



Ergebnisse der Bestandsanalyse
technischer Regelwerke, Normen
und Zertifizierungsanforderungen
für die in TransHyDE
berücksichtigten
Wasserstofftransport- und
-speicheroptionen

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Autor

Thomas Systemans – DVGW e.V. (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.), Bonn

Zitationsvorschlag

Systemans, T. (2022): Ergebnisse der Bestandsanalyse technischer Regelwerke, Normen und Zertifizierungsanforderungen für die in TransHyDE berücksichtigten Wasserstofftransport- und -speicheroptionen. Bonn: DVGW e.V.



Disclaimer

Die Erarbeitung des Papers erfolgte durch eine ausgewählte Autorenschaft des Projektes Norm aus dem Wasserstoff-Leitprojekt TransHyDE. Die Inhalte der TransHyDE-Publikationen werden im Projekt unabhängig vom Bundesministerium für Bildung und Forschung erstellt.

Impressum

Wasserstoff-Leitprojekt TransHyDE
Geschäftsstelle Kommunikation und Koordination
E-Mail: koordination@transhyde.de

Webseite:
www.wasserstoff-leitprojekte.de/leitprojekte/transhyde
Linked-In: Wasserstoff-Leitprojekt TransHyDE

Max-Planck-Institut für Chemische Energiekonversion
Stiftstraße 34-36
45470 Mülheim an der Ruhr

Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen
und Geothermie IEG
Gulbener Straße 23
03046 Cottbus

cruh21 GmbH
Erste Brunnenstraße 1
20459 Hamburg

Inhaltsverzeichnis

01 Einleitung	S. 07
02 Hauptteil	
2.1 Datenbankstruktur	S.08
2.2 Statistische Auswertung der Bestandsanalyse	S.11
03 Bewertung	S. 14

Abbildungsverzeichnis

- S. 09** Abbildung 1: Datenbankstruktur Teil 1.
- S. 09** Abbildung 2: Datenbankstruktur Teil 2.
- S. 10** Abbildung 3: Dropdown Menü Gasfamilie für Tabellenblatt Leitung.
- S. 10** Abbildung 4: Struktur für das Themenfeld Rechtsvorschriften Ammoniak.
- S. 11** Tabelle 1: Auswertung der Datenerhebung zu Regelwerken und Zertifizierungen sowie weiteren standardsetzenden Dokumenten. Die Angaben sind in absoluter Stückzahl angegeben.
- S. 12** Abbildung 5: Grafische Auswertung der einzelnen Themenfelder in der H₂ Datenbank ohne NH₃.
- S. 13** Abbildung 6: Grafische Gesamtauswertung der Bestandsanalyse mit allen untersuchten Themenfeldern.

Executive Summary

Grüner Wasserstoff ist als Energieträger für eine zukünftige klimaneutrale Energieversorgung und die Gewährleistung der Versorgungssicherheit ein entscheidender Faktor. Zur Sicherstellung dieser Ziele sind neben den technischen und regulatorischen Entwicklungen auch Regelsetzung und Zertifizierungsanforderungen maßgebend.

Dieses Whitepaper umfasst die im Verbund „Normung, Standardisierung und Zertifizierung“ des vom Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Wasserstoff-Leitprojekt TransHyDE entwickelten Ergebnisse des ersten Arbeitspakets (AP1) „Bestandsaufnahme technisches Regelwerk, Normen, Zertifizierungsanforderungen“ zu den Transport- und Speicheroptionen von Wasserstoff in gasförmigem Zustand in Gasleitungen oder Gasdruckbehältern, in flüssigem Zustand oder gebunden in Ammoniak oder Liquid Organic Hydrogen Carriers (LOHC, übersetzt: organische Trägerflüssigkeiten).

Hauptergebnis des AP1 ist die Entwicklung einer Excel-Datenbank, welche Daten zu den oben beschriebenen Transport- und Speicheroptionen hinsichtlich ihrer Regelwerke und Normen sowie Zertifizierungsanforderungen beinhaltet. Hierzu sind 693 relevante regelsetzende Dokumente recherchiert und eingepflegt worden. Die statistische Auswertung bezüglich der Bewertung der Wasserstofftauglichkeit (H_2 -Readiness) dieser Dokumente zeigt, dass 57 % des betrachteten technischen und gesetzlichen Ordnungsrahmens der untersuchten Transport- und Speicheroptionen auf Wasserstoff anwendbar sind. 41 % hingegen sind für Wasserstoff anzugleichen oder komplett neu zu erstellen.

Die detaillierte Aufschlüsselung der Auswertungen der einzelnen Transport- und Speicheroptionen ist in diesem Dokument ebenfalls enthalten.

Die Notwendigkeit der Status Quo Abfrage des existierenden technischen und gesetzlichen Ordnungsrahmens in diesem Themenfeld ist aufgrund der Gewährleistung der technischen Sicherheit, Vergleichbarkeit und Umweltverträglichkeit gegeben. Die Ergebnisse aus der Bestandsanalyse in AP1 liefern hierzu die notwendige Übersicht und bieten die Grundlage für die Lückenidentifikation in der Regelsetzung sowie in Zertifizierungsanforderungen im Arbeitspaket 2 (AP2) „Bedarfsanalyse Transportoptionen TransHyDE“.

1

Einleitung

Wasserstoff belegt als vielfältig einsetzbarer Energieträger in der Energiewende eine zentrale Rolle. Hergestellt auf Basis erneuerbarer Energien ermöglicht Wasserstoff die Dekarbonisierung der Industrie, des Verkehrs und des Wärmesektors und ist somit essenziell für die Sektorenkopplung. Voraussetzung für die Verteilung von Wasserstoff sowie für dessen Verwendung in den verschiedenen Sektoren ist eine effizient funktionierende und sichere Transportinfrastruktur.

Das vom BMBF initiierte und geförderte Wasserstoff-Leitprojekt TransHyDE strebt die praktische Einführung von Transport-, Verteil- und Speicheroptionen für Wasserstoff bzw. anderer chemischen Energieträger an. Konkret werden Transport- und Speichermöglichkeiten durch gasförmigen Wasserstoff via Leitung oder Gasdruckbehälter, flüssigen Wasserstoff (LH₂) sowie in Ammoniak (chemisch NH₃) oder LOHC gebundenen Wasserstoff betrachtet.

Dafür bedarf es neben den technischen und regulatorischen Voraussetzungen auch einheitlicher Vorgaben in Form von Normen, technischen Regeln und Zertifizierungsanforderungen. Im Folgenden werden diese zusammen mit weiteren standardsetzenden Dokumenten wie Berichten und Leitfäden als technischer Ordnungsrahmen zusammengefasst. Mit dem gesetzlichen Ordnungsrahmen werden demgegenüber gesetzliche Vorgaben bezeichnet.

Ziel des TransHyDE-Projekts Norm ist es, die genannten Aspekte des technischen Ordnungsrahmens ganzheitlich zu untersuchen, um so Regelungslücken aufzuzeigen und Lösungsansätze zu entwickeln. Dabei wird auch bedingt der gesetzliche Ordnungsrahmen betrachtet.

Dieses Dokument erläutert die Arbeiten und Ergebnisse aus AP1 „Bestandsaufnahme technisches Regelwerk, Normen, Zertifizierungsanforderungen“ und gibt einen Ausblick für AP2 „Bedarfsanalyse Transportoptionen TransHyDE“. Darüber hinaus wird eine Bewertung gegeben, inwiefern die ersten Ergebnisse den Wasserstoffhochlauf in Deutschland unterstützen können.

In einem ersten Schritt wurden der aktuelle Stand der Wissenschaft und Technik ermittelt. Bereits bestehende nationale, europäische und internationale Normen, technische Regelwerke und Zertifizierungsanforderungen wurden in diesem Rahmen erhoben und in einer Datensammlung inventarisiert. In einem zweiten Schritt werden durch Befragung der weiteren acht TransHyDE-Projekte etwaige Lücken in der Gesetzgebung identifiziert. Dieses AP wird aktuell bearbeitet.

Die identifizierten Lücken werden zum Abschluss des TransHyDE-Projekts Norm mit den Daten der Bestandsanalyse verglichen und eine klare Handlungsempfehlung zur Schließung der Lücken in Regelwerken und Normen entwickelt.

2

Hauptteil

2.1 Datenbankstruktur

Im Zuge der Arbeiten in AP1 bis April 2022 ist eine Excel-Datenbank in Zusammenarbeit mit allen Partnern aus Verbund Norm erstellt worden, die im weiteren Verlauf des Projekts bis März 2025 fortlaufend aktualisiert und ergänzt wird. Die Datenbank soll eine Sammlung zum existierenden technischen und teilweise gesetzlichen Ordnungsrahmen darstellen. Sie besteht aus neun Tabellenblättern. Sechs davon befassen sich mit den verschiedenen in TransHyDE betrachteten Transport- und Speicheroptionen.

- Flüssig-Transport von Wasserstoff,
- H₂-Transport in Druckbehältern,
- H₂-Transport in Leitungen ,
- H₂-Transport gebunden in LOHC ,
- H₂-Transport gebunden in Ammoniak

Da zusätzlich zum Einpflegen existierender Regelwerke auch regulatorische Rahmenbedingungen für Ammoniak analysiert werden, umfasst diese Auswertung zwei Tabellenblätter.

Die anderen Tabellenblätter haben erläuternden und auswertenden Charakter:

- Das Tabellenblatt „Felder“ gibt Erläuterungen zur Dropdown Menü Erstellung.
- Das Tabellenblatt „Anleitung“ erklärt alle wichtigen und eventuell unklaren Begriffe innerhalb der Datenbank.
- Im Tabellenblatt „Auswertung“ sind die statistischen Berechnungen zu den erhobenen Daten zu finden (vgl. Kap. IV).

Die erstellte Datenbank basiert auf nachfolgender Struktur (siehe Abbildungen 1-2). Das Themenfeld Rechtsvorschriften für Ammoniak weicht von dieser Struktur ab (siehe Abbildung 3), da hier vorwiegend Gesetze und Vorschriften eingepflegt wurden.

Abbildung 1 zeigt die ganzheitliche Struktur der Datenbank. Die blauen Felder stellen die jeweiligen Spaltenbeschriftungen dar. Die grünen Felder die Auswahlmöglichkeiten als Dropdown Menüs.

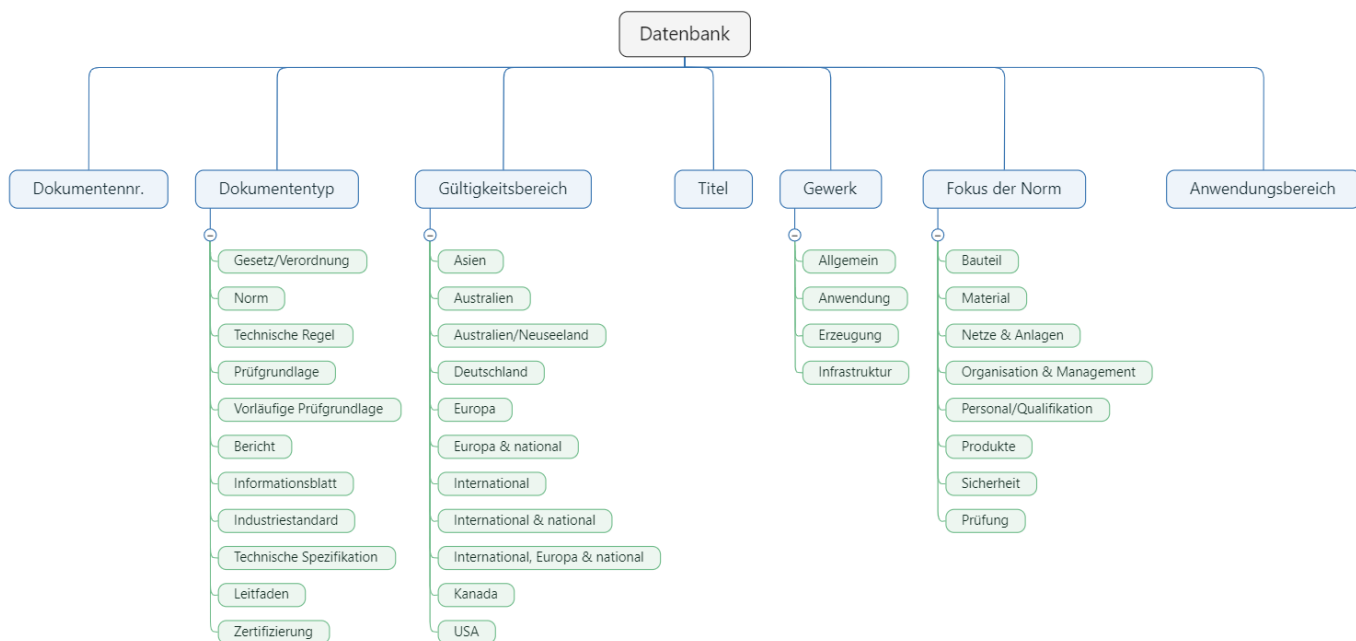


Abbildung 1: Datenbankstruktur Teil 1.

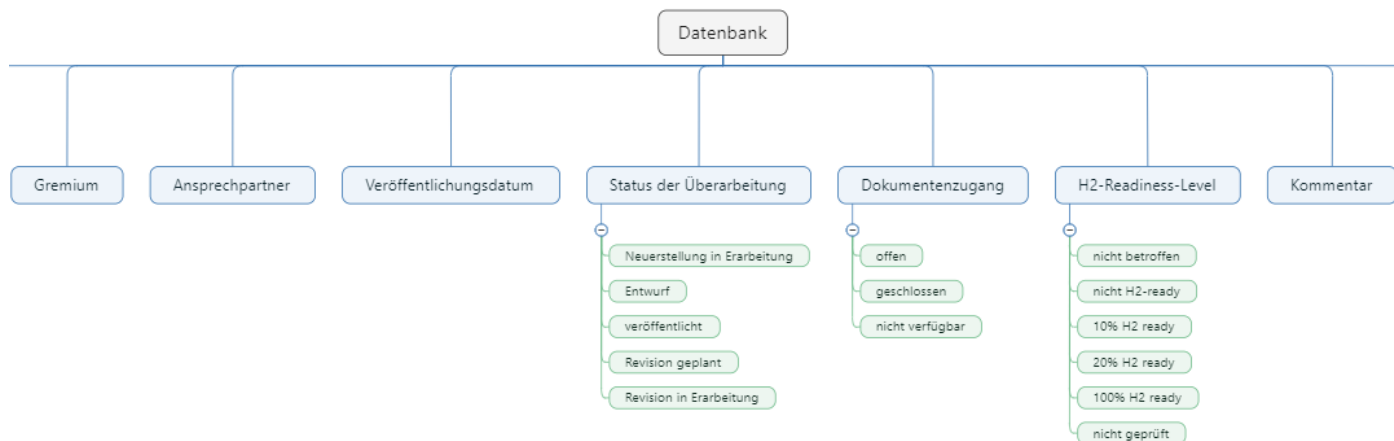


Abbildung 2: Datenbankstruktur Teil 2.



Zusätzlich zu der in Abbildungen 1 und 2 gezeigten Struktur ist für das Themenfeld „Leitungsgebundener H₂-Transport“ die Spalte „Gasfamilie¹“ mit verschiedenen Auswahlmöglichkeiten erstellt worden (siehe Abbildung 3). Da es sich um eine spezielle Klassifizierung handelt, wurde diese lediglich im Bereich „Leitung“ eingeführt. Für dieses Themenfeld sind bereits einige Regelwerke und Normen nach dieser Kategorie vom DVGW eingeordnet worden.

In Abbildung 4 ist die separate Struktur des Themenfelds „Rechtsvorschriften NH₃“ abgebildet. Dropdown Menüs existieren in dieser Struktur nicht.

¹ Der DVGW unterscheidet 5 Gasfamilien: 1. Stadt-, Fern- und Kokereigase (wasserstoffreiche Gase insbesondere aus der Kohleverkokung) – seit 1995 in der öffentlichen Gasversorgung in Deutschland nicht mehr verteilt, 2. methanreiche Gase, 3. Flüssiggase nach DIN 51622, 4. Flüssiggas/Luft-Gemische – kommt seit Beginn des Jahrtausends nicht mehr zur Anwendung, 5. Wasserstoff.

Abbildung 3: Dropdown Menü Gasfamilie für Tabellenblatt Leitung

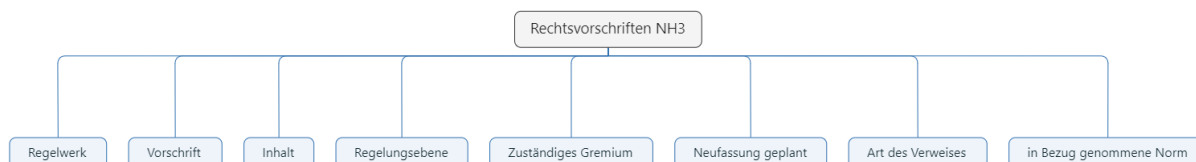


Abbildung 4: Struktur für das Themenfeld Rechtsvorschriften Ammoniak

Tabelle 1: Auswertung der Datenerhebung zu Regelwerken und Zertifizierungen sowie weiteren standardsetzenden Dokumenten. Die Angaben sind in absoluter Stückzahl angegeben.

H ₂ -Readiness-Level/Kategorie	Leitung	Behälter	LH ₂	NH ₃	LOHC	Gesamtauswertung
100 % H ₂ -ready oder nicht betroffen	188	83	49	64	8	392
Teilweise H ₂ -ready (10% bis 20%)	15	1	0	0	1	17
Nicht H ₂ -ready oder nicht geprüft	161	108	15	0	0	284
Gesamt	364	192	64	64	9	693

2.2 Statistische Auswertung der Bestandsanalyse

Die Auswertung der durchgeführten Bestandsanalyse zum bestehenden technischen und gesetzlichen Ordnungsrahmen mit Bezug zu Wasserstoff ist im Folgenden aufgeführt. Insgesamt wurden 693 relevante Daten eingepflegt. In Tabelle 1 werden die eingepflegten Daten für die Themenfelder entsprechend der wählbaren Möglichkeiten aus dem Dropdown Menü der Spalte „H₂-Readiness-Level“ (im Folgenden als Kategorie bezeichnet) in Relation gesetzt. Die Bewertung „H₂-Readiness“ bezieht sich hier auf die eingepflegten Dokumente. Basierend auf den Einteilungen in die verschiedenen Gasfamilien der G 260, wie im Kapitel „Datenbankstruktur“ beschrieben, ist die Bewertung im Bereich „Leitungen“ erfolgt, wobei auch Verdichter, Armaturen, Personalqualifikation etc. beinhaltet sind. Gleiches gilt für das Themenfeld „Behälter“.

Die übrigen beschriebenen Transport- und Speicheroptionen (LH₂, NH₃ sowie LOHC) sind nicht in der G 260 berücksichtigt. Die Bewertung erfolgt hier nach den existierenden technischen Voraussetzungen für die Verwendung des jeweiligen Trägermediums. Gerade in Bezug auf LOHC ist dies eine Herausforderung, da LOHC in keinem der für die LOHC-Technik relevanten Dokumente zum technischen und gesetzlichen Ordnungsrahmen LOHC als Wort erwähnt wird. Auch im Bereich NH₃ sind Hürden bei der Bestandsanalyse aufgedeckt worden, da bisher Dokumente für NH₃ zum technischen und gesetzlichen Ordnungsrahmen insbesondere im Bereich Landwirtschaft, jedoch nicht als Energieträger vorliegen.

Auch die Situation, dass Dokumente von den zuständigen Gremien noch nicht geprüft wurden oder generell nicht betroffen sind, wird in der Auswertung dokumentiert.

„Nicht geprüft“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass das zuständige Gremium das betreffende Dokument noch nicht auf die Anwendung für Wasserstoff bewertet hat. In der Regel gibt es festgelegte Intervalle, in denen bestehende Regelwerke und Normen auf Ihre Aktualität geprüft werden. Aufgrund der geplanten Verwendung von Wasserstoff, wurden diese Prüfungen bereits in vielen Gremien vorgezogen.

Mit der Kategorie „nicht betroffen“ sind allgemeingültige Dokumente gemeint, die beispielsweise zwar für die Anwendung von Wasserstoff im leitungsgebundenen Transport relevant sind, jedoch keine spezifische Anpassung an die Bedingungen einer Verwendung von Wasserstoff bedürfen.

Die Angaben geben die Stückzahlen eingepflegter Regelwerke in der jeweiligen Kategorie wieder. Die Kategorie „teilweise H₂-ready“ bezieht sich auf eine Beimischung von Wasserstoff von 10 % bis zu 20 %. Dies beinhaltet die Zielstellung, die hier betrachtete Infrastruktur für 100 % Wasserstoff nutzbar zu machen.

Zusätzlich zu Tabelle 1 zeigen die folgenden Diagramme die Verteilung der jeweiligen Kategorie. Ammoniak ist nicht mit dargestellt, da nur die Kategorien „100 % H₂-ready“ und „nicht betroffen“ hier enthalten sind. Bei der Auswertung sind diese beiden Kategorien zu einer zusammengefasst. Auf eine grafische Darstellung von einer 100 % Zugehörigkeit zu dieser Kategorie wurde verzichtet.

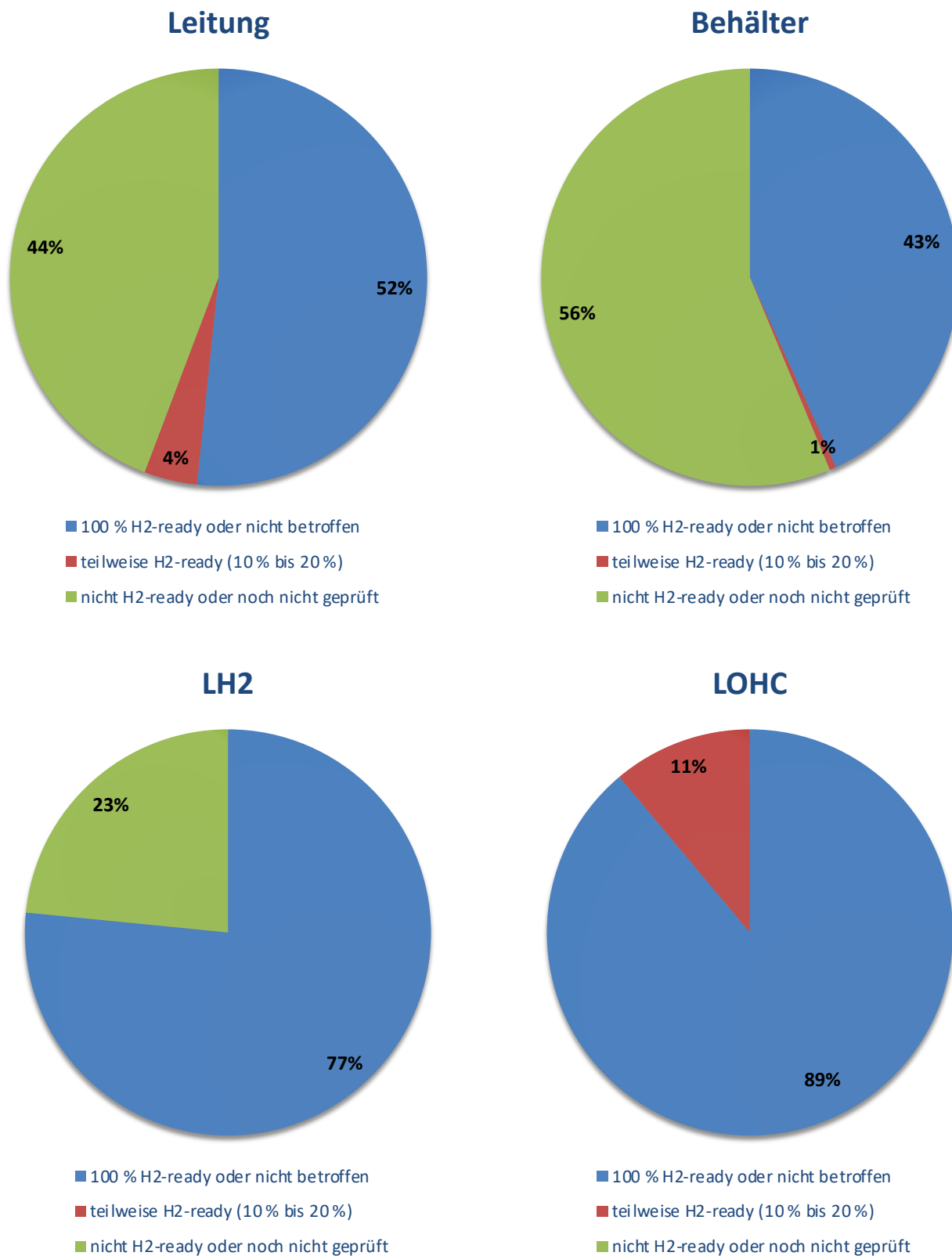
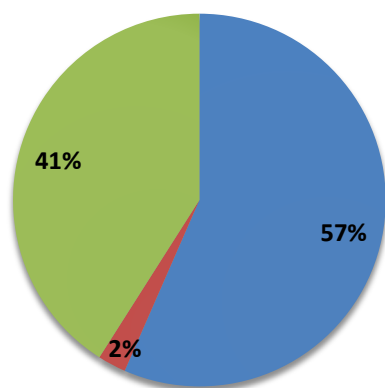


Abbildung 5: Grafische Auswertung der einzelnen Themenfelder in der H₂ Datenbank ohne Ammoniak.

Gesamtauswertung



■ 100 % H₂-ready oder nicht betroffen ■ teilweise H₂-ready (10 % bis 20 %)
 ■ nicht H₂-ready oder noch nicht geprüft

Abbildung 6: Grafische Gesamtauswertung der Bestandsanalyse mit allen untersuchten Themenfeldern.

Die erstellte Datenbank spiegelt den Ist-Zustand von Mai 2022 des bestehenden technischen und gesetzlichen Ordnungsrahmens in den untersuchten Infrastrukturthemen für Wasserstoff wider. Hierbei kann keine umfängliche Vollständigkeit der Datenbank gewährleistet werden. Sie gibt einen Überblick über die existierenden Regelwerke und wird damit als Grundlage, für die in AP2 stattfindende Bedarfsanalyse dienen. Im weiteren Projektverlauf werden bereits eingepflegte Datensätze aktualisiert, wie auch neue Einträge vorgenommen.

Die Gesamtauswertung zeigt, dass mit 57 % über die Hälfte der Einträge über alle Themenfelder hinweg bereits komplett auf Wasserstoff anzuwenden bzw. nicht direkt betroffen sind. Dieses Gesamtbild kann wie folgt heruntergebrochen werden:

52 % der betrachteten Regelwerke für Leitungen sind uneingeschränkt für Wasserstoff anwendbar. Für LOHC sind 89 % der Einträge 100 % H₂-ready. Allerdings ist die Rubrik LOHC aufgrund der geringen Anzahl an Datensätzen nicht repräsentativ. Die Eintragungen in diesem Themenfeld werden sich im weiteren Projektverlauf jedoch noch vergrößern. Im Themenfeld Druckbehälter sind 43 % der Regelwerke 100 % H₂-ready, während für LH₂ bereits 77 % dieser Kategorie entsprechen. Ammoniak fällt bei der statistischen Auswertung aus der Reihe, da es zu 100 % in der Kategorie „100 % H₂-ready oder nicht betroffen“ vorliegt.

3

Bewertung

Die Datenbank soll den TransHyDE-Partnern online in der TransHyDE Wissensplattform zugänglich gemacht werden. Diese Arbeiten laufen noch und obliegen der TransHyDE Arbeitsgemeinschaft Wissensplattform. Aktuell erfolgt die Verteilung der Excel-Datenbank auf Anfrage der verschiedenen TransHyDE-Projekte, wodurch bereits jetzt ein Nutzen der entwickelten Ergebnisse für die verschiedenen TransHyDE-Projekte gegeben ist.

Bezogen auf die Akzeptanz, insbesondere in der breiten Öffentlichkeit, bieten Regelwerke und Normen die Grundlage im Hinblick auf Sicherheit, Vergleichbarkeit und Umweltverträglichkeit. Hier bietet die Bedarfsanalyse aus AP2 die Möglichkeit, aufbauend auf der Bestandsanalyse, Lücken in der Gesetzgebung zu schließen und damit die erforderlichen Maßnahmen zu erreichen. Dies ist bei Wasserstoff oder als toxisch eingestuften chemischen Stoffen, wie Ammoniak, ein unverzichtbarer Prozess. Als konkretes Beispiel kann hier die Skalen-Bewertung zur Gefährlichkeitsbeurteilung von Ammoniak, die meist schwer verständlich ist, genannt werden.

Im Bereich techno-ökonomischer Bewertung schafft das TransHyDE-Projekt Norm die nationale Basis für gleiche Voraussetzungen beim globalen Handel. Im Hinblick auf Trägermedien für Wasserstoff, wie NH_3 , LOHC und den Transport von gasförmigem Wasserstoff via Leitung oder Gasdruckbehälter existieren derzeit keine einheitlichen internationalen Vorgaben bezüglich rechtlicher Sicherheit, Qualität, Planung, Fertigung, Errichtung, Prüfung, Inbetriebnahme, Betrieb, Instandhaltung und Qualifikation für Anlagen der in TransHyDE betrachteten Transport- und Speicheroptionen. Deutschland ist für seine hohen Standards und die hohe Sicherheit in technischen Anwendungen international bekannt und akzeptiert.

Regelsetzung entscheidend mitzuwirken. Dafür sind nationale Vorarbeiten hinsichtlich notwendiger Regelwerksentwicklungen grundlegend.

Die geschilderten Ergebnisse aus AP1 bieten für die oben beschriebenen Ziele die Basis. Zum einen zeigt die Bestandsanalyse, dass bezogen auf die Gesamtdaten, 57 % des betrachteten technischen und gesetzlichen Ordnungsrahmens auf Wasserstoff anwendbar sind. Allerdings sind 41 % aktuell noch nicht für Wasserstoff geeignet. Die Analyse hat damit gezeigt, welche Regelwerke und weiteren Dokumente zu überarbeiten sind. Darüber hinaus wird die Bedarfsanalyse in AP2 und AP3 (Normierungsstrategien und Stakeholder-Analyse) zeigen, welche zusätzliche Gesetzgebung für die in TransHyDE untersuchten Transport- und Speicheroptionen erforderlich sein werden, um den angestrebten nationalen, aber auch europäischen, Wasserstoffhochlauf umzusetzen.

Eine allgemeingültige Definition für H_2 -Readiness ist bisher noch nicht verabschiedet worden. Insbesondere in Bezug auf die Vergleichbarkeit der Bewertung von verschiedenen Transport- und Speichermöglichkeiten wie auch der unterschiedlichen Trägermedien für Wasserstoff ist dies eine wichtige und herausfordernde Aufgabe für die verbleibende Projektlaufzeit, wofür nicht nur der Verbund „Normung, Standardisierung und Zertifizierung“, sondern das gesamte TransHyDE Konsortium gefordert sein wird.