

§§

Regulatorik: Status quo
und Entwicklungsbedarf

+
+
+
+

Aufgabenstellung	3	Genehmigungsanforderungen HRS.....	48
RCS Timeline.....	5	Eichrecht.....	51
Lückenanalyse RCS	6	Eurovignette.....	57
AFIR	7	Clean Vehicle Directive.....	59
BIMSCHV / DIN EN 17124.....	11	RED III	63
DIN EN 17127	15	Typprüfung.....	64
Befüllprotokolle	17	Flughäfen	72
Gefahrgutverordnung	20	Schulungsbedarf	74
BetrSichV	25	Klimaschutzgesetz	75
BlmSchG / BlmSchV.....	33	Schlussbetrachtung.....	79
Zulassungsverfahren für H ₂ -Erzeugungsanlagen.....	37	Impressum	81
Elektrolyseure (BlmSchV, BlmSchG, EnWG)	42		



Aufgabenstellung

- » Gesetzliche Grundlagen und Rahmenbedingung für Forschung, Entwicklung und Marktaktivierung der H₂-Belieferungs und Betankungsinfrastruktur insbesondere von für den Schwerlaststraßenverkehr sollen untersucht und dargestellt werden
- » Basierend auf existierenden Richtlinien, Verordnungen und Gesetzen sollen die rechtlichen, normativen und regulatorischen Rahmenbedingungen für HRSs identifiziert und die dadurch implizierten (sicherheits-) technischen Anforderungen abgeleitet werden
- » Schwerpunkt liegt auf der Betankungsinfrastruktur für den Straßenverkehr (Synergien zu Anwendungen im Schienenverkehr in der Binnenschifffahrt und im und um den Luftverkehr sollen mit beleuchtet werden)
- » Ableitung von erforderlichen F&E-Bedarfen, die es in DE und EU erlauben werden, die Betankungsinfrastruktur gesetzeskonform und sicher betreiben zu können



+ 4

Aufgabenstellung



Internationaler Austausch und Mitgestaltung weltweiter RCS

Deutsche Interessenvertretung bei der Entwicklung von EU-Richtlinien

Nationale Verordnungen und Regelwerke durch fachspezifische Expertise steuern und umsetzen

Zusammenarbeit und Austausch deutscher Fachexperten zur Stärkung von nationalen Wasserstoffzielen



+ 5 RCS Timeline für den Befüllprozess

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2030
Regulatorik		AFIR Veröffentlichung	AFIR Verordnung in Kraft; Aktualisierungen durch delegierte Rechtsakte möglich (z. B. Integration von CEN-Protokollen).	AFIR Laufende Aktualisierungen; mögliche Integration neuer Protokolle (einschließlich ISO 19880-5) in den Rechts- rahmen.		AFIR Aktualisierung		AFIR Aktualisierung
Normierung	PRHYDE Abschluss des Vorhabens im September – Inputs für die Normung des HD-CGH ₂ Betankungs- protokolls		PRHYDE Ergebnisse fließen in die Normung des HD-CGH ₂ -Betan- kungsprotokolls (ISO 19885-3) ein. Arbeit an ISO-Normen (Protokolle, Schnittstel- len für CcH ₂ , CGH ₂ , LH ₂) ISO 13985 ISO 17268 ISO 19880 ISO 19885 ISO 19887 ISO 24925	ISO Normung von (s)LH ₂ - und CcH ₂ - Betankungsprotokollen und -schnittstellen (WG5/WG24/WG 35/ WG36) in Bearbeitung.	ISO Normen für (s)LH ₂ und CcH ₂ Betankungs- protokoll und -schnitt- stellen und ggf. -proto- koll finalisiert		CEN Adaptierung der ISO LH ₂ - und CcH ₂ - Betankungsschnitt- stellen / -protokolle CEN ISO/TC197/WG24 ISO/TC197/WG5 werden adaptiert	



+ 6

Lücken-Analyse RCS für Schwerlast-Lkw H₂-Tankstellen

Themenfeld	Änderungsvorschlag (Stand 2025, optimiert)
Pipeline	Die Schnittstelle zwischen „Leitungs-Anlage“ (DVGW, z. B. G 463, G 409) und HRS (BetrSichV) ist klar zu definieren; Doppelregelungen sind zu vermeiden.
On-Site-Elektrolyseur	Elektrolyseure unterliegen der emissionsrechtlichen Genehmigungspflicht; Genehmigung nach IED erforderlich (novellierte Schwellenwerte und nationale Umsetzung zu beachten).
On-Site-Speicherung	H ₂ -Lagermengen über 5 t unterliegen der Störfallverordnung (Genehmigungsdauer ca. 20 Monate); über 30 t ist ein förmliches Verfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung (+ ca. 6 Monate) erforderlich.
Trailer / Transport	Vorschriften für Großflaschen über 10.000 l fehlen; intermodaler Einsatz (Straße/Schiene/See) ist nicht abschließend geregelt; Transport von H ₂ -Speichern als Gefahrgut nach EU 2021/535 anzuwenden.
H ₂ -Qualität	Validierung für Qualitätslabore steht aus; Akkreditierungsgrundlagen fehlen. Die Umsetzung der Stichprobenpflicht nach 10. BImSchV ist offen. Nach Inbetriebnahme einer HRS ist eine Vollanalyse erforderlich; Wiederholprüfungen zur Qualitätssicherung sind nach ISO 19880-8 durchzuführen.
Speicher	Zugelassene Speicher sollten in anderen Rechtsbereichen (ADR, PED, StVZO) anerkannt werden. Wiederkehrende Prüfgrundlagen für Typ II, III und IV fehlen sowohl für Gefahrgut- als auch für stationäre Anwendungen.
Befüllprotokolle	Für HD-Betankungen werden die ISO 19885-3 (HD-Protokolle) sowie die ISO 17268-2 (HD-Kupplungen) entwickelt; Ergebnisse aus PRHYDE fließen ein. 35 MPa HF- und 70 MPa UHF-Schnittstellen sind in Bearbeitung. Für CcH ₂ ist eine Kupplung (ISO 17268-3) in Arbeit; (s)LH ₂ -Schnittstellen und Protokolle befinden sich ebenfalls in Entwicklung. Hinweis: ISO 19880-5 regelt Schläuche/Schlauchleitungen, nicht die Befüllprotokolle.
Mobile HRS	Regulatorische Grundlagen für mobile HRS fehlen; Analogie zur H ₂ -Konditionierungsform ist erforderlich.



AFIR – Alternative Fuels Infrastructure Regulation

VERORDNUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe und zur Aufhebung der Richtlinie 2014/94/EU [2021/0223 (COD) – PE-CONS 25/23 – 13. Juli 2023]

- » [...] Durch verbindliche Ziele für die Errichtung öffentlich zugänglicher Wasserstoff-Zapfstellen sollte sichergestellt werden, dass im gesamten TEN-V-Kernnetz ein ausreichend dichtes Netz von Wasserstoff-Zapfstellen vorhanden ist, damit Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge* mit Wasserstoffantrieb sowie schwere Nutzfahrzeuge mit Wasserstoffantrieb unionsweit nahtlos verkehren können. Für den Aufbau der Wasserstoffbetankungsinfrastruktur entlang des TEN-V-Netzes sollten alle Wasserstofftankstellen, die entlang des TEN-V-Straßennetzes errichtet werden sollen, an dem TEN-V-Straßennetz oder innerhalb einer Fahrstrecke von 10 km von der nächstgelegenen Ausfahrt einer TEN-V-Straße liegen.
- » In dieser frühen Phase der Markteinführung besteht nach wie vor ein gewisses Maß an Unsicherheit in Bezug darauf, welche Art von Fahrzeugen auf den Markt kommen und welche Technologien weit verbreitet sein werden. In der Wasserstoffstrategie wurde das Segment schwerer Nutzfahrzeuge als das wahrscheinlichste Segment für die frühzeitige Masseneinführung von Fahrzeugen mit Wasserstoffantrieb ermittelt. Daher sollte sich die Wasserstofftankinfrastruktur zunächst auf dieses Segment konzentrieren und gleichzeitig die Betankung von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen an öffentlich zugänglichen Wasserstofftankstellen gestatten. Um Interoperabilität zu gewährleisten, sollten alle öffentlich zugänglichen Wasserstofftankstellen mindestens gasförmigen Wasserstoff mit einem Druck von 70 MPa abgeben. Beim Aufbau der Infrastruktur sollte ferner das Aufkommen neuer Technologien, beispielsweise der Technologie des flüssigen Wasserstoffs, berücksichtigt werden, die schweren Nutzfahrzeugen eine größere Reichweite ermöglichen und bei denen erwartet wird, dass sie von einigen Fahrzeugherstellern bevorzugt werden.

*) „Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge“ bezeichnet Kraftfahrzeuge der Klasse M1 gemäß Artikel 4 Absatz 1 Buchstabe a Ziffer i oder Kraftfahrzeuge der Klasse N1 gemäß Artikel 4 Absatz 1 Buchstabe b Ziffer i der Verordnung (EU) 2018/858

AFIR – Alternative Fuels Infrastructure Regulation (2)

Artikel 6 – Ziele für die Infrastruktur zur Wasserstoffbetankung von Straßenfahrzeugen:

- » bis zum 31. Dezember 2030 soll eine Mindestzahl öffentlich zugänglicher Wasserstofftankstellen eingerichtet sein (6.1)
- » bis zum 31. Dezember 2030 öffentlich zugängliche Wasserstofftankstellen mit einer Mindestkapazität von 1 t/d und mit einer Zapfsäule von mindestens 70 MPa mit einem maximalen Abstand von 200 km entlang der TEN-V-Kernnetz und das TEN-V-Gesamtnetz (6.1)
- » zum 31. Dezember 2030 an jedem städtischen Knotenpunkt, bevorzugt an multimodalen Knotenpunkten, mindestens eine öffentlich zugängliche HRSe eingerichtet (6.1)
- » benachbarte Mitgliedstaaten stellen sicher, dass die genannten Höchstentfernungen für grenzüberschreitende Abschnitte des TEN-V-Kernnetzes und des TEN-V-Gesamtnetzes nicht überschritten werden (6.2)
- » Betreiber einer öffentlich zugänglichen Tankstelle oder, falls der Betreiber nicht der Eigentümer ist, deren Eigentümer stellt gemäß den zwischen ihnen getroffenen Vereinbarungen sicher, dass die Tankstelle für Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge sowie schwere Nutzfahrzeuge ausgelegt ist. (6.3)
- » Abweichend von Absatz 1 des vorliegenden Artikels können die Mitgliedstaaten auf Straßen des TEN-V-Kernnetzes mit einem durchschnittlichen Gesamttagesverkehr im Jahr von weniger als 2 000 schweren Nutzfahrzeugen und in dem Fall, dass sich der Aufbau einer Infrastruktur unter sozioökonomischen Kosten-Nutzen-Aspekten nicht rechtfertigen lässt, die Kapazität einer öffentlich zugänglichen Wasserstofftankstelle, die gemäß Absatz 1 des vorliegenden Artikels erforderlich ist, um bis zu 50 % verringern, sofern die Anforderungen gemäß jenem Absatz in Bezug auf die maximale Entfernung zwischen Wasserstofftankstellen und den Zapfsäulendruck erfüllt sind. (6.4)

AFIR – Alternative Fuels Infrastructure Regulation (3)

ANHANG I – Berichterstattung

1. Zielvorgaben

- » a) Prognosen für die Fahrzeugeinführung jeweils zum 31. Dezember der Jahre 2025, 2030 und 2035 für:
 - Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge getrennt nach batteriebetriebenen Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen mit Elektroantrieb, Plug-in-Hybrid-Personenkraftwagen und leichten Plug-in-Hybrid-Nutzfahrzeugen und Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen mit Wasserstoffantrieb;
 - schwere Nutzfahrzeuge, getrennt nach batteriebetriebenen schweren Nutzfahrzeugen mit Elektroantrieb und schweren Fahrzeugen mit Wasserstoffantrieb;
- » b) Zielvorgaben jeweils zum 31. Dezember der Jahre 2025, 2027, 2030 und 2035 für:
 - Wasserstofftankstellen: Anzahl der Tankstellen, Kapazität der Tankstellen und bereitgestellter Betankungsanschluss;

2. Auslastungsgrade: für die Kategorien in Nummer 1 Buchstabe b – Berichterstattung über die Auslastung dieser Infrastrukturen;



ANHANG II – Technische Spezifikationen

3. Technische Spezifikationen für die Wasserstoffversorgung für Straßenfahrzeuge

- » 3.1. Wasserstoffzapfstellen im Freien, an denen gasförmiger Wasserstoff aufgenommen werden kann, der als Kraftstoff für Kraftfahrzeuge dient, müssen mindestens den Interoperabilitätsanforderungen nach der Norm EN 17127:2020 entsprechen.
- » 3.2. Die Qualitätseigenschaften des an Wasserstoffzapfstellen für Kraftfahrzeuge abgegebenen Wasserstoffs müssen den Anforderungen der Norm EN 17124:2022 entsprechen. Die Methoden zur Sicherstellung der Wasserstoffqualität werden ebenfalls in der Norm beschrieben.

- » 3.3. Der Betankungsalgorithmus muss den Anforderungen der Norm EN 17127:2020 entsprechen.
- » 3.4. Nach Abschluss des Zertifizierungsprozesses von Betankungsanschlüssen der Norm EN ISO 17268:2020 müssen die Anschlüsse zur Betankung von Kraftfahrzeugen mit gasförmigem Wasserstoff mindestens dieser Norm entsprechen.
- » 3.5. Technische Spezifikationen für Kupplungen für Zapfstellen, die gasförmigen (komprimierten) Wasserstoff für schwere Nutzfahrzeuge abgeben.
- » 3.6. Technische Spezifikationen für Kupplungen für Zapfstellen, die flüssigen Wasserstoff für schwere Nutzfahrzeuge abgeben.



+ 11 H₂-Qualitätsanforderungen I – Betreiber AFIR – 10.BImSchV – DIN EN 17124

- » Seit der Novelle der 10. BImSchV vom Dezember 2019 (als Umsetzung der AFID und bereits vor der Verabschiedung der AFIR, die AFIR hat die Anforderung übernommen) ist die Einhaltung der Qualitätsstandards der DIN EN 17124:2019 für Wasserstoff als Kraftstoff in Deutschland verbindlich.
Die Norm fordert die Einhaltung von Grenzwerten für Verunreinigungen im Kraftstoff. In Summe ist, unter Einhaltung der einzelnen Grenzwerte, eine Reinheit von 99,97% („3.7“) ausreichend.
- » Die Betreiber von H₂-Tankstellen für die Mobilität sind verpflichtet, einen Qualitätssicherungsplan unter Berücksichtigung aller vorgelagerter Prozesse, z. B. der Lieferkette, aufzustellen. Anhand einer Risikobewertung werden für jede einzelne begrenzten Spezies die resultierenden QS-Maßnahmen festgelegt.
In der DIN EN 17124:2022 wird zu Probennahmen, Behältern und Proben auf die ISO 21087 verwiesen, die in der deutschen Übersetzung DIN ISO 21087:2022 eine Probennahme „am Zapfhahn der Wasserstofftankstelle“ empfiehlt (8.1).
- » Im internationalen Kontext der ISO 19880-1 und ISO 19880-8 wurde die Vorgehensweise empfohlen, dass nach erstmaliger Probennahme an jeder neu in Betrieb gehenden HRS bzw. nach Events (Wartungsarbeiten etc.) eine Analyse auf alle limitierten Spezies stattfinden soll. Für die weitere QS greifen die in der Risikobewertung erarbeiteten Intervall bzw. Kontrollen einer möglichen Auswahl einzelner Spezies.

Quellen: https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_10_2010/10.BImSchV.pdf aktualisiert 28.5.2024

DIN EN 17124, 2022: Wasserstoff als Kraftstoff - Produktfestlegung und Qualitätssicherung für Wasserstoffbetankungsanlagen – PEM-Brennstoffzellenanwendungen für Straßenfahrzeuge

ISO 19880: Gasförmiger Wasserstoff – Betankungsanlagen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen; 2020 Teil 8: Qualitätsüberwachung des Kraftstoffs 2019

H₂-Qualitätsanforderungen II – Überprüfung Länder AFIR – 10.BImSchV – DIN EN 17124 – AVV

- » Die Überprüfung der gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte für alle Kraftstoffe in Deutschland erfolgt **stichprobenartig durch die Bundesländer** auf der Grundlage einer Allgemeinen Verwaltungsvorschrift des Bundesumweltministeriums (BMUV). In dieser AVV werden „Ablehnungsgrenzwerte“ (für H₂ : Anlage 12), anwendbare Dokumente und die Mindestzahl der Proben je Brennstoffart (für H₂ 16 pro Jahr, Anlage 20) festgelegt.
- » Für konventionelle Kraftstoffe schreiben normative Regelungen zugelassene und erlaubte Prüfverfahren einschließlich Probennahmeverfahren und -vorrichtungen detailliert vor (z. B. DIN EN 590 für Dieselmotorkraftstoff). Dies ist bei der Wasserstoffnorm nicht der Fall. In der DIN EN 17124 werden weder Prüfverfahren noch Ablehnungsgrenzen definiert.
- » In Kooperation der CEP mit dem DIN Wasserstoffausschuss wurde eine Stellungnahme erarbeitet, um hier durch Verweis auf internationale Dokumente wie die
 - ISO 21087 (jedes Prüfverfahren im konkreten Labor, dass die Anforderung vor Ort nachgewiesen hat, ist zulässig; Hinweise zur Probennahme)
 - ISO 19880-1 Annex K zu Probennahmemethoden (inzwischen existiert ein NWIP bei ISO zum Thema, neu ISO 19880-9)
 und einen Vorschlag zu Ablehnungsgrenzwerten zumindest eine temporäre Lösung anzubieten. Die ISO 21087 wurde durch DIN Gremien ins Deutsche übersetzt und in der neuen AVV 2022-12 verwiesen. Die Ablehnungsgrenzwerte wurden u. a. mit Verweis auf „Erfahrungen von ZBT und ZSW“ übernommen.

AVV, Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur 10. BImSchV: https://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwvbund_19122022_5025003.htm

ISO 21087, 2019: Gasanalyse – Analytische Methoden für Wasserstoffbrennstoff – PEM-Brennstoffzellenanwendungen für Straßenfahrzeuge

ISO 19880-1, 2019: Anhang K (informativ) Probennahmeverfahren und Hardware für die Qualitätsanalyse von Wasserstoff-Kraftstoff

H₂-Qualitätsanforderungen II – Ausblick AFIR – 10.BImSchV – DIN EN 17124 – ISO 14687 (1)

Auf internationaler Ebene enthält die ISO 14687:2025 bereits verschiedene Kraftstoffqualitäten für unterschiedliche Anwendungen und den verpflichtenden Verweis, dass vor Ort und im Labor angewandte Prüfverfahren der ISO 21087 genügen müssen.

Es werden Qualitäten in den Grades A–E für unterschiedliche Anwendungen und Aggregatzustände definiert (Table 1). Ein Grade F für die Anwendung in H₂-Motoren für die Mobilität ist im Annex der ISO 14687 festgeschrieben.

Außerdem: kontinuierliche Überprüfung auf Relevanz der Grenzwerte sowie verfügbare Qualitäten bei der Anlieferung.

Table 1 — Hydrogen and hydrogen-based fuel classification by application

Type	Grade	Category	Applications	Clause
I Gas	A	—	Gaseous hydrogen; internal combustion engines for transportation; residential/commercial combustion appliances (e.g. boilers, cookers and similar applications)	7
	B	—	Gaseous hydrogen; industrial fuel for power generation and heat generation except PEM fuel cell applications	7
	C	—	Gaseous hydrogen; aircraft and space-vehicle ground support systems except PEM fuel cell applications	7
	D ^{a,b}	—	Gaseous hydrogen; PEM fuel cells for road vehicles	5
	E	PEM fuel cells for stationary appliances		6
		1	Hydrogen-based fuel; high efficiency/low power applications	
		2	Hydrogen-based fuel; high power applications	
		3	Gaseous hydrogen; high power/high efficiency applications	
II Liquid	C	—	Aircraft and space-vehicle on-board propulsion and electrical energy requirements; off-road vehicles	7
	D	—	PEM fuel cells for road vehicles	5
III Slush	—	—	Aircraft and space-vehicle on-board propulsion	7
^a Grade D may be used for other fuel cell applications for transportation including forklifts and other industrial trucks if agreed upon between supplier and customer.				
^b Grade D may be used for PEM fuel cell stationary appliances alternative to grade E category 3.				

H₂-Qualitätsanforderungen II – Ausblick AFIR – 10.BImSchV – DIN EN 17124 – ISO 14687 (2)

Die konkreten Grenzwerte gerade für PEM BZ unterliegen fortschreitender Überprüfung , z. B. im Projekt H₂Fuel.

In der Vergangenheit wurden Änderungen in der ISO 14687 üblicherweise zeitversetzt in die DIN EN 17124 übernommen.

F&E sowie Regulierungsbedarf besteht:

- » In Anlehnung an konventionelle Kraftstoffnormen die Definition und Verweis in der DIN EN 17124 auf zugelassene Analysemethoden*, Probenahmევorschriften und Ablehnungsgrenzwerte, um den Bundesländern die Pflichterfüllung nach AVV zu ermöglichen.
- » Entwicklung und **Standardisierung** von Probenahmევ Verfahren.

Hinweise:

- » Derzeit ist kein Labor nach ISO 17025 für die Messaufgaben der ISO 14687 oder DIN EN 17124 akkreditiert. In Deutschland fehlt dafür die akkreditierte Stelle und die Akkreditierungsgrundlagen. Förderprojekt „RingWaBe“ mit ZBT, ZSW und BAM, PTB, TÜV etc. soll dies einer Lösung zuführen.
- » Unterschiedliche Versionen verwiesener Normungsdokumente Die AFIR (in Kraft seit 13.4.2024) verweist auf die EN 17124:2022. Dieser Verweis wurde zeitnah zum 28.5.2024 in der 10. BImSchV gleichgezogen. In der AVV wird in 07/2024 noch auf die Version 2019 der DIN EN 17124 verwiesen.

*) Verweis auf ISO 21087

+ 15 HRS-Mindestanforderungen DIN EN 17127, 2019

- » Die DIN EN 17127 legt Mindestanforderungen zur Gewährleistung der Interoperabilität (einschließlich der Betankungsprotokolle) und Sicherheitsrandbedingungen von öffentlichen Wasserstofftankstellen fest, die gasförmigen Wasserstoff abgeben. Die DIN EN 17127 erlangte seit 2024 per AFIR verbindlichen Status in Deutschland.
- » Unter anderem wird eine Inspektion vor Inbetriebnahme definiert und (unspezifisch) weitere Inspektionen im Betrieb gefordert.
- » Ein Großteil der Prüfungen von Protokollen und Grenzwerten ist als Werksprüfung (Factory Acceptance Tests, FAT) möglich. Für die Mindestabnahme vor Ort sind 8 Site Acceptance Tests (SAT) in Anlehnung an die ISO 19880-1, 12.5 bzw. Annex C, verbindlich festgelegt.



HRS-Mindestanforderungen DIN EN 17127, 2019

Status F&E sowie Handlungsbedarf

- » Technologie und Abnahme von Pkw-HRS für Tankkapazitäten bis 10 kg H₂ sind etabliert, auch durch das Engagement der CEP und die Aktivitäten des ZSW. Für HD-HRS mit HighFlow-Betankungstechnologie sind Protokolle und Abnahmehardware noch lückenhaft vorhanden. Die verbindlichen Abnahmetests werden durch die Größe der Tanksysteme, künftig bis 120 kg H₂ erwartet, eine Herausforderung. Vom BMDV wird aktuell das Projekt HD-FSTM gefördert, in dem bis Ende 2024 ein modulares Abnahmesystem mit 50 kg H₂ bei 35 MPa errichtet wird. 70 MPa Abnahmehardware > 10 kg ist bisher auch aus regulatorischen Gründen (Verfügbarkeit von Composite-Behältern mit PED-/TPED-Zulassung) nicht in Aussicht.
- » Eine regelmäßige Überprüfung der „protokollrelevanten“ Sensorik (T_{Amb}, T_{Fuel}, p_{Fuel}) ist bisher nicht verpflichtend implementiert (wird aber gelebt).
- » Empfehlungen aus Studie MPInter (TüVRh, ZSW, Test-Net 2024):
 - Abläufe von nicht-öffentlichen HRS sollten an die von öffentl. angeglichen werden → in EN 17127
 - Wiederholprüfungen nach 36/24 Monaten oder anlassbezogen → in EN 17127
 - reduzierter Mindestprüfumfang SAT für Wiederholprüfungen und baugleiche Abgabeeinrichtungen an einem Standort → in EN 17127
 - soweit möglich simulierte Tests für Werksabnahme FAT- Übersetzung des englischen Begriffs „inspection“ zu „Prüfung“ (unabhängig) anstatt Inspektion (betreiberseitig) → in EN 17127
 - Definition der Qualifikation der Prüforganisation (bisher „CEP-Zertifikat“)

Befüllprotokolle Gasförmig

SAE J2601:2020, CEP, PRHYDE, ISO 19885-3

- » Für die gasförmige Betankung von FCEV mit einer H₂-Kapazität bis 10 kg, Druckstufen 35 und 70 MPa, werden weltweit einheitlich die Protokolle der SAE J2601, seit 2010, angewandt. In der Ausgabe 2020 sind auch Protokolle für >10 kg, Druckstufe 70 MPa (Category D) definiert, die eher konservative Befüllrampen und Zieldrücke bei engen Grenzen der Vorkühlung erlauben. Der maximale Durchfluss der SAE J2601 Protokolle ist bisher auf 60 g/s (3,6 kg/min) begrenzt. Für 35 MPa Betankungen bis 120 g/s wurde von der CEP ein einheitliches Protokoll im Bereich 20 kg–42.5 kg entwickelt, abgestimmt, veröffentlicht und in ersten HD-HRS eingesetzt.
- » Eine sicherheitsgerichtete Kommunikationsschnittstelle für HDV wird gegenwärtig erarbeitet (Datenumfang und -tiefe, Funktionalitätsanforderungen, ...).

SAE J2601, 2020: Fueling Protocols for Light Duty Gaseous Hydrogen Surface Vehicles
SAE J2601-2, 2014: Fueling Protocol for Gaseous Hydrogen Powered Heavy Duty Vehicles
CEPMGR_MAPFuelingProtocolfor35MPaHeavyDutyVehicles(20-42.5kg)_WengerEngineering_Rev1.3

Diese soll die Umsetzung und die halbjährige Überprüfung (notwendig für sicherheitsrelevante Mess-, Steuer- und Regelungstechnik nach IEC 61508 + BetrSichV) eines jeweils dedizierten Protokolls/Protokollablaufs (SAT und Eichkonformitätsprüfung sowie alle 2 Jahre die H₂-Qualitätsprüfung) erleichtern helfen.

- » Aktuell werden in Europa und in Deutschland an vielen Bus/-Truck-H₂-Tankstellen eigene Protokolle der Tankstellenhersteller, vor Ort abgestimmt mit den jeweiligen Fahrzeugherstellern, eingesetzt. Die „Eigen“-Protokolle berufen sich meist auf die Randbedingungen der bruchstückhaften SAE J2601-2 von 2014 für mobile HD-Anwendungen und sind zudem oft auf Typ III Tanks in den Fahrzeugen ausgelegt.

Mit der SAE J 2601-5 steht nunmehr jedoch ein Betankungsprotokoll zur Verfügung, das für Pkw und Lkw bis 70 MPa eingesetzt werden kann – und das perspektivisch in die ISO überführt wird.

Befüllprotokolle Gasförmig PRHYDE > ISO 19885-3 + ISO 17268-2

- » Aktuell können bis 120 g/s definiert in ISO 17268-1 unter 35 MPa und 70 MPa Druck übertragen werden.
- » Für HDV ist eine Übertragungsleistung von bis zu 300 g/s offen und wurde im EU-geförderten PRHYDE-Projekt [www.prhyde.eu] adressiert. Diese Erkenntnisse werden in ISO 17268-2 (ISO/TC197/WG5), ISO 19885-3 (ISO/TC197/WG24), 17268-2 (HD-Kupplungen) und 19885-3 (HD-Protokolle) einfließen.

PRHYDE objectives 1st Workshop Webcon 24 March 2020

- Develop concept(s) for HDV fuelling protocol(s)
- Validate the impact of HDV fuelling protocol(s) concept(s) on achieving key metrics (temperature and pressure) on the vehicle side
 - through tank refuelling simulation with simplified model and CFD approaches
 - through experimental validations on fuelling of tank(s) at station(s).
- Formulate recommendations (outcome of project) for HDV fuelling protocol(s) for use in relevant standardization forums – with the aim of eventually achieving standardization.

F&E- bzw. Umsetzungsbedarfe:

- » Ansätze für Kommunikationsart (NFC, WLAN, Bluetooth, Kabel) offen
- » Prüfung ob die Anforderungen der ISO 15118 für BEV/LIS und V2G auf FCEV/HRS übertragbar ist und sinnvoll
- » ISO 19885-2 definiert Kommunikationsschnittstelle und -ablauf für CGH₂-Fahrzeuge
- » Für bestehende Fahrzeugsysteme ergeben sich ggf. erneute Messtechnikkorrekturen oder Erprobungen für Tanktemperaturen.



Befüllprotokolle Cryogener Wasserstoff (CCH₂, LH₂, sLH₂) CEP Whitepaper

Schnittstelle CCH₂ (ohne COMM)

- » Bisher keine Definition für Kupplungsschnittstelle und Kommunikation (Whitepaper hat diesen Prozess angestoßen und dessen Akteure unterstützen diesen auch) ISO 17268 i.V.m. 19880-1 und ISO 19885-1, -2, -3
- » Wird aktuell für eine 17268-3 erarbeitet

Schnittstelle (s)LH₂ (ohne COMM)

- » Für LH₂-Fahrzeuge wird seit 2024 in ISO/TC 197 WG 35 an Betankungsprotokollen gearbeitet
- » Für CCH₂ erfolgt die Normung zweigleisig: In ISO/TC 197 WG 5 wird an den Kupplungen (ISO 17268-3) gearbeitet
- » Während in ISO/TC 197 WG 24 die Betankungsprotokolle (ISO 19885-3, Erweiterungen für CCH₂) adressiert werden, Standards werden ab 2026 erwartet
- » Für LH₂ gilt: die bestehenden ISO-Normen ISO 13984/13985 werden durch die neue ISO 25578 ergänzt, die sich derzeit in Bearbeitung befindet.

F&E- bzw. Umsetzungsbedarfe:

- » Für beide Kraftstoffarten (CCH₂ und (s)LH₂) müssen in den ISO/TC 197 TWG 5 und WG 24 Befüllschnittstellen (ISO 17268) und ggf. Betankungsprotokoll (ISO 19885-3) normiert werden. Diese Protokolle sind bereits in Arbeit: für CCH₂ Anwendung in der ISO 24925 und für LH₂ Anwendung in der ISO 13984.



+ 20 Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt (GGVSEB)

Das ADR („Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße“) wird in Deutschland über das **Gefahrgutbeförderungsgesetz (GGBefG)** sowie die **Gefahrgutverordnungen** umgesetzt und bildet damit die zentrale Grundlage für den Transport gefährlicher Güter – einschließlich Wasserstoff – auf Straße, Schiene, Binnengewässern, See- und Luftwegen. Das GGBefG regelt u. a. Zuständigkeiten und Begriffsbestimmungen; die fachspezifische Ausgestaltung erfolgt über die Verordnungen.

Spezifische Verordnungen und Vorschriften:

- » **GGVSee** – Gefahrgutverordnung See.
- » **GGVSEB** – Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt (seit 2009 Ersatz für GGVSE und GGVBinSch).

- » **GGAV** – Gefahrgut-Ausnahmereverordnung (Ausnahmen zu GGVSEB/GGVSee).
- » **GGKontrollV** – Gefahrgut-Kontrollverordnung (einheitliches Vorgehen bei Kontrollen).

Kennzeichnung, Verpackung, Personalqualifikation:

- » Vorgaben zu **Verpackungen**, **UN-Nummern** und **Gefahrzetteln** richten sich nach ADR/GGVSEB.
- » Für kennzeichnungspflichtige Beförderungen ist ein **ADR-Schulungsnachweis** (ADR-Schein) erforderlich.
- » Hinweis zur Aktualität: Das ADR wird **zweijährlich** fortgeschrieben; maßgeblich sind die jeweils geltenden Fassungen (aktuell 2025).



Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR) (1)

Fahrzeugkategorien und Anforderungen:

Gemäß Kapitel 9 des ADR gelten besondere Anforderungen an die Fahrzeugkategorien **EX/II, EX/III, FL und AT**. Die Fahrzeuge müssen den in Kapitel 9 spezifizierten Anforderungen entsprechen (z. B. elektrische Ausrüstung, Zündquellenvermeidung).

Antriebsarten (Historie und Aktualisierung):

Der Abschnitt **9.2.4.4 „Motor“** (Ausgabe 2021) regelt u. a. den Einsatz von **CNG/LNG und LPG** über die jeweiligen UN-Regelungen (Nr. 110 bzw. Nr. 67). In neueren Fassungen wurden die Vorgaben fortgeschrieben; maßgeblich ist die jeweils aktuelle ADR-Ausgabe (2025). Hinweis: Die frühere Einschränkung der 2021er Fassung (kein ausdrücklicher Bezug auf emissionsfreie Antriebe) ist überarbeitet; die Anforderungen richten sich nach dem aktuellen ADR-Text und den anwendbaren UN-Regelungen.

Folgerung für Wasserstoff-Transporte:

Fahrzeuge zum Transport von Wasserstoff (Zugmaschinen von H₂-Sattelaufliegern oder Lkw mit H₂-Transportbehältern) fallen unter die Klasse „FL“. Neben Dieselantrieben sind damit auch **BEV- und FCEV-Antriebe** abgedeckt.



Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR) (2)

Referenznorm	ADR-Version	Behälterkategorie / Typen	Volumenbereich	Fülldruck (15 °C)	Bemerkungen
EN 12245:2009 + A1:2011	2023/2025	Composite-Zylinder Typ 3, 4, 5 (ohne Liner)	bis 3.000 L	kein explizites Limit	Bleibt gültig
ISO 11114-1:2012 + A1:2017	2023/2025	Alle Stahlbehälter	–	–	Prüfgrundlage für Versprödung
ISO 11119-1:2012	2023/2025	Zylinder Typ 2	bis 450 L	kein explizites Limit	–
ISO 11119-2:2012 + A1:2014	2023/2025	Zylinder Typ 3	bis 450 L	kein explizites Limit	–
ISO 11119-3:2013	2023/2025	Zylinder Typ 4	bis 450 L	kein explizites Limit	–
ISO 11120:2015	2023/2025	Röhren (Stahl, Typ 1)	>150 L bis 3.000 L	kein explizites Limit	–
ISO 11515:2013	2023/2025	Röhren Typ 2–4	>450 L bis 3.000 L	kein explizites Limit	–
ISO 16111:2008	2023/2025	Transportable Speicher mit Metallhydrid	<150 L	max. 25 MPa	–
EN 17339:2020	2023/2025	Vollumwickelte Composite-Großflaschen und Tubes für H ₂	bis 3.000 L (Trailer bis ~1.250 kg H ₂)	nach ADR (Prüfdruck)	Neuaufgenommen ins ADR 2023
ISO/DIS 17519	–(zurückgezogen)	Composite-Großflaschen (festinstalliert)	–	–	nicht weiter verfolgt

Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR) – Großflaschen/Composite

Stand der Normaufnahme und Implikationen:

- » Die Aufnahme der **EN 17339:2020** („Fully wrapped carbon composite cylinders and tubes for hydrogen use“) in das **ADR 2023** ist beschlossen. Damit werden größere Transportkapazitäten für CGH₂-Trailer ermöglicht (Richtgröße: bis ca. **1.250 kg H₂** pro Trailer, abhängig von Auslegung und Zulassung).
- » Eine weitergehende Normierung für **Großflaschen bis 10.000 L** ist derzeit **nicht ADR-anerkannt**; der Vorstoß **ISO/DIS 17519** wurde zurückgezogen.

Offene Prüf- und Bewertungsfragen:

- » Bieten größere Querschnitte/Längen betriebswirtschaftliche Vorteile **gegenüber EN 17339-Behälterkonstruktionen**?
- » Wären **vereinfachte Zulassungsverfahren** bei nachgewiesenem Sicherheitsäquivalenz-Niveau gerechtfertigt?



Gefahrguttransport – Implikationen (Straße/Schiene/Binnenschiff)

Anwendungsfälle (Auszug):

- » Neben H_2 -Metallhydridkartuschen für Kleinanwendungen können **Gas-Speichersysteme**, die für den **Einbau in Kraftfahrzeuge** ausgelegt und zugelassen sind und Gas enthalten, z. B. zur **Entsorgung, zum Recycling, zur Reparatur, zur Prüfung, zur Wartung** oder vom **Herstellungsort zum Montagewerk** befördert werden – **unter Einhaltung** der jeweils einschlägigen Regelwerke (**UN GTR 13, UNECE R134**, ggf. historische Verweise wie **ISO/TS 15869:2009, EC/79/2009** sowie EU-Folgeregelungen).

Hinweis zur Aktualität: **EC/79/2009** ist inzwischen **außer Kraft**; maßgeblich sind heute **UNECE R134** sowie **EU-Rechtsakte** wie **EU/2021/535** (Typgenehmigung).

F&E- bzw. Umsetzungsbedarfe:

- » **ADR/RID**: Aktualisierte Verweise (z. B. auf **EU/2021/535**) konsistent aufnehmen.
- » **Intermodalität**: Anpassungen im **RID** zur Transportfähigkeit von **cryogenen LH_2 -Containern** analog zum ADR (Straße) prüfen; **intermodalen Verkehr** (Straße–Schiene–Binnengewässer–See) durch klare Referenzen erleichtern.
- » **Prüfgrundlagen für LH_2 -Tanks**: Die in EU-Rechtsakten referenzierten Grundlagen sind **einheitlich** zu verankern; nach Wegfall von **EC/79/2009** ist die **Referenzierung** in ADR/RID sicherzustellen.



+ 25 Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)

Herstellung – PED (Herstellerepflichten)

- » Planung
- » Gefahrenanalyse
- » Wahl des Konformitätsbewertungsverfahrens
- » Wahl der Benannten Stelle
- » Abnahme des Druckgeräts/ der Baugruppe
- » Erstellung einer Betriebsanleitung
- » CE-Kennzeichnung
- » Konformitätserklärung

Betreiben – BetrSichV (Betreiberpflichten)

[Inhalt der Prüfung vor Inbetriebnahme durch ZÜS]

Prüfung des ordnungsgemäßen Zustandes für die bestimmungsgemäße Betriebsweise hinsichtlich

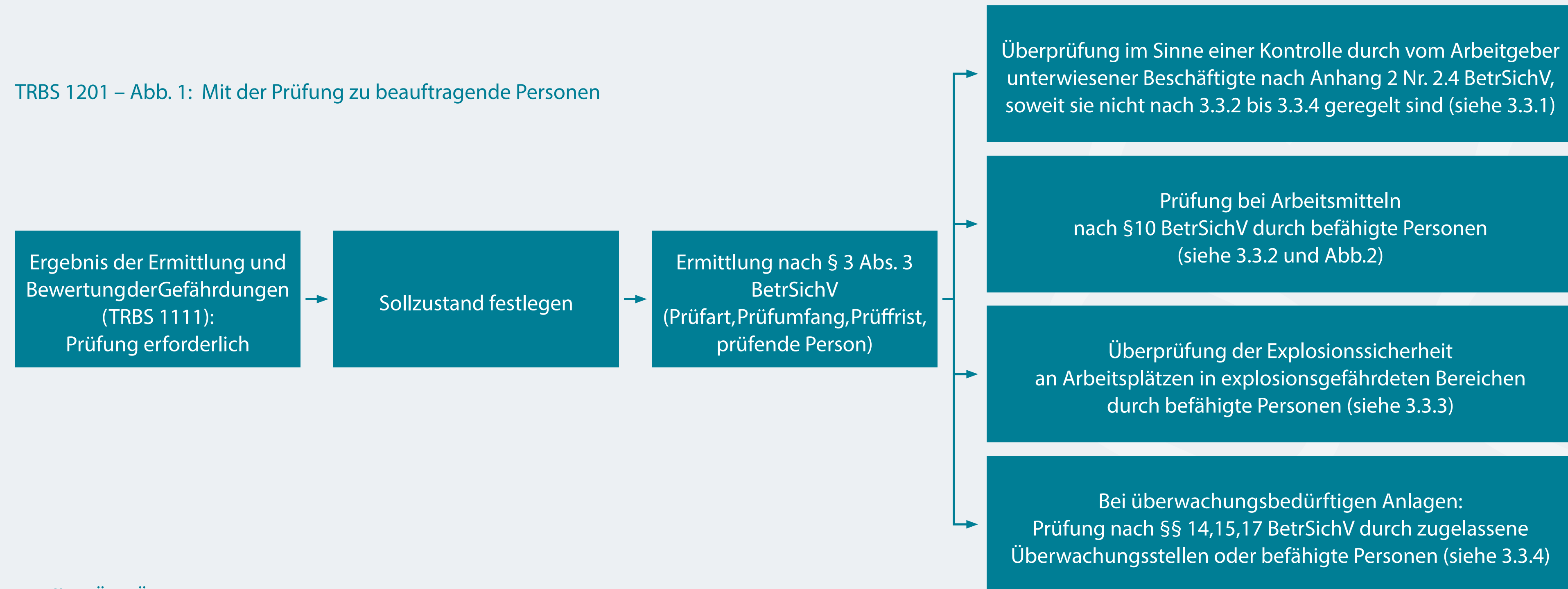
- » Errichtung (Montage und Installation)
- » Aufstellung
- » Sichere Funktion
- » Dokumentation/ Eignungsnachweise
- » Prüflisten
- » ggf. Prüfkonzerte

Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) – TRBS 1201

Der Betreiber legt gemäß § 3 (3) Art, Umfang, Fristen und Personen für Prüfungen fest. Bei Arbeitsmitteln die dem § 10 unterliegen müssen diese Prüfungen durch die befähigte Person durchgeführt werden.

Überwachungsbedürftige Druckanlagen und deren Anlagenteile sind ebenfalls erstmalig und wiederkehrend durch die ZÜS oder befähigte Personen zu prüfen.

TRBS 1201 – Abb. 1: Mit der Prüfung zu beauftragende Personen



Wasserstoffspezifische Kapitel:

- » 4.1.9.4 Zusätzliche Anforderungen an Gasfüllanlagen für Wasserstoff
- » 4.1.10.7 Explosionsgefährdete Bereiche um Anlagen für Wasserstoff
- » 4.2.5 Gasfüllanlagen für Wasserstoff

Kapitel mit spezifischer Wasserstoffnennung:

- » 4.1.3 Zusätzliche Anforderungen bei Betrieb ohne Beaufsichtigung
- » 4.1.6 Anordnung von Abgabeeinrichtungen
- » 4.1.7 Festlegung von Wirkungsbereichen
- » 4.1.8 Anordnung von Öffnungen zu benachbarten Räumen
- » 4.1.10.2 Explosionsgefährdete Bereiche an Abgabeeinrichtungen und Fernfüllschranken
- » 4.1.10.3 Explosionsgefährdete Bereiche in und an Lagerbehältern für Kraftstoffe sowie Behältern zur Lagerung flüssiger Betriebsstoffe
- » 4.1.10.4 Explosionsgefährdete Bereiche in und an Rohrleitungen, Armaturen und Anlagenteilen für Kraftstoffe
- » 4.2.8 Rohrleitungen
- » 4.3.2 Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen (Schutzmaßnahmen vor Explosionsgefahren)
- » 5.1 Normalbetrieb der Betankungsanlage



Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) – TRBS 3151/TRGS 751 Beispiel Sicherheitsabstände und Gefahrenbereiche für H₂

Sicherheitsabstände für oberirdische Anlagen/-teile für Gase

Abstand 3 m – Mindestabstand für Normalbetrieb (d. h. für betriebsbedingte Freisetzungsstellen, soweit nicht als Ex- oder Wirkbereiche separat definiert).
[TRBS 3151/TRGS 751 Nr. 4.1.9.3 (3)]

Definition Gefahrenbereiche

sind über den Normalbetrieb hinausgehende explosionsgefährdete Bereiche, die sich z.B. durch Öffnen oder Belüften von Anlagenteilen oder Räumen (mit Zone 0–2) ausbreiten.

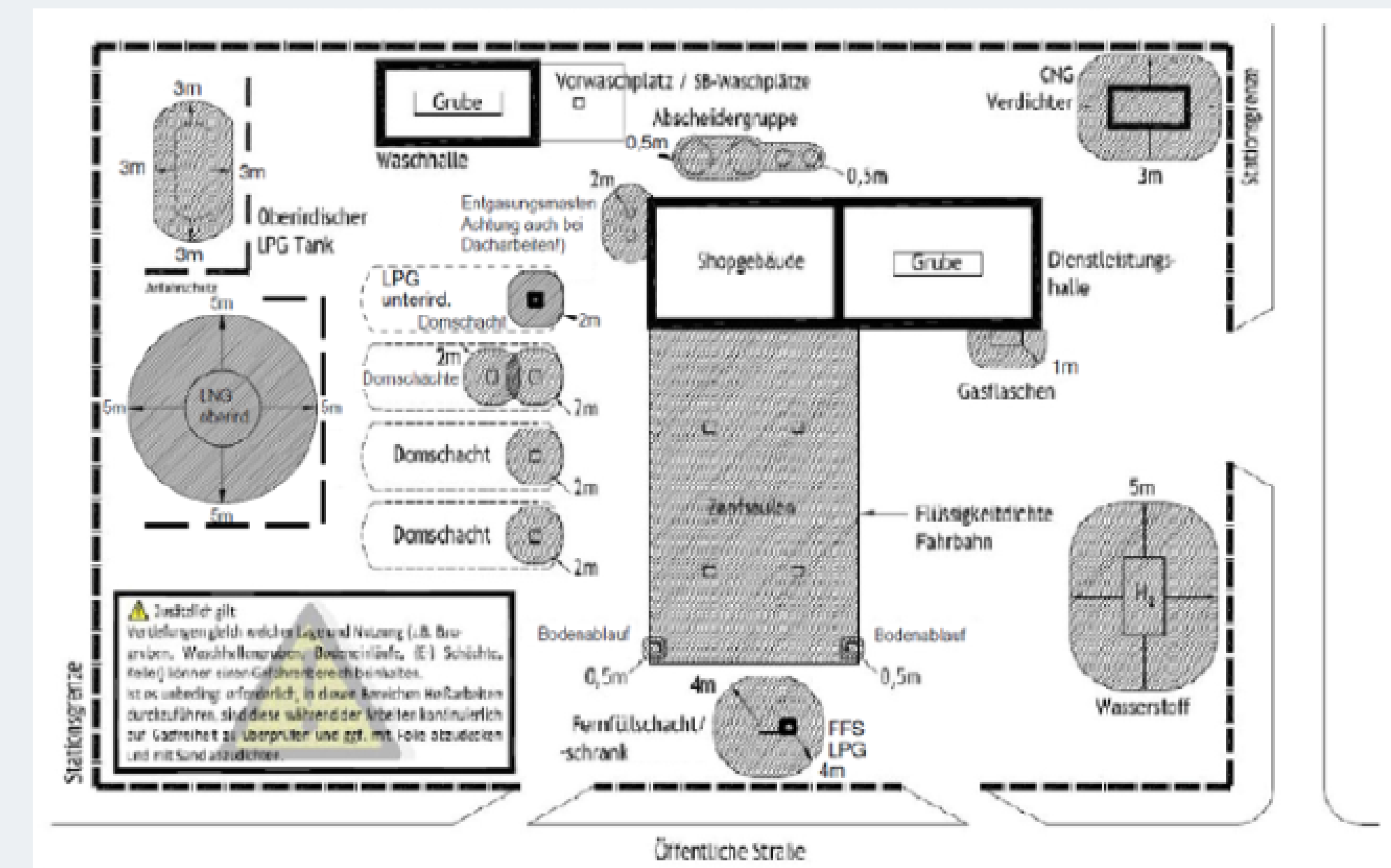
[TRBS 1112 Teil 1, TRBS 3151/TRGS 751 Nr. 4.3.2]

Beispiele für Gefahrenbereiche + Sicherheitsabstände

stehen z. B. in den nebenstehenden technischen Regeln
[TRBS 1112 Teil 1 Nr. 3 (4), TRBS 3151/TRGS 751 Nr. 5.2.3 + Abb. 11]

Quelle: TRBS 3151/TRGS 741 – Ausgabe September 2019, Fassung 02.10.2020

Abb. 11: Arbeiten mit Zünd- oder Brandgefahren:
Gefahrenbereiche bei Arbeiten an Betankungsanlagen



Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) – TRBS 3151/TRGS 751 Ergänzungen vom 10.02.2022 (1)

Anhang 2: Einrichtungen der Elektromobilität in räumlicher Nähe zur Betankungsanlage

Anlagentyp und Einstufung	Kompaktanlage, ortsbeweglich*	Kompaktanlage, ortsveränderlich**	Kombinationsanlage, ortsbeweglich	Kombinationsanlage, ortsveränderlich	Kombinationsanlage, ortsveränderlich
Unterscheidung nach technischem Aufbau	Lagerbehälter, Anlagentechnik mit Pufferbehälter und Abgabereinrichtung sind als eine Einheit funktional zusammengebaut, keine bewegliche lösbare Leitungsverbindung zwischen Anlagentechnik und Lagerbehälter	Lagerbehälter, Anlagentechnik mit Pufferbehälter und Abgabereinrichtung sind als eine Einheit funktional zusammengebaut, keine bewegliche lösbare Leitungsverbindung zwischen Anlagentechnik und Lagerbehälter	Anlagentechnik mit Pufferbehälter und Abgabereinrichtung sind eine Einheit Lagerbehälter ist eine separate Einheit und ist als Kraftstofftransporteinheit ausgeführt Zusammenschluss von Anlagentechnik und Lagerbehälter durch bewegliche lösbare Leitungsverbindung	Anlagentechnik mit Pufferbehälter und Abgabereinrichtung sind eine Einheit Lagerbehälter ist eine separate Einheit und ist als Kraftstofftransporteinheit ausgeführt Zusammenschluss von Anlagentechnik und Lagerbehälter durch bewegliche lösbare Leitungsverbindung	Anlagentechnik mit Pufferbehälter und Abgabereinrichtung sind eine Einheit Lagerbehälter ist eine separate Einheit Zusammenschluss von Anlagentechnik und Lagerbehälter durch bewegliche lösbare Leitungsverbindung
Anmerkungen	Die Kompaktanlage ist installiert auf » einem Fahrzeug oder » einem Anhänger und ist als eine Einheit ortsbeweglich.	Die Kompaktanlage ist in einem Container installiert und ist als eine Einheit ortsveränderlich.	Die separaten Einheiten der Kombinationsanlage sind installiert auf » einem Fahrzeug oder » einem Anhänger und sind als getrennte Einheiten jeweils ortsbeweglich.	Lagerbehälter, Anlagentechnik mit Pufferbehälter und Abgabereinrichtung sind in einem oder mehreren Containern installiert. Die Container sind als getrennte Einheiten jeweils ortsveränderlich.	Anlagentechnik mit Pufferbehälter und Abgabereinrichtung sind in einem oder mehreren Containern installiert. Die Container sind als getrennte Einheiten jeweils ortsveränderlich. Lagerbehälter ist montiert auf » einem Fahrzeug oder » einem Anhänger und ist ortsbeweglich.

* Eine ortsbewegliche Einheit kann innerhalb kürzester Zeit (Minuten) abfahrbereit gemacht und an einen anderen Ort transportiert werden.

** Eine ortsveränderliche Einheit kann im Gegensatz zu einer ortsfesten Anlage leicht verladen und dann an einen anderen Ort transportiert werden.

Quelle: TRBS 3151/TRGS 741 – Bek. zu TRGS 751 – Seite 1 von 25 (Fassung 10.02.2022)

Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) – TRBS 3151/TRGS 751 Ergänzungen vom 10.02.2022 (2)

Anhang 3: Mobile Gasfüllanlage für gasförmigen Wasserstoff

- » Mobile Gasfüllanlagen für Wasserstoff im Sinne dieser Technischen Regel sind Gasfüllanlagen für Landfahrzeuge im Sinne § 18 Absatz 1 Nummer 3 BetrSichV, die nicht dafür bestimmt sind, als ortsfeste Anlagen betrieben zu werden. Sowohl die Anlagentechnik mit Abgabeeinrichtung als auch die Behälter zur Bereitstellung des Wasserstoffs sind so ausgeführt, dass sie an wechselnden Orten aufgestellt und betrieben werden können.
- » Lagerbehälter im Sinne von Absatz 2 sind gefahrgutrechtlich zugelassene Transportbehälter für Druckgase zum Transport von Wasserstoff. Die Kombination des Lagerbehälters mit dem Fahrzeug/Anhänger bzw. mit dem Container-Chassis wird im Weiteren als Kraftstofftransporteinheit bezeichnet.
- » Ein Anlagencontainer ist die Gesamtheit der Anlagentechnik mit Pufferbehälter und Abgabeeinrichtung einschließlich Umhausung, aber ohne Lagerbehälter. Bezüglich des Anlagenumfangs wird auf Abschnitt 4.2.5.1 Absatz 1 Nummern 2 bis 11 dieser Technischen Regel verwiesen.
- » Energieversorgungseinheit (z. B. Brennstoffzelle) dient der Energieversorgung der Gasfüllanlage und kann als separater Container (Energiecontainer) ausgeführt oder Bestandteil des Anlagencontainers sein. Alternativ kann die Energieversorgung über die öffentliche Energieversorgung erfolgen.

Erlaubnisverfahren nach Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)

- » Das Erlaubnisverfahren nach BetrSichV hat zum Ziel, den Betreiber in einer frühen Planungsphase die Rechtssicherheit zu ermöglichen, dass die geplante Anlagenach Fertigstellung auch rechtssicher in Betrieb gehen wird wenn Planungsstand und Realisierung übereinstimmen.
- » Das Verwaltungsverfahren für die Erteilung der Erlaubnis nach BetrSichV erfasst **die Errichtung und den Betrieb bzw. die Änderungen der Bauart oder Betriebsweise**, die die Sicherheit der Anlage beeinflussen. In einigen Ländern (z. B. in NRW und Berlin) werden durch die Erlaubnis nach Landesrecht weitere Entscheidungen eingeschlossen (z. B. die Baugenehmigung).
- » Eine erteilte Erlaubnis gilt für das beschriebene Anlagendesign (derzeit ist hier kein stufenweiser Entwicklungsplan Gegenstand von Erlaubnisverfahren).
- » Eine erteilte Erlaubnis ist 3 Jahre gültig, dann muss mit der Errichtung begonnen worden sein.



Erlaubnisverfahren nach Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)

Änderungen der Betriebsweise oder Lagermenge an einer bestehenden HRS bzw. einer modularen Erweiterung der Erlaubnis für eine Neuanlage:

- » Für Erlaubnisverfahren an Dampfkesselanlagen wird teilweise ein Verfahren mit Teilerlaubnissen genutzt. D.h. während die erste Teilerlaubnis erteilt wurde, können zunächst Fundamente und Nebeneinrichtungen errichtet werden. Gleichzeitig entsteht das geplante Anlagendesign und wird in weiteren Teilerlaubnissen von der Behörde begutachtet und die Erlaubnis erteilt bzw. erweitert.
- » Dieses Verfahren könnte nach Rücksprache mit der zuständigen Behörde auf ein Verfahren für evolutionäre HRS Anlagen mit absehbar wachsender Lagerkapazität sein.
- » Derzeit ist bei einer Erweiterung einer bestehenden HRS eine erneute Erlaubnis bzw. Ergänzung (Erweiterung der Erlaubnis) erforderlich. Der Aufwand liegt derzeit zwischen 5 Tagen und 3 Monaten, je nach Kenntnisstand der zuständigen Behörde.

F&E- bzw. Umsetzungsbedarfe:

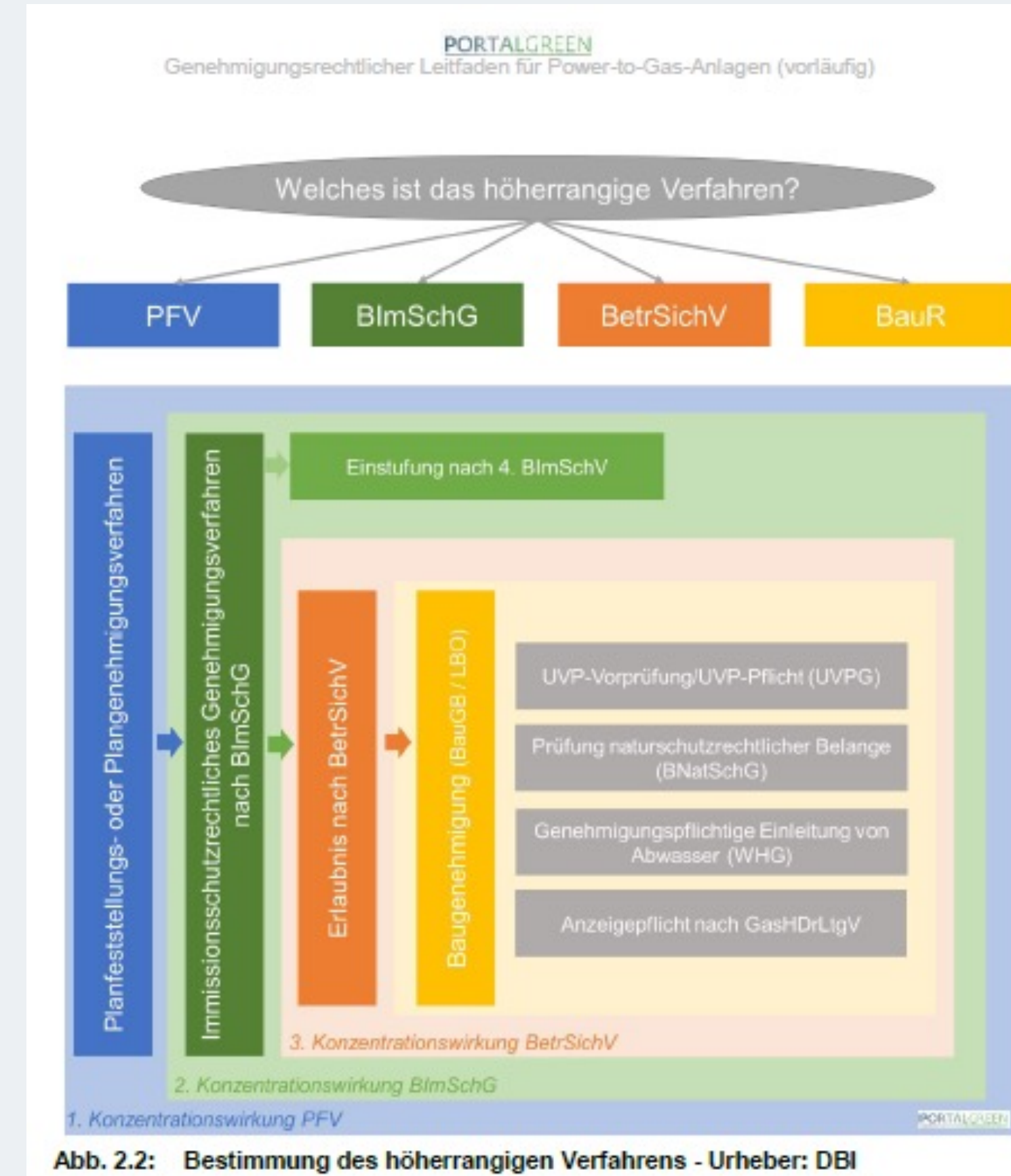
- » Derzeit existiert kein vereinfachtes Erlaubnisverfahren für den stufenweisen (evolutionären) Ausbau von HRS an einem Standort. Die technischen und formalen Rahmenbedingungen könnten zwischen TRBS Gremien und dem LASI Länderausschuss für Sicherheit) definiert werden.



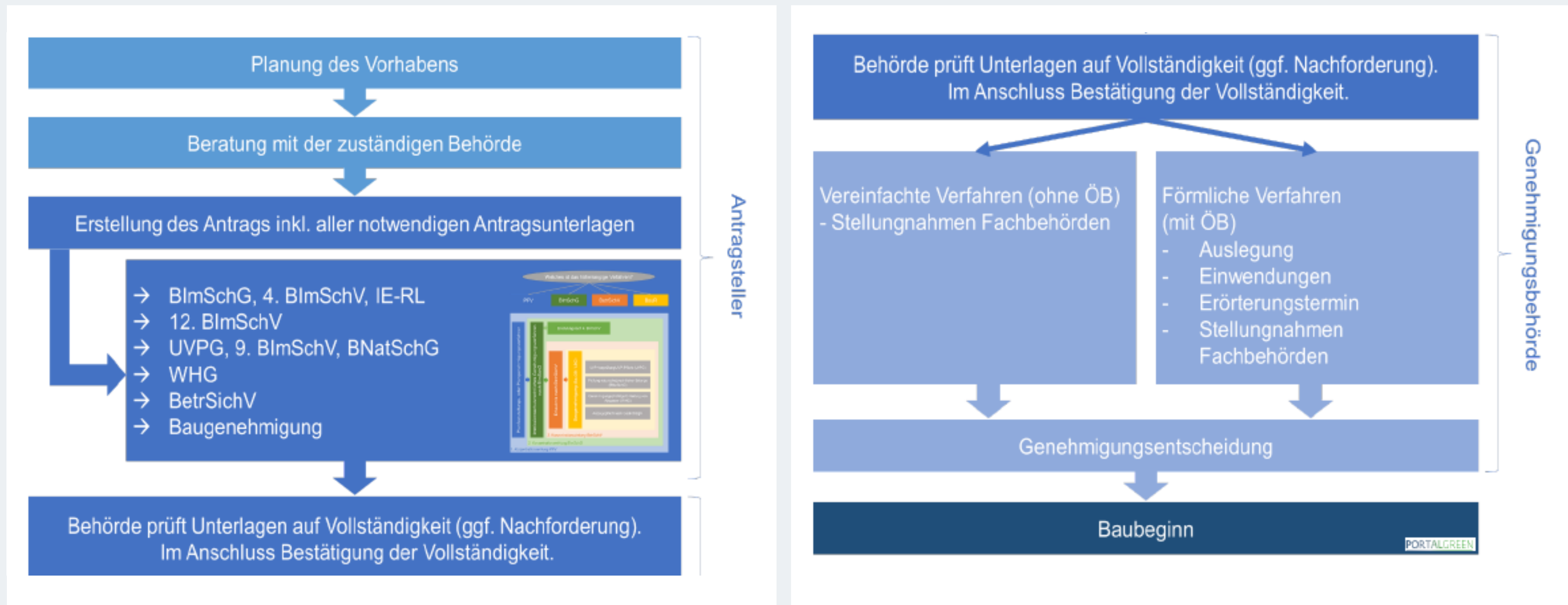
+ 33 BImSchG / BImSchV – Übergeordnete Topologie

Beschreibung des Übergangs vom BetrSichV-Erlaubnisverfahren (NOW-Genehmigungsleitfaden) zum BImSchG-Genehmigungsprozess (DVGW PortalGreen).

On-Site-Erzeugung oder > 3 t Lagerungsmenge sind die Übergangskriterien.



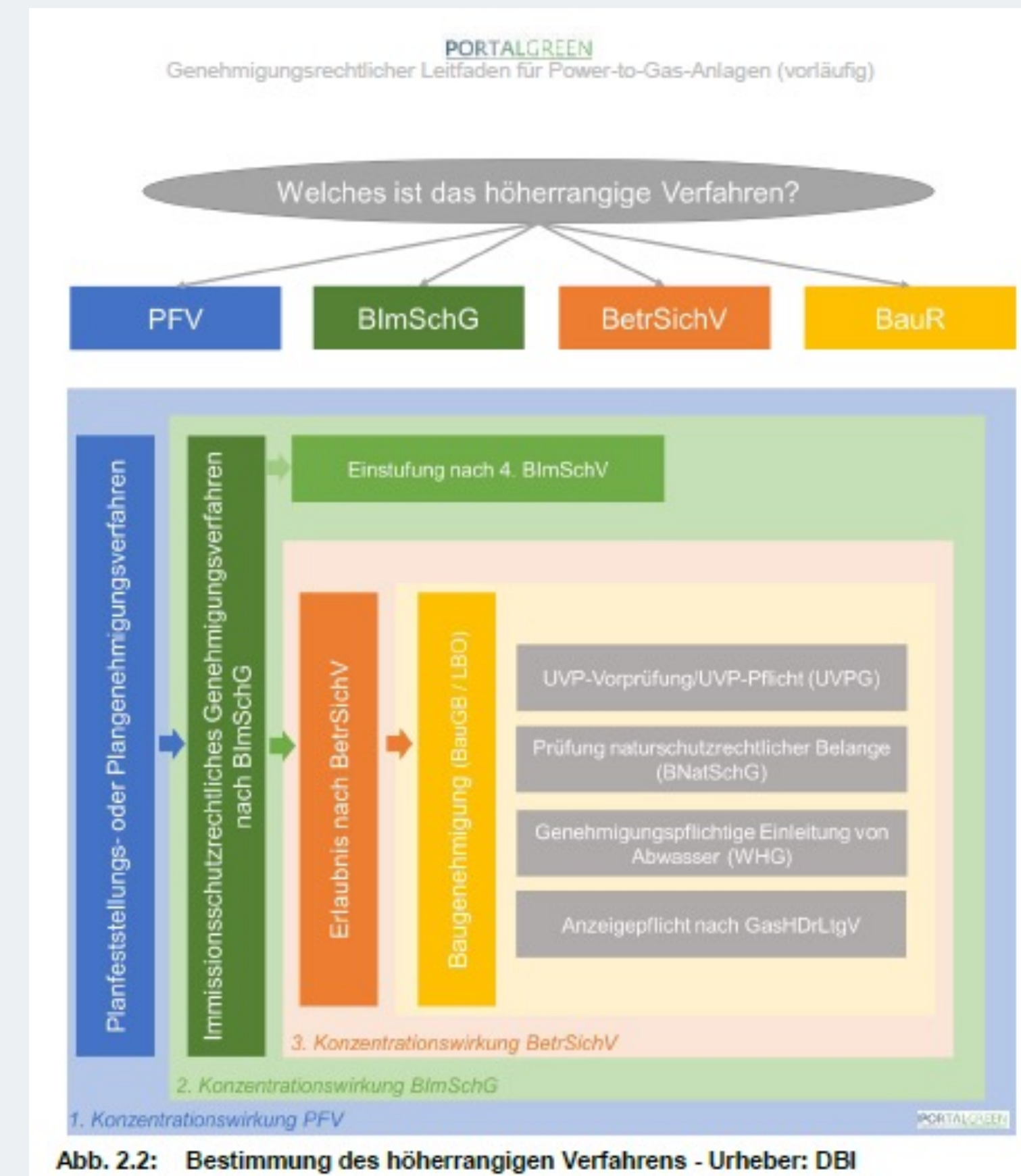
BlmSchG / BlmSchV – Ablauf Genehmigungsverfahren



Zusätzlich genehmigungsrelevante Anlagenkomponenten und Parameter

- » Elektrolyseur zur Wasserstofferzeugung
- » Fackel – Notfall- oder reguläres Abfackeln
- » Speichertanks zur Speicherung von Wasserstoff – Gesamtspeichermenge
- » Rohrleitungen
- » Gasleitungen – Durchmesser
- » Wasserleitung – Länge
- » Rohr für Abwasser
- » Umspannwerk
- » Eventuell andere Gasverbrauchseinrichtungen wie Verbrennungsmotoren, Gasturbinen oder ähnliches
- » Ggf. H₂-BHKW für Möglichkeit der direkten Rückverstromung (Genehmigungspflicht ab ≥ 1 MW)

(Liste ist nicht vollständig)



+ 37 Zulassungsverfahren für H₂-Erzeugungsanlagen

	Baugenehmigung	Immissionsschutz-rechtliche Genehmigung	Planfeststellung
Zuständigkeit	Landratsamt	Landratsamt Bezirksregierung Landesamt	Bezirksregierung Landesbehörden
Verfahren	ohne Öffentlichkeitsbeteiligung	Ggf. Öffentlichkeitsbeteiligung	Öffentlichkeitsbeteiligung
Dauer	kurz	mittel	lang
Entscheidung	Ermessensentscheidung (präventives Verbot mit Erlaubnisvorbehalt)	Ermessensentscheidung (präventives Verbot mit Erlaubnisvorbehalt)	Abwägung der öffentlichen und privaten Belange
Materiellrechtlicher Prüfungsinhalt	Bauordnung	Immissionsschutz Betriebssicherheit Bauordnung	Bauplanungsrecht Immissionsschutz Betriebssicherheit Bauordnung

Planungsrechtliche Zulässigkeit des Standortes von H₂-Erzeugungsanlagen (1)

Unterscheidung zwischen vier planungsrechtlichen Gebietskategorien:

- » Standort innerhalb eines Bebauungsplans (§30 BauGB)
- » Standort im Außenbereich (§ 35 BauGB)
- » Standort innerhalb eines planfestgestellten Bereichs (§ 38 BauGB)
- » Standort innerhalb eines Bebauungsplans (§ 30 BauGB)
 - Standort im Gewerbegebiet (§ 8 BauNVO)
 - Standort im Industriegebiet (§ 9 BauNVO)
 - Standort im Sondergebiet Windenergieanlagen oder PV-Freiflächenanlage (§ 11 BauGB)
 - Standort im Sondergebiet Wasserstoffherzeugung (§ 11 BauGB)

Wasserstoffherzeugungsanlage als „untergeordnete Nebenanlage“:

- » Untergeordnete Nebenanlagen und Einrichtungen, die dem Nutzungszweck der in dem Baugebiet gelegenen Grundstücke oder des Baugebiets selbst dienen und die seiner Eigenart nicht widersprechen sind grds. zulässig (§ 14 BauNVO), die Auslegung wird jedoch je nach Kommune unterschiedlich gehandhabt
- » Eine bauliche Anlage ist dann eine untergeordnete Nebenanlage, wenn sie funktional und räumlich-gegenständlich dem primären Nutzungszweck der Hauptanlage oder des Baugebiets zugeordnet ist und in diesem Verhältnis eine nachrangige, sinnvoll ergänzende Rolle einnimmt.
- » Beispiele: Heizwerk / WEA zur Versorgung des Baugebietes / Baugrundstücke

Planungsrechtliche Zulässigkeit des Standortes von H₂-Erzeugungsanlagen (2)

Außenbereich § 35 Abs. 1 Nr. 3 BauGB:

- » Nach § 35 Abs. 1 Nr. 3 BauGB ist im Außenbereich ein Vorhaben (ohne Bebauungsplan) zulässig, wenn öffentliche Belange nicht entgegenstehen, die ausreichende Erschließung gesichert ist und es der öffentlichen Versorgung mit Elektrizität, Gas, Wärme dient und ortsgebunden ist.
- » Bspw.: Umspannwerke und -stationen, Schalt- und Regelanlagen, Gasbehälter und -fernleitungen, Druckverstärkeranlagen, Wärmeversorgungsleitungen, Wasserleitungen, Hochbehälter, Wassertürme, Pumpstationen, Brunnenanlagen, Talsperren.

Außenbereich § 35 Abs.1 Nr. 5 BauGB:

- » Nach § 35 Abs. 1 Nr. 4 BauGB ist im Außenbereich ein Vorhaben (ohne Bebauungsplan) zulässig, wenn öffentliche Belange nicht entgegenstehen, die ausreichende Erschließung gesichert ist und es der Erforschung, Entwicklung oder Nutzung der Wind- oder Wasserenergie dient bzw. wenn sie unmittelbar der Nutzung erneuerbarer Energien dienen (z. B. Elektrolyseure zur Stromverwertung).
- » Dazu gehören alle dafür technisch erforderlichen, baulichen und sonstigen Bestandteile der Anlagen, die für die Umwandlung der Windenergie in Elektrizität (Strom) erforderlich sind.
- » Wenn Wasserstoffanlagen nicht zur Stromproduktion erforderlich sind.



Planungsrechtliche Zulässigkeit des Standortes von H₂-Erzeugungsanlagen (3)

Außenbereich § 35 Abs.1 Nr. 4 BauGB:

- » Nach § 35 Abs. 1 Nr. 4 BauGB ist Im Außenbereich ein Vorhaben (ohne Bebauungsplan) zulässig, wenn öffentliche Belange nicht entgegenstehen, die ausreichende Erschließung gesichert ist und es wegen seiner besonderen Anforderungen an die Umgebung, wegen seiner nachteiligen Wirkung auf die Umgebung oder wegen ihrer besonderen Zweckbestimmung nur im Außenbereich ausgeführt werden soll.

Zulassung von Wasserstoffherzeugungsanlagen im immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren

- » Wasserstoffherzeugungsanlagen können und dürfen nur dann eine immissionsschutzrechtliche Genehmigung beantragen und erhalten, wenn sie genehmigungsbedürftig sind
- » Wenn Wasserstoffherzeugungsanlagen genehmigungsbedürftig sind, benötigen sie eine immissionsschutzrechtliche Genehmigung oder müssen im Planfeststellungsverfahren zugelassen werden.
- » Das Genehmigungserfordernis erstreckt sich auf alle vorgesehenen Anlagenteile und Verfahrensschritte, die zum Betrieb notwendig sind, und Nebeneinrichtungen, die mit den Anlagenteilen und Verfahrensschritten in einem räumlichen und betriebstechnischen Zusammenhang stehen.
- » Entscheidend ist die Aufführung in Anhang 1 zur 4. BImSchV

BlmSchV – Genehmigungsverfahren für Elektrolyseure

Grundsätzlich unterliegen Elektrolyseure der Genehmigungspflicht nach § 4 BImSchG. Bis zur Novelle der 4. BImSchV im November 2024 waren sie unter Nr. 4.1.12 Anhang 1 („chemische Umwandlungsanlagen“) eingeordnet. Seit der Novelle werden Elektrolyseure jedoch als eigene Anlagengruppe unter Nr. 10.26 Anhang 1 geführt („Anlagen zur Herstellung von Wasserstoff durch die Elektrolyse von Wasser“).

Nr. 10.26 Anhang 1 der 4. BImSchV:

- ≥ 50 t H₂/Tag – förmliches Verfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung (10.26.1)
 - ≥ 5 MW el. Nennleistung – vereinfachtes Verfahren (10.26.2)
 - 5 MW und < 50 t/Tag – nicht genehmigungspflichtig nach 4. BImSchV
- » Damit besteht nun eine klare Abgrenzung zu klassischen Chemieanlagen und ein spezifischer Rechtsrahmen für Elektrolyseure.

Einordnung von Elektrolyseuren im europäischen Rechtsrahmen (IED) & Systematik

Die Regelungen der 4. BImSchV stellen Elektrolyseure grundsätzlich den „Anlagen zur Herstellung von Stoffen oder Stoffgruppen durch chemische, biochemische oder biologische Umwandlung in industriellem Umfang“ gleich.

Aktueller Rechtsrahmen (Stand 2025):

- » Nach der Novelle der **Industrieemissionsrichtlinie (IED)** im April 2024 gilt:
- » **Bis 5 MW** installierte Leistung: Elektrolyseure sind **genehmigungsfrei**.
- » **5–10 MW**: Anwendung eines **vereinfachten Genehmigungsverfahrens** (ohne Öffentlichkeitsbeteiligung) möglich.
- » **≥10 MW**: förmliches immissionsschutzrechtliches Verfahren nach § 4 BImSchG erforderlich.

Kleine Elektrolyseure sind somit nicht mehr automatisch genehmigungspflichtig, auch wenn sie kommerziell betrieben werden.

Systematischer Zusammenhang:

- » Nr.3.3 Anhang 1 der 4. BImSchV unterscheidet Anlagen zur Herstellung von Nichteisenmetallen durch elektrolytische Verfahren.
- » Nr.3.10.1 Anhang 1 differenziert weitere elektrolytische oder chemische Verfahren.
- » Elektrolyseure zur Wasserstoffproduktion sind diesen Kategorien funktional zuzuordnen, die Anforderungen sind aber über die IED-Schwellenwerte klar abgegrenzt.

BlmSchG – Reguläres und vereinfachtes Genehmigungsverfahren

Kraftstoff	V: Vereinfachtes Verfahren gemäß §19 BlmSchG (ohne Öffentlichkeitsbeteiligung)	G: Genehmigungsverfahren gemäß §10 BlmSchG (mit Öffentlichkeitsbeteiligung)
CNG	"	"
LNG	"	"
Wasserstoff	3 bis 30 Tonnen	30 Tonnen oder mehr

Hinweis

Nachdem man für einen Standort abgeklärt hat, ob das Lärmkontingent noch nicht ausgeschöpft ist, sollten man abklären ob im Bebauungsplan ein Ausschluss für BlmSchG- oder Störfallverordnungs-Anlagen hinterlegt ist.

Quelle: DBI, Jan. 2021
https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_4_2013/BJNR097310013.html

Mengenschwelle für Lagerung von Wasserstoff Nr. 9.3 des Anhangs 1 i. V. m. Nr. 17 des Anhangs 2 zur 4. BlmSchV bei Lagerkapazität von 3 t oder mehr:

- » bis 3 t: keine BlmSchG Genehmigung
- » ab 3 t: Nr. 9.3.2 der 4. BlmSchV, vereinfachtes Verfahren M
- » ab 5 t: Störfallbetriebsbereich untere Klasse, 12. BlmSchV Nr. 2. 44
- » ab 30 t: Nr. 9.3.1 der 4. BlmSchV, förmliches Verfahren (G)
- » über 50 t: Störfallbetriebsbereich obere Klasse Nr. 2.44

[Stand der Sicherheitstechnik muss umgesetzt sein | Die Tonneklassifizierung erfasst das gesamte H₂-Inventar, nicht nur die gespeicherte Menge! | Die Kommission Anlagensicherheit KAS befasst sich den Anforderungen zur Genehmigungsbedürftigkeit und inwieweit hier künftig eine „Schmälerung“ der Anforderungen umsetzbar ist]

Quelle: BNK Juli 2021

IED – Einfluss auf Genehmigungsverfahren von Elektrolyseuren

Die **Industrieemissionsrichtlinie (IED)** regelte bislang, dass Elektrolyseure aller Leistungsklassen als Industrieemissionsanlagen gelten und daher ein **förmliches Genehmigungsverfahren nach § 10 BImSchG** erforderlich ist.

Mit der **Novelle der IED im April 2024** wurde ein abgestuftes System eingeführt:

- » **Elektrolyseure bis 5 MW** installierte Leistung → **genehmigungsfrei**.
- » **Elektrolyseure von 5–10 MW** → **vereinfachtes Genehmigungsverfahren** nach § 19 BImSchG (ohne Öffentlichkeitsbeteiligung).

- » **Elektrolyseure ab 10 MW** → **förmliches immissionschutzrechtliches Genehmigungsverfahren** nach § 10 BImSchG (mit Öffentlichkeitsbeteiligung).

Damit wurde die in früheren Stellungnahmen (u. a. IKEM, 2022) vorgeschlagene differenzierte Regelung in das europäische Recht übernommen.

Umsetzungsbedarf:

Die nationale Umsetzung der novellierten IED in deutsches Recht steht noch aus. Bis dahin gilt die EU-Richtlinie unmittelbar als Orientierung.

Quelle: Richtlinie (EU) 2024/... zur Änderung der Industrieemissionsrichtlinie (IED), in Kraft seit April 2024.

EnWG – Planfeststellungsverfahren für Elektrolyseure

Zulassung von Elektrolyseuren nach § 43 Abs. 2 Nr. 7 EnWG:

Anwendungsbereich

Auf Antrag des Trägers des Vorhabens können durch Planfeststellung durch die nach Landesrecht zuständige Behörde die Errichtung und der Betrieb sowie die Änderung von Energiekopplungsanlagen zugelassen werden.

Definition von Energiekopplungsanlagen

Energiekopplungsanlagen umfassen sog. „Power-to-X“-Anlagen, also Anlagen zur Umwandlung von Strom in einen anderen Energieträger wie Wärme, Kälte, Produkt, Kraft- oder Rohstoff, insbesondere Elektrolyseanlagen.

Voraussetzungen

- » Identischer Vorhabenträger (Netzbetreiber)
- » Nebenanlage zu einer Leitung nach § 43 Abs. I EnWG
- » Netzdienliche Funktion der Anlage

Wahlrecht des Vorhabenträgers über das Zulassungsverfahren

Anmerkung:

Ein Planfeststellungsverfahren ist ein Verwaltungsverfahren über die Zulässigkeit raumbedeutsamer Vorhaben und Infrastrukturmaßnahmen.

Eine Elektrolyseanlage in einer HRS ist nicht planfeststellungsbedürftig.

Pipelines – EnWG, GasHDrLtgV, DVGW, BNA, etc.

- » Eigenes Rechts- und Regulierungsgebiet, vertiefte Analyse notwendig.
- » EnWG, Gashochdruckleitungsverordnung (GasHDrLtgV), evtl. DVGW (G 463 – Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar und G 409:2020 – Umstellung von Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar für den Transport von Wasserstoff)
- » Informationssammlung bei Gasfernleitungs- und bei Gasverteilnetzbetreibern, bei der Bundesnetzagentur (z. B. Regulierung von Wasserstoffnetzen – Bestandsaufnahme BNA 2020) sowie beim DVGW.
- » Die weltweit bisher einzige anerkannte Norm für die technischen Anforderungen an die Auslegung von in Stahl ausgeführten H₂-Pipelines ist die im Jahr 2020 in ihrer aktuellen Version veröffentlichte US-amerikanische ASME B 31.12-2019 [Hydrogen Piping and Pipelines](#)

F&E- und Umsetzungs-Bedarfe:

- » Vertiefte Analyse existierender Regelwerke und Normen und ihrer jeweiligen Relevanz sowie ggf. Identifizierung fehlender regulatorischer oder normativer Anforderungen für Stahl- und Kunststoffpipelines im Einsatz als Fern- oder Verteilleitungen.



+ 48 Genehmigungsanforderungen HRS – Übersicht

Planüberprüfung

Elektrische Betriebsmittel: für sicherheitsrelevante Stromkreise gilt BetrSichV / BImSchG

- » Druckbehälter, Wärmetauscher, Rohrleitungen, flexible Brennstoffleitung, zus. Baustellenlager: PED und Überprüfung des Sicherheitskonzeptes BetrSichV anzuwenden
- » Maschinen-relevant (Kompressor, Pumpe, Zapfsäule, Puffertank, Ventile, Füllstutzen, Kühlsystem, lokaler Verflüssiger, lokaler Elektrolyseur): für Überprüfung des Sicherheitskonzeptes ist BetrSichV durchzuführen + TRBS anzuwenden (für Kühlsystem: Klärung, ob Flüssigkeit gefährlich ist gegen Grundwasser) (für Verflüssiger und Elektrolyseur: für sicherheitsrelevante Stromkreise gilt BetrSichV / BImSchG)

Erstinspektion durch Dritte

- » Elektrische Betriebsmittel: für sicherheitsrelevante Stromkreise gilt BetrSichV / BImSchG (außer Elektrokomp.)
- » Druckbehälter, Wärmetauscher, Rohrleitungen, flexible Brennstoffleitung, zus. bauseitiger Speicher, Verflüssiger, Elektrolyseur: prüfen ob PED-konform / Kategorisierung nach BetrSichV durchführen Maschinen-relevant (Betankungsprotokoll Prozess, Kompressor, Pumpe, Zapfsäule, Puffertank, Ventile, Zapfpistole, Kühlsystem): wenn sicherheitsrelevant, dann sind Anforderungen nach TRBS + EN 17127 einzuhalten

Genehmigungsanforderungen HRS – Übersicht (2)

Regelmäßige Kontrolle durch den Betreiber

- » Elektrische Ausrüstung, H₂-Sensoren & Steuereinheit, Druckbehälter, Wärmetauscher, Rohrleitungen, flexible Kraftstoffleitung, zusätzl. vor-Ort-Lager: eigenes geschultes Personal Maschinen-relevant (Kompressor, Pumpe, Zapfsäule, Puffertank, Ventile, Zapfpistole, Kühlsystem, lokaler Verflüssiger, lokaler Elektrolyseur): wenn sicherheitsrelevant, dann Anforderungen gemäß TRBS + EN 17127 einzuhalten (lokaler Verflüssiger, lokaler Elektrolyseur): geschultes eigenes Personal

Regelmäßige Überprüfung durch Dritte

- » Elektrische Betriebsmittel: für sicherheitsrelevante Stromkreise gilt BetrSichV / BImSchG (außer Elektrokomponenten)
- » Druckbehälter, Wärmetauscher, Rohrleitungen, flexible

Kraftstoffleitung, zus. bauseitiger Speicher, Verflüssiger, Elektrolyseur: PED-Konformität zu prüfen / Kategorisierung nach BetrSichV durchführen Maschinenrelevant (Betankungsprotokoll Prozess, Kompressor, Pumpe, Zapfsäule, Puffertank, Ventile, Zapfpistole, Kühlsystem): wenn sicherheitsrelevant, dann sind Anforderungen aus TRBS + EN 17127 einzuhalten

Wartung

durch geschultes eigenes Personal

Arbeitsschutz für Elektrogeräte

laut Anforderungen der Berufsgenossenschaften

Genehmigungsprozesse für unterschiedliche HRS-Konfigurationen

Der Beantragungs- und Genehmigungsprozess für HRSs mit einer H₂-Lagermenge unter 3 t bzw. ohne vor-Ort-Produktion von H₂ ist im NOW-Genehmigungsleitfaden umfangreich beschrieben:

Genehmigungsrelevante Parameter	Verfahren
H ₂ -Lagerung < 3 t Gesamtlagerung	Keine BlmSchG-Genehmigung allein wegen der Lagermenge. BetrSichV § 18 greift hier nicht automatisch; er gilt, wenn es sich um eine betankungs-/fülltechnische Anlage i.S.d. § 18 BetrSichV handelt (z. B. H ₂ -Gasfüll-/Tankstellen einschl. Lager-/Vorratsbehälter).
H ₂ -Lagerung ≥ 3 t und < 30 t Gesamtlagerung (oberirdisch)	Bundes-Immissionsschutzgesetz (BlmSchG) Vereinfachtes Verfahren (§ 19). Rechtsgrundlage: 4. BlmSchV, Anhang 1 Nr. 9.3 i.V.m. Anhang 2 Nr. 17 (Lagerung von Wasserstoff).
H ₂ -Lagerung ≥ 30 t (oberirdisch)	Nach Bundes-Immissionsschutzgesetz (BlmSchG) Förmliches Verfahren (§ 10) mit Öffentlichkeitsbeteiligung. Gleiche Rechtsgrundlage wie oben.
On-site-Elektrolyse (Anlagenteil)	Seit 11/2024 eigene Kategorie: 4. BlmSchV Anhang 1 Nr. 10.26 (Elektrolyseure). Schwellen: ≥ 50 t H ₂ /Tag → förmliches Verfahren (10.26.1); ≥ 5 MW el. Nennleistung → vereinfachtes Verfahren (10.26.2); < 5 MW & < 50 t/Tag → nicht genehmigungspflichtig nach 4. BlmSchV.
Störfallrecht (Mengenschwellen je Betriebsbereich)	12. BlmSchV (StörfallV), Anhang I Stoffliste „Wasserstoff“: ≥ 5 t → untere Klasse; ≥ 50 t → obere Klasse. Gilt unabhängig von der BlmSchG-Verfahrensart.

Der Genehmigungsprozess für alle darüber hinausgehenden HRSs erfolgt ähnlich einer PtX-Anlage und ist umfangreich in [Band 1 von PortalGreen des DVGW](#) beschrieben. Sicherheitstechnische Genehmigungsanforderungen für mobile HRSs sind in [Anhang 2 der TRBS 3151/TRGS 751 vom 10.02.2022](#) geregelt.

Quellen: 4. BlmSchV, BGBl. I Nr. 326/2024, BetrSichV § 18, 12. BlmSchV (StörfallV), Anhang I, LAI Vollzugsleitfaden Elektrolyseure (10/2024), LASI LV 49 (2017)



+ 51 Eichrecht/Mengenmessung

Der Regelermittlungsausschuss (REA) nach § 46 des Mess- und Eichgesetzes ermittelt, auf der Grundlage des Standes der Technik, Regeln, Erkenntnisse und technische Spezifikationen für Messgeräte, für Verfahren der Konformitätsbewertung und für Personen, die Messgeräte oder Messwerte verwenden.

Dem Ausschuss gehören die Physikalisch-Technische Bundesanstalt, die zuständigen Behörden der Länder, Konformitätsbewertungsstellen, staatlich anerkannte Prüfstellen, Wirtschaftsverbände und Verbraucherverbände an.

Der Regelermittlungsausschuss ist bei der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt eingerichtet, die den Vorsitz und die Geschäftsstelle führt.

www.rea.ptb.de

Aktueller Stand „Ermittelte Regeln und Erkenntnisse ...“

Stand: 08. November 2022:

„2.17 Kraftstoffzapfsäulen für Hochdruck-Erdgas oder Wasserstoff Begriffsbestimmung: Kraftstoffzapfsäulen für (...) Wasserstoff sind Messgeräte für die kontinuierliche und dynamische Messung der Masse von (...) Wasserstoff zur Betankung von Kraftfahrzeugen. (...) Werden die folgenden technischen Spezifikationen und Regeln angewendet, wird gemäß § 7 Absatz 1 MessEG vermutet, dass die wesentlichen Anforderungen des § 6 Absatz 2 MessEG erfüllt sind, soweit diese von den technischen Spezifikationen und Regeln abgedeckt sind: WELMEC 7.2 „Softwareleitfaden“ (2020)

Folgende zurzeit noch nicht in deutscher Sprache verfügbaren Dokumente sind ebenfalls zur Anwendung geeignet, die wesentlichen Anforderungen, die von diesen Dokumenten abgedeckt werden, zu erfüllen, entfalten jedoch keine Vermutungswirkung:

- » OIML R 139-1 „Compressed gaseous fuel measuring systems for vehicles. Part 1: Metrological and technical requirements“ (2018)
- » OIML R 139-2 „Compressed gaseous fuel measuring systems for vehicles. Part 2: Metrological controls and performance tests“ (2018) ...“

*Anmerkung: die OIML 139-X (2018) wurde 2022 „reconfirmed“ https://www.oiml.org/en/publications/recommendations/publication_view?p_type=1&p_status=1, so dass die Ausführungen des REA weiterhin Gültigkeit haben sollten. Die Implementation neuer Dokumente in D über den REA dauert normalerweise Jahre.

Aktueller Stand „Ermittelte Regeln und Erkenntnisse ...“ Stand: : 8. November 2022, Fortsetzung:

2.17 „...Regeln und Erkenntnisse über Verfahren der Konformitätsbewertung

Gemäß § 9 MessEV wird vermutet, dass ein Konformitätsbewertungsverfahren zur Bewertung der Konformität geeignet ist, sofern der Hersteller das Konformitätsbewertungsverfahren aus der Kombination der Module B und D oder aus der Kombination der Module B und F aus der Anlage 4 der MessEV auswählt.

Weiteres geeignetes Konformitätsbewertungsverfahren aus der Anlage 4 der MessEV ist für Kraftstoffzapfsäulen für (...) Wasserstoff: Modul G.

Regeln und Erkenntnisse zu den Verwendungspflichten

Feststellung zu Verkehrsfehlergrenzen gemäß § 22 Absatz 2 MessEV (...):

Für Wasserstoffzapfsäulen betragen die Verkehrsfehlergrenzen 2 % für Genauigkeitsklasse 1,5 und 3 % für Genauigkeitsklasse 2 und 5 % für Genauigkeitsklasse 4 (...)

Eichrecht/Mengenmessung (3)

Anforderungen der OIML R139

Die R139 wurde mit dem Ausgabestand 2018 für H₂-Zapfanlagen ergänzt. Zusätzlich zur Fehlerklasse 1,5 werden die Klasse 2 und 4 festgelegt. Für kleine Abgabemengen gelten erhöhte Fehlergrenzen. Für H₂ beträgt die MMQ (minimale Abgabemenge) 1 kg.

Fehlerklassen nach OIML R 139 -en 2018 für die Abgabeeinheit (Tankstelle „Zapfsäule“)

Die Fehlergrenzen beziehen sich auf die abgegebene Menge. Die OIML empfiehlt für H₂ –Tankstellen die Fehlerklasse 2.

Der REA erlaubt für bis 31.12.2022 in Verkehr gebrachte H₂-Zapfsäulen Klasse 4; ab 1.1.23 ist Klasse 2 verbindlich

Fehlerklasse	1,5	2	4
Fehlergrenzen (MPE) bei der Konformitätsbewertung/Eichung	1,5 %	2 %	4 %
MPE im Betrieb	2 %	3 %	5 %

Es gibt bereits OIML-zertifizierte Messeinrichtungen für Hochdruckwasserstoff, z. B. von Heinrichs, Rheonik, sowie zertifizierte 70 MPa HRS-Messeinrichtungen („Zapfsäulen“) von z. B. von Nel, Air Liquide oder Linde



Anforderungen der OIML R139

Die Messunsicherheit für das Prüfnormal ist begrenzt auf

- » 1/5 der MPE für die K-Bewertung nach Modul B
- » 1/3 der MPE für die K-Bewertung nach Modul F bzw. die Eichung.

Das Prüfnormal muss auf die SI-Einheit kg rückgeführt sein

- » **Verwendung einer Waage** (z. B. Hochschule Offenburg, Air Liquide durch PTB anerkannt)
 - Herausforderung durch Eisbildung, Kondensatbildung, Windlast
 - hoher Zeitaufwand für Eichmessungen. Unter $\sim +5^{\circ}\text{C}$ keine sinnvolle Messung mehr möglich
- » **Verwendung eines Transferzählers**, Messprinzip z. B. Coriolis, Differenzdruck
 - regelmäßige Rückführung auf SI notwendig, die im geschützten Raum stattfinden kann
 - systematische Untersuchung der Temperaturabhängigkeit der Messunsicherheit ausstehend



Eichrecht/Mengenmessung (5)

Gemäß § 34 der Mess- und Eichverordnung (MessEV) beträgt die Eichfrist eines Messgeräts zwei Jahre, soweit nicht etwas anderes bestimmt ist:

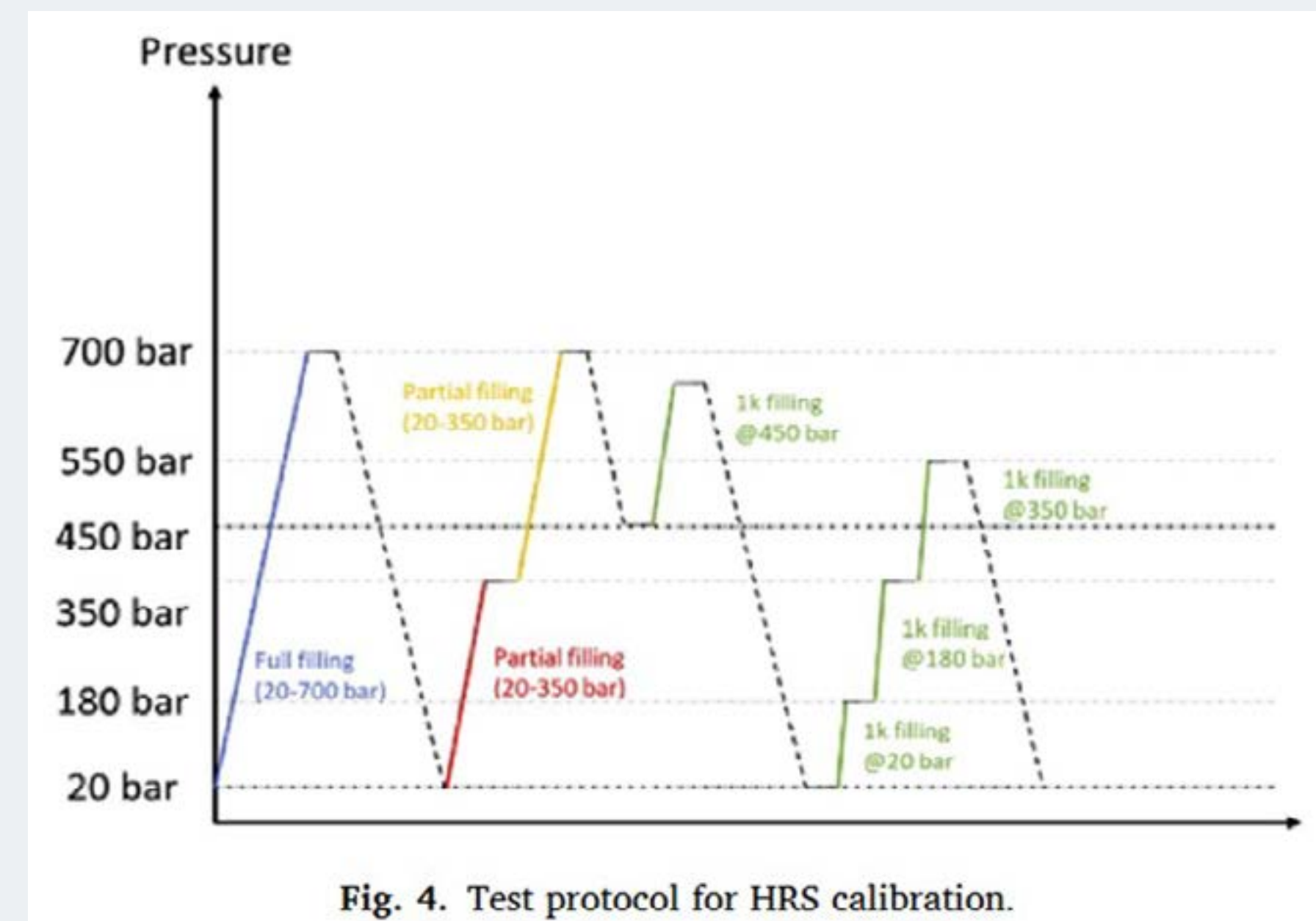
- » in der Anlage 7 der MessEV oder
- » in einer bis zum Ablauf des 31. Dezember 2014 erteilten Bauartzulassung der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt.

Für Messanlagen für Mineralöl und Kraftstoffe (Zapfsäulen, Tankwagen) gilt eine Eichfrist von 2 Jahren. Durchgeführt werden die Messungen vor Ort durch Dienstleister „unter Aufsicht“ der (Landes-)Eichbeamten.

Aus: [Link](#), ... Den Landesbetrieb für das Mess- und Eichwesen trifft (..) keine Pflicht, die Eichung sofort durchzuführen. Diese Tätigkeit wird (...) innerhalb von drei Monaten geschuldet. Regresspflichtig zum Beispiel gegenüber einem Tankstellenpächter ist die zuständige Eichstelle zwar bei falscher Nacheichung, nicht aber schon bei einem unbearbeiteten Antrag. ...“

Messprozedur

- 2 Betankungen 20–700 bar
- 1 Teilbetankung 20–350 bar
- 1 Teilbetankung 350–700 bar
- 1 Teilbetankung bei der min. Abgabemenge (MMQ) von 1 kg
(in MetroHyve bei 4 versch. Startdrücken)



Quelle: [Link](#)

Information von Eichbehörde BW am 19.3.24

- » Stand 03.2024 gibt es zwei Pkw Dispenser-Typen, die konform nach EU-Modulen sind (Linde und Air Liquide)
- » Im Feld ist eine HRS vollständig konform (Braunschweig)
 - Betreiber „eichen“ rechtlich gesehen in Teilen nicht zugelassene Dispenser mit TriGas-Geräten
 - Umrüstplan wurde von Eichbehörde angefordert
- » Stand 03.2024 gibt es einen Lkw-Dispenser, der konform ist (Maximator)
- » Prüfnorm im Bereich 40 kg H₂ (80 kg H₂/100 kg H₂ für Bahn) fehlt. Transferzähler im höheren Bereich machbar, aber: Rückführnorm (auf Waage) mit ausreichender Kapazität notwendig.

Modulkonzept für die Konformitätsbewertung

Entsprechend dem „Neuen Ansatz“ der Europäischen Kommission erfolgt die Konformitätsbewertung durch ein Modulsystem. Das MessEG hat das Modulsystem auch für national geregelte Geräte verbindlich gemacht.

Modul B (+D oder +F)

Prüfung der Herstellerdokumentation auf Vollständigkeit und Bewertung der Eignung des Geräts auf Grundlage der Dokumentation
Durchführung von Prüfungen
Bewertung von Prüfungen
Erstellung einer Baumusterprüfbescheinigung

Modul D

Einzelstückprüfung und Konformitätserklärung des Herstellers auf Basis eines QM-Systems des Herstellers (eine benannte Stelle bewertet und überwacht die Einhaltung des QM-Systems)

Modul F

Durchführung von Einzelstückprüfungen durch eine benannte Stelle

Modul G

Konformitätsbewertung für Einzelanlagen einschließlich der Prüfungen zur Eignung (wie Modul B)

+ 57 Eurovignette Directive

TOLL COLLECT – Emissionsklassen

- » Emissionsfreie Fahrzeuge wie Elektrofahrzeuge und Wasserstoffverbrenner sowie Fahrzeuge mit einer Wasserstoff-Brennstoffzelle bleiben bis Ende 2025 mautbefreit.
- » Ab dem 1. Januar 2026 müssen für emissionsfreie Fahrzeuge nur 25 Prozent des Mautteilsatzes für Infrastrukturkosten zuzüglich der Mautteilsätze für Lärmbelastung und Luftverschmutzung entrichtet werden.
- » Emissionsfreie Fahrzeuge bis zu 4,25 Tonnen tZGm sind dauerhaft von der Maut befreit.

Quelle: https://www.toll-collect.de/de/toll_collect/rund_um_die_maut/co2_emissionsklassen/co2_emissionsklassen.html

RICHTLINIE (EU) 2022/362 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 24. Februar 2022 zur Änderung der Richtlinien 1999/62/EG, 1999/37/EG und (EU) 2019/520 hinsichtlich der Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch Fahrzeuge

Unbeschadet der in Absatz 3 vorgesehenen Ermäßigungsätze können die Mitgliedstaaten für emissionsfreie Fahrzeuge jeder Fahrzeuggruppe ab dem 24. März 2022 bis zum 31. Dezember 2025 ermäßigte Infrastruktur- oder Benutzungsgebührensätze oder die Befreiung von diesen Gebühren vorsehen. Ab dem 1. Januar 2026 sind solche Ermäßigungen auf 75 % der Gebühren begrenzt, die für die CO₂-Emissionsklasse 1 im Sinne von Absatz 2 gelten. (Seite L 69/20)

Artikel 7gb

- » (1) Unbeschadet des Absatzes 2 gelten niedrigere Maut- und Benutzungsgebührensätze für Personenkraftwagen, Kleinbusse und leichte gewerbliche Nutzfahrzeuge, die die beiden folgenden Bedingungen erfüllen:
 - b) ihre gemäß der Verordnung (EU) 2017/1151 ermittelten Schadstoffemissionen entsprechen den in der Tabelle in Anhang VII dieser Richtlinie angegebenen Werten. Die Mitgliedstaaten können die Ermäßigung für emissionsfreie Fahrzeuge gemäß Anhang VII der vorliegenden Richtlinie gewähren, ohne für die anderen in jenem Anhang genannten Emissionsklassen Ermäßigungen zu gewähren.

+ 59 Clean Vehicle Directive

Clean Vehicle Directive (CVD) – RL 2019/1161/EU

Für Deutschland ergeben sich daraus folgende verbindlichen Beschaffungsquoten:

- » Pkw und leichte Nutzfahrzeuge bis zum 31.12.2025 38,5 % (das gleiche Ziel gilt auch für den Zeitraum bis zum 31.12.2030);
- » Lkw bis zum 31.12.2025 10 % und dann bis 31.12.2030 15 %,
- » Busse bis zum 31.12.2025 45 % und bis zum 31.12.2030 65 %.

Die Hälfte des Mindestziels für den Anteil sauberer Busse muss durch die Beschaffung emissionsfreier Busse im Sinne von Art. 4 Nr. 5 der Richtlinie 2019/1161/EU erfüllt werden. Dies sind saubere Fahrzeuge ohne Verbrennungsmotor oder mit einem Verbrennungsmotor, der weniger als 1 g CO₂/kWh ausstößt. Diese Anforderung wird für den ersten Bezugszeitraum (bis 31.12.2025) auf ein Viertel des Mindestziels gesenkt, wenn mehr als 80 % aller Busse Doppeldeckerbusse sind.

Es müssen also bis 31.12.2025 mindestens 22,5 % Null-emissionsbusse und bis 2030 mindestens 32,5 % Null-emissionsbusse aller Neubeschaffungen ausmachen.



+60

Clean Vehicle Directive (2)

Tabelle 2: Emissionsgrenzwerte für saubere leichte Nutzfahrzeuge

Fahrzeug- klassen	Bis zum 31. Dezember 2025		Ab dem 1. Januar 2026	
	CO ₂ g/ km	Luftschadstoffemissio- nen im praktischen Fahrbetrieb ¹ als Prozentsatz der Emissionsgrenzwerte ²	CO ₂ g/ km	Luftschadstoffemissio- nen im praktischen Fahrbetrieb ¹ als Prozentsatz der Emissionsgrenzwerte ²
M ₁	50	80 %	0	k. A.
M ₂	50	80 %	0	k. A.
N ₁	50	80 %	0	k. A.

1 Angegebene maximale Emissionswerte für die Anzahl ultrafeiner Partikel (PN) in #/km und Stickoxide (NOx) in mg/km im praktischen Fahrbetrieb (RDE), wie in Nummer 48.2 der Übereinstimmungsbescheinigung angegeben, gemäß Anhang IX der Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (*) sowohl für vollständige als auch für innerstädtische RDE-Fahrten.

2 Die geltenden Emissionsgrenzwerte gemäß Angan I der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 oder deren Folgeverordnungen.

Tabelle 3: Mindestziele für die öffentliche Auftragsvergabe für den Anteil sauberer leichter Nutzfahrzeuge gemäß Tabelle 2 an der Gesamtzahl leichter Nutzfahrzeuge, die unter Aufträge gemäß Artikel 3 fallen, auf Mitgliedstatsebene

Mitgliedstaat	Ab dem 2. August 2021 bis zum 31. Dezember 2025	Ab dem 1. Januar 2026 bis zum 31. Dezember 2030
Deutschland	38,5 %	38,5 %

Tabelle 4: Mindestziele für die öffentliche Auftragsvergabe für den Anteil sauberer schwerer an der Gesamtzahl schwerer Nutzfahrzeuge, die unter Aufträge gemäß Artikel 3 fallen, auf Mitgliedstaatsebene (*)

Mitgliedstaat	Ab dem 2. August 2021 bis zum 31. Dezember 2025	Ab dem 1. Januar 2026 bis zum 31. Dezember 2030	Ab dem 2. August 2021 bis zum 31. Dezember 2025	Ab dem 1. Januar 2026 bis zum 31. Dezember 2030
	LKW (Fahrzeugklasse N ₂ und N ₃)		Busse (Fahrzeugklasse M ₃)*	
Deutschland	10%	15 %	45 %	65 %

Clean Vehicle Directive (3)

(18) Die Festlegung von Mindestzielen für die öffentliche Auftragsvergabe für saubere Fahrzeuge, die in zwei Referenzzeiträumen, welche im Jahr 2025 bzw. im Jahr 2030 enden, auf der Ebene der Mitgliedstaaten erfüllt werden müssen, sollte für Märkte, in denen Investitionen in eine emissionsarme und -freie Mobilität erforderlich sind, zu einer größeren politischen Sicherheit beitragen. Die Mindestziele tragen zur Unterstützung der Schaffung von Märkten für saubere Fahrzeuge in der gesamten Union bei. Sie sehen einen Zeitraum für die Anpassung der Beschaffungsprozesse vor und senden ein klares Marktsignal aus. Darüber hinaus wird das Bekenntnis zur Senkung der CO₂-Emissionen im Verkehrssektor durch die Vorgabe gestärkt, die Hälfte des Mindestziels für Busse, die in diesen Referenzzeiträumen beschafft werden, durch die Beschaffung von emissionsfreien Bussen zu erfüllen. Es sei darauf hingewiesen, dass Oberleitungsbusse als emissionsfreie Busse gelten, sofern sie nur mit Strom betrieben werden oder, wenn sie nicht an das Netz angeschlossen sind, nur

einen emissionsfreien Antriebsstrang verwenden; andernfalls gelten sie dennoch als saubere Fahrzeuge. Wie in der Folgenabschätzung festgestellt wurde, setzen sich die Mitgliedstaaten in Abhängigkeit von ihrer wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit und der Dringlichkeit des Problems zunehmend selbst nationale Ziele. Für die einzelnen Mitgliedstaaten sollten im Einklang mit ihrer wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit (Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt) und der Schadstoffexposition (Bevölkerungsdichte in Städten) unterschiedliche Ziele festgelegt werden. Die territoriale Folgenabschätzung, die für diese Richtlinie durchgeführt wurde, hat ergeben, dass die Folgen in allen Regionen der Union gleichmäßig verteilt spürbar sein werden.



Clean Vehicle Directive (4)

„emissionsfreies schweres Nutzfahrzeug“ [„ist“] ein sauberes Fahrzeug im Sinne von Nummer 4 Buchstabe b dieses Artikels ohne Verbrennungsmotor oder mit einem Verbrennungsmotor, der weniger als 1 g CO₂/kWh, gemessen im Einklang mit der Verordnung (EG) Nr. 595/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates und den zugehörigen Durchführungsmaßnahmen, ausstößt oder der weniger als 1 g CO₂/km, gemessen im Einklang mit der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates und den zugehörigen Durchführungsmaßnahmen, ausstößt.



+ 63 RED III – Erneuerbare Energien-Richtlinie (Stand 2025)

HRS-relevante Ziele der REDIII bis 2030	
Erneuerbare Energien im Verkehrssektor	» Mindestanteil von 29 % erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor » oder eine Reduzierung der Treibhausgase (THG) um mindestens 14,5 % im Vergleich zu den Emissionen, die durch den Einsatz fossiler Kraftstoffe entstanden wären
Fossiler Komparator (Referenzwert zur Berechnung des Ausgangswertes für das THG-Reduktionsziel)	» 183 gCO ₂ -Äq./MJ für den im Verkehr eingesetzten Strom » 94 gCO ₂ -Äq./MJ für die gesamte sonstige im Verkehr eingesetzte Energie
Fortschrittliche Biokraftstoffe (aus Rohstoffen, die in Anhang IX Teil A gelistet sind) und RFNBO's	» Anteil von 5,5 % fortschrittlicher Biokraftstoffe und Erneuerbarer Kraftstoffe nicht-biogenen Ursprungs (Renewable Fuels of Non-Biological Origin, RFNBOs) am Endenergieverbrauch im Verkehr, mit einem RFNBO-Mindestanteil von 1 % » Indikatives Ziel: Mindestanteil von 1,2 % RFNBOs an der im Seeverkehr insgesamt verbrauchten Energie im Jahr 2030 » Multiplikator von x2 für fortschrittliche Biokraftstoffe und RFNBOs » Zusätzliche Multiplikatoren im Luftfahrt- und Schifffahrtsverkehr: x1,2 für fortschrittliche Biokraftstoffe und x1,5 für RFNBOs

Umsetzung im BImSchG bis Ende 2025 geplant:

- » THG-Quotenberechtigung für HRS in der 37. BImSchV bereits gegeben
- » Anhebung der THG-Quote auf 30 % bis 2030 (und Fortschreibung nach 2030)
- » Frühzeitige Einführung einer 1 % RFNBO-Unterquote (vor RED III-Vorgabe)
- » Einbindung von Schifffahrt & Luftfahrt in das Quotensystem vorgesehen

Quelle: Directive (EU) 2023/2413 of the European Parliament and of the Council of 18 October 2023 amending Directive (EU) 2018/2001, Regulation (EU) 2018/1999 and Directive 98/70/EC as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652 (PE/36/2023/REV/2, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L_202302413)



+ 64 Typprüfung für M- und N-Klasse Fahrzeuge – Regelwerke

Für die Typprüfung wasserstoffbetriebener Fahrzeuge (M- und N-Klassen) gelten folgende Regelwerke:

UNECE R134

Einheitliche Bestimmungen für die Genehmigung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeugbauteilen hinsichtlich der sicherheitsrelevanten Eigenschaften von mit Wasserstoff und Brennstoffzellen betriebenen Fahrzeugen (HFCV). Diese Regelung ist international maßgeblich und wurde zuletzt 2023 in der Serie 01 überarbeitet.

Verordnung (EU) 2021/535

Durchführungsverordnung zur Typgenehmigung von Fahrzeugen sowie von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten. Sie enthält harmonisierte Verfahren und technische Spezifikationen für Fahrzeuge mit Wasserstoffspeichern (CGH₂ und LH₂). Verbindlich seit dem 6. Juli 2022.

Historische Regelungen

Die frühere Verordnung (EG) Nr. 79/2009 sowie die Durchführungsverordnung (EU) Nr. 406/2010 sind seit 2022 außer Kraft. Sie wurden durch die neuen EU-Regelungen und UNECE R134 vollständig ersetzt.

Fazit: Die heutige Typprüfung wasserstoffbetriebener Fahrzeuge basiert ausschließlich auf [UNECE R134](#) und [EU/2021/535](#). Verweise auf EC/79/2009 und EU/406/2010 sind nur noch historisch relevant.



Die **UN GTR 13** („Global Technical Regulation on Hydrogen and Fuel Cell Vehicles“) bildet die internationale Grundlage für die Entwicklung sicherheitsrelevanter Anforderungen an Wasserstofffahrzeuge.

Die **Phase II** der UN GTR 13 wurde 2023 abgeschlossen. Ziel war es, die bestehenden Vorgaben aus Phase I weiterzuentwickeln und insbesondere auf neue Technologien auszuweiten. Die Ergebnisse von Phase II sind inzwischen vollständig in die **UNECE R134, Serie 01 (seit 2023 in Kraft)** eingeflossen.

Wesentliche Inhalte von UN GTR 13 Phase II:

- » Erweiterte Anforderungen an **komprimierte Wasserstoffspeicher (CGH₂)**, z. B. Lebensdauerprüfung und erweiterte Crashszenarien.
- » Aufnahme von **flüssigen Wasserstoffspeichern (LH₂)** in den Anwendungsbereich.
- » Harmonisierung der internationalen Prüfverfahren, so dass Ergebnisse aus UN GTR 13 direkt in die EU-Typgenehmigung (**EU/2021/535**) und die UNECE-Regelungen übernommen werden können.

Damit bildet UN GTR 13 Phase II die Basis für die aktuelle **UNECE R134 Serie 01** und stellt sicher, dass europäische und internationale Vorgaben für Wasserstofffahrzeuge künftig deckungsgleich sind.



Typprüfung für M- und N-Klasse Fahrzeuge – Regelwerke Welcher Arten von H₂-Speicherung sind wo abgedeckt ?

Die Regelwerke zur Typprüfung unterscheiden zwischen **komprimiertem Wasserstoff (CGH₂)** und **flüssigem Wasserstoff (LH₂)**.

UNECE R134

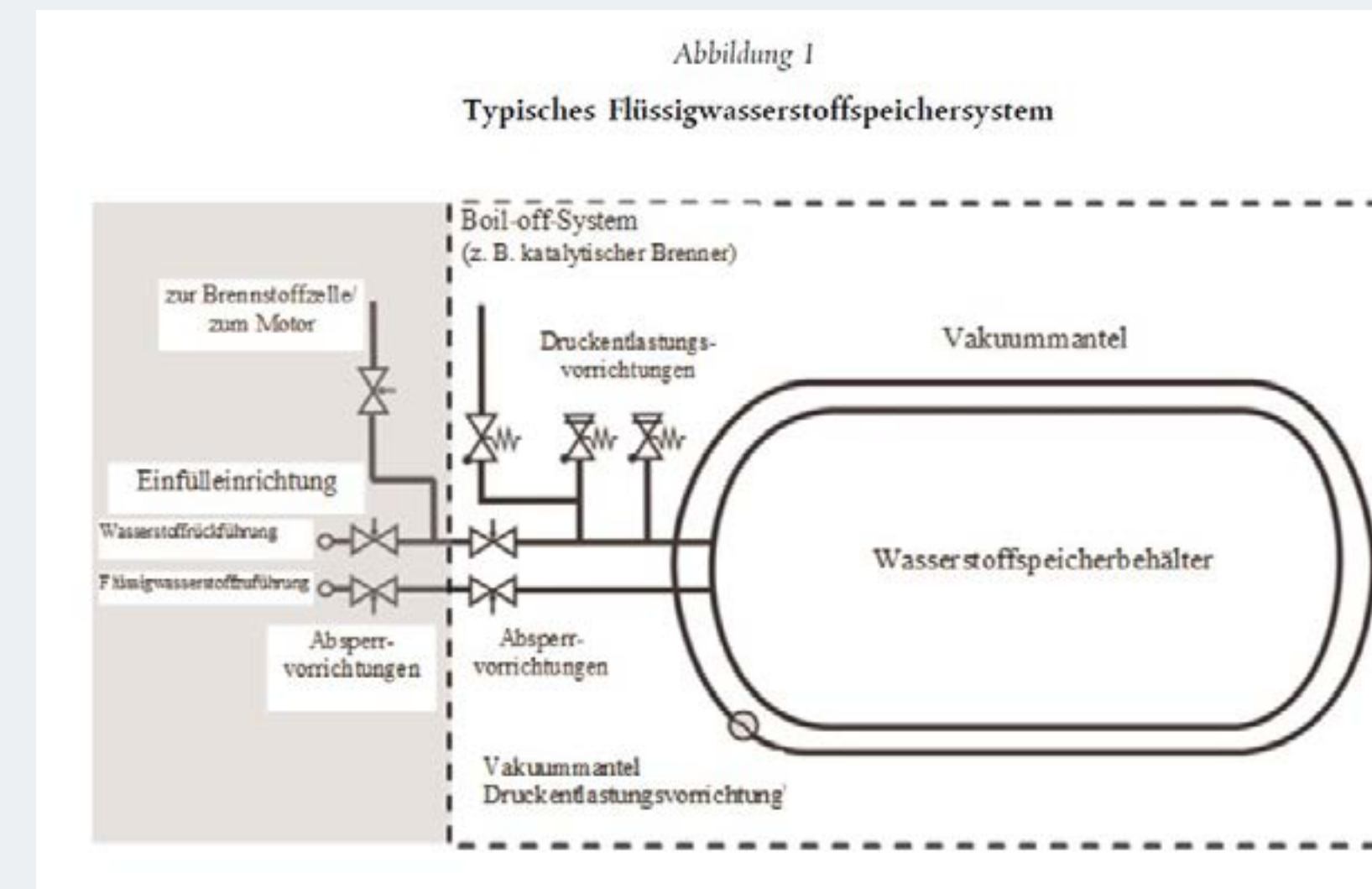
Enthält Anforderungen an Wasserstoff-Speichersysteme in Fahrzeugen. Für CGH₂ sind Spezifikationen in Bezug auf Materialverträglichkeit, Craschanforderungen und Installation enthalten. LH₂-Speicher sind aufgeführt, konkrete Prüfanforderungen befinden sich jedoch noch in Ergänzung.

Verordnung (EU) 2021/535

Regelt die Typgenehmigung von Fahrzeugen und enthält in den Abschnitten B, D, E und F technische Anforderungen für CGH₂- und LH₂-Speichersysteme. Diese Verordnung ist seit 6. Juli 2022 verbindlich anzuwenden.

Historische Regelungen

- » EC/79/2009 und EU/406/2010 hatten bis 2022 Anforderungen an CGH₂- und LH₂-Speicher enthalten.
- » Beide Regelungen sind seit Juli 2022 aufgehoben und durch EU/2021/535 ersetzt worden.



Fazit: Für die Typprüfung von Wasserstoff-Speichern sind heute ausschließlich UNECE R134 und EU/2021/535 maßgeblich. Frühere EU-Regelungen (EC/79/2009, EU/406/2010) sind nicht mehr gültig und haben nur noch historischen Charakter.

Typprüfung für M- und N-Klasse Fahrzeuge Installationsbeschränkung für Drucktanks in UNECE R134

Die **UNECE R134** enthält Anforderungen an die Installation von Wasserstoff-Speichersystemen in Fahrzeugen. Nach **Teil III, Abschnitt 7.2.4.2** gilt:

- » Der Behälter ist in einer Position zu befestigen, die zwischen den beiden vertikalen Ebenen verläuft, die parallel zur Mittellinie des Fahrzeugs liegen.
- » Der Abstand zum äußersten Fahrzeugrand muss mindestens **200 mm** betragen, sofern die Speicher keinem seitlichen Schlagtest unterzogen wurden.

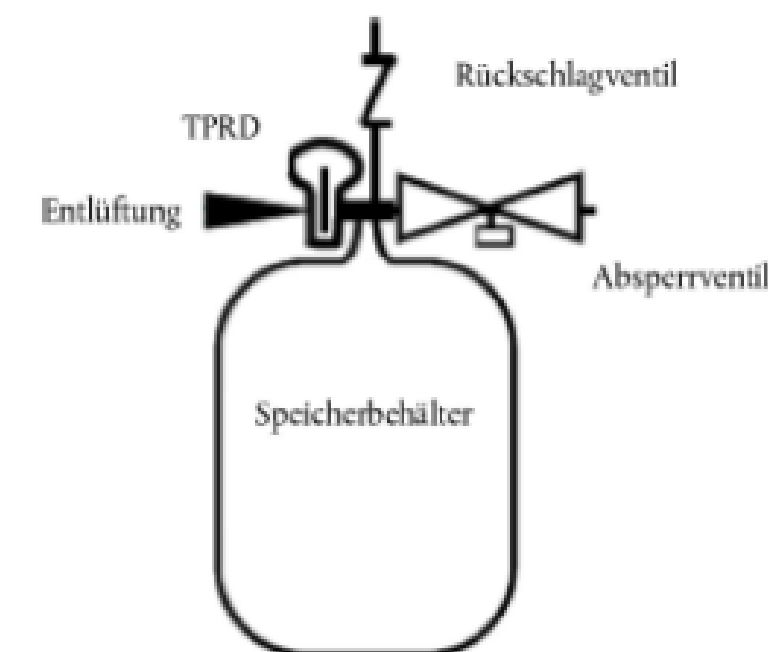
Diskussionsstand:

Diese Installationsbeschränkung stellt für einige Fahrzeugkonzepte (z. B. bei seitlich montierten Speichersystemen) eine Einschränkung dar. Als Lösungsansatz wird der **Komponentenaufpralltest** diskutiert, der den festen 200-mm-Abstand ersetzen könnte.

Aktualisierung (Stand 2025):

- » In den Gremien der UNECE WP.29 wurde der Vorschlag zum Komponentenaufpralltest weiterverfolgt, ist jedoch noch nicht in die Regelung übernommen.
- » Der 200-mm-Abstand bleibt daher verbindlich, bis eine Änderung offiziell verabschiedet wird.

Abbildung 1
Typisches Druckwasserstoff-Speichersystem



Typprüfung für M- und N-Klasse Fahrzeuge Änderungsvorschläge für UNECE R134 an UNECE WP.29

Im Rahmen der Arbeiten in der **UNECE WP.29/GRSP** wurden verschiedene Vorschläge zur Weiterentwicklung der UNECE R134 erarbeitet, die inzwischen teilweise umgesetzt wurden:

Komponentenaufpralltest

als Alternative zur bisherigen Installationsbeschränkung von 200 mm auf beiden Fahrzeugseiten. Dieser Ansatz befindet sich weiterhin in Diskussion, ist jedoch noch nicht endgültig verabschiedet.

Lebensdauer von Wasserstoff-Speichern

Die zulässige Service-Lebensdauer für Druckbehälter wurde in der **Serie 01 der UNECE R134** auf **20 Jahre** erweitert, verbunden mit erhöhten Prüfzyklen.

Change-of-Design-Tabelle

Eine Tabelle mit reduzierten Prüfanforderungen bei bestimmten Änderungen am Speichersystem wurde eingeführt, um den Typprüfprozess zu vereinfachen.

Aktualisierung (Stand 2025):

- » Die **Serie 01 der UNECE R134** ist seit **2023 in Kraft**.
- » Die Erweiterung der Lebensdauer und die Einführung der Change-of-Design-Tabelle sind damit verbindlich.
- » Der Vorschlag zum Komponentenaufpralltest wird weiterhin beraten und ist bislang nicht übernommen.
- » Ein aktueller Nachweis von CCH₂-Speichersystemen ist auf Grundlage der GTR13 und R134.01 möglich, wenn ein zusätzlicher Nachweis zu den thermischen Effekten (Zykliefestigkeit) erbracht wird,

Typprüfung für M- und N-Klasse Fahrzeuge Anwendbarkeit der Regelwerke auf die H₂-Speichersysteme

Regelwerk	Typprüfung	CGH ₂ -Speichersystem	LH ₂ -Speichersystem	Kommentare
UNECE R134	✓	✓	–	
EU/2021/535	✓	✓	✓	Verpflichtend ab 6.07.2022 für neue Typen und Systeme
•Materialverträglichkeit	✓	✓	✓	
•Betankungsstutzen	✓	✓	✓	

Typprüfung für M- und N-Klasse Fahrzeuge Anwendbarkeit der Regelwerke auf die H₂-Speichersysteme

Regelwerk	Typprüfung	LH ₂ -Speichersystem	Bemerkungen
UNECE R134 (Serie 01, 2023)	Anforderungen an Materialverträglichkeit, Crashesicherheit, Installationsvorschriften; Prüfungen für CGH ₂ umfassend enthalten	LH ₂ aufgeführt, Prüfanforderungen werden schrittweise ergänzt	Serie 01 seit 2023 in Kraft; enthält u. a. Lebensdauer 20 Jahre und Change-of-Design-Tabelle
EU/2021/535	Verbindlich ab 6. Juli 2022 für neue Typen und Systeme; Anforderungen an Speichersysteme und Betankungsstutzen	Enthält Regelungen für Flüssigspeichersysteme (Abschnitte B, D, F)	EU-Umsetzung, verweist inhaltlich auf UNECE R134 und UN GTR 13
UN GTR 13	Grundlage für UNECE R134 und EU/2021/535; international harmonisiertes Regelwerk für Fahrzeug-Speicher	Enthält Basisdefinitionen für LH ₂ -Speichersysteme	Dient als Referenzrahmen für Weiterentwicklungen in UNECE/EU
EC/79/2009 / EU/406/2010 (außer Kraft)	außer Kraft seit 2022	außer Kraft seit 2022	nur noch historisch relevant, ersetzt durch EU/2021/535

Einsatz von H₂-Druckspeichersystemen aus verschiedenen regulatorischen Welten

Umsetzungs-Bedarf:

Möglichkeit des Einsatzes von Druckspeichern aus unterschiedlichen Regulierungswelten, wenn auch mit Einschränkungen. Aktuell fast unmöglich, stationäre (PED), mobile (UN GTR13 bzw. UNECE R134) und Transport (ADR/TPED) Behälter in anderer als der zulassenden Anwendung zu nutzen.

Hier ist eine europäische Harmonisierung, die diese übergreifende Nutzung für intermodalen Transport ermöglicht, wünschenswert bzw. erforderlich.

F&E-Bedarf:

Für den Prüfumfang und die Prüfzyklen für wiederkehrende Prüfungen von H₂-Speichersystemen (PED, TPED, UNECE R134 i.V.m StVZO §41a) liegen derzeit keine allgemeingültigen anwendungsorientierten Vorgehensweisen vor.

Hinweis:

Der NIP II Maßnahmenkatalog, Seite 51, sagt hierzu: Abgleich der Anforderungen an Speicher für Wasserstoff in den Bereichen Gefahrguttransport (inklusive ADR-Zulassung von Brennstoffzellenfahrzeugen generell), stationäre Speicherung und On-Board-Speicherung. Definition von Mindestanforderungen für die Einzel- und Typzulassung von Fahrzeugen (Synchronisierung der technischen Dienste).



+ 72 Synergien und Unterschiede bei der Implementierung von Wasserstoff um und an Flughäfen

- » Speicherung, Transport und Verteilung von Wasserstoff außerhalb des Bereichs eines Flugzeugs unterscheidet sich im Wesentlichen nicht von der Handhabung des H₂ außerhalb des Flughafens.
- » Auch der Betrieb von Flughafenvorfeld- und Bodenabfertigungsfahrzeugen unterliegt bzgl. der sicherheitstechnischen Anforderungen im Wesentlichen den Anforderungen außerhalb des Flughafenbereichs.
- » Bahntransport erfolgt außerhalb des Bereichs, der von Flugzeugen benutzt wird (siehe MUC) und unterliegt den normalen RID-Anforderungen.
- » Die Sicherheit von Betankungsvorgängen mit Anschluss an das Flugzeug unterliegt anderen Anforderungen als die des normalen terrestrischen Betriebs außerhalb von Flughäfen und wird ggf. durch IATA und ICAO und an Bord von Flugzeugen durch FAA in den USA und EASA in Europa geregelt.

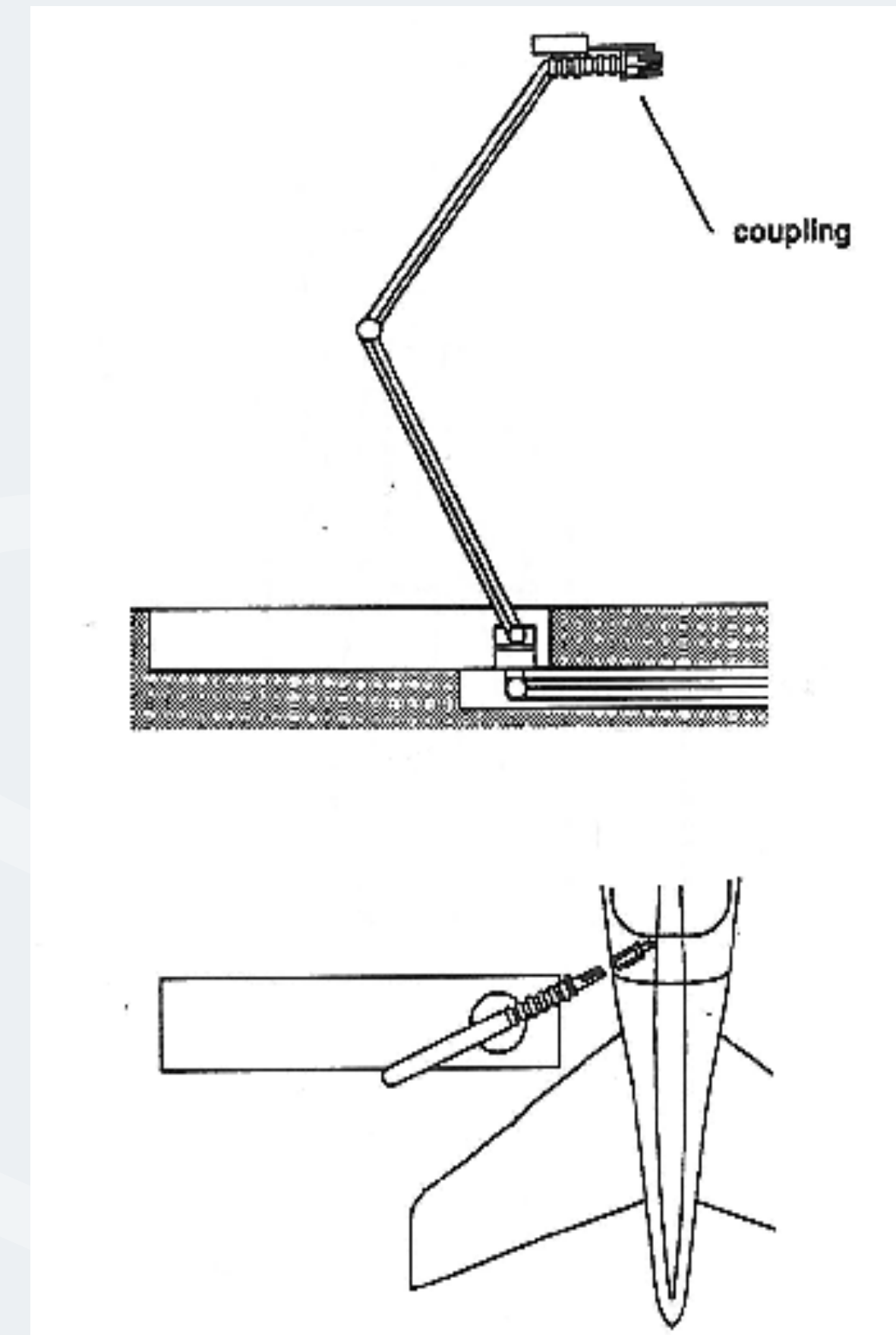
F&E- Bedarfe:

- » Wer dafür konkret für welchen Anwendungsfall zuständig ist, müsste in einer separaten Untersuchung geklärt werden.



Synergien und Unterschiede bei der Implementierung von Wasserstoff um und an Flughäfen (2)

- » Die für den Flughafenbetrieb an einem internationalen Flughafen erforderliche Verflüssigungskapazität liegt bei ca. $150 \text{ t}_{\text{LH}_2}/\text{d}$, benötigt zwischen 10 und 20 mobile Betankungseinrichtungen versorgt durch spezielle LH_2 -Trailer, die jeweils bis zu 10 Flugzeuge in 15–20 Minuten betanken können.
- » Das Cryoplane-Projekt der Daimler-Benz Areospace Airbus kam Anfang der 1990er Jahre für einen Betrieb von 500 Mittelstreckenflugzeugen an 70 Flughäfen auf eine tägliche Gesamtverflüssigungskapazität von $6.000 \text{ t}_{\text{LH}_2}/\text{d}$, also auf etwa $85 \text{ t}_{\text{LH}_2}/\text{d}$ je Flughafen.
- » Bei einer Umrüstung nur von APU's auf LH_2 -versorgten Brennstoffzellenbetrieb (20 kWe) müssten deutlich kleinere Mengen LH_2 an Bord des Flugzeugs transferiert werden (z. B. ca. $20 \text{ kg}_{\text{LH}_2}/\text{d}/\text{Flugzeug}$) [FCW 21.02.2008]. Bei ebenfalls angenommenen 150 Flügen pro Tag müssten dann nur etwa 1,5–3 t/d bereitgestellt werden, was durch Kleinverflüssiger im Umfeld des Flughafens erfolgen könnte.
- » Die Genehmigung von Verflüssigern sind mittels BImSchG und BetrSichV umsetzbar.



Quelle: Elevator for refueling [Source: EQHHPP – 1992]

+ 74 Schulungsbedarf

Der Betrieb von Wasserstoffbetankungsanlagen (HRS) erfordert spezifische Kenntnisse und Fertigkeiten. Nach Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und TRBS 1203 sind Betreiber verpflichtet, für Prüfungen und sicherheitsrelevante Tätigkeiten „befähigte Personen“ einzusetzen. Dies schließt sowohl technisches Personal für Planung, Bau und Betrieb als auch Prüfstellen und Aufsichtsbehörden ein.

Aktuelle Situation (Stand 2025):

- » Schulungsangebote bestehen bisher überwiegend auf freiwilliger Basis über Betreiber, TÜV-Organisationen oder externe Anbieter.
- » Einheitliche Mindeststandards für Schulungsinhalte und Prüfungsanforderungen sind bislang nicht rechtsverbindlich festgelegt.

Neue Entwicklungen:

- » Die **DGUV** erarbeitet seit 2024 gemeinsam mit Branchenpartnern eine **verbindliche Schulungsunterlage für Wasserstoffbetankungsanlagen**, die künftig bundesweit als Referenz für die Ausbildung von befähigten Personen dienen soll.
- » Auf **internationaler Ebene** haben **ISO/TC 197** und **CEN** erste Arbeiten zur Entwicklung harmonisierter Training Guidelines for Hydrogen Refuelling Stations aufgenommen. Damit soll eine europaweit vergleichbare Qualifikation geschaffen werden.
- » Für **Feuerwehren und Katastrophenschutz** wurden in mehreren Bundesländern (z. B. NRW, Baden-Württemberg) seit 2024 Pilottrainings an HRS durchgeführt. Ziel ist die Integration wasserstoffspezifischer Szenarien in bestehende Einsatz- und Gefahrenabwehrpläne.

Fazit: Der Schulungsbedarf für Wasserstoffbetankungsanlagen ist weiterhin hoch. Während die rechtlichen Grundlagen in der BetrSichV und TRBS 1203 klar definiert sind, besteht Handlungsbedarf bei der Harmonisierung und Standardisierung der Schulungsinhalte. Mit der DGUV-Unterlage sowie den Arbeiten von ISO und CEN sind jedoch wesentliche Schritte eingeleitet, um die Qualifizierung künftig verbindlich und international abgestimmt sicherzustellen.

+75 Klimaschutzgesetz

THG-Reduktionsziele der Bundesregierung [Status 15.04.2024]

Das **Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG)** bildet den zentralen rechtlichen Rahmen für die Treibhausgasminderung in Deutschland.

Ziel ist es, die deutschen Emissionen bis 2030 um **mindestens 65 % gegenüber 1990** zu reduzieren und bis 2045 Treibhausgasneutralität zu erreichen.

Anlage 2b (zu §5 Abs.1 Satz 2 und 3)

Jahresemissionsmengen für die Jahre 2020 bis 2030

Jahresemissionsmenge in Millionen Tonnen CO ₂ - Äquivalent	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Energiewirtschaft	280		257								108
Industrie	186	182	177	172	165	157	149	140	132	125	118
Gebäude	118	113	108	102	97	92	87	82	77	72	67
Verkehr	150	145	139	134	128	123	117	112	105	96	85
Landwirtschaft	70	68	67	66	65	63	62	61	59	57	56
Abfallwirtschaft und Sonstiges	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5	4

Bis zur Novelle 2023/2024 waren im KSG **jährliche Sektorziele** festgelegt (Energie, Industrie, Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft, Abfallwirtschaft). Diese strikten sektoralen Jahresbudgets wurden mit der Novelle abgeschafft.

Seitdem gilt:

- » Maßgeblich sind die **jährlichen Gesamtemissionen** aller Sektoren.
- » Die früheren sektoralen Budgets gelten nur noch als **Orientierungswerte**, nicht mehr als rechtlich bindende Vorgaben.
- » Die Einhaltung der Gesamtemissionsziele wird weiterhin jährlich überprüft.

Die Zielarchitektur des KSG basiert seit der Novelle auf einem **integrierten Ansatz**:

- » **Gesamtjahresziele**: Der zulässige Gesamtausstoß an Treibhausgasen wird jährlich festgelegt und von der Bundesregierung veröffentlicht.
- » **Orientierungswerte**: Sektorale Zielpfade bleiben Teil der Planung, sind jedoch nur noch informativ.
- » **Kontrollinstanz**: Der **Expertenrat für Klimafragen** prüft weiterhin die Emissionsdaten des Umweltbundesamtes und bewertet die Einhaltung der Ziele.

Sofortprogramme:

Während vor der Novelle ein einzelnes Ministerium bei Verfehlung seiner sektoralen Jahresziele ein Sofortprogramm vorlegen musste, gilt nun:

- » Bei Zielverfehlungen entscheidet die Bundesregierung über **gesamtwirtschaftliche Maßnahmen**.
- » Dies ermöglicht eine flexiblere Reaktion, schwächt jedoch die **Verbindlichkeit auf Sektorebene** ab.

Klimaschutzgesetz Bedeutung für die Wasserstoffmobilität

Für die Wasserstoffmobilität bedeutet die Novelle des KSG:

- » Der **Verkehrssektor** steht nicht mehr unter einem bindenden Einzelbudget, bleibt jedoch ein **Schlüsselbereich** für die Emissionsminderung.
- » Wasserstoff wird in politischen Szenarien weiterhin als wichtiger Hebel gesehen, um Emissionen im Schwerlastverkehr, in der Luftfahrt und perspektivisch auch an Flughäfen zu senken.

Fazit:

Das Klimaschutzgesetz verpflichtet Deutschland weiterhin zu einer Reduktion der Gesamtemissionen bis 2030 und zu Klimaneutralität bis 2045. Die Verbindlichkeit wurde jedoch von sektorscharfen Budgets auf **gesamtsystemische Ziele** verschoben. Damit gewinnt die **gesamtwirtschaftliche Steuerung** an Bedeutung, während sektorale Sofortprogramme in den Hintergrund treten.

Klimaschutzgesetz Sektorspezifische EU-Klimaschutzvorgaben für Nutzfahrzeuge

Für Lkw und Busse > 7,5 t zul. GG durchschnittlich einzu-
haltende CO₂-Flottenreduktionswerte je Hersteller ab:

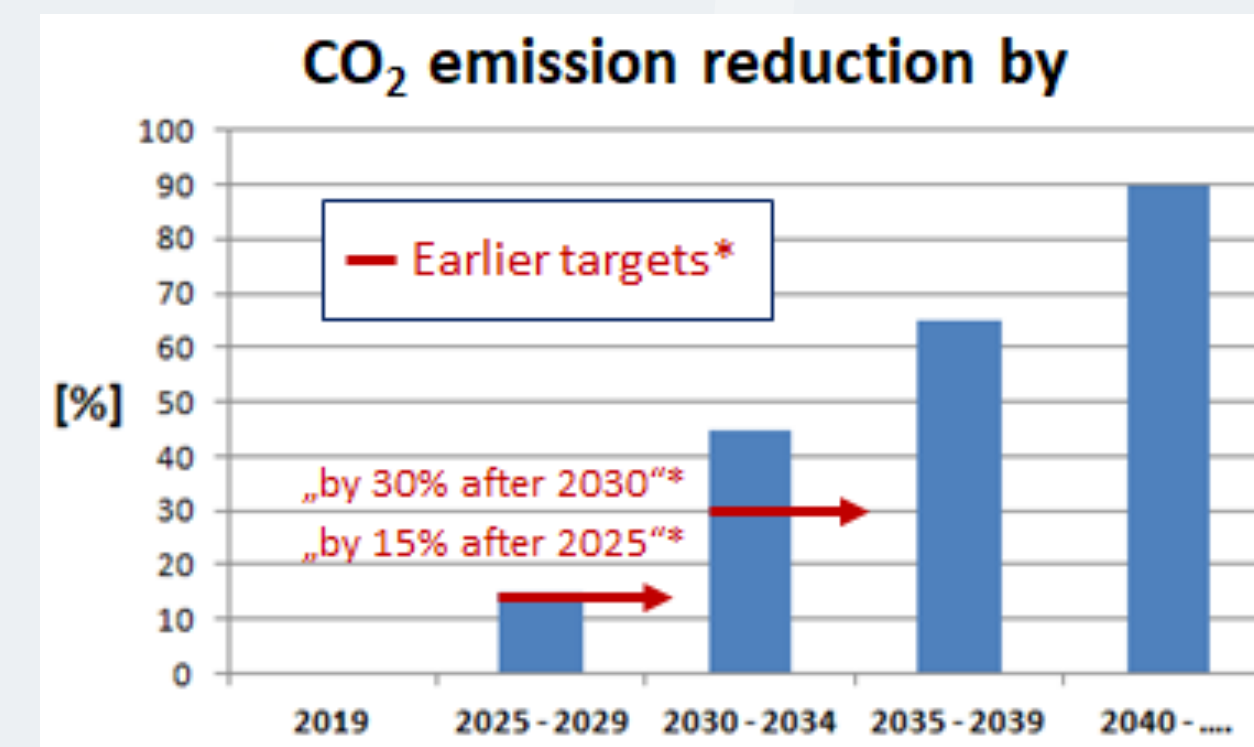
- » 2030: 45 % CO₂-Reduktion
- » 2035: 65 % CO₂-Reduktion
- » 2040: 90 % CO₂-Reduktion

Ab 2035 gelten 60 % CO₂-Reduktion auch für sogenannte
Berufsfahrzeuge (z. B. Müll- und Baufahrzeuge)

Verbindliche Nullemissions-Beschaffungen bei Stadt-
bussen bis:

- » 2030: 90 %
- » 2035: 100 %

Als zulässige Nullemissionsantriebstechnologien nach der
EU-Schwerlastkraftwagenverordnung (COM(2023)88final,
14.02.2023 zu Änderung der Verordnung EU/2019/1242
und Aufhebung der Verordnung EU/2018/956) gelten:
Batterie-, Brennstoffzellen- und wasserstoffverbrennungs-
motorische Fahrzeuge.



+ 79 Schlussbetrachtung

Die regulatorischen Rahmenbedingungen für Wasserstoffinfrastrukturen haben sich in den letzten Jahren erheblich weiterentwickelt. Zahlreiche zentrale Weichenstellungen sind inzwischen verbindlich:

- » Die **AFIR** ist seit April 2024 in Kraft und legt erstmals europaweit verbindliche Vorgaben für den Aufbau von Wasserstofftankstellen fest – mit Mindestkapazitäten, Abstandsregelungen und Vorgaben für städtische Knoten.
- » Mit der **RED III** gilt seit April 2024 ein neuer Rechtsrahmen für erneuerbare Energien im Verkehrssektor, einschließlich einer Unterquote für RFNBOs. Dies schafft zusätzliche Marktperspektiven für grünen Wasserstoff.
- » Die **Novelle der IED** im Jahr 2024 hat den Rechtsrahmen für Elektrolyseure deutlich angepasst: Anlagen bis

5 MW sind genehmigungsfrei, zwischen 5 und 10 MW gilt ein vereinfachtes Verfahren, ab 10 MW ein förmliches Verfahren. Damit wurden lange geforderte Vereinfachungen umgesetzt.

- » Durch die **Novelle des Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG)** wurden die strikten sektoralen Budgets aufgehoben und durch ein Gesamtemissionsziel ersetzt. Der Verkehrssektor ist damit nicht mehr isoliert rechenschaftspflichtig, bleibt jedoch ein zentraler Hebel zur Zielerreichung.

Diese Entwicklungen zeigen, dass viele bislang diskutierte Entwürfe inzwischen Rechtskraft erlangt haben.



Schlussbetrachtung (2)

Gleichzeitig bleibt die Herausforderung bestehen, den regulatorischen Rahmen kontinuierlich weiterzuentwickeln. Offene Themen sind insbesondere:

- » **Standardisierung und Normung:** Für CcH₂ und LH₂ fehlen weiterhin vollumfängliche Normen für Protokolle und Schnittstellen. ISO- und CEN-Arbeiten laufen, müssen jedoch zügig abgeschlossen werden.
- » **Eichrecht und Messsysteme:** Für Hochleistungsbetankungen fehlen geeignete Prüfnormale. Die Weiterentwicklung von OIML R 139 und praxisgerechten Lösungen ist notwendig.

- » **Aus- und Weiterbildung:** Mit der DGUV-Schulungsunterlage und internationalen Initiativen (ISO/CEN) sind wichtige Schritte eingeleitet, verbindliche Mindeststandards stehen aber noch aus.
- » **Planungs- und Genehmigungsverfahren:** Trotz der IED-Novelle bleiben Verfahren für HRS und Elektrolyseure komplex. Einheitliche Auslegungen und beschleunigte Prozesse sind für den Markthochlauf entscheidend.

Fazit:

Der regulatorische Rahmen für Wasserstoffmobilität ist 2025 klarer gefasst als noch vor wenigen Jahren. AFIR, RED III, IED und KSG geben verlässliche Leitplanken. Gleichzeitig bleibt die Arbeit an Details – von Normung über Schulung bis hin zur praktischen Umsetzung – eine Daueraufgabe. Nur durch das enge Zusammenspiel von Industrie, Politik und Normungsorganisationen wird es gelingen, die Wasserstoffmobilität im Straßenverkehr, an Flughäfen und in anderen Sektoren rechtssicher und zukunftsfähig auszubauen.

+81 Impressum

Spilett n/t GmbH
Schöneberger Str. 18
10437 Berlin

Kontakt:
Dr. Marcus Merkel
marcus.merkel@spilett.com

Projektgruppe:
Reinhold Wurster (LBST), Dennis Hager, Tom Elliger,
Paul Karzel (LifteH2, CEP), Dr. Marcus Merkel (Spilett, CEP),
Dr. Christian Spitta, Joachim Jungsbluth (ZBT),
Markus Jenne (ZSW), Jadranka Pfautsch, Maria Renkert,
Toni Haubitz (NOW)

© LBST, LifteH2, Spilett n/t, ZBT, ZSW (Redaktionsschluss 4/2025)
Im Auftrag der NOW GmbH (NOW) unter Mitarbeit der Clean Energy Partnership (CEP)

