



VERBÄNDEVEREINBARUNG

Nummer: V-DK-015

Titel: **Wasserstoffbereitschaft von
Dampfkesselanlagen**

Unterzeichner: BDH
VAIS
TÜV-Verband
vgbe
DVGW

Zeitraum der Veröffentlichung: Juni 2025

Vereinbarung Dampfkessel 015

2025-06

zwischen

BDH	Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie e. V., Köln
VAIS	Verband für Anlagentechnik und IndustrieService e. V., Düsseldorf
TÜV-Verband	TÜV-Verband e. V., Berlin
vgbe	vgbe energy e. V., Essen
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V., Bonn

über

Wasserstoffbereitschaft von Dampfkesselanlagen

Präambel

Diese Vereinbarung stellt ergänzend zu den einschlägigen Regelwerken eine Sammlung von Erfahrungen, Empfehlungen und Konkretisierung der Regelwerke dar, die nach bestem Wissen den Stand der Technik zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wiedergeben soll.

Eine Haftung, auch für die sachliche Richtigkeit der Darstellungen in dieser Vereinbarung, ist ausgeschlossen. Ebenso sind Patent- und andere Schutzrechte vom Anwender eigenverantwortlich zu klären.

Inhalt

Präambel	1
1	Geltungsbereich	2
2	Begriffsbestimmung und grundlegende Anforderungen	2
3	Wasserstoffbereitschaftsanalyse	3
4	Maßnahmen- und Prüfplan in Abhängigkeit des Beimischungsgrades	8
5	Literaturverzeichnis	9
6	Abbildungsverzeichnis	11
7	Inkrafttreten	12
Anhang 1:	Beispielformblatt für eine tabellarische Wasserstoffbereitschaftsanalyse	13

1 Geltungsbereich

Diese Vereinbarung zeigt einen rechtskonformen Weg auf, um die Wasserstoffbereitschaft von Dampfkesselanlagen nachzuweisen. Das Verfahren beinhaltet eine anlagenbezogene Bereitschaftsanalyse mit einem iterativen Maßnahmen- und Prüfplan in Abhängigkeit der Beimischungsstufen von Wasserstoff.

Diese Vereinbarung ist anwendbar auf alle gasbefeuelten Dampfkesselanlagen, die mit Wasserstoff dekarbonisiert werden sollen. Dabei handelt es sich um Anlagen mit Wasserrohr- oder Großwasserraumkessel zur Heißwassererzeugung mit einer zulässigen Betriebstemperatur (TB) größer 110 °C und zur Dampferzeugung mit einem zulässigen Betriebsdruck (PB) größer 0,5 bar gemäß Anhang II Diagramm 5 der Kategorie IV der Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU für gasförmige Brennstoffe sowie der gesamten Brennstoffversorgung. Diese Vereinbarung gilt auch für Abhitze-kessel und Anlagen im Kombibetrieb (GuD).

Für Gasturbinen ohne Dampfkesselanlage, überwachungsbedürftige BHKW-Anlagen gemäß ÜAnIG oder Dampfkesselanlagen mit Dampf- oder Heißwassererzeugern kleiner Kategorie IV kann die Verbändevereinbarung in Anlehnung bzw. als Erkenntnisquelle verwendet werden.

Die Vereinbarung kann sowohl auf neu zu errichtende Dampfkesselanlagen als auch auf bestehende Dampfkesselanlagen, die auf Wasserstoff umgerüstet werden sollen, angewendet werden.

Anmerkung:

Der Bezug zum Erlaubnisverfahren gemäß § 18 BetrSichV wird beibehalten, bis das neue Verfahren geregelt ist. Anschließend erfolgt zeitnah eine Anpassung dieser Verbändevereinbarung.

2 Begriffsbestimmung und grundlegende Anforderungen

2.1 Wasserstofffähigkeit

Im Sinne der vorliegenden Verbändevereinbarung gilt eine Dampfkesselanlage als wasserstofffähig, wenn die sicherheitstechnischen Maßnahmen für den Wasserstoffbetrieb geeignet sind. Dafür sind die Beschaffenheitsmerkmale der Anlage, die später nur mit großem Aufwand zu ändern sind (z. B. Gebäudedesign, Werkstoffe, Feuerraumdesign) einer Vorprüfung im Rahmen der Wasserstoffbereitschaftsanalyse zu unterziehen. Sinnvollerweise erfolgt diese einmalige Vorprüfung in der Basis-Designphase der Anlage. Die Feststellung der Wasserstofffähigkeit kann erforderlich sein, wenn Zeitpunkt und Grad der Beimischung noch nicht bekannt sind, aber Planungssicherheit für die Neuanlagen benötigt wird. Die Wasserstofffähigkeit wird durch eine zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS) im Rahmen einer Prüfung vor Inbetriebnahme bestätigt und bescheinigt. Die Wasserstofffähigkeit sollte sich auf den Betrieb mit dem maximal vorgesehenen Wasserstoffanteil beziehen.

2.2 Wasserstoffbereitschaft

Im Sinne der vorliegenden Verbändevereinbarung gilt eine Dampfkesselanlage als wasserstoffbereit, wenn die Anlage mit einem festgelegten Bereich des Erdgas-Wasserstoffgemisches sicher ab der Prüfung vor Inbetriebnahme oder der Prüfung nach prüfpflichtiger Änderung gemäß § 15 BetrSichV bis zur nächsten wiederkehrenden Prüfung gemäß § 16 BetrSichV betrieben werden kann. Die Wasserstoffbereitschaft wird durch eine zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS) im Rahmen einer Prüfung vor Inbetriebnahme oder nach prüfpflichtiger Änderung bestätigt und bescheinigt. Die Wasserstoffbereitschaft bezieht sich immer auf einen spezifischen Bereich des Beimischungsgrades bis hin zu reinem Wasserstoff.

2.3 Beimischungsgrad

Der Beimischungsgrad ist der volumetrische Anteil des Wasserstoffes (Vol.-%) an der gasförmigen Brennstoffversorgung der Dampfkesselanlage.

Die Wasserstoffanteile, die aus der öffentlichen Gasversorgung zur Verfügung gestellt werden, sind in DVGW G 260 (A) (Gasfamilien 2 und 5) beschrieben.

Wird Wasserstoff aus mehreren Quellen bezogen, z. B. durch einen standorteigenen Elektrolyseur beigemischt, sind diese zum Wasserstoffanteil aus dem Versorgungsnetz zu addieren.

Der resultierende Beimischungsgrad und die Wasserstoffqualität müssen unmittelbar vor der Verbrauchseinrichtung bekannt sein.

Anmerkung:

Für Mischgasanlagen können zusätzlich die DVGW G 220 für H₂-Erzeugungsanlagen, DVGW G 213 für Gasmischanlagen und DVGW G 265-3 für Einspeiseanlagen berücksichtigt werden.

2.4 Brennstoffversorgung

Gemäß TRBS 2141, Abschnitt 2.10, Punkt 5 beinhaltet die Brennstoffversorgung von Dampfkesselanlagen mit Gas alle Einrichtungen innerhalb und außerhalb des Kesselstellungsräumens zur Lagerung, Aufbereitung und Zuleitung von gasförmigen Brennstoffen bis zu einer vom Betreiber vor Projektbeginn festzulegenden Schnittstelle.

2.5 Einrichtungen für die Feuerung

Gasfeuerungeinrichtungen beinhalten z. B. Gebläsebrenner (z. B. nach DIN EN 676 und DVGW ZP 3502.20) sowie Grundlastbrenner, Stützbrenner, Zündbrenner, Gasmotoren und Gasturbinen sowie die jeweiligen Brennkammern und Brennräume.

2.6 Prüfpflichtige Änderung

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist festzulegen, ob bei einer Abweichung von den Wasserstoffbeimischungsgrenzen, die ursprünglich vom Anlagenerrichter freigegeben wurden, eine Anlagenanpassung erforderlich wird. Diese Anpassung kann eine prüfpflichtige Änderung gemäß § 7 (1) Nr. 2 ÜAnlG darstellen. Es sind auch die, für die Einzelkomponenten relevanten Richtlinien und Gesetze (z. B. Gasgeräteverordnung) zu berücksichtigen.

2.7 Erlaubnispflichtige Änderung

Die Errichtung und der Betrieb von wasserstoffbefeuerten Dampfkesselanlagen und die Änderung der Betriebsweise einer bestehenden Dampfkesselanlage durch die Beimischung eines signifikanten Anteils von Wasserstoff in die Brennstoffversorgung sind erlaubnispflichtig gemäß § 18 BetrSichV. Bei einem Beimischungsgrad ab 10 Vol.-% wird im Sinne dieser Vereinbarung von einer Erlaubnispflicht ausgegangen.

Der Betreiber der Dampfkesselanlage hat die Erlaubnis zur Errichtung oder Änderung der Betriebsweise bei der zuständigen Aufsichtsbehörde vorab zu beantragen. Dem Antrag ist der Prüfbericht der zugelassenen Überwachungsstelle nach § 18 BetrSichV beizufügen.

3 Wasserstoffbereitschaftsanalyse

3.1 Einbettung in das Erlaubnisverfahren gemäß § 18 BetrSichV

Die anlagenspezifische Wasserstoffbereitschaftsanalyse mit dem resultierenden Maßnahmen- und Prüfplan dient der zugelassenen Überwachungsstelle als Bewertungsgrundlage des Prüfberichtes gemäß § 18 BetrSichV. Mit Erteilung der Erlaubnis durch die zuständige Behörde wird die Wasserstoffbereitschaft rechtsverbindlich.

In der Praxis liegen zum Zeitpunkt der Antragsstellung oftmals noch zu wenig technische oder verfahrensrelevante Daten für eine aussagekräftige Bewertung vor. In diesem Fall können im Prüfbericht der zugelassenen Überwachungsstelle gemäß LASI LV 49 konkretisierende Hinweise aufgenommen werden. Ein konkretisierender Hinweis kann die Durchführung der Wasserstoffbereitschaftsanalyse sein, sobald die relevanten Daten vorliegen. Nach Bestätigung durch die zuständige Behörde im Erlaubnisbescheid können die spezifischen Maßnahmen als Ergebnis der Wasserstoffbereitschaftsanalyse umgesetzt werden.

Die Funktionalität der Maßnahmen wird im Rahmen der Prüfung vor Inbetriebnahme gemäß § 15 BetrSichV durch die zugelassene Überwachungsstelle bestätigt und bescheinigt.

3.2 Analyseteam

Die Wasserstoffbereitschaftsanalyse sollte aufgrund der verschiedenen Fachgebiete in einer Teamarbeit durchgeführt werden.

Dieses Analyseteam soll beurteilen, ob die Anlage für einen Betrieb mit Wasserstoff geeignet ist. Das Team für die Analyse zur Wasserstoffbereitschaft setzt sich wie folgt zusammen:

- fachkundige Personen (gemäß § 2 (5) BetrSichV sowie § 2 (11) GefStoffV) des Betreibers, mit Anlagenkenntnissen in den Bereichen Betrieb, Verfahrenstechnik, Explosionsschutz, Instandhaltung und Leittechnik;
- Sachverständige der ZÜS in den Bereichen Druckanlagen und Explosionsschutz;
- fachkundige Personen (in Anlehnung § 2 (5) BetrSichV) des Herstellers der Neuanlage oder des mit dem Umbau beauftragten Unternehmens in den Bereichen Werkstoffe, Rohrleitungen, Explosionsschutz, Verfahrenstechnik, Leittechnik und Feuerungstechnik.

Bei der Änderung von Dampfkesselanlagen (Umrüstung oder Erweiterung von Bestandsanlagen) wird empfohlen, dass der Betreiber interne und externe Experten auf oben genannten Gebieten sowie die ZÜS einbezieht. Kommt das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) oder die Gashochdruckleitungsverordnung (GasHDrLtGV) zur Anwendung, sind die entsprechenden Sachkundigen bzw. Sachverständigen mit einzubeziehen.

Anmerkung:

Bei einer Änderung von Dampfkesselanlagen ist zu überprüfen, ob die Änderung in den Bereich des Inverkehrbringens nach Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU fällt.

3.3 Methodik und Verfahren

Die Wasserstoffbereitschaftsanalyse bewertet anlagenspezifisch Gefährdungen von Personen und Umwelt, die durch die Beimischung vom Wasserstoff in das Erdgas oder die Umstellung der Gasversorgung von Erdgas zu Wasserstoff entstehen können. Die Gefährdungen werden mindestens in folgenden Themenbereichen ermittelt:

- Verfahrenstechnik;
- Konstruktion und Werkstoffauswahl;
- Brand- und Explosionsschutz;
- funktionale Sicherheit;
- Emissionsschutz;
- betriebliche Organisation.

Auf Grund von wasserstoffspezifischen Stoffeigenschaften oder Schadensmechanismen, wie z. B. Wasserstoffversprödung, wasserstoffinduzierter Spannungsrisskorrosion, hohem Diffusionsvermögen, geringer Dichte, hoher Zündwilligkeit oder einer hohen oberen Explosionsgrenze, werden die dadurch resultierenden Abweichungen vom ursprünglichen Sollzustand beschrieben. Ausgehend von den Bedingungen zum Wirksamwerden der einzelnen Gefahrenquellen werden die notwendigen ereignisverhindernden und auswirkungsbegrenzenden Maßnahmen erörtert.

Werden die dadurch ermittelten Gefährdungen für Mensch und Umwelt nicht durch die bereits bestehenden oder für Erdgas in technischen Normen und Regeln beschriebenen Schutzmaßnahmen abgedeckt, sind separate Schutzmaßnahmen zu definieren.

Wird eine Vorprüfung zur Feststellung der Wasserstofffähigkeit gemäß 2.1 durchgeführt, sind z. B. folgende Maßnahmen erforderlich:

- Design der Räume der Brennstoffversorgung und des Kesselaufstellungsraumes sind zu prüfen. Bereiche, die nicht durch natürliche oder technische Lüftungen erfasst werden können und in denen sich Wasserstoff ansammeln kann, sind zu vermeiden.
- Die Werkstoffe und die Verarbeitung der Brennstoffstrecke sowie aller darin enthaltenen Komponenten sind zu prüfen.

- Die ausreichende Dimensionierung des Feuerraumes der Dampfkesselanlage ist bezüglich der geänderten Geometrie einer Wasserstoffflamme auf Wärmeübertragung und Heizflächenbelastung vom Kesselhersteller bzw. von einer fachkundigen Person zu bestätigen.
- Die grundlegende Eignung des Gebläsebrenners für den Einsatz in der Dampfkesselanlage ist zu überprüfen.

In der Anlage 1 ist ein Beispiel für eine tabellarische Wasserstoffbereitschaftsanalyse aufgeführt.

3.4 Bewertung Verfahrenstechnik

Im Rahmen der Wasserstoffbereitschaftsanalyse sind auch die verfahrenstechnischen Anforderungen durch Stoffeigenschaften des Wasserstoffs wie die geringe Dichte oder die Temperaturerhöhung bei Entspannung (Joule-Thomson-Effekt) zu berücksichtigen. Folgende Anforderungen werden beispielhaft genannt:

- Für denselben Energieinhalt in [kWh/m³] wie Erdgas ist die Gasgeschwindigkeit oder der Druck zu erhöhen. Hohe Gasgeschwindigkeit kann zu höheren Lärmemissionen und zu höherem Verschleiß führen.
- Verdichterkonstruktionen sind ggf. zu ändern,
- die Gasvorwärmung ist auf Grund der Temperaturerhöhung bei Entspannung ggf. anzupassen,
- höherer rauchgasseitiger Druckverlust im Kessel im Fall von größeren Luftmassenströmen und vergrößertem SCR-Katalysator,
- veränderte Heizflächenbelastung,
- höherer Wassergehalt im Abgas führt zu höherer Taupunkttemperatur und ggf. erhöhtem Kondensatanfall,
- höhere Flammrückschlagneigung z. B. im Brennerbereich,
- die Dampf- oder Heißwasserleistung der Dampfkesselanlage von Bestandsanlagen kann nach einer Umstellung von Erdgas auf Wasserstoff sinken,
- Wasserstoffqualität.

Anmerkung:

Die DVGW G 260 (A):2021 definiert als 5. Gasfamilie Wasserstoff mit den Reinheitsstufen „A“ $H_2 \geq 98,0\%$ und „D“ $H_2 \geq 99,97\%$ in Anlehnung an DIN EN ISO 14687.

Aus der Reinheitsstufe „A“ mit bis zu 2,0 Vol.-% anderer Gase resultieren jedoch deutliche Unterschiede im Luftbedarf (z. B. +18% bei 2,0 Vol.-% Propan) und im Wobbe-Index (z. B. –17,8 % bei 2,0 Vol.-% CO₂) je nach Ausprägung der anderen Gase im Wasserstoff. Diese Unterschiede der verbrennungstechnischen Eigenschaften sind für eine optimierte Verbrennung nach heutigem Stand der Technik in geschlossenen Feuerräumen unter Berücksichtigung der Anforderungen an Sicherheit, Regelungstechnik, Effizienz und Emission der Anlage für reine Wasserstoffanwendungen noch nicht abbildbar. Sie sind besonders zu betrachten und erfordern ggf. zusätzliche technische Maßnahmen.

Für Beimischungen im Erdgas mit maximal $H_2 \leq 20$ Vol.-% (siehe DVGW ZP 3502.20) sind die Einflüsse der Wasserstoffqualität der Reinheitsstufe „A“ als verbrennungstechnisch nicht relevant einzustufen.

Die Reinheitsstufe „D“ stellt konstante verbrennungstechnische Eigenschaften sicher.

Es findet aktuell auf europäischer Ebene eine Diskussion zur Definition einer neuen Reinheitsstufe mit $H_2 \geq 99,5 \%$ statt. Eine vergleichbare Diskussion erfolgt auch auf Gremienebene mit der Aktualisierung von DVGW G 260 (A).

- Unverbrannter Wasserstoff im Rauchgas (Wasserstoffschlupf)
Es ist ein Grenzwert für die Wasserstoffkonzentration im Abgas festzulegen. Hintergrund ist dabei das sichere Unterschreiten der unteren Zündgrenze, insbesondere, wenn bei Wasserstoff-Erdgas-Gemischen auch andere unverbrannte Abgasbestandteile wie z. B. CO im Abgas vorhanden sein können.

- Bei der Konstruktion der Rauchgaszüge und des Feuerraumes sowie bei der Bemessung der Durchlüftung der Rauchgaszüge ist die geringe Dichte und damit verbunden die Ansammlung von Wasserstoff an den höchsten Punkten zu berücksichtigen.

3.5 Bewertung Konstruktion und Werkstoffauswahl

3.5.1 Eignungsnachweis für Bestandsanlagen

Zur Bewertung von Rohrleitungsstrukturen und Werkstoffauswahl von Bestandsanlagen können z. B. die entsprechenden DVGW-Regelwerke (siehe Literaturverzeichnis) verwendet werden. Die verschiedenen Schädigungsmechanismen durch Wasserstoff werden z. B. im MB WERK 1276 „Schädigung metallischer Werkstoffe durch den Einfluss von gasförmigem Wasserstoff“ beschrieben.

Als erstes wird eine Einstufung des Rohrleitungssystems anhand von Werkstoffdaten, Geometrie, Auslegungs- und Betriebsparametern, Instandhaltungsdokumentation und Ergebnissen aus wiederkehrenden Prüfungen vorgenommen.

Als nächstes ist die Wasserstoffbereitschaft nachzuweisen. Dies ist der Fall, wenn die Gassysteme für den maximal zulässigen Betriebsdruck und die auftretenden Betriebslastwechsel nach der Umstellung auch unter bruchmechanischen Aspekten ausreichend dimensioniert sind. Der Nachweis beinhaltet die Verträglichkeit der eingesetzten Werkstoffe für Rohre, Formteile und Schweißnähte bei der Einspeisung von Wasserstoff für den zukünftigen Betrieb. Dafür können analytische und bruchmechanische Berechnungen, zerstörende und zerstörungsfreie Prüfungen, Geometrieaufnahmen (z. B. Wanddickenmessungen, Messung der Ovalität von Biegungen) sowie Druck- und Dichtungsprüfungen verwendet werden.

Armaturen sind auf ihre wasserstoffgerechte Konstruktion zu prüfen (z. B. höhere Dichtheitsklassen bei Kugelhähnen).

Brenner- und Gasturbinentechnologien sind hinsichtlich ihrer Werkstoffbeständigkeit zu prüfen (z. B. gegen Hochtemperaturverschleiß und Wasserstoffversprödung).

Die Bestätigung der Wasserstoffbereitschaft bezüglich Konstruktion und Werkstoffauswahl erfolgt durch die ZÜS im Geltungsbereich der BetrSichV bzw. des ÜAnIG und im Geltungsbereich des EnWG bzw. der GasHDrLtgV durch einen DVGW-Sachverständigen gemäß DVGW G 100 (A).

3.5.2 Eignungsnachweis für Neuanlagen

Für Neuanlagen liegt die Verantwortung zum Nachweis der Wasserstoffbereitschaft zunächst beim Hersteller. Dieser kann sich z. B. an den entsprechenden DVGW-Regelwerken, TRBS oder TRGS (siehe Literaturverzeichnis) orientieren.

Bauteile, Komponenten und Baugruppen der Brennstoffversorgung mit Wasserstoffanteilen müssen neben den wesentlichen sicherheitstechnischen Anforderungen gemäß Anhang I der Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU auch, soweit zutreffend, die spezifischen Anforderungen für den Betrieb mit wasserstoffhaltigen Gasen erfüllen. Ergänzende Dokumente des Herstellers oder von dritten Stellen können im Rahmen des Konformitätsbewertungsverfahrens erforderlich sein, um Funktionalität, Beschaffenheit oder Eignung in Bezug auf Wasserstoff nachzuweisen.

Anforderungen an die Werkstoffe von Wasserstoffrohrleitungssystemen können z. B. in dem EIGA-Dokument HYDROGEN PIPELINE SYSTEMS, IGC Doc 121/14 gefunden werden.

Der Hersteller der Dampfkesselbaugruppe bzw. der zugehörigen Brennstoffversorgung legt ein Konzept zur Wasserstoffbereitschaft seines Lieferumfanges vor. Dies wird im Rahmen des Inverkehrbringens nach Druckgeräterichtlinie durch die Notifizierte Stelle geprüft und bestätigt. Einschlägige Gesetze und Richtlinien sind zu berücksichtigen.

3.6 Bewertung Brand- und Explosionsschutz

Aufgrund der unterschiedlichen Stoffeigenschaften zwischen Wasserstoff und Methan kommt der Neubewertung des Explosionsschutzes bei einer Wasserstoffbeimischung eine besondere Bedeutung zu. Siehe dazu auch DVGW G 221 Anhang A. Nachfolgend die sicherheitstechnischen Explosionskenngrößen von Wasserstoff und Methan im Vergleich:

Tabelle 1: Explosionskenngrößen, Quelle: GESTIS-Stoffdatenbank der DGUV

Stoff	Dichte	Zündtemperatur	Temperaturklasse	UEG	OEG	Explosionsgruppe	Grenzsplattweite	Maximaler Explosionsdruck
	[kg/m ³]	[°C]		[Vol.-%]	[Vol.-%]		[mm]	[bar]
H ₂	0,0899	560	T1	4,0	77	IIC	0,29	8,3
CH ₄	0,7175	595	T1	4,4	17	IIA	1,14	8,1

Die durch die Beimischung entstehenden Gefährdungen und die resultierenden Schutzmaßnahmen sind in einem Explosionsschutzkonzept gemäß TRGS 720 und TRGS 721 sowie TRGS 407 zu erfassen. Das Explosionsschutzkonzept kann bei Neuanlagen vom Hersteller im Auftrag des Betreibers erstellt werden, bei umzurüstenden Bestandsanlagen vom Betreiber oder einer beauftragten Fachfirma. Das Explosionsschutzkonzept wird vor Prüfung vor Inbetriebnahme gemäß § 15 BetrSichV in das Explosionsschutzdokument gemäß § 6 (9) GefStoffV des Betreibers eingebunden und in Kraft gesetzt.

Folgende Schutzmaßnahmen können beispielweise durch die Beimischung von Wasserstoff in Abhängigkeit des Beimischungsgrades erforderlich sein:

- Austausch von ATEX-Geräten (Explosionsgruppe IIC statt IIA),
- Nutzung von für den Anwendungsfall funktionsgeprüften Gaswarngeräten,
- Anpassung von Lüftungskonzepten,
- Prüfung des Baudesigns und der Gebäudetechnik (Vermeidung „toter Ecken“),
- Ausweitung von Explosionszonen, z. B. an Ausbläsern,
- erhöhte Anforderung an die dauerhafte technische Dichtheit gemäß TRGS 722, Abschnitt 4.5.2,
- geschweißte Anlagenteile mit erhöhtem ZfP,
- Armaturen und Dichtungen mit Wasserstoff-Eignungsnachweis bzw. entsprechende Herstellererklärung,
- Verhindern von negativen Auswirkungen bei Explosionen oder Detonationen auf die Gebäudestruktur des Kesselaufstellungsraumes, des Verdichteraufstellungsraumes und weiterer Installationsräume der Brennstoffversorgung gemäß DIN EN 1991-1-7/A1 D,
- doppelte Dichtheitsprüfung: Vorprüfung z. B. mit N₂/H₂ Gemisch (95 %/5 %) und final eine Prüfung mit reinem Wasserstoff.

3.7 Bewertung Funktionale Sicherheit

Eine Anpassung der leittechnischen Risikoanalyse gemäß DIN EN 50156-1, DIN EN 61508-5, DIN EN 61511-3 oder DIN EN ISO 21789 Anhang B und der resultierenden SIL-Bewertung kann auf Grund der Beimischung von Wasserstoff notwendig sein.

Bei Verwendung des Risikographen gemäß DIN EN 50156-1, DIN EN 61508-5 oder DIN EN 61511-3 können sich durch die Beimischung von Wasserstoff die Parameter z. B. von C2 auf C3 (höheres Schadensausmaß) oder W2 auf W3 (höhere Eintrittswahrscheinlichkeit der Zündung) ändern.

Gaswarngeräte und Flammwächter sind neu zu bewerten und ggf. auszutauschen.

3.8 Bewertung Emissionsschutz

Die verbrennungstechnischen Kennwerte ändern sich im Verhältnis zum Erdgas durch die Beimischung von Wasserstoff u. a. wie folgt:

Die Flammentemperatur und Flammgeschwindigkeit steigt, die NO_x-Werte können steigen, der Brennwert H_{s,n} sinkt, die Wärmestrahlung sinkt, der Wobbe-Index W_{s,n} sinkt und die Schallemission steigt.

Die dadurch entstehenden Anforderungen zum Emissionsschutz sind im Rahmen des Genehmigungsverfahrens gemäß §§ 10 und 15 BImSchG zu bewerten.

3.9 Bewertung betriebliche Organisation

Die Beimischung von Wasserstoff kann auch Auswirkungen auf die betriebliche Organisation an den Standorten der Dampfkesselanlage haben. Vor allem die Personalqualifizierung der beauftragten Beschäftigten für den Betrieb und die Instandhaltung gemäß BetrSichV § 12 (3) sowie der Arbeitssicherheit und die der Beschäftigten der Wartungs- und Herstellerunternehmen ist auf den Wasserstoffbetrieb anzupassen.

Dies kann z. B. folgende Maßnahmen nach sich ziehen:

- Qualifizierung (z. B. Kesselwärter) und Fort- und Weiterbildung zum Thema Wasserstoff der beauftragten Beschäftigten,
- Ernennung/Beauftragung von befähigten Personen Explosionsschutz gemäß BetrSichV, Anhang 2, Abschnitt 3, Nr. 3.1 und 3.3,
- Anpassung der Gefährdungsbeurteilung gemäß BetrSichV § 3. Siehe dazu auch DGUV 203-092,
- Art der Beaufsichtigung,
- Anpassung des Inertisierungskonzeptes der Brennstoffversorgung,
- Anpassung des Durchlüftungskonzeptes der Feuerraum- und Rauchgasstrecke,
- Eignungsnachweis für Gasmess- und Detektiergeräte.

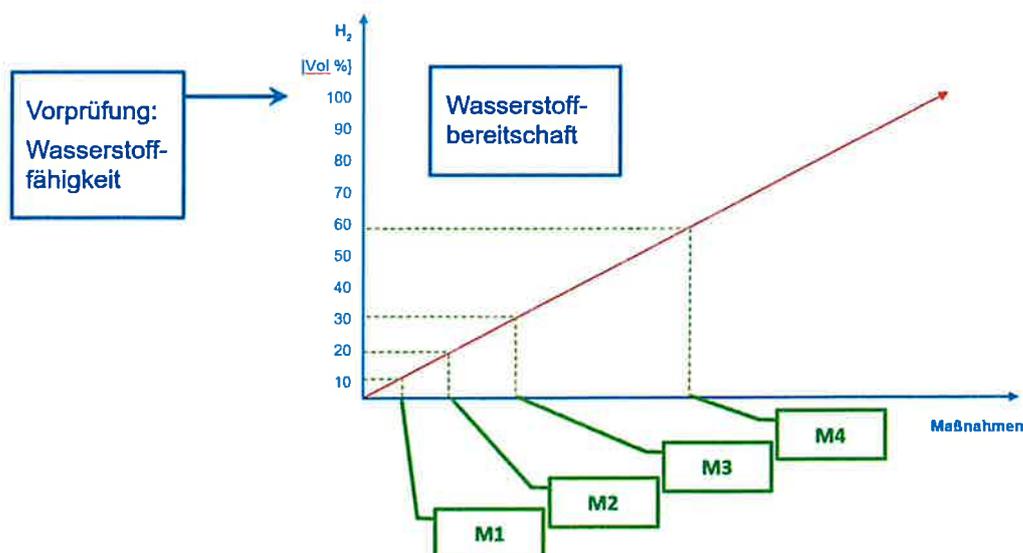
4 Maßnahmen- und Prüfplan in Abhängigkeit des Beimischungsgrades

Als Ergebnis der Wasserstoffbereitschaftsanalyse entsteht ein anlagenspezifischer Maßnahmen- und Prüfplan. Die dort beschriebenen Schutzmaßnahmen und Prüfungen sind in Abhängigkeit des maximal zulässigen Beimischungsgrades im jeweiligen Anlagenbereich umzusetzen.

Der Bereich des Beimischungsgrades ergibt sich aus dem Beimischungsgrad des Netzbetreibers, ggf. aus den Kapazitäten einer standortigen Wasserstofferzeugungsanlage sowie der Betriebsweise der Gasmischeinrichtung. Da die Stufen der Beimischung zum Zeitpunkt der Antragsstellung voraussichtlich noch nicht abzusehen sind, werden im Maßnahmen- und Prüfplan sicherheitstechnische Grenzwerte festgelegt. Bei Überschreitung dieser anlagenspezifischen Grenzwerte sind Maßnahmen und Prüfungen erforderlich, um Gefährdungen und Schäden zu vermeiden.

Nachfolgendes Beispiel enthält vier Maßnahmenpakete bei den Grenzwerten von 10 %, 20 %, 35 % und 65 % Beimischung.

Abbildung 1: Sicherheitstechnische Grenzwerte für die Beimischung von H₂ mit Maßnahmenpaketen



Wie viele Maßnahmenpakete und bei welchen Grenzwerten diese festgelegt werden, hängt von der Konfiguration der bewerteten Anlage ab.

5 Literaturverzeichnis

Für die nachfolgend aufgeführten Verordnungen und Regelwerke gilt immer die aktuell gültige Fassung.

BlmSchG	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz)
ÜAnIG	Gesetz über überwachungsbedürftige Anlagen
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
Richtlinie 2014/68/EU	Richtlinie 2014/68/EU des Europäischen Parlaments und des Rates zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Druckgeräten auf dem Markt (Druckgeräterichtlinie)
Verordnung (EU) 2016/426	Verordnung (EU) 2016/426 des Europäischen Parlaments und des Rates über Geräte zur Verbrennung gasförmiger Brennstoffe und zur Aufhebung der Richtlinie 2009/142/EG (Gasgeräteverordnung)
BetrSichV	Verordnung über die Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung)
GefStoffV	Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen
GasHDrLtV	Verordnung über Gashochdruckleitungen
DIN EN 676	Gebälsebrenner für gasförmige Brennstoffe
DIN EN 12952-7	Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten – Teil 7: Anforderungen an die Ausrüstung für den Kessel
DIN EN 12952-8	Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten – Teil 8: Anforderungen an Feuerungsanlagen für flüssige und gasförmige Brennstoffe für den Kessel
DIN EN 12953-6	Großwasserraumkessel – Teil 6: Anforderungen an die Ausrüstung für den Kessel
DIN EN 12953-7	Großwasserraumkessel – Teil 7: Anforderungen an Feuerungsanlagen für flüssige und gasförmige Brennstoffe für den Kessel
DIN EN 12953-10	Großwasserraumkessel – Teil 10: Anforderungen an die Speisewasser- und Kesselwasserqualität
DIN EN 50156-Reihe	Elektrische Ausrüstung von Feuerungsanlagen und zugehörige Einrichtungen
DIN EN IEC 61508-Reihe	Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme
DIN EN IEC 61511-Reihe	Funktionale Sicherheit – PLT-Sicherheitseinrichtungen für die Prozessindustrie
DIN EN ISO 21789	Gasturbinenanwendungen – Sicherheit
TRBS 2141	Technische Regeln für Betriebssicherheit Gefährdungen durch Dampf und Druck
TRGS 407	Tätigkeiten mit Gasen – Gefährdungsbeurteilung
TRGS 720	Technische Regeln für Gefahrstoffe – Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines

TRGS 721	Technische Regeln für Gefahrstoffe – Gefährliche explosionsfähige Gemische – Beurteilung der Explosionsgefährdung
TRGS 722	Technische Regeln für Gefahrstoffe – Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Gemische
TF-MBL-H2-22-012	Sicherheit bei Transport, Lagerung und Anwendung von Wasserstoff Rev.06
DGUV 203-092	Arbeitssicherheit beim Betrieb von Gasanlagen
FB ETEM 007 (als Erkenntnisquelle)	Gefährdungen und Schutzmaßnahmen bei Arbeiten im Bereich von Wasserstoffanlagen und -leitungen
DVGW G 100 (A)	Qualifikationsanforderungen an Sachverständige für Energieanlagen zur leitungsgebundenen Versorgung der Allgemeinheit mit Gas und Wasserstoff
DVGW G 102-1 (A)	Qualifikationsanforderungen an Sachkundige der Gasinfrastruktur – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
DVGW G 102-6 (M)	Qualifikationsanforderungen an Sachkundige der Gasinfrastruktur – Teil 6: Spezifische Anforderungen an Sachkundige für die Prüfung, den Betrieb und die Instandhaltung von Gasleitungen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck bis 5 bar
DVGW G 102-7 (M)	Qualifikationsanforderungen an Sachkundige der Gasinfrastruktur – Teil 7: Spezifische Anforderungen an Sachkundige für den Betrieb und die Instandhaltung von Gasleitungen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck von mehr als 5 bar
DVGW G 102-13 (M)	Qualifikationsanforderungen an Sachkundige der Gasinfrastruktur – Teil 13: Spezifische Anforderungen an Sachkundige für freiverlegte Leitungen auf Werksgelände – G 614-1 (A) und G 614-2 (A)
DVGW G 213	Anlagen zur Herstellung von Brenngasgemischen
DVGW G 220 (A)	Power-to-Gas Energieanlagen: Planung, Fertigung, Errichtung, Prüfung, Inbetriebnahme und Betrieb
DVGW G 221 (M)	Leitfaden zur Anwendung des DVGW-Regelwerks auf die leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit wasserstoffhaltigen Gasen und Wasserstoff
DVGW G 260 (A)	Gasbeschaffenheit
DVGW G 265-3	Anlagen für die Einspeisung von Wasserstoff in Gas- und Wasserstoffnetze; Planung, Fertigung, Errichtung, Prüfung, Inbetriebnahme und Betrieb
DVGW G 405 (M)	Umstellung von Bestandsarmaturen auf Wasserstoff
DVGW G 406 (M)	Anforderungen an neue Gasarmaturen in H ₂ -Anwendungen für Gastransport, Gasverteilung und Gasinstallation
DVGW G 407 (M)	Umstellung von Gasleitungen aus Stahlrohren bis 16 bar Betriebsdruck für die Verteilung von wasserstoffhaltigen methanreichen Gasen und Wasserstoff
DVGW G 409 (M)	Umstellung von Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar für den Transport von Wasserstoff
DVGW G 463 (A)	Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar; Planung und Errichtung

7 **Inkrafttreten**

Diese Vereinbarung ist ab sofort anzuwenden.

Köln, den 01.07.25

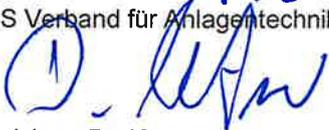
BDH Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie e. V.



gezeichnet Staudt

Düsseldorf, den 24.6.25

VAIS Verband für Anlagentechnik und IndustrieService e. V.



gezeichnet Dr. Kestner

Berlin, den 28.08.2025

TÜV-Verband e. V.



gezeichnet Dr. Bühler

Essen, den 16.6.25

vgbe energy e. V.



gezeichnet Dr. Then

Bonn, den

14/07/2025

DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.



gezeichnet Prof. Dr. Linke

DVGW G 464 (M)	Bruchmechanisches Bewertungskonzept für Gasleitungen aus Stahl für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar für den Transport von Wasserstoff
DVGW G 655 (M)	Leitfaden H2-Readiness Gasanwendung
DVGW G 1010 (A)	Anforderungen an die Qualifikation und die Organisation zum Betrieb von Gasanlagen auf Werksgelände
DVGW-Information Gas Nr. 10	Gasanlagen auf Werksgelände und im Bereich betrieblicher Gasanwendung; Hinweise auf das anzuwendende DVGW-Regelwerk
DVGW-Information Gas Nr. 29	Erläuterungen zum Begriff „H2-ready“ für Gasversorgungsnetze und Gasanwendungen nach DVGW-Regelwerk
DVGW ZP 3502.20	Zertifizierungsprogramm Ergänzungsprüfungen für Gebläse- brenner für gasförmige Brennstoffe für einen Wasserstoff- gehalt von bis zu 20 Vol.-%
DVGW ZP 4110	Zertifizierungsprogramm Ergänzungsprüfungen für Armatu- ren für gasförmige Brennstoffe für einen Wasserstoffgehalt von bis zu 100 Vol.-%
IGC Doc 121/14	EIGA-Dokument Hydrogen Pipeline Systems
LASI LV 49	LASI (Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheits- technik) LV 49: Erläuterungen und Hinweise des für die Durchführung der Erlaubnisverfahren nach § 18 der Be- triebssicherheitsverordnung
MB WERK 1276	TÜV-Verband Merkblatt Werkstoffe 1276, Schädigung me- tallischer Werkstoffe durch den Einfluss von gasförmigem Wasserstoff

6 **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1	Beispiel für Sicherheitstechnische Grenzwerte für die Beimischung von H ₂ mit Maßnahmenpaketen, Quelle: TÜV-Verband
-------------	--

Anhang 1: Beispielformblatt für eine tabellarische Wasserstoffbereitschaftsanalyse

Lfd. Nr.	Bewertungsbereich	Beimischungsgrad	Anlagenteil	KKS	Mögliche Gefährdung durch die Beimischung von Wasserstoff	Schutzmaßnahme
XXX-01	Verfahrenstechnik	50 Vol.-%	Leistungsregelung (HLT)		Leistungsregelung der Anlage als kritisches Regelungssystem (Über- und Untersteuern der Regelkreise)	Regelkreise simulieren, testen und anpassen
XXX-02	Konstruktion	10 Vol.-%	Brennerkomponenten der Gasturbine	XXX	Erhöhte Versprödungsgefährdung an hoch belasteten Brennerbauteilen	Bruchmechanische Bewertung, Visuelle Befundung der Bauteile, Ultraschallprüfung, phased array-Prüfung, Austausch von Komponenten
XXX-03	Werkstoffauswahl	100 Vol.-%	Gasentspanner		HTHA (High Temperature Hydrogen Attack) durch hohen C-Gehalt in warmgehenden Komponenten	C-Gehalte bestimmen (labortechnisch oder Dokumentenprüfung) und Eignung untersuchen
XXX-04	Explosionsschutz	25 Vol.-%	ATEX-Geräte in der Gasdruckregel- und Messanlage (GDRMA)	XXX	Zündung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre auf Grund der geringen Grenzspaltweite und Zündenergie von Wasserstoff	Austausch der ATEX-Geräte mit der Explosionsgruppe IIA auf Geräte der Gruppe IIC, und Prüfung nach prüfpflichtiger Änderung gemäß BetrSichV, Anh. 2, Abschn. 3. Kap. 4.1
XXX-05	Funktionale Sicherheit	50 Vol.-%	Durchflussmessungen zur Verbrauchsstellen		Mengenmessungen sind ungeeignet	Messungen austauschen
XXX-06	Emissionsschutz	100 Vol.-%	Brenner		NO _x -Grenzwerte werden überschritten	Verbrennungseinstellungen simulieren, testen und anpassen Nachrüstungen mit Katalysator
XXX-07	Betriebliche Organisation	100 Vol.-%	Betriebsstätte		Flucht- und Rettungswegekonzept ungeeignet	Gasausbreitungsrechnungen durchführen, Konzepte anpassen