wichtig ist die rechtzeitige Einbindung der Behörden (also ganz am Anfang) und die Einbindung auf jeder Stufe des Prozesses. Wie kann diese intensive Interaktion bei einer steigenden Zahl an HRS in den nächsten Jahren aufrechterhalten werden?

Wasserstoff ist auf vielen Gebieten noch Neuland und daher sind die wirklich rechtsverbindlichen Vorschriften meist nicht verfügbar. Das VdTÜV-Merkblatt ist hilfreich, aber es ist nur ein Merkblatt und nicht rechtsverbindlich. Wünschenswert wäre ein Standard wie ISO 20100 als internationaler Standard, der mehr Rechtssicherheit gewährt.

Da die Zuständigkeiten für Genehmigungsverfahren meist regional sind, z.B. in Deutschland und Österreich Ländersache, ist es daher wichtig, nationale anerkannte Leitlinien bzw. Vorschriften verfügbar zu haben.

In Deutschland hat jedes Bundesland eigene Genehmigungsabläufe, für welche z.T. mehrere verschiedene Ämter zuständig sind. Aus der bisherigen Erfahrung läuft das Verfahren in Berlin sehr gut. Hier sind alle Zuständigkeiten beim Gewerbeaufsichtsamt (LaGetSi, Herr Duryn) zusammengefasst und die zuständigen Personen haben viel Erfahrung im Umgang mit Wasserstoff aus früheren Projekten (CEP).

Aus Sicht einiger Gasefirmen hat sich die BetrSichV als ein Regelwerk erwiesen, nachdem man gut arbeiten kann. Jedoch durch die z.T. unterschiedlichen Anforderungen in den jeweiligen Ländern ist ein einheitliches Vorgehen mit einer generell vereinfachten Vorschrift wünschenswert.

Eine Harmonisierung mit anderen, bereits existierenden Standards wäre wünschenswert. Bei der Automobilindustrie gibt es anscheinend so etwas.

Fehlende Verfügbarkeit von Anlagen, Anlagenkomponenten und Materialien mit Serienstand und Zertifizierung.

Eine HRS sollte als normale überwachungsbedürftige Anlage nach BetrSichV betrachtet werden. Leider gibt es hierfür noch nicht die entsprechenden Regelwerke wie für andere Füllanlagen.

Vergleiche zu Benzin- oder Gastankstellen sind häufig nicht zielführend bzw. hilfreich in der Beantragung.

Die Begrenzung der Lagermenge auf 3 t nach BImSchG (vereinfachtes Verfahren) steht in Konkurrenz z.B. zur Lagerung von LPG in einer Tankstelle. Kann bis zu einer begrenzten akzeptablen Menge an H₂ nicht eine Ausnahme erteilt werden (Gesetzesänderung)?

Unterschiedliche Risiko-Einschätzungen. Nicht fundierte Ex-Zonen-Einteilungen

Die Anlagen haben i.d.R. sehr geräuschintensive Komponenten wie bspw. H₂-Kompressoren und diverse Rückkühler, die die Lärmschutzbestimmungen nicht erfüllen. Durch Kapselung im ISO-Container und Isolierung des Containers mit Brand- und Schallschutzpanelen kann eine ausreichende Schallisolierung erreicht werden. Der Betankungsvorgang selbst ist jedoch lauter als die erlaubte Maximalschallemission und kann nicht durch Dämmung verbessert werden.

Info: Beim Verband der Chemischen Industrie (VCI) wird die Wasserstoff-Problematik im Arbeitskreis für Überwachungsbedürftige Anlagen momentan nicht diskutiert.

Frage 2: Welche Probleme treten am häufigsten auf?

Keine Probleme, aber lange Abstimmungszeiten. Die meisten ‚Probleme‘ sind auf die Unkenntnis der Behördenmitarbeiter in Bezug auf Wasserstoff zurückzuführen. Die Behörden haben insbesondere keine Kompetenz, die Integrität eines vorgeschlagenen technischen Systems zu bewerten. Diese Unkenntnis bzw. mangelnde Kompetenz könnte durch entsprechende Schulungen für die betroffenen Mitarbeiter verbessert werden.

Umfassende Einzel-Gutachten zu jeder Anlage, fehlende Dokumentationen und Zertifikate.

Die Erfahrung mit z.B. CNG-Tankstellen ist, dass lokale Sachverständige etwas eigenwillig sind, wenn es keine klaren Richtlinien gibt.

Die Prüfung bzw. Genehmigung von H₂-Anlagen im öffentlichen Bereich ist aufwendig.

Frage 3: Wodurch entstehen die größten zeitlichen Verzögerungen?

Zeitverzögerung durch viele notwendige Erläuterungen und Erklärungen beim Erlaubnisverfahren resultierend aus nicht vorhandener Erfahrung der Behörden mit Wasserstoff und Unkenntnis.

Mangelhafte oder fehlende Dokumentation.

Die größten Verzögerungen entstehen meist durch zusätzliche Anforderungen von Seiten der Behörde, welche oftmals auf dieses fehlende Wissen zurückzuführen sind. Die Erfahrung hat gezeigt, dass der Vorgang durch ein Vorab-Gespräch mit der jeweiligen Genehmigungsbehörde problemloser abläuft, da hierbei schon im Vorfeld grundlegende Fragen und Probleme direkt geklärt werden können.

Bei Vor-Ort-Erzeugung von Wasserstoff mittels Elektrolyse wird derzeit ein förmliches Verfahren nach Bundes-Immissionsschutz-Gesetz notwendig, das mindestens 7 Monate vom Prozess her dauert, ohne Einwendungen und ohne Vorbereitungszeit gerechnet. Eine Ausnahme für Vor-Ort-Erzeugung oder eine Ausnahmeregelung für bestimmte Größenordnungen an Elektrolyseuren ist derzeit nicht vorgesehen.

Genehmigungsverfahren sind nicht vereinheitlicht; fehlende Festlegungen zu Anforderungen zu Dokumentationen und Zertifikaten; teilweise „drohende“ BImSchG-Verfahren.

Frage 4: Was muss für eine vollständige Integration in heutige Tankstellen noch gelöst werden?

Frage 4a) Für eine existierende oder neu zu errichtende Tankstelle mit flüssigen Kohlenwasserstoffen

Footprint muss verkleinert werden, um das Platzproblem zu entschärfen, Kosten müssen gesenkt werden.

Gültige Regelwerke, also die wirklich rechtsverbindlichen Vorschriften, sind erforderlich.

Aus der bisherigen Erfahrung ist die CE-Kennzeichnung der H₂-Tankstelle als Baugruppe für die vor Ort Abnahme sehr hilfreich. Dadurch hat die zuständige ZÜS weniger vor Ort zu prüfen und vereinfacht das Verfahren. Wichtig ist hierbei allerdings noch die Überprüfung des Ex-Schutzes vor Ort.

Eine wichtige Frage, die noch geklärt werden muss, ist wie kann man eine Tankstelle mit flüssigen, gasförmigen Kohlenwasserstoffen und H₂ offiziell abnehmen? Momentan gibt es ggf. weitere Anforderungen der einzelnen Automobilhersteller an den Hersteller bzw. Betreiber der Tankstelle. Diese zusätzliche Abnahme prüft die Funktionalität der Tankstelle in Abhängigkeit von den Fahrzeugen des Automobilherstellers. Diese Abnahme ist nicht gesetzlich verpflichtend, jedoch eine zwingende Vorgabe der Automobilhersteller an den Hersteller der Füllanlage zur Freigabe der Betankung der Fahrzeuge.

Es muss jedoch das Ziel sein, einen Abnahme-Prozess zu definieren, der alle Anforderungen abdeckt (Herstellung, Betrieb, Automobilhersteller, Behörde, ZÜS).

Allgemein gestaltet sich der Platzbedarf einer solchen integrierten Multi-Fuel-Tankstelle als schwierig, da die gesamte Anlagentechnik dadurch auf sehr engem Raum verbaut werden muss, dennoch ist die Integration heute möglich und von einigen Mineralölfirmen schon mehrfach umgesetzt.

Vorteilhaft und beschleunigend wären die Standardisierung der Dokumentation und prototypische Vorlagen z.B. für das Explosionsschutzdokument.

Frage 4b): Für eine existierende oder neu zu errichtende Tankstelle mit flüssigen und gasförmigen Kohlenwasserstoffen (Benzin, Diesel und z.B. LPG oder CNG)

Es stellt sich die Frage, ob Wasserstoff grundsätzlich als gefährlicher einzustufen ist als LPG. Die Gefährdung für beide Stoffe als brennbare Gase ist eigentlich gleich. Warum gibt es aber z.T. andere Anforderungen für LPG- und H₂-Tankstellen? Die Anforderungen für die Aufstellung einer Anlage für brennbare Gase (H₂ + LPG) ist im Bereich Schutzabstände, elektrische Einrichtungen prinzipiell sehr ähnlich (Anforderungen aus dem Baurecht, BetrSichV, TRB).

Die technischen Anforderungen bei H₂ sind in der Regel höher als bei CNG/LPG. Die HRS wird vom Hersteller als technisch dicht geliefert und auch die Anforderungen an die Anlagensicherheit umfasst bei HRS mehr sicherheitsrelevante Komponenten als bei CNG/LPG. Beim Abkoppeln des Füllstutzens entweicht bei Autogas oftmals eine kleine Gaswolke. Dies ist durch die aufwendige automatische Überwachung bei H₂, z.B. durch Dichtheitstest, nicht der Fall.

Die meisten schwerwiegenden Unfälle mit gasbetriebenen Fahrzeugen sind mit LPG und nicht mit H₂ passiert.

Eine bessere Kennzeichnung der jeweiligen Kraftstoffe an den Zapfsäulen ist wünschenswert um Verwechslungen zu vermeiden (persönlich wurde beobachtet wie ein Fahrzeug aufgrund fehlender Kennzeichnung mit einem H₂-Fahrzeug an einer CNG-Säule stand. Das daraus resultierende Umparken ist sicher nicht im Interesse des Kunden).

Es spielt eine Rolle, wem die Tankstellenanlage gehört (der Mineralölfirma oder einem Händler bzw. Franchisenehmer). Hier stellt sich bei einem Betrieb durch einen Franchisenehmer die Frage der Vertragslaufzeit, der Verkaufsstrategie, und schließlich evtl. der Desinvestition. Generell müssen Fragestellungen wie Behinderung des konventionellen Tankstellenbetriebs und zu einem gewissen Grad Aufstellungsflächenanforderung durch HRS sowie Einhaltung von Sicherheitsabständen zufriedenstellend gelöst werden.

Frage 4c): Für eine neu zu errichtende H₂-Tankstelle, die keine anderen Kraftstoffe abgibt

Genehmigungsverfahren vereinfachen, EIN standardisiertes Werk für die Behörden schaffen und nur dieses als Grundlage zur Bewertung zulassen. Kein Wunschkonzert seitens der Behörden (wir hätten gern noch so eine Studie, die dies und das zeigt und noch eine Dennoch-Störfall-Betrachtung ...)

Sicherstellen der Eichfähigkeit des Wasserstoffdurchflusses. Quasistandard für das Bezahl- und Authentifizierungssystem. CEP und CEP-ready scheint ein geeigneter Ansatz zu sein,

ist aber für standalone-Tankstellen zu sehr am bisherigen System der Kohlenwasserstofftankstellen orientiert.

Frage 5: Wie kann Eichfähigkeit des Wasserstoffdurchflusses und damit der Mengenabrechnung sichergestellt werden?

Derzeit existiert kein eichfähiges Mengensystem für Wasserstoff. Bei den heutzutage z.T. eingesetzten Coriolis-Massendurchflussmessern besteht das Problem, dass das System nicht den gesamten Druckbereich mit einer entsprechenden Genauigkeit abdeckt. Das Problem hierbei ist, dass der Befüllvorgang dynamisch abläuft und daher die Messgenauigkeit bei den verschiedenen Druckbereichen zu ungenau ist. Momentan basieren die existierenden Messmethoden auf einer Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Zapfsäule und sind p und T-kompensiert (siehe auch SAE 2601). Derzeitige Abweichungen in der Mengemessung sind im Bereich von $\pm 10\text{-}15\%$ und sind nicht zufriedenstellend.

Momentan wird ein Messsystem entwickelt, welches auf einem mobilen Fahrzeugtank basiert. Dieser Tank wird normal befüllt und das Gewicht des befüllten H_2 über ein Präzisionswaage gravimetrisch gemessen. Dieser Wert wird mit der Anzeige im Dispenser verglichen. Das Ziel ist es durch Messreihen an allen HRS mit Linde-Technik (z.T. unterschiedliche Technologien) ein eichfähiges Messsystem zu entwickeln. Das NIP/NOW-geförderte Projekt im Rahmen eines CEP-Projektmoduls startet noch im Jahre 2011. Diese Messapparatur dient jedoch nicht zu laufenden Überwachung im Betrieb.

Es wäre sehr wünschenswert, wenn das Thema Eichfähigkeit mit einer übergeordneten Stelle (Ansprechpartner – evtl. PTB?) in Deutschland koordiniert werden könnte, anstatt mit den jeweiligen (16?) bundeslandspezifischen Eichämtern!

Momentan gibt es im Rahmen des CEP eine Ausnahmegenehmigung von Kartellamt, da es sich um ein Demonstrationsprojekt mit einem geschlossenen Nutzerkreis und nicht um kommerzielle Anlagen handelt. Sobald es jedoch um kommerzielle Anlagen handelt muss dieses Problem gelöst werden und es ist daher wichtiges Ziel, einen eichfähigen Dispenser für H_2 zu entwickeln.

7.1.2 Genehmigung von Werkstätten zur Wartung von H_2 -Fahrzeugen

Erläuterungen: Unter Werkstätten zur Wartung von H_2 -Fahrzeugen werden konventionelle Werkstätten bei Automobilhändlern verstanden, die auf die Wartung von H_2 -Fahrzeuge ertüchtigt und sicherheitstechnisch aufgerüstet wurden. In solchen Werkstätten sollen an H_2 -Autos alle erforderlichen Wartungen und Reparaturen, die der Hersteller fordert oder zulässt ausgeführt werden können.

Frage 6: Welche Probleme stören künftige Betreiber am meisten bei der H_2 -Tauglichmachung von Werkstätten? Gibt es Einschränkungen für den Betrieb?

Probleme stellen derzeit hohe Kosten dar, verursacht durch aufwendige Reparaturmethoden und kostenintensive Werkstatteinrichtungen.

Frage 7: Welche Probleme treten am häufigsten auf?

Bedingt durch die Neuheit der Technologie und der damit verbundenen neuen Reparaturmethoden, die erstmalig im After-Sales zur Anwendung kommen, erfordern die Vorgänge noch hohen Aufwand.

Frage 8: Wodurch entstehen die größten zeitlichen Verzögerungen?

Die technologische Neuheit im Serieneinsatz erfordert gegenüber bekannten Technologien erhöhten Diagnoseaufwand.

Frage 9: Was muss für einen möglichst reibungslosen und effizienten Werkstattbetrieb verbessert oder erst ermöglicht werden? (vereinheitlichte Schulungskurse, Befähigungsnachweise, Anforderungen der BGs?)

Gemeinsam abgestimmte Standards in Verbindung mit zunehmender Praxiserfahrung, bedingt durch eine fortgeschrittene Lernkurve, fördern in der Zukunft einen effizienteren Werkstattbetrieb.

1. Welche formalen Anforderungen haben die Behörden gestellt bei der Genehmigung (z.B. Gewerbeaufsicht oder ähnliche)?

Sofern bauliche Anforderungen für die Bearbeitung von Wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen in Werkstätten durch die BG (Berufsgenossenschaft) bzw. den Gasleitfaden des ZDK (Zentralverband Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe e.V.) gefordert sind, werden diese umgesetzt. Diese können sich durchaus noch ändern. Aktuell sind bauliche Maßnahmen beispielsweise für den Fall gefordert, wenn Fahrzeuge nicht betriebsmäßig dicht sind bzw. wenn an nicht inertisierten oder abgeschlossenen Systemen gearbeitet wird.

2. Welche Anforderungen bezüglich der Qualifikation der Mitarbeiter wurden gefordert (z.B. durch die Berufs-Genossenschaften)?

Gefordert wurden Schulungen zu Sicherheitsaspekten im Umgang mit Wasserstoff, die zur Qualifizierung der sogen. Gasabnahme- bzw. Gassystemprüfung (GAP bzw. GSP) führten.

Hinzu kommt eine Qualifizierung, um an Fahrzeugen mit HV-Bordnetz arbeiten zu können.

3. Welche Behörden haben an den jeweiligen Standorten (B, F, HH, K, D, S) das Sagen in solchen Genehmigungsprozessen?

Prinzipiell ist das Gewerbeaufsichtsamt einzuschalten sowie entsprechende Umweltbehörden (Landesamt für Arbeitsschutz, Gesundheitsschutz und technische Sicherheit - LaGetSi, Berlin).

4. Wann und wie werden die Feuerwehren eingebunden?

Die Feuerwehren erhalten über sogen. Rettungsleitfäden zum jeweiligen Fahrzeug fachtechnischen Einblick für den Fall eines Rettungseinsatzes.

Erfahrungen eines Auto-OEM bei der H₂-Tauglichmachung einer Werkstatt in Berlin:

Seit 1998 wurde ziemlich viel Wissen angesammelt, wie man Testeinrichtungen und Werkstätten sicherheitstechnisch auslegen muss. Die CEP hat in der CEP Werkstatt am Messedamm (Aral-Tankstelle) viel Erfahrung gesammelt.

Das Berliner Landesamt für Arbeitsschutz, Gesundheitsschutz und technische Sicherheit Berlin (LaGetSi) hat bei der Genehmigung der Werkstätte zur Wartung der H₂-Fahrzeuge keine Schwierigkeiten gemacht. Dies schließt auch eine Kleintankanlage für Wasserstoff und Inertisierungsgase ein.

Die lokale Feuerwehr hatte sich hinsichtlich onsite H₂-Lagerung nach Menge und Art kundig gemacht. Das Autohaus hat im Rahmen der Erweiterung auf H₂-taugliche Wartungseinrichtungen ein Brandschutzbüro beauftragt, das bei der Erarbeitung eines Konzeptes und eines Feuerwehrplanes (Rettungspläne für Feuerwehr) geholfen hat. Ein aktualisierter Feuerwehrrasten wurde installiert.

Insgesamt wurden Gefahrenanalysen durchgeführt, Betriebsanweisungen erstellt, eine Brandschutzordnung verfasst und die erforderlichen Piktogramme angebracht.

Über der Hebebühne wurden H₂-Detektoren eingebaut (welche regelmäßig gewartet werden müssen). Bei Erreichung von 20% des unteren Explosionslimits wird ein optisches Signal ausgesandt, die Ventilation eingeschaltet und die Rolltore zum restlichen Werkstattbereich geschlossen. Bei 20-40% erfolgt eine akustische Warnung, eine Medienabschaltung und ein Hochfahren der EX-geschützten Lüftungsanlage auf 15-fachen Luftwechsel (auch die Lüftungsanlage benötigt eine regelmäßige Wartung). Alle Mitarbeiter werden jährlich geschult.

In der Werkstatt können je nach Ausbildungsgrad der Mitarbeiter alle erforderlichen Wartungsarbeiten durchgeführt werden. Dies umfasst auch den Wechsel von Brennstoffzellen, H₂-Drucktanks und Batterien.

Es wird erwartet, dass mit den künftigen verbesserten Vorserien- und Serienfahrzeugen der Aufwand für die sicherheitstechnische Ausrüstung der Werkstätten sinken wird. In welchem Umfang ist gegenwärtig noch nicht klar abschätzbar.

7.1.3 Genehmigung von Garagen für die Benutzung durch H₂-Fahrzeuge

Erläuterungen: Unter Garagen, die von H₂-Fahrzeugen benutzt werden können, sind solche öffentlich zugänglichen oder privaten Garagen verstanden, die für Straßenfahrzeuge, die für den öffentlichen Straßenverkehr zugelassen sind zur Unterstellung einfahren lassen können und eine sichere Unterstellung ermöglichen.

Frage 10: Sind alle sicherheitstechnischen Probleme gelöst bzw. lösbar (garagenseitig, autoseitig)? Gibt es Einschränkungen für den Betrieb?

Keine Antworten

Frage 11: Welche Probleme treten am häufigsten auf bei der Benutzung von Garagen durch Fahrzeuge mit gasförmigen Kraftstoffen? Unterscheidet sich H_2 gegenüber LPG und CNG?

Keine Antworten

Frage 12: Wie kann eine Nutzbarkeit von öffentlich zugänglichen Parkgaragen durch H_2 -Fahrzeuge ermöglicht und dann auch sichergestellt werden? Gibt es überhaupt einen Anspruch darauf, in einer öffentlich zugänglichen Parkgarage eines privaten Betreibers Einlass zu erhalten? Wer kontrolliert die bestimmungsgemäße Nutzung der Garagen bzw. untersagt nicht-zulässige(n) Nutzung(sversuch)?

Keine Antworten

Frage 13: Müssen sicherheitstechnische Maßnahmen in einer Parkgarage installiert werden und ist eine sichere Nutzung dann auch möglich?

Die Fahrzeuge der OEMs erfüllen alle Anforderungen für eine Euro-Garage (Fertigarage). Ein OEM hat dazu Untersuchungen durchgeführt hinsichtlich Gasvolumina und Luftwechselzahlen.

Das Einfahren in Tiefgaragen und Parkhäuser, insbesondere in Berlin Mitte, ist teilweise schwierig bis unmöglich, da einige Parkanlagen alle Gasfahrzeuge aussperren.

Das Gasspeichersystem ist nach den Zulassungserfordernissen ausgelegt und abgesichert (Schmelzsicherung, Schussversuch, Feuer, Ventilleitungen) und wird wiederkehrend geprüft. Größte Probleme bei der Auslegung bereitete die Abblaseleitung, die sich unter hohem Druck (70 MPa) teilweise spiralnudelartig aufwickelt.

7.1.4 Genehmigung von Tunnels und Unterführungen für die Nutzung durch H_2 -Fahrzeuge (Pkws, Vans, Busse, H_2 -Transporttrailer)

Erläuterungen: Fahrzeuge mit Wasserstoffantrieb unterliegen nicht der Kennzeichnungspflicht im Sinne der GGVS (Gefahrgutverordnung Straße). Für den Transport von Wasserstoff gilt die GGVS (hier Klasse 2 für Gase). Darüber hinaus gibt es keine Einschränkungen.

(Es gibt für bestimmte Transporte z.B. vorgeschriebene Wegstrecken. Wäre eine solche Strecke für Gase der Klasse 2 vorgeschrieben, würde das für Wasserstoff genauso gelten, wie für alle anderen Gase).

Frage 14: Wovon hängt ab, ob ein Tunnel oder eine Unterführung von einem H_2 -PKW oder Bus bzw. von einem H_2 -LKW-Trailer durchfahren werden darf? Gibt es Einschränkungen für den Betrieb?

Die Nutzung hängt von der Tunnelklassifizierung ab. Diese ist individuell für jeden Tunnel geregelt, welche Stoffe durch diesen gefahren werden dürfen. Nach ADR ist H_2 als allgemeines Gefahrgut klassifiziert. Alle für Gefahrgut nicht gesperrten Tunnel sind für H_2 -Trailertransporte nutzbar. Für nicht freigegebene Tunnel ergeben sich z.T. erheblich längere Anfahrtswege, die teilweise auch durch enge Ortsdurchfahrten führen.

In Österreich + Schweiz dürfen die Tunnel durchfahren werden, allerdings ist eine Fahrzeugbegleitung erforderlich. Diese besteht meist aus einem lokalen, ortskundigen Taxifahrer, welcher eine Zusatzschulung für diesen Sonderfall hat. Dieser fährt vor dem Trailer durch den Tunnel und führt ihn sozusagen sicher hindurch.

Frage 15: Gibt es dafür bereits einheitliche Kriterien?

Nein.

Ziel sollte eine einheitliche Regelung für Europa sein.

Ein Gasefirma hat z.B. eine Sonntagsfahrgenehmigung für ihre Trailer in Deutschland und Österreich. In anderen europäischen Ländern müssen die Trailer z.T. bei lokalen Feiertagen vor Ortschaften warten, da sie die Tunnel umfahren müssen.

Frage 16: Lassen sich H₂-spezifische Fragen durch die ADR-abgeleitete bzw. -basierte Tunnelklassifizierung lösen oder behandeln?

Freigabe der Tunnel für H₂-Trailer mit zusätzlicher Auflage, z.B. durch Begleitfahrzeug.

In Städten ist diese Freigabe nicht zwingend erforderlich, da sich durch die Umfahrung meist nur geringe Umwege/Verzögerungen ergeben. In ländlichen/bergigen Gebieten können daraus erhebliche Umwege resultieren.

Frage 17: Wer regelt Tunnel kürzer 500m (EU) bzw. 80m (D) und Unterführungen?

In Deutschland dürfen nicht freigegebene Tunnel nicht durchfahren werden.

Frage 18: Wie lässt sich eine Durchfahrung sicherstellen respektive welche Maßnahmen müssen hierfür getroffen werden?

H₂-Trailer: Verweis auf Österreich und Schweiz. Hier wird das Verfahren mit Begleitfahrzeug bereits seit Jahrzehnten praktiziert.

H₂-Pkws: Da die Fahrzeuge eine Straßenzulassung haben, gibt es auch keine Probleme oder Restriktionen beim Durchfahren von Tunneln. Auch in Städten mit vielen Tunnels (z.B. Monaco) gab es keine Probleme.

Auch die Kleinserienzertifizierung der Mercedes B-Klasse F-Cells hat ebenfalls keine Schwierigkeiten aufgeworfen.

Resümee:

Die Befahrung von H₂-Trailern durch Tunnelbauwerke ist bereits durch europäische Richtlinien (ADR, Tunnelrichtlinie 2004/54/EG), in denen die erforderlichen Beschränkungen von Gefahrguttransporten festgelegt sind, geregelt.

Tunnel in Deutschland mit Einschränkungen, das sind die der Tunnelkategorien B, C, D und E, sind künftig mit folgenden Kennzeichen versehen [Spohr 2011]:

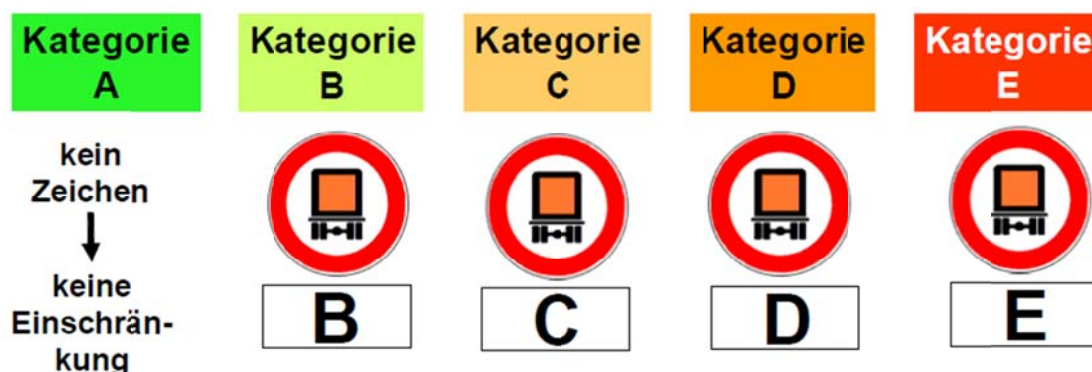


Abbildung 18: Tunnelkategorien

Rechtzeitig vor den Tunneln wird bereits auf die Beschränkung hingewiesen werden und Hinweise auf Umfahrgsstrecken gegeben. Werden verschiedene Gefahrgüter mit unterschiedlichen Beschränkungs-codes transportiert, gilt der strengste Code aller geladenen Güter.

7.1.5 Welche Anforderungen an H₂-Fahrzeuge (Pkws, Vans, Busse, H₂-Transport-trailer) werden von den Feuerwehren für den Rettungsfall erhoben?

Frage 19: Äußerliche Kennzeichnung der Fahrzeuge?

Jeder Gefahrguttransport hat nach ADR eine „Warntafel“ (siehe Foto):



Abbildung 19: ADR-Kennzeichnung eines Flüssigwasserstofftransporters

Anhand dieser Tafel weiß die Feuerwehr im Falle eines Unfalls eindeutig, was zu tun ist. (z.B. 223/1966: 2 steht für Gas. Eine Verdoppelung der Zahl ist eine Verdoppelung der Gefahr. 22 = sehr leicht flüchtige Gas. Die 3 steht für „brennbar“. Die Zahl unter dem Strich ist die Stoffnummer. 1966 ist Wasserstoff).

Hier gibt es also keinen Handlungsbedarf von Seiten der Retailer, weil die Kennzeichnungspflicht klar geregelt ist.

Seitens Tankstellenbetreiber gibt es keine gesonderten Pläne für Unfälle mit Wasserstoff-fahrzeugen

Bisher zugelassene Fahrzeuge sind nicht gesondert gekennzeichnet. Sie tragen Aufkleber, wo Wasserstoff und Brennstoffzelle drauf steht. Das ist aber keine offizielle Kennzeichnung. Kennzeichnungspflicht besteht in USA: blaue Raute.

Es gibt keine äußerlichen Kennzeichnungen von H₂-Fahrzeuge (und eine solche wird von OEMs auch nicht gewünscht, da sie nur Beunruhigungen in der Öffentlichkeit wecken würden und im Gefahrenfall wie Feuer dennoch nicht helfen würden, da die aufgeklebten Zeichen nicht feuerfest sind).

Frage 20: Aussendung einer elektronischen Kennung mit charakteristischen Fahrzeugdaten im Havariefall?

H₂-Trailer : in Deutschland besteht keine Anforderung für eine elektrische Kennung. Eine Gasefirma verfolgt jedoch aus Logistikzwecken die Bewegungen seiner Trailer.

In den Niederlanden besteht die Auflage, dass alle Trailer mittels GPS-Signal verfolgt werden können.

H₂-Pkw: Bisherige Pkws haben keine elektronische Kennzeichnung (Baustand vor Einführung des e-Calls).

Es wird also bisher bei einem Unfall auch keine elektronische Kennung ausgesandt.

Frage 21: Anforderungen an das Fahrzeug für den Rettungsfall?

Hochvolt ist freischaltbar. H₂-Brände werden in der Regel nicht gelöscht. Es erfolgt eine Kühlung der Umgebung, um angrenzende Gebiete zu schützen, sollte es zu offenem Feuer kommen.

Schulung der Rettungskräfte ist wesentlich

Frage 22: Ist die Rettungskarte hilfreich? Bedarf es einer elektronischen Version?

H₂-Trailer: ergibt sich aus ADR: früher gab es ein Unfallmerkblatt, welches der Fahrzeugführer des Trailers mitzuführen hatte.

In der neuen ADR heißt dieses nun „Ergänzungsblatt zur schriftlichen Unterweisung“. Diese muss jeder Fahrer im Führerhaus mitführen. Darauf sind wichtige Informationen zum Produkt und wichtige Telefonnummern wie Polizei und Feuerwehr vermerkt. Die Fahrer sind entsprechend geschult.

H₂-Pkw: Rettungskarte für meisten H₂-Fahrzeuge vorhanden (GM/Opel, Ford, Daimler) und sind von den Feuerwehren abrufbar.

7.1.6 Welche Anforderungen an H₂-Infrastrukturen (H₂-Tankstellen, H₂-taugliche Werkstätten oder Garagen, für H₂-Fahrzeuge geeignete Tunnels und Unterführungen) werden von den Feuerwehren erhoben?

Frage 23: z.B. Lageplan und Kennzeichnung der H₂-spezifischen Komponenten und der H₂ Speicher?

HRS:

Bei H₂-Tankstellen scheint es noch keine einheitlichen Anforderungen zu geben.

So existiert diese Anforderung in Hamburg offensichtlich nicht (Vattenfall).

Einige Retailer haben kommuniziert, dass diese Informationen an die lokale Feuerwehr gegeben wurden; zudem wurde mit der örtlich verantwortlichen Feuerwehrführung eine Vorortbegehung und eine Schulung durchgeführt sowie ein Gefahrenabwehrplan entwickelt.

Nach Aussagen anderer Retailer hat die lokale Feuerwehr einen Feuerwehrplan, in welchen für jeden Standort (meist Industriestandort) die wichtigen H₂-Komponenten wie Speicher und Verdichter im Lageplan gekennzeichnet sind. Hierbei ist nicht jedes Detail aufgeführt.

Im Rahmen des CEP gab es eine sehr enge Zusammenarbeit zwischen der Feuerwehr, der Behörde und dem Sachverständigen. In einem gemeinsamen Meeting wurden offene Fragen geklärt, was sich für das weitere Vorgehen als sehr positiv ergeben hat. Zu diesem Meeting aus dem Jahre 2008 existiert auch ein Protokoll.

Ein weiterer Retailer kommuniziert, dass eine H₂-Tankstelle gemäß den geltenden gesetzlichen Regelungen zu behandeln ist. Die Feuerwehr fordert für konventionelle Tankstellen einen genau definierten Umfang an Informationen und Festlegungen wie z.B. vereinheitlichte Lagepläne; dies muss (zumindest bei diesem Retailer in Abstimmung mit den lokalen Behörden) exakt so auch für den H₂-Teil umgesetzt werden.

Ein Betreiber hat mitgeteilt, dass er den Lageplan und Kennzeichnung der H₂-spezifischen Komponenten und der H₂ Speicher sowie Angaben zu entsprechenden Brandschutzeinrichtungen im Rahmen des Brandschutzdokumentes für seine HRS beibringen muss.

H₂-Fahrzeuge:

H₂-Fahrzeuge, die sich auf H₂-Arbeitsplätzen befinden, sind Kennzeichnungen angebracht wie z.B. H₂ im Tank oder inertisiert. Das gilt ebenfalls in viel strengeren Maßstäben für Hochvoltssysteme.

CEP hat maßgeblich an einer BG-Schrift [BGI 5108, Okt. 2009] zu H₂ in Werkstätten mitgewirkt.

Frage 24: z.B. Kenntnis der max. H₂-Speichermengen vor Ort?

Werden der Feuerwehr normalerweise in einem Vorgespräch mitgeteilt und in den Feuerwehrplan aufgenommen.

Frage 25: z.B. gibt es Rettungsfallprozedere für den Havariefall?

HRS:

Rettungsfallprozedere wird durch den Tankstellenbetreiber mit Feuerwehr individuell abgestimmt. Die Feuerwehr handelt nicht in Eigenregie.

Die Abstimmung mit der Feuerwehr findet statt, damit bekannt ist, welche Gefahren bestehen und wo sich die besonders gefährlichen Komponenten befinden. Die Anlage ist somit keine Black Box im Havariefall. Hierdurch weiß auch jeder Betroffene, was der andere in einem solchen Fall macht.

I.d.R. verfährt die Feuerwehr bei einem H₂-Brand so, dass Sie das Gas einfach abrennen lässt. Dies geht natürlich nur, wenn das Gas bereits brennt und nicht einfach nur ausströmt ohne Entzündung. Der Speicherbehälter und angrenzende Anlagen bzw. Gebäude werden entsprechend gekühlt.

H₂-Fahrzeuge:

Für H₂-Arbeitsplätze gibt es ein Rettungsfallprozedere. Zuständige Feuerwehren und Personal werden regelmäßig geschult. Das gilt auch für Hochvolt in Kfz.

Frage 26: z.B. wie ist der Entsorgung von austretendem H₂ geregelt bzw. vorgesehen?

HRS:

H₂ ist kein umweltschädigendes Produkt, daher stellt sich eine „Entsorgungsfrage“ nicht.

Austretendes H₂ wird sicher über einen Kamin abgeblasen (Abblaseeinrichtungen entsprechend der Anforderungen hinsichtlich Technik, Sicherheit und Umwelt). Es sind entsprechende Ex-Zonen definiert. Der Verdichterraum verfügt über eine technische Lüftung, welche im Falle eines Not-Aus automatisch hochfährt.

Im Falle einer Entzündung des Wasserstoffs ist der Wasserstoff ausbrennen zu lassen und nicht zu löschen; darüber hinaus gibt es umfassende Sicherheitsmaßnahmen, die den betroffenen Anlagenteil vom Rest der Anlage trennen, so dass selbst in einem Brandfall nur ein Teil der Anlage betroffen wäre.

H₂-Fahrzeuge:

Wenn gasförmiger Wasserstoff erst mal aus dem Fahrzeugsystem ausgetreten ist, gibt es keine Entsorgungsweg. Das Gas verflüchtigt sich aufgrund seiner physikalisch-chemischen Eigenschaften in die Atmosphäre. Je nach austretender Menge ist schon in geringer Entfernung kein zündfähiges Gemisch mehr messbar.

Auf H₂-Arbeitsplätzen wird die Luft standardmäßig abgesaugt und so eine Anreicherung vermieden.

Einsatz des MAF (Monitoring and Assessment Framework)

[\[http://www.hylights.eu/publications/reports/D3_3_MAF_Handbook-I_FINAL_23October2008.pdf\]](http://www.hylights.eu/publications/reports/D3_3_MAF_Handbook-I_FINAL_23October2008.pdf)

Frage 27: Wurde das vom EU-Vorhaben HyLights entwickelte MAF eingesetzt bzw. zugrunde gelegt?

Dies wurde im CEP diskutiert. Einige Fälle wurden auch entsprechend dokumentiert, jedoch wird eine intern adaptierte Variante verwendet.

Frage 27a: Falls ja, welche performance indicators (PIs) wurden bisher damit erhoben? (V-12; V-16; (I8); (I-16)

Frage 27b: Falls ja, Wie waren die Erfahrungen bzw. welche Verbesserungsvorschläge gibt es? (1) bezogen auf die Methodik die im MAF Handbuch vorgeschlagen wird; (2) inhaltlich, bezogen auf die sich ereigneten sicherheitsrelevanten

Vorfälle sowie die Schwierigkeiten hinsichtlich Zulassung und Betrieb (siehe auch Überschneidung mit Fragen 1 bzw. 6)

Zu (1) Bei einem Retailer erfolgt die Bearbeitung, zukünftige Verhinderung und Dokumentation von sicherheitsrelevanten Ereignissen entsprechend der internen Vorgaben sowie gemäß der Abstimmung innerhalb der CEP. Dies regelt auch Informationsfluss und Zuständigkeiten.

Frage 28: Falls nein, wie werden sicherheitsrelevante Ereignisse (Unfälle, Vorfälle) behandelt bzw. an wen berichtet und weitergeben

CEP:

Daten werden bei CEP in Anlehnung an das MAF erhoben.

Für das Fahrzeug werden V-12/V-16 nicht fahrzeug- oder hersteller-bezogen erhoben, also Vorfälle nicht formalisiert erfasst, sondern durch den Autohersteller bei Interesse bzw. Notwendigkeit über die PR-TaskForce von CEP kommuniziert.

Alle genehmigungsrechtlichen Probleme werden in ihrer Gesamtheit in den Task Forces diskutiert.

Bei der Erhebung von I-8/I-16 werden Incident Reports erstellt und CEP-intern über die Projektdatenblätter verfügbar gemacht. Die Erhebung von Daten für die H₂-Betankung geht deutlich über das im MAF geforderte Maß hinaus (z.B. werden sowohl die technische als auch die kundenrelevante Betankungsdauer erhoben).

In Hamburg-Hummelsbüttel noch an die alten Projektpartner von HyFLEET:CUTE.

FhG-ISE:

Die Anlage erfasst sicherheitsrelevante Ereignisse und alarmiert mindestens zwei Ansprechpartner mobil. Einerseits die Haustechnik, die einen Bereitschaftsdienst hat – andererseits den Anlagenverantwortlichen. Je nach Art des Ereignisses wird die Haustechnik entsprechende weitere Schritte veranlassen. Der Bereitschaftsdienst der Haustechnik hat entsprechende langjährige Erfahrung am Forschungsinstitut und die notwendigen Fähigkeiten, um sicherheitsrelevante Ereignisse zu beurteilen und angemessen zu reagieren. Der Anlagenverantwortliche kennt die Anlage ausreichend genau, um Störungen und Vorfälle, die keine Intervention von außen (Feuerwehren) benötigen, technisch zu beurteilen und ggf. zu beseitigen bzw. die Anlage still zu legen. Dieses Konzept ist noch in der Entwicklung und nicht final.

7.2 Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise

7.2.1 Wasserstofftankstellen

Um ein einheitliches Genehmigungsverfahren in jedem Bundesland zu gewährleisten, sollte die Möglichkeit geprüft werden, eine bundesweit verbindliche Vorgehensweise festzulegen. Hierfür sind vermutlich die jeweiligen Landesministerien zuständig oder dies kann auch direkt zwischen den zuständigen Behörden in den entsprechenden Arbeitskreisen geschehen.

Es wird empfohlen, eine einzige harmonisierte und verbindliche Grundlage für den Ablauf des Genehmigungsverfahrens von H₂-Tankstellen in ganz Deutschland zu erstellen und verfügbar zu machen. Es gilt zu bedenken, ob eine solche Grundlage in einer Art und Weise erstellt werden kann, dass sie auch auf andere europäische Länder übertragbar ist.

Zum Beispiel könnte eine international anerkannt Norm wie die in Entwicklung befindliche ISO 20100 eine Basis für die Vereinheitlichung der Schnittstellen und Auslegungsparameter sowie der Sicherheitsabstände darstellen, auf welche die deutschen bzw. europäischen Regelwerke Bezug nehmen und diese Norm dadurch zu weitgehender Anerkennung als gemeinsame Grundlage für die Auslegung, den Betrieb und die Wartung von H₂-Tankstellen führt.

Um die Norm im Sinne Deutschlands und Europas zu gestalten und weitgehend anerkannt nutzbar machen zu können, ist es erforderlich dass ausreichend deutsche Experten an deren Entwicklung teilnehmen, was bisher nicht der Fall ist (nur eine deutsche Firma, Schwelm, ist bisher aktiv).

Eine solche harmonisierte einstimmige Artikulation deutscher Interessen bei der Erstellung von H₂-spezifischen Normen bei ISO ist prinzipiell notwendig und sollte verstärkt herbeigeführt und unterstützt werden. Eine solche Harmonisierung auf möglichst breiter Basis ist auch aufgrund des ‚New Approach‘-Ansatzes¹⁵ für europäische Regelwerke sinnvoll und wünschenswert.

Ferner kann es für Deutschland Sinn machen, auf der Basis der oben beschriebenen Normungs- und Regelwerksansätze ein Handbuch zu erstellen, das aufzeigt welche Schritte zu unternehmen sind, um im Rahmen eines Genehmigungsverfahrens für eine HRS effizient und erfolgreich bis zur Installation und Betriebsgenehmigung einer HRS zu gelangen (z.B. ähnlich des Canadian Hydrogen Installation Codes¹⁶ für die Installation stationärer Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnik).

Aus dem Vergleich zwischen ISO 20100 und VdTÜV Merkblatt Druckgase 514 (siehe Abschnitt 2.7) ergibt sich folgende Einschätzung:

Aus technischer Sicht deckt ISO 20100 die Anforderungen an die HRS in einer detaillierteren Weise ab als die VdTÜV 514. Es umfasst Elemente wie Wasserstofferzeugung vor Ort und Wasserstofflieferung, die beide wichtige sicherheitsrelevante Aspekte der HRS darstellen.

Die ISO 20100 gibt explizit Sicherheitsabstände für eine Vielzahl von Einbaufällen vor und ist damit eine bessere Orientierung für alle an der Errichtung einer HRS Beteiligten, nämlich die Designer, die Erbauer, die Installateure von Anlagen sowie die Behörden. Alle spezifischen Sicherheitsvorkehrungen wie Abstände, Brand- und Explosionsschutz, Instrumentierung und Sicherheitssysteme sowie die Tests, die vor der Inbetriebnahme der HRS durchgeführt werden, geben dem Anwender der Norm Informationen. Das VdTÜV

¹⁵ <http://www.newapproach.org/> und [DG ENTR 2008]

¹⁶ Permitting Hydrogen and Fuel Cell Installations in Canada A Guide to Codes, Standards and Regulations, Authorities and Approval Processes, Air Liquide Canada, March 2008

Merkblatt 514 nennt diese Anforderungen nicht in dieser Detaillierung, sondern verweist oftmals auf weiterführende Regelwerke wie z.B. die BetrSichV und TRBS.

An den Bestimmungen der ISO 20100 haben Experten weltweit mitgearbeitet und daher stellen diese den momentanen weltweiten State-of-the-art dar. Es ist daher möglich eine neue HRS weltweit auf Basis dieses Standards zu planen, zu errichten und zu betreiben. Dabei sind zusätzlich die jeweiligen nationalen Anforderungen des Landes zu berücksichtigen, die sich aus den nationalen Anforderungen ergeben und teils nicht in der aktuellen Fassung der ISO 20100 enthalten sind.

Das bedeutet, dass für eine Adaption der ISO 20100 in Deutschland einzelne Punkte konkretisiert und zwischen den Herstellern Betreibern und Technischen Überwachungsorganisationen abgestimmt werden müssen. Insbesondere sollten folgende Punkte hierbei u.a. konkretisiert werden, da diese zwar in der ISO 20100 erwähnt werden, aber nicht abschließend behandelt werden:

- Funktionale Sicherheit
- Messen / Eichanforderungen
- Gasqualität
- Materialverträglichkeit

Die Konkretisierung muss dabei auf Basis des zum jetzigen Zeitpunkt technisch Machbaren erfolgen. Ebenso sind hierbei die jeweils national gültigen Regelwerke zu beachten.

Es wurden bereits erste Kontakte zum Unterausschuss UA3 des Ausschuss für Betriebssicherheit (ABS) aufgenommen, um diesen hinsichtlich der Erfordernisse einer Genehmigung auf einheitlichen Grundlagen und die Bedeutung des Ausbauprogramms der Wasserstofftankstellen zu informieren. Der UA3 besteht aus einem Kreis von Bundes- und Länderbehörden (BMAS, Länder, BAM und PTB), ZÜS (TÜV, DEKRA), Gewerkschaften und Arbeitgeber (Industrie, Verbände). [Schröder 2011]

7.2.1.1 Schulungen

Um die existierenden technischen Verständnisprobleme abzubauen ist es sinnvoll, die entsprechenden Mitarbeiter der Genehmigungsbehörden auf dem Themengebiet von Wasserstoff, HRS und dem dazugehörigen Genehmigungsverfahren zu schulen. Inhalt hierbei sollten auch die technische Umsetzung und das dafür benötigte Verständnis sein.

Auf diese Weise können ggf. die langwierigen Prozesse und Verfahrensdauern erheblich verkürzt werden, wenn auf allen Seiten (Hersteller, Betreiber, Technische Überwachungsorganisation, Genehmigungsbehörde) das gleiche Basiswissen vorhanden ist und alle Partner wissen wovon Sie sprechen. Neben der Schulung von Behördenmitarbeitern erachten wir es ebenfalls als sinnvoll, die Betreiber der HRS auf bestimmten Themengebieten zu schulen, damit bekannt ist, was alles unter die Betreiberpflicht fällt. Hierzu zählen insbesondere die Grundlagen der Druckgeräterichtlinie 97/23/EG, der BetrSichV und der Bauteilspezifikation für den Umgang mit Wasserstoff. Momentan herrscht auf Seiten der Betreiber noch ein gutes technisches Verständnis, da es sich zumeist um Industriekonzerne oder Forschungseinrichtungen handelt. In Zukunft wird dies

jedoch immer weniger der Fall sein, wenn das Ziel erreicht werden soll, eine große Anzahl von HRS in ganz Deutschland zu errichten und zu betreiben.

7.2.1.2 Regelwerke

Wir empfehlen das VdTÜV Merkblatt Druckgase 514 „Wasserstofftankstellen“ zu überarbeiten und hierbei konkrete technische Lösungen für die bei der Errichtung von HRS auftretenden Problemstellungen mit einzufügen. Bei dieser Überarbeitung sollten nach Möglichkeit unbedingt die Hersteller der HRS mit einbezogen werden, da diese über ein großes technisches Hintergrundwissen verfügen und insbesondere zur Lösung der technischen Aspekte wichtige Informationen liefern können.

Die Überarbeitung des VdTÜV-Merkblattes sollte u.a. technische Lösungsvorschläge zum Themengebiet Funktionale Sicherheit (gemäß IEC 61508 und IEC 61511) enthalten sowie nach Möglichkeit Mustervorlagen für die Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung und eines Explosionsschutzdokuments. Auch sollten Hinweise bzw. Muster beigefügt werden was bei der sicherheitstechnischen Bewertung einer HRS betrachtet wird und welche Unterlagen und Informationen hierfür benötigt werden.

Eine solche Überarbeitung sollte jedoch im Lichte der internationalen Anstrengungen erfolgen, einen weitgehend harmonisierter Anforderungsraum für die Genehmigung von HRS basierend auf ISO 20100 zu schaffen. Sofern sich weiter abzeichnet, dass die ISO 20100 internationale Anwendung erfährt, sollte ein Überarbeitung des VdTÜV-Merkblattes in enger Anlehnung an und Abstimmung mit ISO 20100 erfolgen bzw. deren Implementierung auch in Deutschland ermöglichen und umsetzen.

7.2.1.3 Erfahrungsaustausch

Ein jährlicher Erfahrungsaustausch der Prüfer der Technischen Überwachungsorganisationen und der Behörden aus dem Bereich HRS erscheint aus unserer Sicht sinnvoll, um in der Praxis auftretende Probleme anzusprechen und Lösungsvorschläge zu erarbeiten. Themenschwerpunkte hierbei sollten insbes. bei der Erstellung einer Gutachterlichen Äußerung, Prüfung vor Inbetriebnahme und der wiederkehrenden Prüfungen gemäß BetrSichV bei den HRS liegen.

7.2.1.4 Hilfsmittel

Zur Vereinfachung für Behörden, Betreiber und Hersteller wäre es sinnvoll, eine „Checkliste“ zu haben, auf der die wichtigsten Punkte kurz beschrieben sind, welche für die Errichtung und den Betrieb einer HRS berücksichtigt werden müssen. Hierzu gehören u.a. relevante Regelwerke und Informationen dazu, wo diese zu finden sind, der prinzipielle Ablauf eines Genehmigungsverfahrens und welche Unterlagen für die jeweiligen Schritte benötigt werden, welche Nachweise der einzelnen Komponenten notwendig sind und „Templates“ der relevanten Dokumente, welche durch den Betreiber zu erstellen sind (siehe hierzu auch Kapitel 2.8.3).

7.2.2 Tunnel

Bezüglich des Transportes durch Tunnelbauwerke sind die Entwicklungen der H₂-Technologie vorerst abzuwarten. Für die Verteilung der Tankstellen im Straßennetz, die mit H₂ beliefert werden, wird empfohlen, zu prüfen, ob eine Verschärfung der Gefahrgutkategorisierung der angrenzenden Tunnel erforderlich wird oder eine H₂-Zulieferung der Tankstellen aufgrund kategorisierter Tunnel erschwert wird.

Um genauere Aussagen treffen zu können, sind eine Datenbasis sowie zuverlässige Prognosen über H₂-Mengen und die allgemeine Veränderung des Kraftstoffbedarfs notwendig. Dieser Aspekt wird im Rahmen der Ermittlung der allgemeinen Gefahrgutverteilung mehr Berücksichtigung finden.

Es gilt ferner zu beachten, dass die an einem sicheren Tunnelbetrieb mitwirkenden Einsatzdienste frühestmöglich in die Planung mit eingebunden werden, insbesondere dann, wenn es sich um außergewöhnliche bauliche Gegebenheiten, wie z.B. eine Tunnel-Kette handelt oder mit einer überdurchschnittlich hohen Frequenz an Gefahrguttransporten zu rechnen ist.

7.3 Beurteilung einer internationalen Umsetzbarkeit

7.3.1 Wasserstofftankstelle

Eine Bewerksstellung eines abgestimmten deutschen Beitrags zur Normenerstellung in ISO TC197, um die Annahme von H₂-Technologien im deutschen Markt zu beschleunigen und der deutschen Industrie, den Anwendern und den Genehmigungsbehörden Hilfestellung zu gewähren, ist anzustreben:

- Einrichtung einer RCS-Koordinationsgruppe
- Erarbeitung einer abgestimmten deutschen Position zu einer zu regelnden Fragestellung durch eine RCS-Arbeitsgruppe/Unterausschuss (SC – subcommittee)
- Abklärung wie diese Position den ISO/IEC/UN oder EC Gremien präsentiert wird
- Präsentation der deutschen Position vor dem geeigneten Gremium, Unterausschuss, Arbeitsgruppe, etc. in einer leicht zu verstehenden und zu akzeptierenden Form

Für die Bewerksstellung der Errichtung und des Ausbaus von HRS in Deutschland basierend auf einer vorgegebenen Auslegung schlagen wir folgende Prozesse vor:

- Überarbeitung des VdTÜV-Merkblatts 514 unter Berücksichtigung der konkretisierten Punkte der ISO 20100 (siehe 2.7.2) oder Adaption der ISO 20100 in Deutschland oder ggf. Erstellung eines neuen Regelwerkes, welches sowohl die nationalen als auch die internationalen Anforderungen der ISO 20100 abdeckt
- Alle relevanten deutschen Genehmigungsbehörden sollten das überarbeitete VdTÜV-Merkblatt 514 oder ggf. die ISO 20100 als technisches Regelwerk in ihrem Zulassungsverfahren für HRS anerkennen (z.B. mit speziellen Ausnahmen aufgrund lokaler Gegebenheiten und Klimaeigenschaften)

- Ausbildung der Aufsichtsbehörden, Betreiber und der Prüfer (und der Helfer vor Ort) hinsichtlich der aus diesen technischen Regelwerken resultierenden Anforderungen

Der Vorteil der Verwendung der ISO 20100 anstatt des VdTÜV-Merkblatts 514 liegt darin, dass die ISO 20100 auf internationaler Ebene (ISO mit 192 Signatarstaaten) gültig wird und eine breite Anwendung in Europa und weltweit erlangen kann. Ein VdTÜV Merkblatt würde nur in Deutschland Gültigkeit haben. Bereits bei der Implementierung einer H₂-Betankungsinfrastruktur in Deutschlands Nachbarländern könnte so eine schnellere Vereinheitlichung harmonisierter Genehmigungsanforderungen erreicht werden, die dann auch den deutschen Komponentenlieferanten bei einer effizienteren standardisierten Auslegung von Komponenten und Subsystemen für HRS helfen würde. Ein möglichst weitgehend harmonisierter Anforderungsraum basierend auf ISO 20100 reduziert die jeweiligen zusätzlichen nationalen Abstimmungsmaßnahmen, die derzeit noch im Rahmen der lokalen Genehmigung entstehen.

7.3.2 Werkstätten

In Werkstätten finden verschiedene europäische Richtlinien zu Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz Anwendung (siehe detaillierte Beschreibung in Kapitel 3.3.2). Dies sind im Einzelnen:

- *Arbeitsstättenrichtlinie* 89/654/EWG des Rates vom 30. November 1989 über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz in Arbeitsstätten.
- Die *Arbeitsmittelrichtlinie* 89/655/EWG des Rates vom 30. November 1989 über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit.
- Die *Richtlinie zum Schutz vor chemischen Arbeitsstoffen* 98/24/EG des Rates vom 7. April 1998 zum Schutz von Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch chemische Arbeitsstoffe bei der Arbeit.
- Die *Explosionsschutzrichtlinie (ATEX-Richtlinie)* 99/92/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können.
- Die *Druckgeräteverordnung* in Verbindung mit der europäischen Druckgeräte richtlinie 97/23/EG Die *Betriebssicherheitsverordnung* (BetrSichV).

Je nach Ausformung durch den nationalen Gesetzgeber können die Anforderungen einzelner Mitgliedsstaaten an die Sicherheit von Arbeitsmitteln und Arbeitsplätzen weiter gehen als die Vorgaben im europäischen Recht.

7.3.3 Parkgaragen

Nach [Schwab 2006] gibt es keine europäischen Vorschriften über die Bauausführung von und die Sicherheit in Garagen. Dies resultiert aus dem Aufgabenkatalog der Europäischen Gemeinschaft in Art. 3 des Gründungsvertrags, der keine Zuständigkeiten auf dem Gebiet

des Baurechts beinhaltet. Das bedeutet, es bleibt grundsätzlich den Mitgliedsstaaten überlassen, die Planung, die Genehmigung und die Ausführung baulicher Anlagen einschließlich des Baus von Straßen zu regeln.

7.3.4 Tunnel

Die Regelungen der Tunnelkategorisierung sind in das ADR aufgenommen worden um einheitliche Vorgaben auf europäischer Ebene zu schaffen. Die Verfahren auf nationaler Ebene können dabei differieren, müssen aber im Grundsatz den Vorgaben des ADR entsprechen. Das unter Kapitel 4.3 aufgeführte Verfahren wäre auch auf andere europäische Mitgliedsstaaten übertragbar.

7.3.5 MAF

Neben der projektspezifischen Berichterstattung sollen europaweit auf Programmebene die sicherheitstechnischen und regelwerksspezifischen Erfahrungen ausgetauscht werden und übergeordnete Auswertungen vorgenommen werden.

Neben den europäischen Projekten sollen hier auch die Ergebnisse und Erkenntnisse aus national geförderten Projekten in harmonisiertem Format gesammelt werden und damit europaweit vergleichbar werden. Hersteller wie auch Vertreter der nationalen bzw. regionalen Behörden könnten sich hier in regelmäßigen Abständen austauschen.

7.4 Maßgeschneiderte Handlungsempfehlungen zur effizienten Platzierung in der Gremienarbeit

Da der in Unterkapitel 2.8.4 vorgeschlagene Ansatz auf der Nutzung von ISO und IEC Normen beruht, ist es wichtig dass Deutschland seinen Einfluss bei der Entwicklung dieser internationalen Normen stärkt. Um dies zu erreichen ist es erforderlich, unterschiedliche Experten in diesen internationalen Normungsaktivitäten zu identifizieren, insbesondere in ISO/TC 197 (siehe Annex B für weitere Informationen zur Struktur von ISO/TC 197, den Aufgabenbereichen, dem Arbeitsprogramm und einer Liste an Veröffentlichungen). Hinsichtlich der Infrastrukturentwicklung wäre es ferner wünschenswert, dasselbe für IEC/TC 105 durchzuführen. Siehe die in [IEC/TC 105] aufgeführte Liste zu laufenden Arbeiten und Veröffentlichungen. Schlussendlich ist es wichtig, die deutschen Beiträge zur RCS und zu vorwettbewerblichen Forschungsarbeiten strategisch zu koordinieren, damit die deutsche Position zu jedem einzelnen Thema bzw. Abstimmungspunkt wirklich im besten Interesse des Landes vertreten werden kann.

Dies bedeutet, dass ein Koordinationsmechanismus eingerichtet werden sollte, damit Deutschland mit einer Stimme in internationalen Normungsgremien sprechen kann. Über diesen Koordinationsmechanismus werden die Beiträge der einzelnen Interessensvertreter sowie die Lernerfahrung aus vorwettbewerblicher Forschung und aus Demonstrationsprojekten zusammengetragen. Dies ist der richtige Weg für Deutschland mit einer Position voran zu kommen, die den Stand der Technik und in der Tat ein ausgewogenes Interesse der Industrie, der Regierungsbehörden sowie die der Nutzer widerspiegeln wird.

In Bezug auf vorwettbewerbliche Forschung, ist es notwendig, die Forschungsaktivitäten zu koordinieren, damit sie die von der RCS-Gemeinschaft identifizierten Wissenslücken schließen können. Zu einer Reihe von Fragen der Wasserstoffsicherheit gibt es Lücken in der Wissensbasis, die durch Forschung angegangen werden müssen, bevor sie in internationalen Normen behandelt werden können. Vorwettbewerbliche Forschungsarbeit erfordert in der Regel experimentelle Aktivitäten, die ressourcen-basiert und zeitaufwendig sind. Es ist daher wichtig, über eine angemessene Koordinierung sicherzustellen, dass die vorwettbewerbliche Forschungsarbeit in vollem Einklang mit den Bedürfnissen der RCS-Körperschaften steht.

Beim gegenwärtigen Stand der Technik müssen Wissenslücken noch in vielen Bereichen angegangen werden. Hinsichtlich der HRS liegt ein gutes Beispiel für die Erfordernis von vorwettbewerblicher Forschung darin, für jede Art bzw. Kategorie von Ausrüstung und Ausrüstungsgegenständen weiter risikobasierte Sicherheitsabstände zu etablieren, um eine höhere Flexibilität in der Auslegung von HRS zu erlauben und dabei bzgl. der Sicherheit der Einrichtungen keine Kompromisse einzugehen. Diese Arbeit wird wesentliche Unterstützung bei der Herausforderung sein, HRS in großen Städten zu bauen.

Andere Beispiele für Forschung und vorwettbewerblicher Forschungsarbeit liefern die Themen wartungsfreie Dichtung an der Tankkupplung und ein geeignetes Betankungsprotokoll, die eine Schnellbetankung von Fahrzeugen ermöglicht, ohne Kompromisse bei der Sicherheit des Betankungsvorgangs einzugehen. Weitere vorwettbewerbliche Forschungsarbeit ist auch erforderlich, um die Auswirkungen von Wasserstoffverunreinigungen auf Brennstoffzellen genau zu verstehen und geeignete Methoden zur Prüfung von Wasserstoffkraftstoffqualität zu entwickeln.

Die oben beschriebenen Ergebnisse der vorwettbewerblichen Forschungsarbeit, sowie noch zu definierende weiter, müssen koordiniert und in die RCS-Gremien eingebracht werden, um die Normen zu verbessern und sie mehr Leistungs-basiert zu machen damit sie dem neuesten Stand der Technik entsprechen. Dieser Iterationsprozess ist in den Normenentwicklungsprozess bei ISO eingebaut.

8 LITERATUR

- [AGBF 2008] Wasserstoff und dessen Gefahren - Ein Leitfaden für Feuerwehren, AG der Leiter der Berufsfeuerwehren in der BRD – AK Grundsatzfragen, Stand Oktober 2008 [\[http://www.bmvbs.de/cae/servlet/contentblob/28490/publicationFile/11273/wasserstoff-und-dessen-gefahren-ein-leitfaden-fuer-feuerwehren.pdf\]](http://www.bmvbs.de/cae/servlet/contentblob/28490/publicationFile/11273/wasserstoff-und-dessen-gefahren-ein-leitfaden-fuer-feuerwehren.pdf)
- [ADR 2007] Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, 1. Januar 2007
- [ATR 2010] Anerkanntes Technisches Regelwerk (ATR) für Bau, Ausrüstung, Prüfung, Zulassung und Kennzeichnung von Großflaschen aus Verbundwerkstoffen mit nicht-lasttragendem Liner aus Thermoplast mit einem Betriebsdruck bis 50 MPa (500 bar) und einem Fassungsraum bis 450 L als ortsbewegliche Druckgeräte (ATR D 4/10), BAM; 19.11.2010
- [BAST 2009] Zulauf, Balzer, Mayer, Zimmermann, Imhof, Riepe, FE 03.0437/2007 FRB, Verfahren zur Kategorisierung von Straßentunneln gemäß ADR 2007, Schlussbericht März 2009
- [BauG 2008] Genehmigung im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens nach §62 HBauO vom 26.09.2008, erteilt an die HHA durch das Bezirksamt Wandsbeck der Freien und Hansestadt Hamburg
- [DG ENTR 2008] new Legislative Framework for marketing of products, EC Enterprise and Industry, <http://ec.europa.eu/enterprise/policies/single-market-goods/regulatory-policies-common-rules-for-products/new-legislative-framework/>
- [EG 2004] Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union, Richtlinie 2004/54/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über die Mindestanforderungen auf die Sicherheit von Tunneln im transeuropäischen Straßennetz, 29. April 2004
- [EU 2010] Verordnung (EU) Nr. 406/2010 der Kommission vom 26. April 2010 zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 79/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Typgenehmigung von wasserstoffbetriebenen Kraftfahrzeugen

[ExSchDok 2010]	Explosionsschutzdokument für die Wasserstoff-Hybridwerkstatt auf dem Betriebshof der Hamburger Hochbahn AG, TÜV NORD, 1.11.2010
[ExSchDok-GA 2010]	Systematische Gefährdungsanalyse zu [ExSchDok 2010], 11/2010
[Feuerwehr-B 2011]	Persönliche Information Ralf Lehmann, Berliner Feuerwehr, Direktion Süd - S 311, Dezember 2011
[GaStellV 1993]	Verordnung über den Bau und Betrieb von Garagen sowie über die Zahl der notwendigen Stellplätze (GaStellV), 30.11.1993, GVBl 1993, S. 910
[GCSFP-NORM 2010]	R. Wurster/LBST, Y. He/CATARC, Analysis of the Situation of Standards and Codes for Hydrogen and Fuel Cell Vehicles and related Supply Infrastructures in China and Germany/Europe, German Chinese Sustainable Fuel Partnership, 25 March 2010
[GCSFP-REG 2010]	S. Garcke, A. Wolff (EnergyAgency.NRW), Z.Q. Mao (Tsinghua University), Analysis of European/German and Chinese Regulations regarding a hydrogen infrastructure for road traffic, German Chinese Sustainable Fuel Partnership, 03 September 2009
[HySafe 2009]	Deliverable D113 "Initial Guidance for Using Hydrogen in Confined Spaces - Results from InsHyde", 30 January 2009
[IEC/TC 105]	IEC/TC 105 publications and work in progress - IEC/TS 62282-1 Fuel cell technologies - Part 1: Terminology - IEC 62282-2 Fuel cell technologies – Part 2: Fuel cell modules - IEC 62282-3 Fuel cell technologies - Part 3: Stationary fuel cell power - Part 3-100: Safety - Part 3-150:– Small stationary Fuel Cell Power Systems serving as a heating appliance (Approved NWIP) - Part 3-200: Performance test methods - Part 3-201: Performance test methods for small fuel cell power systems (CD) - Part 3-3: Installation

Literatur

- IEC 62282-4 Fuel cell technologies – Forklift applications
 - Part 4-100: Safety requirements, environmental aspects and test procedures (New project)
 - Part 4-200: Performance requirements and test procedures (New project)
- IEC 62282-5-1 Fuel cell technologies - Part 5-1: Portable fuel cell power systems – Safety
- IEC 62282-6 Fuel cell technologies - Micro Fuel Cell Power Systems
 - Part 6-100: Safety
 - Part 6-110: Aluminum micro FC system – Safety (New project)
 - Part 6-150: Water reactive (UN Division 4.3) compounds in indirect PEM fuel cells (PAS)
 - Part 6-200: Performance test methods
 - Part 6-300: Fuel cartridge interchangeability
 - Part 6-310: Power and data interchangeability (Approved NWIP)
- IEC/TS 62282-7-1 Fuel cell technologies - Part 7-1: Single cell test methods for polymer electrolyte fuel cell
- IEC/TS 62282-7-2 Fuel cell technologies - Part 7-2: Single cell test methods for solid oxide fuel cells (Approved NWIP)

[Ilk 2011]

Andreas Ilk , Alternative Antriebe aus Sicht der Einsatzkräfte, Berufsfeuerwehr Linz, Hamburg Messe und Congress, 8.-9- Juni 2011

[ISO/TC 197]

ISO/TC 197 publications and work in progress

- Hydrogen fuel cell vehicles
- ISO 17268 Compressed hydrogen surface vehicle refueling connection devices (Revision – DIS2)
- ISO 15869 Gaseous hydrogen and hydrogen blends — Land vehicle fuel tanks (TS:2009 – DIS)
- ISO 13985 Liquid hydrogen — Land vehicle fuel tanks (Confirmed in 2010)
- Hydrogen infrastructure

- ISO 20100 Gaseous Hydrogen — Fuelling Stations (TS:2008 and DIS)
- ISO 22734 Hydrogen generators using water electrolysis process
 - Part 1: Industrial and commercial applications (Published in 2008)
 - Part 2: Residential applications (FDIS)
- ISO 16110 Hydrogen generators using fuel processing technologies
 - Part 1: Safety (Published in 2007)
 - Part 2: Test methods for performance (Published in 2010)
- ISO 14687-2 Hydrogen fuel — Product specification — Part 2: PEM fuel cell applications for road vehicles (TS:2008 and DIS)
- ISO 26142 Hydrogen detection apparatus — Stationary applications (Published in 2010)
- ISO 15399 Gaseous Hydrogen — Cylinders and tubes for stationary storage (New project)
- Others
- ISO 14687-3 Hydrogen fuel — Product specification — Part 3: PEM fuel cell applications for stationary appliances (CD)
- ISO/TR 15916 Basic considerations for the safety of hydrogen systems (Revision – New project)
- ISO 16111 Transportable gas storage devices — Hydrogen absorbed in reversible metal hydrides (Published in 2008)

[NRW 2010]

A. Wolff, S. Garche (EnergieAgentur.NRW), Genehmigungsverfahren für Wasserstofftankstellen, 30. Juli 2010

[PIARC 2009]

Vertreib des OECD/PIARC QRAM über <http://publications.piarc.org/ressources/documents/QRAM-OrdnerForm-Jan07.doc>, Stand Januar 2007

[RABT 2006]

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Verkehrsführung und Verkehrssicherheit, Richtlinie für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln – RABT, Ausgabe 2006

Literatur

- [SAE J2600] Compressed Hydrogen Surface Vehicle Refueling Connection Device, 04 October 2002
- [SAE J2601] Fueling Protocols for Light Duty Gaseous Hydrogen Surface Vehicles – Technical Information Report (SAE TIR J2601: Hydrogen Fueling Protocol Guideline for Demonstration Projects), 16 March 2010
- [SAE J2799] 70 MPa Compressed Hydrogen surface Vehicle Fueling Connection Device and Optional Vehicle to Station Communication, SAE International, 24 May 2007
- [Scheuermann 2011] Brandschutz im Betrieb, Dr. Scheuermann GmbH, München, 24. Januar 2011
- [Schröder 2011] Persönliche Kommunikation mit Dr. Volkmar Schröder, BAM, Juli - Oktober 2011
- [Schwab 2006] Schwab, Roland, Auf dem Weg zu einer Wasserstoffinfrastruktur im Straßenverkehr. Eine Studie der rechtlichen Rahmenbedingungen in der Gesetzgebung der Europäischen Union und in Deutschland / Roland Schwab Institut für Mobilitätsforschung –Berlin: Institut für Mobilitätsforschung, 2006 ifmo-studien
- [SKRIBT 2011] Verbundprojekt des BMBF, Schutz kritischer Brücken und Tunnel im Zuge von Straßen (SKRIBT), Bericht in AP3, unveröffentlicht, 2011, www.skribt.org
- [Spohr 2011] Beschränkung der Nutzung von Straßentunneln gemäß ADR, Spohr-online, heruntergeladen von <http://www.spohr-online.de/neues-auf-dieser-Webseite/> Gefahrguttransport/Strassentunneln-GG.pdf 21.11.2011
- [TRBS 1201] Technische Regeln für Betriebssicherheit: Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen (Prüfung von Lageranlagen, Füllstellen, Tankstellen und Flugbetankungsanlagen, soweit entzündliche, leichtentzündliche oder hochentzündliche Flüssigkeiten gelagert oder abgefüllt werden, hinsichtlich Gefährdungen durch Brand und Explosion), 25. Juni 2009
- [TRBS 1203] Technische Regeln für Betriebssicherheit: Befähigte Personen, 12. Mai 2010
- [TRBS 2141] Technische Regeln für Betriebssicherheit: Gefährdungen durch Dampf und Druck - Allgemeine Anforderungen -, 23. März 2007

- | | |
|----------------------|---|
| [VdTÜV 514] | Anforderungen an Wasserstofftankstellen, VdTÜV Merkblatt 514 Druckgase, Verband der TÜV e.V., Berlin, 04/2009 |
| [Wikipedia Mai 2011] | Garagenverordnung, 10. Mai 2011 |

9 ANNEX A

9.1 Hydrogen infrastructure and safety

The ISO work on hydrogen infrastructure and safety covers hydrogen refueling stations (HRS), hydrogen refueling station components and safety. It is handled by ISO/TC 197, the international technical committee responsible for the standardization of hydrogen technologies.

9.2 Hydrogen refueling stations (HRS)

9.2.1 General

In terms of market entry, the roll out of hydrogen fuel cell vehicles is expected to gain momentum from 2015 onward in several regions of the world. To ensure the smooth operation of these initial vehicle populations estimated in the 100s of thousands, an initial refueling infrastructure comprising of hundreds of stations will need to be built through 2020.

No current fuelling infrastructure follows the same requirements. It is therefore quite a challenge to come up with one set of requirements that applies everywhere with only minimum national deviations. As the fuelling stations are not built yet it is possible to do so with a willingness on the part of the government and industry to make it happen.

This is why ISO/TC 197 has been working on the development of ISO 20100 *Gaseous Hydrogen — Fuelling Stations*. ISO/TC 197 WG 11, which is responsible for this work, has already developed a technical specification (TS) in December 2008. It is continuing its work towards the development and publication of an international standard.

9.2.2 Scope

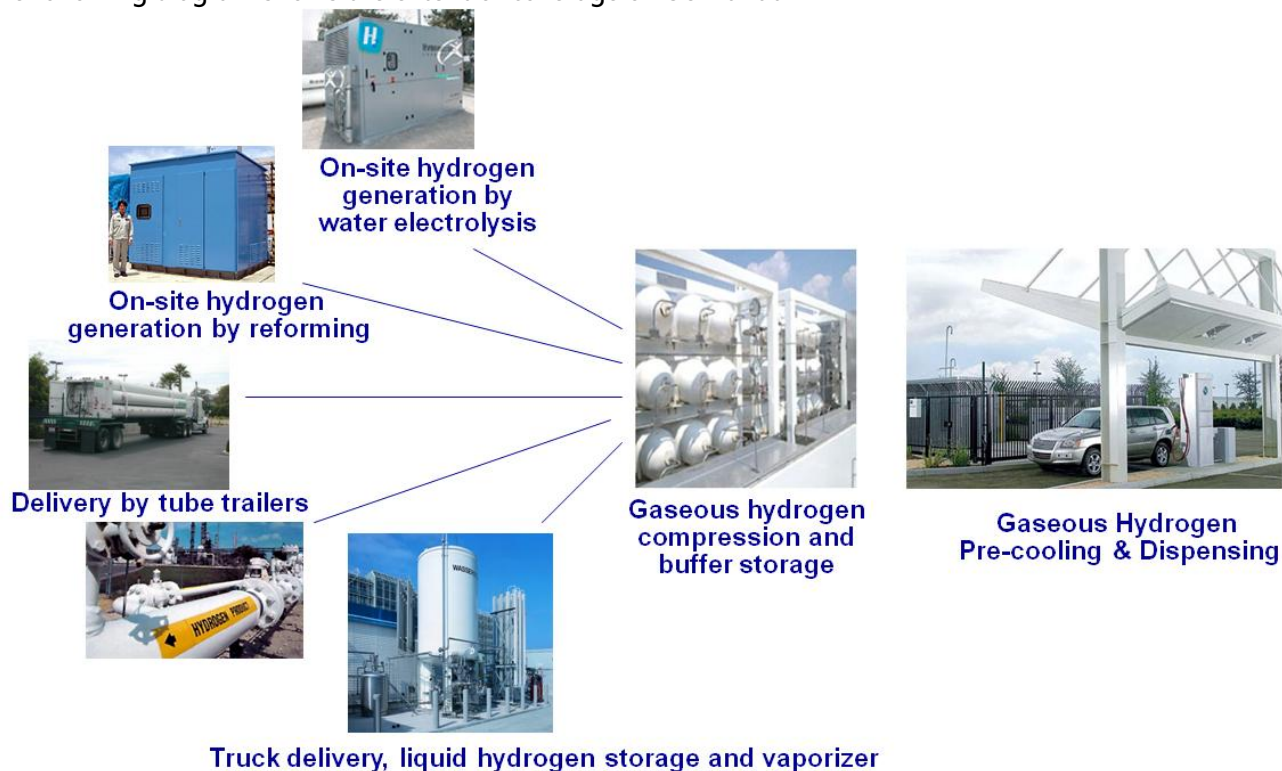
The scope of the current ISO/DIS 20100 covers the safety requirements applicable to the design and operation of standalone outdoor public and non-public fuelling stations that dispense gaseous hydrogen used as fuel onboard land vehicles of all types.

Residential and home applications to fuel land vehicles are excluded from this International Standard.

ANNEX A

9.2.3 Coverage

The following diagram shows the extent of coverage of ISO 20100.



9.2.4 Elements covered by ISO 20100

ISO 20100 covers the requirements that the equipments used in a HRS have to comply with as well as the installation requirements of these equipments. The equipments that are covered include:

- Hydrogen delivery (5)
- Onsite generators (6)
- Compressors, filters and purifiers (7-9)
- Buffer storage (10, 16)
- Dispensing system (11)
- Vents (18)
- Electrical system (20)

The standard also covers the fuelling process (11.8) and the fuel specifications (12).

The standard covers all the safety aspects of HRS, including the specific safety precautions such as:

- Separation distances (14)

- Fire and explosion protection (15)
- Instrumentation and safety systems (19, 21)
- Protection from environmental factors (22)

The standard would not be complete without the tests (23) that should be performed before putting the HRS in operation.

9.2.5 Task groups

A lot of effort is going into the work of WG11. A task group was formed to look specifically at separation distances for each type/category of equipment using a risk-informed rationale. This approach, which is quite innovative and supported by pre-normative work, will allow more flexibility in the design of the fuelling stations without compromising the safety of the installations. This work will be a major enabler in the challenge to build these hydrogen fuelling stations in large cities.

Another task group is looking at defining the requirements applicable to the compressor and dispensing system. One of the interesting aspects that this task group has been working on is the preparation of a dispenser protection table. The dispenser protection table identifies the safeguards necessary for each possible equipment malfunction. In this way, the standard addresses safety of the users and protection of the equipment.

9.2.6 Timetable

ISO/TC 197 WG 11 is working on a 48 month schedule towards the publication of the international standard. It is expected that the international standard will be published in March 2013. A first Draft International Standard (DIS) was released on 21 March 2011 and is now available for use as a reference¹⁷.

The next step includes the preparation of a second DIS that will take care of the comments received during the first DIS circulation. It will be followed by a Final Draft International Standard in September 2012 and then by the published international standard in March 2013.

9.3 Next steps

After the publication, ISO/TC 197 WG 11 will look at expanding the scope to cover maintenance operations as well as indoor warehouse, retrofit and multi-fuel refuelling on a fast-track basis.

9.3.1 Adoption of ISO 20100

When the ISO 20100 standard is published as an international standard, countries will be able to use it as a basis for the approval of the HRS that will be built on their territory.

¹⁷ ISO considers that a document that has reached the DIS stage is mature enough to be used as a reference. It is at this stage that the document becomes available to the general public.

ANNEX A

Countries that have an urgent need could initiate this process right now since the DIS is now a public document.

9.4 HRS Components

ISO/TC 197 is also working on a number of international standards that covers HRS components. These standards are either published or in their development stage as follows:

- ISO 22734 Hydrogen generators using water electrolysis process
 - o Part 1: Industrial and commercial applications (Published in 2008)
 - o Part 2: Residential applications (FDIS – Developed by ISO/TC 197 WG 8)
- ISO 16110 Hydrogen generators using fuel processing technologies
 - o Part 1: Safety (Published in 2007)
 - o Part 2: Test methods for performance (Published in 2010)
- ISO 14687-2 Hydrogen fuel — Product specification — Part 2: PEM fuel cell applications for road vehicles (TS:2008 and DIS – Developed by ISO/TC 197 WG 12)
- ISO 26142 Hydrogen detection apparatus — Stationary applications (Published in 2010)
- ISO 15399 Gaseous Hydrogen — Cylinders and tubes for stationary storage (New project – Developed by ISO/TC 197 WG 15)
- Ad hoc group on hydrogen components: Fast-tracking of component standards using existing ISO and IEC standards

9.5 Safety

Safety requirements are considered in the ISO standards on HRS, namely in ISO 20100 and in all the HRS components standards listed in Clause 3. In the case of ISO 20100, special safety precautions have been introduced in the standard to take care of the hydrogen specific hazards. They include the separation distances, the fire and explosion protection, the instrumentation and safety systems as well as the requirements that cover the protection from environmental factors.

In addition, ISO/TC 197 WG 16 is currently revising ISO/TR 15916 *Basic considerations for the safety of hydrogen systems*, which provides general guidelines for the use of hydrogen.

10 ANNEX B

10.1 General information

Committee ISO/TC 197 *Hydrogen technologies*

Chairman: Mr. Randy Dey (Canada)

Secretariat: SCC (Canada)

Contact details: The CCS Global Group Inc.
1182 Old Post Drive
Oakville (Ontario) Canada, L6M 1A6
Tel: +1 905-847-7811
Fax: + 1 905-847-7845
E-mail: rdey@ccsglobalgroup.com

Secretary: Ms. Sylvie Gingras
Bureau de normalisation du Québec
333, rue Franquet
Québec (Québec) Canada,
G1P 4C7
Tel: + 1 418 652 2238 ext. 2655
Fax: + 1 418 652 2292
Email: sylvie.gingras@bnq.qc.ca

10.2 Scope of the technical committee

Standardization in the field of systems and devices for the production, storage, transport, measurement and use of hydrogen.

10.3 ISO/TC 197 Membership

ISO/TC 197 P-members (20)

ARGENTINA (IRAM)
BRAZIL (ABNT)
CANADA (SCC)
CHINA (SAC)
DENMARK (DS)
EGYPT (EOS)
FRANCE (AFNOR)
GERMANY (DIN)
INDIA (BIS)
ITALY (UNI)

JAPAN (JISC)
NETHERLANDS (NEN)
NORWAY (SN)
REPUBLIC OF KOREA (KATS)
RUSSIAN FEDERATION (GOST R)
SPAIN (AENOR)
SWEDEN (SIS)
SWITZERLAND (SNV)
UNITED KINGDOM (BSI)
USA (ANSI)

ISO/TC 197 O-members (14)

AUSTRALIA (SA)
AUSTRIA (ASI)
BELGIUM (NBN)
CZECH REPUBLIC (UNMZ)
FINLAND (SFS)
HONG KONG, CHINA (ITCHKSAR)

JAMAICA (BSJ)
[LIBYAN ARAB JAMAHIRIYA \(LNCMS\)](#)
POLAND (PKN)
ROMANIA (ASRO)
SERBIA (ISS)
THAILAND (TISI)

ANNEX B

HUNGARY (MSZT)

TURKEY (TSE)

10.4 ISO/TC 197 LIAISONS

LIAISONS WITH ISO AND IEC TECHNICAL COMMITTEES (18)

ISO/TC 11 *Boilers and pressure vessels*ISO/TC 20 *Aircraft and space vehicles*ISO/TC20/SC14 *Space systems and operations*ISO/TC 22 *Road vehicles*ISO/TC22/SC21 *Electrically propelled road vehicles*ISO/TC22/SC25 *Road vehicles using gaseous fuels*ISO/TC 58 *Gas cylinders*ISO/TC 58/SC3 *Gas cylinder design*ISO/TC 70 *Internal combustion engines*ISO/TC 153 *Valves*ISO/TC 192 *Gas turbines*ISO/TC 193 *Natural gas*ISO/TC 203 *Technical energy systems*ISO/TC 207 *Environmental management*ISO/TC 220 *Cryogenic vessels*

ISO/TC 252 Project committee: Natural gas fuelling stations for vehicles

IEC/TC 31 *Equipment for explosive atmospheres*IEC/TC 105 *Fuel cell technologies*

ISO/TC 197 LIAISONS WITH OTHER ORGANIZATIONS (6)

European Industrial Gases Association (EIGA) — Cat. D with ISO/TC 197 WG 11

European Hydrogen Association (EHA) — Cat. A

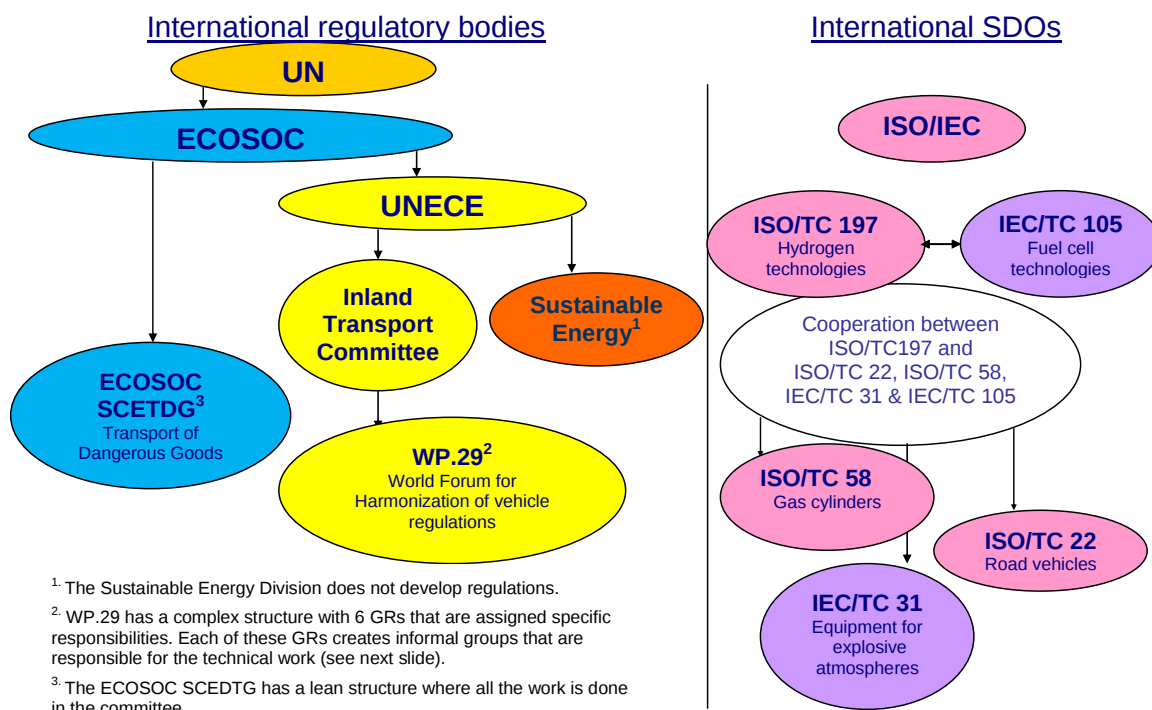
Joint Research Centre (JRC) — Cat. D with ISO/TC 197 WG 12 and WG13

International Organization of Legal Metrology (OIML) — Cat. A

National Hydrogen Association (NHA) — Cat. D

10.5 ISO/TC 197 links with the global regulatory bodies and its most important liaisons

The following diagram shows in a nut shell the ISO/TC 197 links with the global regulatory bodies and its most important liaisons.



10.6 ISO/TC 197 Meetings

ISO/TC 197 usually holds a plenary meeting once a year. The 20th plenary meeting will be held on 15 December 2011 in Beijing, China. The table below provides some further information on the plenary meetings held in the last five years.

<u>No.</u>	<u>Date</u>	<u>Location</u>
19	2010-05-16	Essen, Germany
18	2009-10-14	Seoul, Republic of Korea
17	2008-06-13	Brisbane, Australia
16	2007-11-08	Montecatini Terme, Italy
15	2006-06-08	La Plaine Saint-Denis, France

ANNEX B

10.7 Work programme

The current structure of ISO/TC 197 consists of working groups reporting directly to the technical committee. Some of these working groups are joint working groups with other technical committees of ISO as per the provisions of the ISO/TC 197 cooperation agreements with these other technical committees. WG meetings are held at the discretion of the conveners of the working groups. The meeting frequency depends on the stage of work and varies between 1 to 3 times per year.

WG	Work item	Scope	Status	Timetable
5	Second edition ISO 17268 <i>Gaseous hydrogen land vehicle refuelling connection devices</i> Joint with ISO/TC 22 Convener: Livio Gambone, Canada	This International Standard defines the design, safety and operation characteristics of gaseous hydrogen land vehicle (GHLV) refuelling connectors. GHLV refuelling connectors consist of the following components, as applicable. — Receptacle and protective cap (mounted on vehicle); — Nozzle. This International Standard applies to refuelling connectors which have working pressures of 11MPa, 25 MPa and 35 MPa and 70 MPa, hereinafter referred to in this International Standard as the following: — H11 – 11 MPa at 15 °C — H25 – 25 MPa at 15 °C — H35 – 35 MPa at 15 °C — H35HF – 35MPa at 15 °C (high flow for commercial vehicle applications) — H70 – 70 MPa at 15 °C Nozzles and receptacles that meet the requirements of this International Standard will allow GHLVs to be fuelled by dispenser stations with nominal working pressures equal to or lower than the vehicle fuel system working pressure. This International Standard is intended to be used for certification purposes.	The first edition was published in 2006. WG5 is working on the revision of the first edition of the standard. The main changes include the incorporation of the 70 MPa profile and the improvement of test methods. A Workshop was held on 22-23 November 2010 in Mainz-Kastel, Germany to share experience on the use of the 70 MPa hydrogen vehicle fuelling connectors. The information gathered during this event was instrumental in guiding the next steps of ISO/TC 197 WG 5. The second DIS was released on the 6 July 2011 for a 3-month ballot period ending on 6 October 2011. It was approved and the comments were returned to ISO/TC 197 WG 5 for consideration in preparation of the FDIS text. The WG is meeting on 22 November 2011 in Montreal.	Current stage: Approved DIS 2 Next steps: FDIS: 2011-12
6	ISO 15869 <i>Gaseous</i>	This International Standard specifies	This work item was published as a	Current stage:

WG	Work item	Scope	Status	Timetable
	<i>hydrogen and hydrogen blends — Land vehicle fuel tanks</i> Joint with ISO/TC 22 and ISO/TC 58/SC 3 Convener: Craig Webster, Canada	the requirements for lightweight refillable fuel tanks intended for the on-board storage of high-pressure compressed gaseous hydrogen or hydrogen blends on land vehicles[*]. This International Standard is not intended as a specification for fuel tanks used for solid, liquid hydrogen or hybrid cryogenic-high pressure hydrogen storage applications. This International Standard is applicable for fuel tanks of steel, stainless steel, aluminium or non-metallic construction material, using any design or method of manufacture suitable for its specified service conditions. This Standard applies to the following types of fuel tank designs: — Type 1 – all - metal fuel tank; — Type 2 – hoop wrapped fuel tank with a load sharing metal liner and composite reinforcement on the cylindrical part only; — Type 3 – fully wrapped fuel tank with a load sharing metal liner and composite reinforcement on both the cylindrical part and dome ends; — Type 4 – fully wrapped fuel tank with a non-load sharing liner and composite reinforcement in both the cylindrical part and dome ends.	technical specification in 2009. Since then, the ISO/TC 197 WG 6 membership has been renewed and the WG has had a number of meetings and electronic correspondence to come up with a consensus position confirmed by the convener, which rallies the fuel tank manufacturers and the OEMs. The WG was also supported in its endeavour by the ad hoc group on hydrogen storage, which provided some key recommendations before the initiation of the work. The DIS was released on 7 July 2011 for a five month ballot ending on 7 December 2011. This DIS reflects the state-of-the-art and provides the flexibility desired by the OEM for a more performance based approach without compromising the safety of the fuel tanks since it retains important safety considerations such as the stress ratio that are deemed of utmost importance by the tank manufacturers.	DIS under ballot until 7 December 2011 Next steps: FDIS: 2012-12 IS: 2013-06
8	ISO 22734-2 <i>Hydrogen generators using water electrolysis process — Part 2: Residential applications</i> Convener: Randy Dey, Canada	This standard defines the construction, safety and performance requirements of packaged hydrogen gas generation appliances, herein referred to as hydrogen generators, using electrochemical reactions to electrolyse water. This standard is applicable to hydrogen generators that use the following types of ion transport medium: • group of aqueous bases; • solid polymeric materials with	This work item is close to publication. The WG met in Tokyo on 21 September 2010 and worked by electronic correspondence to come up with a consensus position on the comments received on the DIS. The FDIS was released on 26 August 2011 for a two-month ballot ending on 26 October 2011. After the publication of Part 2, the working group will look at the harmonization of the requirements of Part 1 and Part 2, where applicable.	Current stage: FDIS under ballot until 26 October 2011 Next steps: IS: 2012-02

^{*} The first edition of this International Standard only covers gaseous hydrogen and hydrogen blends fuel tanks for use onboard light duty four-wheel passenger road vehicles and heavy-duty road vehicles. Fuel tanks for other applications are to be added in the next editions.

ANNEX B

WG	Work item	Scope	Status	Timetable
		acidic function group additions such as acid proton exchange membrane (PEM). This standard is applicable to hydrogen generators intended for indoor and outdoor residential use (non-commercial and non-industrial use) in sheltered areas such as car-ports, garages, utility rooms and similar areas of a residence. This standard includes cord-connected equipment for outdoor and garage use only. Hydrogen generators that can also be used to generate electricity such as reversible fuel cells are excluded from the scope of this standard. This standard does not include portable hydrogen generators. Hydrogen generators that also supply oxygen as a product are excluded from the scope of this standard. This standard is intended to be used for certification purposes.		
11	ISO 20100 <i>Gaseous hydrogen — Fuelling stations</i> Convener: Randy Dey, Canada	Scope: This International Standard specifies the design characteristics of standalone outdoor public and non-public fuelling stations that dispense gaseous hydrogen used as fuel onboard land vehicles of all types. Residential and home applications to fuel land vehicles are excluded from this International Standard. The fuelling station may comprise, as applicable, the following as shown in Figure 1: • Delivery of hydrogen by pipeline, trucked in gaseous and/or liquid hydrogen; • On-site hydrogen generators using water electrolysis process or hydrogen generators using fuel processing technologies; • Liquid hydrogen storage, pumps and vaporizers; • Gaseous hydrogen compression and purification systems; NOTE When the fuelling station comprises an on-site hydrogen	This work item was published as a Technical Specification in December 2008. Since then, the WG has continued its work towards the publication of the international standard. The DIS was released on 21 March 2011 for a five-month ballot ending on 21 August 2011. It was not approved and the comments were returned to ISO/TC 197 WG 11 for consideration in preparation for a second DIS that will be circulated for a two-month voting period. After the publication, the WG will look at incorporating indoor warehouse, retrofit and multi-fuel refuelling on a fast-track basis.	Current stage: DIS not approved Next steps: DIS2: 2012-03 FDIS: 2012-09 IS: 2013:03

WG	Work item	Scope	Status	Timetable
		generator, the compressor/purifier system is commonly integrated into it. • Gaseous hydrogen buffer storage; • Pre-cooling device; • Gaseous hydrogen dispensers.		
12	ISO 14687-2 <i>Hydrogen Fuel — Product Specification — Part 2: Proton exchange membrane (PEM) fuel cell applications for road vehicles</i> Convener: Yasuo Takagi, Japan	This International Standard specifies the quality characteristics of hydrogen fuel in order to assure uniformity of the hydrogen product as dispensed for utilization in PEM fuel cell road vehicle systems.	A Technical Specification (TS) was published in March 2008. The WG is further advancing the preparation of the international standard. In preparation for the DIS, a workshop was held on 9-11 September 2009 in Berlin, Germany. The DIS was released on 5 January 2011 for a five-month ballot ending on 5 June 2011. It was approved and the comments received were returned to ISO/TC 197 WG 12 for consideration in preparation of the FDIS. During the DIS circulation, some of the P-members submitted comments on the lack of testing methods in ISO/DIS 14687-2. After many consultations and discussions within the WG, the convener recommended that another working group should be formed to look at these test methods, which will not only be used by ISO/TC 197 WG 12 but also ISO/TC 197 WG 14 for ISO 14687-3 and eventually for the revision of ISO 14687-1 when the work of the existing working groups is advanced enough to proceed with the consolidation of the various hydrogen fuel grades. The formation of this new working group will be one of the topics that will be discussed at the next plenary meeting to seek the interest of the P-members. In the meantime, since it will take time before tests methods are made available, Annex C will be updated to list the potential national test methods that could be used for measuring the contaminants. This should provide more information to the users of the standard until the ISO standards on test methods are made available.	Current stage: Approved DIS Next steps: FDIS: 2011-11 IS: 2012-05

ANNEX B

WG	Work item	Scope	Status	Timetable
14	ISO 14687-3 <i>Hydrogen Fuel — Product Specification — Part 3: Proton exchange membrane (PEM) fuel cell applications for stationary appliances</i> Convener: Osamu Tajima, Japan	This International Standard specifies the quality characteristics of hydrogen fuel in order to assure uniformity of the hydrogen product for utilization in stationary proton exchange membrane (PEM) fuel cell power systems.	This work item was initiated in November 2009. The CD was circulated on 10 December 2010 for a three month comment period ending on 10 March 2011. The comments were returned to the WG. The WG met on 27-28 June 2011 in Grenoble, France and on 2-3 October 2011 in Sheffield, UK to address these comments and prepare the DIS text.	Current stage: DIS under preparation Next steps: DIS: 2011-11 FDIS: 2013-05 IS: 2013-11
15	ISO 15399 <i>Gaseous Hydrogen — Cylinders and tubes for stationary storage</i> Convener: Frederic Barth, France	The standard covers cylinders and tubes intended for the stationary storage of gaseous hydrogen of up to a maximum volume of 10 000 l and a maximum pressure of 110 MPa, of seamless metallic construction or of composite construction.	The work item was initiated in January 2010. Since then, the WG had many meetings towards the preparation of the CD. It had its first meeting on 19 May 2010 in Essen, Germany. The second meeting was held on 7-8 December 2010 in Paris. The third meeting was held on 15-16 March 2011 in Montreal. A fourth meeting was held on 20-21 July in Paris. A fifth meeting is to be held on 18 November 2011 in Paris. The WG was also supported in its endeavour by the ad hoc group on hydrogen storage, which provided some key recommendations at the beginning of the work.	Current stage: CD under preparation Next steps: CD: 2011-11 DIS: 2012-06 FDIS: 2013-06 IS: 2013-12
16	Second edition: ISO/TR 15916 <i>Basic considerations for the safety of hydrogen systems</i> Convener: Ulrich Schmitdchen, Germany	This Technical Report provides guidelines for the use of hydrogen in its gaseous and liquid forms. It identifies the basic safety concerns and risks, and describes the properties of hydrogen that are relevant to safety. Detailed safety requirements associated with specific hydrogen applications are treated in separate International Standards.	The first edition of this technical report was published in 2004. WG 16 has initiated the revision in November 2010. Since then the WG has been working by correspondence. A first meeting is to be held on 13 December 2011 in Beijing, China.	Current stage: DTR under preparation Next steps: DTR: 2011-12 ADTR: 2012-05 TR: 2012-11

10.8 Ad hoc groups

Three ad hoc groups are also active in supporting the ISO/TC 197 work programme.

Ad hoc groups	Scope
Hydrogen components	This ad hoc group is looking at ways of fast-tracking the development of hydrogen components standards. It is looking at the stationary, automotive, portable/transportable applications.
Hydrogen vehicle fuel systems (HVFS)	This ad hoc group is responsible for defining a path forward for international standardization of HVFS.
Hydrogen storage	This ad hoc group guides the work of all work items related to hydrogen storage, namely • ISO/TC 197 WG 6, <i>Gaseous hydrogen and hydrogen blends — Land vehicle fuel tanks</i>, • ISO/TC 197 WG 15 <i>Gaseous Hydrogen — Cylinders and tubes for stationary storage</i>, • The ad hoc group on hydrogen vehicle fuel system (HVFS). • Other related matters that may come up from time to time. It also provides strategic input into our activities with ISO/TC 22 <i>Road vehicles</i>, ISO/TC 58/SC 3 <i>Gas cylinder design</i> as well as the United Nations (UN ECE).

ANNEX B

10.9 Publications

A number of documents have been published by ISO/TC 197 so far. They are included in the table below:

Publications	Scope
ISO 13984:1999 <i>Liquid hydrogen — Land vehicle fuelling system interface</i> Reconfirmed in May 2010.	This International Standard specifies the characteristics of liquid hydrogen refuelling and dispensing systems on land vehicles of all types in order to reduce the risk of fire and explosion during the refuelling procedure and thus to provide a reasonable level of protection from loss of life and property. This International Standard is applicable to the design and installation of liquid hydrogen (LH) fuelling and dispensing systems. It describes the system intended for the dispensing of liquid hydrogen to a vehicle, including that portion of the system that handles cold gaseous hydrogen coming from the vehicle tank, that is, the system located between the land vehicle and the storage tank.
ISO 13985:2006 <i>Liquid hydrogen — Land vehicle fuel tanks</i> Reconfirmed in March 2010.	This International Standard specifies the construction requirements for refillable fuel tanks for liquid hydrogen used in land vehicles as well as the testing methods required to ensure that a reasonable level of protection from loss of life and property resulting from fire and explosion is provided. This International Standard is applicable to fuel tanks intended to be permanently attached to land vehicles.
ISO 14687-1:1999/ Cor. 1:2001/Cor. 2:2008 <i>Hydrogen fuel — Product specification — Part 1: All applications except proton exchange membrane (PEM) fuel cells for road vehicles</i> Registered as a preliminary work item in October 2007.	This International Standard specifies the quality characteristics of hydrogen fuel in order to assure uniformity of the hydrogen product as produced and distributed for utilization in vehicular, appliance or other fueling applications (ground, water, air and space) except PEM fuel cell applications in road vehicles.
ISO/TS 14687-2:2008 <i>Hydrogen Fuel — Product Specification — Part 2: Proton exchange membrane (PEM) fuel cell applications for road vehicles</i> NOTE: To be replaced by the international standard being developed by WG 12.	This Technical Specification specifies the quality characteristics of hydrogen fuel in order to assure uniformity of the hydrogen product as dispensed for utilization in PEM fuel cell road vehicle systems.
ISO/PAS 15594:2004 <i>Airport hydrogen fuelling facility</i> Reconfirmed in 2007.	ISO/PAS 15594:2004 specifies the fuelling procedures, hydrogen boil-off management procedures, hydrogen storage requirements, and characteristics of the ground support equipment required to operate an airport hydrogen fuelling facility.

Publications	Scope
ISO/TS 15869:2009 <i>Gaseous hydrogen and hydrogen blends —Land vehicle fuel tanks</i> NOTE: To be replaced by the international standard being developed by WG 6.	This International Standard specifies the requirements for lightweight refillable fuel tanks intended for the onboard storage of high-pressure compressed gaseous hydrogen or hydrogen blends on land vehicles. This International Standard is not intended as a specification for fuel tanks used for solid, liquid hydrogen or hybrid cryogenic high-pressure hydrogen storage applications. This International Standard is applicable for fuel tanks of steel, stainless steel, aluminium or non-metallic construction material, using any design or method of manufacture suitable for its specified service conditions. This International Standard applies to the following types of fuel tank designs: — Type 1: metal fuel tanks; — Type 2: hoop-wrapped composite fuel tanks with a metal liner; — Type 3: fully wrapped composite fuel tanks with a metal liner; — Type 4: fully wrapped composite fuel tanks with no metal liner.
ISO/TR 15916:2004 <i>Basic considerations for the safety of hydrogen systems</i> NOTE: Being revised by ISO/TC 197 WG 16.	This Technical Report provides guidelines for the use of hydrogen in its gaseous and liquid forms. It identifies the basic safety concerns and risks, and describes the properties of hydrogen that are relevant to safety. Detailed safety requirements associated with specific hydrogen applications are treated in separate International Standards.

ANNEX B

Publications	Scope
ISO 16110-1:2007 <i>Hydrogen generators using fuel processing technologies — Part 1: Safety</i> Reconfirmed in December 2010.	This part of ISO 16110 applies to packaged, self-contained or factory matched hydrogen generation systems with a capacity of less than 400 m³/h at 0 °C and 101,325 kPa, herein referred to as hydrogen generators, that convert an input fuel to a hydrogen-rich stream of composition and conditions suitable for the type of device using the hydrogen (e.g. a fuel cell power system or a hydrogen compression, storage and delivery system). It applies to hydrogen generators using one or a combination of the following input fuels: • natural gas and other methane-rich gases derived from renewable (biomass) or fossil fuel sources, e.g. landfill gas, digester gas, coal mine gas; • fuels derived from oil refining, e.g. diesel, gasoline, kerosene, liquefied petroleum gases such as propane and butane; • alcohols, esters, ethers, aldehydes, ketones, Fischer-Tropsch liquids and other suitable hydrogen-rich organic compounds derived from renewable (biomass) or fossil fuel sources, e.g. methanol, ethanol, di-methyl ether, biodiesel; • gaseous mixtures containing hydrogen gas, e.g. synthesis gas, town gas. This part of ISO 16110 is applicable to stationary hydrogen generators intended for indoor and outdoor commercial, industrial, light industrial and residential use. It aims to cover all significant hazards, hazardous situations and events relevant to hydrogen generators, with the exception of those associated with environmental compatibility (installation conditions), when they are used as intended and under the conditions foreseen by the manufacturer. NOTE A list of significant hazards and hazardous situations dealt with in this part of ISO 16110 is found in Annex A. This part of ISO 16110 is a product safety standard suitable for conformity assessment as stated in IEC Guide 104, ISO/IEC Guide 51 and ISO/IEC Guide 7.
ISO 16110-2:2010 <i>Hydrogen generators using fuel processing technologies — Part 2: Test methods for performance</i>	This part of ISO 16110 provides test procedures for determining the performance of packaged, self-contained or factory matched hydrogen generation systems with a capacity less than 400 m³/h at 0 °C and 101,325 kPa, herein referred to as hydrogen generators, that convert a fuel to a hydrogen-rich stream of composition and conditions suitable for the type of device using the hydrogen (e.g. a fuel cell power system, or a hydrogen compression, storage and delivery system).
ISO 16111:2008 <i>Transportable gas storage devices — Hydrogen absorbed in reversible metal hydrides</i> Under systematic review NOTE: This international standard is now used in the Orange Book as the basis for the approval of hydrogen stored in metal hydride storage (UN 3468).	This International Standard defines the requirements applicable to the material, design, construction, and testing of transportable hydrogen gas storage systems, referred to as "metal hydride assemblies" (MH assemblies) which utilize shells not exceeding 150 l internal volume and having a maximum developed pressure (MDP) not exceeding 25 MPa (250 bar). This International Standard only applies to refillable storage MH assemblies where hydrogen is the only transferred media. Storage MH assemblies intended to be used as fixed fuel-storage onboard hydrogen fuelled vehicles are excluded. This International Standard is intended to be used for certification purposes.

Publications	Scope
ISO 17268:2006 <i>Compressed hydrogen surface vehicle refuelling connection devices</i> NOTE: Being revised by ISO/TC 197 WG 5.	1.1 This International Standard applies to design, safety and operation verification of Compressed Hydrogen Surface Vehicle (CHSV) refuelling connection devices hereinafter referred to as nozzle and receptacle. CHSV Refuelling nozzles and receptacles consist of the following components, as applicable. — Receptacle and protective cap (mounted on vehicle); — Nozzle. 1.2 This International Standard applies to devices which have working pressures of 25 MPa and 35 MPa, hereinafter referred to in this International Standard as the following: — H25 - 25 MPa at 15 °C — H35 - 35 MPa at 15 °C 1.3 This International Standard applies to nozzles and receptacles which (1) prevent hydrogen fuelled vehicles from being refuelled by dispenser stations with working pressures higher than the vehicle; (2) allow hydrogen vehicles to be refuelled by dispenser stations with working pressures equal to or lower than the vehicle fuel system working pressure; (3) prevent hydrogen fuelled vehicles from being refuelled by other compressed gases dispensing stations; and (4) prevent other gaseous fuelled vehicles from being refuelled by hydrogen dispensing stations. 1.4 All dimensions used in this document are in metric units [International System of Units (SI)]. 1.5 For the purposes of this document, compressed hydrogen gas meeting the requirements of ISO 14687 is to be used. 1.6 All references to pressures (MPa) throughout this document are considered gauge pressures unless otherwise specified. All test procedures listed in this document are design verification test procedures unless otherwise noted. All products are to pass all tests to be considered to have met this design standard.

ANNEX B

Publications	Scope
ISO/TS 20100:2008 <i>Gaseous hydrogen — Fuelling stations</i> NOTE: To be replaced by the international standard being developed by WG 11.	This Technical Specification specifies the characteristics of outdoor public and non-public fuelling stations that dispense gaseous hydrogen used as fuel onboard land vehicles of all types. 10.9.1 Residential and home applications to fuel land vehicles are excluded from this technical specification. 10.9.2 The fuelling station may comprise, as applicable, the following as shown in Figure 1: • Delivery of hydrogen by pipeline, trucked in gaseous and/or liquid hydrogen; • On-site hydrogen generators using water electrolysis process or hydrogen generators using fuel processing technologies; • Liquid hydrogen storage, pumping and vaporizing systems; • Gaseous hydrogen compression and purification systems; NOTE When the fuelling station comprises an on-site hydrogen generator, a compressor/purifier system is commonly integrated into it. • Gaseous hydrogen buffer storage; • Gaseous hydrogen dispensers.

Publications	Scope
ISO 22734-1:2008 <i>Hydrogen generators using water electrolysis process — Part 1: Industrial and commercial applications</i> Under systematic review	This International Standard defines the construction, safety and performance requirements of packaged or factory matched hydrogen gas generation appliances, herein referred to as hydrogen generators, using electrochemical reactions to electrolyse water to produce hydrogen and oxygen gas. This International Standard is applicable to hydrogen generators that use the following types of ion transport medium: • Group of aqueous bases; • Solid polymeric materials with acidic function group additions such as acid proton exchange membrane (PEM). This part of ISO 22734 is applicable to hydrogen generators intended for indoor and outdoor commercial and industrial use (non-residential use). Hydrogen generators that can also be used to generate electricity such as reversible fuel cells are excluded from the scope of this International Standard. This International Standard is intended to be used for certification purposes.
ISO 26142:2010 <i>Hydrogen detection apparatus — Stationary applications</i>	This International Standard defines the performance requirements and test methods of hydrogen detection apparatus that is designed to measure and monitor hydrogen concentrations in stationary applications. The provisions in this International Standard cover the hydrogen detection apparatus used to achieve the single and/or multilevel safety operations, such as nitrogen purging or ventilation and/or system shut-off corresponding to the hydrogen concentration. The requirements applicable to the overall safety system, as well as the installation requirements of such apparatus, are excluded. This International Standard sets out only the requirements applicable to a product standard for hydrogen detection apparatus, such as precision, response time, stability, measuring range, selectivity and poisoning. This International Standard is intended to be used for certification purposes.



ANNEX B

SICHERE WASSERSTOFFINFRASTRUKTUR

11 ANNEX C

Vergleich ISO 20100 mit VdTÜV Merkblatt 514 durchgeführt von CCS Global

11.1 ISO 20100 and TÜV document

ISO/TC 197 is working on the development of ISO 20100 Gaseous Hydrogen — Fuelling Stations. ISO/TC 197 WG 11, which is responsible for this work, has already developed a technical specification (TS) in December 2008. It is continuing its work towards the development and publication of an international standard. It is expected that the international standard will be published in March 2013. A first Draft International Standard (DIS) was released on 21 March 2011 and is now available for use as a reference¹⁹. The next step includes the preparation of a second DIS that will take care of the comments received during the first DIS circulation. It will be followed by a Final Draft International Standard in September 2012 and then by the published international standard in March 2013.

The TÜV document was published in 2010. It is a guideline document that has been used in Germany to guide the construction of the initial hydrogen fuelling stations.

11.2 Scope of ISO 20100 and the TÜV document

The scope of the current ISO/DIS 20100 covers the safety requirements applicable to the design and operation of standalone outdoor public and non-public fuelling stations that dispense gaseous hydrogen used as fuel onboard land vehicles of all types. Residential and home applications to fuel land vehicles are excluded from this International Standard.

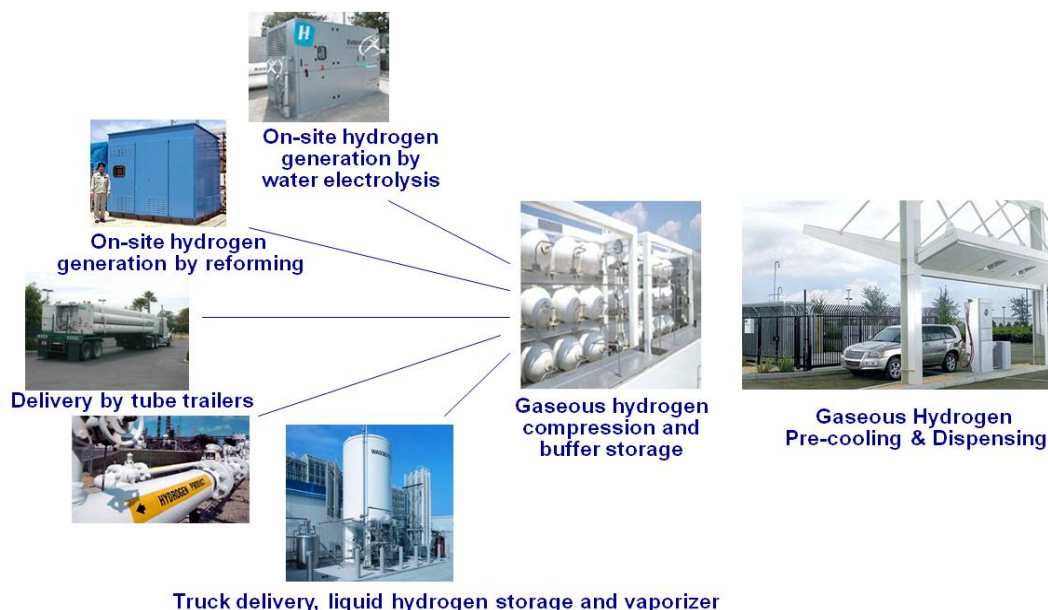
The TÜV document is similar in scope. It covers the design, construction, outfitting, installation, testing, commissioning and operation of hydrogen fuelling stations that dispense gaseous hydrogen in receptacles or cylinders as a fuel for powering or operating vehicles, as well as the components of such fuelling stations.

11.3 Coverage of ISO 20100 and TÜV document

The following diagram shows the extent of coverage of ISO 20100.

¹⁹ ISO considers that a document that has reached the DIS stage is mature enough to be used as a reference. It is at this stage that the document becomes available to the general public.

ANNEX C



After the publication, ISO/TC 197 WG 11 will look at expanding the scope to cover maintenance operations as well as indoor warehouse, retrofit and multi-fuel refuelling on a fast-track basis.

The TÜV document has a similar coverage as ISO 20100 except that it does not cover the onsite hydrogen production as well as the hydrogen delivery requirements. It does cover the indoor installations in a general way.

11.4 Elements covered by ISO 20100 and the TÜV document

ISO 20100 covers the requirements that the equipments used in a HRS have to comply with as well as the installation requirements of these equipments. The equipments that are covered include hydrogen delivery (5), onsite generators (6), compressors, filters and purifiers (7-9), buffer storage (10, 16), dispensing system (11), vents (18) and the electrical system (20). The standard also covers the fuelling process (11.8) and the fuel specifications (12).

The standard covers all the safety aspects of HRS, including the specific safety precautions such as: the separation distances (14), the fire and explosion protection (15), the Instrumentation and safety systems (19, 21) as well as the protection from environmental factors (22). The standard would not be complete without the tests (23) that should be performed before putting the HRS in operation.

The TÜV document covers the requirements that the equipment used in a HRS have to comply with in Clause 3.2. These equipments include the compressors, pipes, hydrogen tanks, vents and the dispensing system. The installation requirements as well as the safety measures are covered in Clause 4 while the electrical system requirements are included in Clause 5. Commissioning, operation and maintenance are covered in Clause 7 and 8.

A detailed comparison of ISO 20100 and the TÜV document is provided at the end of this Annex C for further information. In general, ISO 20100 covers in much more detail the requirements applicable to HRS than the TÜV document.

11.5 Reference included in ISO 20100 and in the TÜV document

All the standards referred by ISO 20100 are to international standards. This is also the case for the HRS components that are listed below:

- **ISO 22734-1** Hydrogen generators using water electrolysis process — Part 1: Industrial and commercial applications (Published in 2008)
- **ISO 16110-1** Hydrogen generators using fuel processing technologies — Part 1: Safety (Published in 2007)
- **ISO 14687-2** Hydrogen fuel — Product specification — Part 2: PEM fuel cell applications for road vehicles (TS:2008 and DIS – Developed by ISO/TC 197 WG 12)
- **ISO 17268** Compressed hydrogen surface vehicle fuelling connection devices (Published in 2006, Under revision)
- **ISO 26142** Hydrogen detection apparatus — Stationary applications (Published in 2010)

Other international standards are being worked on. They will be added as references when they are ready.

The TÜV document refers mostly to German specific documents (TRBS).

11.6 Conclusion

From a technical point of view, ISO 20100 covers the requirements for HRS in a more detailed way than the TÜV document. It covers elements such as hydrogen production on site and hydrogen delivery that are important safety aspects of HRS.

ISO 20100 also covers all the safety aspects in depth and therefore will provide better guidance to all the stakeholders involved in the deployment of HRS, namely the designer, the builders, the installers of equipments as well as the regulatory authorities. All the specific safety precautions such as the separation distances, the fire and explosion protection, the Instrumentation and safety systems as well as the tests that should be performed before putting the HRS in operation provide clear instructions for the users of the standard. These specific safety precautions are not well covered in the TÜV document.

Since the provisions of ISO 20100 have been scrutinized by experts worldwide, they represent the state-of-the art. Any new HRS should be built according to the provisions of this document.

In terms of market entry, the roll out of hydrogen fuel cell vehicles is expected to gain momentum from 2015 onward in several regions of the world. To ensure the smooth operation of these initial vehicle populations estimated in the 100s of thousands, an initial refueling infrastructure comprising of hundreds of stations will need to be built through 2020.

ANNEX C

No current fuelling infrastructure follows the same requirements. It is therefore quite a challenge to come up with one set of requirements that applies everywhere with only minimum national deviations. As the fuelling stations are not built yet it is possible to do so with a willingness on the part of the government and industry to make it happen.

This is why ISO/TC 197 has been working on the development of ISO 20100 Gaseous Hydrogen — Fuelling Stations. When the ISO 20100 standard is published as an international standard, countries will be able to use it as a basis for the approval of the HRS that will be built on their territory. Countries that have an urgent need could initiate this process right now since the DIS is now a public document.

Since this work is a consensus driven process at the international level, it presents a great amount of interest. For the first time ever, a motive fuel will have a complete set of globally harmonized requirements covering the fuelling interface, fuel quality and the fuelling station, allowing any hydrogen vehicle to be safely refuelled everywhere.

Germany, who is leading the way in terms of deployment of hydrogen infrastructure, should also be leading the way in terms of the adoption of this international standard and start to use it as the reference document for the approval of the HRS to be built on the German territory.

Comparison of ISO 20100 and TÜV document 514

ISO/DIS 20100	TÜV 514	Remarks
1. Scope	1. Scope	
2 Normative references	9. Regulations and standards	
3. Terms and definitions	2. Definitions	
4. General design requirements	3.1.1 General requirements and 6.1 Obligations under BetrSichV	General requirements are covered in a similar manner. Both ISO 20100 and the TÜV document requires that a hazard and risk assessment be performed.
5. Hydrogen delivery systems	N/C	Hydrogen delivery systems are not covered in the TÜV document.
6. On site generation	N/C	On site generation systems are not covered in the TÜV document.
7. Hydrogen compressors	3.2.4 Pumps and compressors, including 3.1.4 and 3.1.5	Compressor requirements are covered in more detail in ISO 20100.
8. Filters and separators	3.2.8.1	ISO 20100 covers the filter requirements in more details.
9. Hydrogen purifier	N/C	The purification requirements are not covered in the TÜV document.
10. Gaseous hydrogen buffer storage tanks	3.2.5 Hydrogen tanks	ISO 20100 refers to ISO 16528-1 while the TÜV document is more specific to the needs of Germany (PED Directive and TRB). These requirements could be considered when ISO 20100 is adopted in Germany.
11. Dispensers	3.2.8 Dispensing device	The dispensing systems requirements are covered in both documents, but in more detail in ISO 20100. Fuelling process used the same requirements (11.8.1 in ISO and 3.1.2 in the TÜV document). ISO refers to ISO 17268 for the fuelling connector while the TÜV document refers to SAE J2600.

ANNEX C

ISO/DIS 20100	TÜV 514	Remarks
12. Hydrogen fuel specifications	N/C	The quality of hydrogen to be delivered by the fuelling stations is not covered in the TÜV document.
13. Layout	4.1 Installation	Both documents have general requirements for the layout.
14. Separation distances and other means of physical separation	4.12 Safety measures	While ISO 20100 takes a risk-informed approach on separation distances, the TÜV document specify only few separation distances (e.g. 3 m for compressors, 5 m for storage tanks, 2 m for dispensing devices, 3 m around all hydrogen bearing components in the fuelling station), which can be reduced on a case-by-case basis.
15. Fire and explosion hazard protection requirements	4.2 Explosion protection	The fire and explosion protection measures are defined in more detail in ISO 20100. For the classification of area, ISO 20100 refers to IEC 60079-10-1 while the TÜV document refers to TRBS.
16. Hydrogen storage siting requirements	N/C	ISO 20100 covers requirements for ground storage, below ground vault, canopy top storage, roof top installations, which are not covered in the TÜV document.
17. General equipment requirements	Covered in more than one section.	The general equipment requirements are covered in a similar way. They are spread in the TÜV document.
18. Gaseous hydrogen vent systems	3.2.6 Relief, vent lines	ISO 20100 covers the requirements for vents in more detail than the TÜV document, which only provides a few guidelines
19. Instrumentation control and safety systems	3.2.8.2 Basic process control systems and safety equipment	Instrumentation control and safety requirements are defined in more detail in ISO 20100.
20. Electrical systems	5. Electrical requirements	ISO 20100 covers the electrical requirements by referring to a number of IEC standards. The TÜV document is more specific to the needs of Germany (Directive 94/9/EC and a number of TRBS). These requirements could be considered when ISO 20100 is adopted in Germany.

SICHERE WASSERSTOFFINFRASTRUKTUR

ANNEX C

ISO/DIS 20100	TÜV 514	Remarks
21. Safety systems	4.4 Emergency shut-off for the facility	Safety systems are described in more detail in ISO 20100
22. Protection from environmental factors	5.3 Lightning protection	Lightning protection requirements are the same. ISO 20100 covers in addition protection from environmental conditions.
23. Tests	N/C	Tests are not covered in the TÜV document.

LUDWIG-BÖLKOW-SYSTEMTECHNIK GMBH

Die Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH (LBST) ist ein Beratungsunternehmen für Energie und Umwelt. Unsere internationalen Kunden aus Industrie, Finanzsektor, Politik und Verbänden unterstützen wir bei Fragen zu Technologie, Strategie und Nachhaltigkeit.

Zwei Jahrzehnte kontinuierlicher Erfahrung des interdisziplinären Teams renommierter Experten bilden die Basis der umfassenden Kompetenz der LBST.

Die LBST bietet ihren Kunden:

SYSTEM- UND TECHNOLOGIESTUDIEN	Technologiebewertung und Due Diligence; Energie- und Infrastrukturkonzepte; Machbarkeitsstudien;
NACHHALTIGKEITSBERATUNG	Lebenszyklus-Analysen; Carbon Footprint Analysen; Bewertung natürlicher Ressourcen (Energie, Mineralien, Wasser); Nachhaltigkeitsbewertung (Sustainability Due Diligence);
STRATEGIEBERATUNG	Produktportfolioanalysen, Identifizierung neuer Produkte; Marktanalysen; Kommunale Energiekonzepte
KOORDINATION	Projektmanagement, -begleitung und -bewertung;
ENTSCHEIDUNGSVORBEREITUNG	Studien, Briefings, Expertenkreise, Trainings.

Besondere Arbeitsschwerpunkte liegen in den Bereichen Energie (erneuerbare Energie, Energiespeicherung, Wasserstoff und Brennstoffzellen) und Verkehr (Kraftstoffe und Antriebe, Infrastruktur, Mobilitätskonzepte), sowie bei umfassenden Nachhaltigkeitsanalysen.

Ein konsequenter Systemansatz ist Kennzeichen aller Arbeiten. Nur dadurch, dass wirklich alle relevanten Elemente einer vernetzten Welt berücksichtigt werden, können wir unseren Kunden eine vollständige Grundlage für ihre Entscheidungen geben.

Mit ihrem tiefen Verständnis gesellschaftlicher und technologischer Entwicklungen sowie ihrer Unabhängigkeit hilft die LBST ihren Kunden mit objektiven und fundierten Informationen bei der Sicherung ihrer Zukunft.

Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH (LBST)
Daimlerstr. 15 · 85521 Ottobrunn (Munich) · Germany
Phone: +49 (0)89 6081100 · info@lbst.de · <http://www.lbst.de>

